UNIVERSITE DE NANTES
UNITÉ DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Année : 2008 N° : 21

EFFETS DE L'EXPANSION MAXILLAIRE SUR LES DIMENSIONS TRANSVERSALES DES CAVITES NASALES ET LEUR PERMEABILITE

THÈSE POUR LE DIPLOME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

présentée
et soutenue publiquement par

VALLE Boris

Né le 09 décembre 1981

Le 26 juin 2008 devant le jury ci-dessous

Président : Madame le Professeur FRAYSSE

Assesseur : Monsieur le Docteur RENAUDIN

Assesseur : Monsieur le Docteur CARBONNELLE

.

Directeur de thèse: Monsieur le Docteur DENIAUD

Par délibération en date du 6 décembre 1972, le conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'il n'entend leur donner aucune approbation, ni improbation.

Introduction.....p. 4
Première partie : rappels.....p. 5

1) **Anatomique**.....p. 5

11) anatomie maxillo-palatine.....p. 5

111) le maxillaire.....p. 5
112) le palatin.....p. 7
113) la muqueuse gingivo-palatine.....p. 7

12) les systèmes suturaux naso-maxillaire.....p. 8

121) le système sutural péri maxillaire.....p. 8
122) la suture médiopalatine.....p. 9
1221) la situation de la suture médio-palatine
1222) description de la suture médio-palatine

13) anatomie nasale p.11

131) le bâti osseux p.11
132) le nez mobile (région de la valve).....p.12
1321) la cloison cartilagineuse
1322) les cartilages latéraux supérieurs ou triangulaires.
1323) Les cartilages alaires
1324) les sésamoïdes
1325) le revêtement cutanéo-muqueux
1326) les muscles de la pointe du nez
133) le nez fixe..... p.15
1331) la paroi externe
1332) le nez postérieur

2) croissance maxillo nasale transversale.....p.16

21) physiologie histologie suturale......p.16

211) l'histologie des sutures.....p.16
212) physiologie suturale.....p.19

22) les agents du développement transversal du maxillaire.....p.20
selon J Delaire
23) croissance et ventilation.....p.23

3) physiologie de la ventilation nasale.....p.24
31) Définition.....p.24
32) le flux aérien.....p.25
33) Troubles comportementaux associés à l'obstruction nasale.....p.29
(Talmant)

4) moyen d'exploration de l'obstruction nasale.....p.31

41) l'interrogatoire et examen clinique.....p.31
42) endoscopie nasale normale.....p.31
43) rhinomanométrie.....p.33
44) la rhinométrie acoustique.....p.34
45) Aérophonoscopie.....p.36
46) imagerie.....p.36
47) la scintigraphie.....p.37

Deuxième partie : techniques d'expansion et indication...p.39

1) Présentation classique des appareillages les plus utilisés dans la littérature p.39

11) Le quadhélix, auxiliaire d'expansion dite « lente ».....p.39
111) Historique.....p.39
112) Description.....p.39
113) Réalisation.....p.40
114) Autre auxiliaire utilisé dans le cadre d'expansion « lente »...p.41

12) Les disjoncteurs auxiliaires d'expansion dite « rapide ».....p.42
121) Historique.....p.42
122) Type Hyrax.....p.43
123) Type Haas.....p.44
124) Autres auxiliaires.....p.45

2) Indication de l'expansion en ODF (non exhaustive) p.45

21) Articulé croisé latéral ou bilatéral.....p.46
22) Endognathie.....p.47
23) DDM.....p.47
24) Les « classes II ».....p.47
25) Les « classes III », Facilité l'emploi du masque facial.....p.48
26) La Perméabilité nasale.....p.48

27) Préparer la chirurgie orthognatique.....p.48

Troisième partie Discussion et réflexion.....p.49

1) Deux types d'expansion : rapide et lente.....p.49

11) Quel est le but commun recherché aux deux techniques au niveau nasal.....p.49
12) modalité de la conduite thérapeutique.....p.50
13) mécanisme osseux d'ouverture lors de l'expansion rapide.....p.52
14) mécanisme osseux dans le cadre du quadhélix.....p.54
141) Intérêt des bras antérieurs du quadhélix.....p.56
15) Conséquence des différents types d'expansion sur la suture.....p.58
16) la semi rapide, réel intérêt ?.....p.61
17) Obstacle à l'ouverture.....p.62

2) Action de l'expansion sur les cavités nasales p.63

21) Présentation des études sous forme d'un tableau.....p.64
22) Evaluation de la fiabilité des études sous forme de tableau.....p.69
23) Discussion sur l'effet de l'expansion sur les cavités nasales.....p.71
231) Sur la résistance nasale.....p.72
232) sur la plus petite section et dimension transversale.....p.76
233) sur le volume.....p.80
234) sensation subjective.....p.81
24) Expansion et inter individualité.....p.82
25) Evaluation des muqueuses et quel traitement pour qui ?.....p.83
26) Action naturelle de la croissance sur la RN.....p.84
27) Nécessité d'intervenir avant le pic de croissance.....p.85
28) Action similaire sur les différentes cavités droite et gauche ? Antérieure et postérieure ? p.89
29) La rechute.....p.90

3) Accompagnement de la thérapie par une rééducation.....p.91

4) Bénéfices conséquents à l'action d'expansion sur le maxillaire

41) Expansion, ventilation et posture céphalique.....p.92
42) Apnée du sommeil.....p.94
43) Expansion et surdité.....p.95
44) Expansion et énurésie.....p.96
45) Effets indésirables.....p.97

Conclusion.....p.99
Bibliographie.....p.101

INTRODUCTION

L'être humain est un ventilateur nasal, et les cavités nasales sont spécifiquement dédiées par leur anatomie à préparer l'air avant qu'il n'atteigne les poumons au processus d'humidification, de réchauffement, de purification d'infimes particules. De plus, la ventilation nasale contribue au développement optimal du complexe naso-maxillaire et du système stomatognathique.

La ventilation orale est communément attribuée à une obstruction anatomique ou fonctionnelle des voies aérifères supérieures. Cette ventilation orale lorsqu'elle est chronique peut augmenter l'incidence de maladie respiratoire, de désordre cardio pulmonaire, de perturbation endocrinienne, de problème d'élocution, d'anomalie de développement de la face associée à des malocclusions.

La correction des insuffisances transversales maxillaires est en orthodontie une priorité. Les incoordinations des arcades dans le plan frontal sont fréquentes et peuvent être la conséquence d'endoalvéolie ou d'une endognathie. L'association avec certaines dysfonctions, parmi lesquelles on retrouve des troubles ventilatoires (presque toujours présents à des degrés variables), est un critère important dans le diagnostic.

L'étiologie de la dysmorphose n'est pas toujours simple a évaluer tant le développement de la face est complexe et fait intervenir des paramètres à la fois héréditaires et fonctionnels. Sur le plan fonctionnel, il y a un parallélisme entre la récidive de la dysmorphose et la non correction des dysfonctions. La face se construit selon un équilibre morpho-fonctionnel. Cet équilibre associe la fonction, la posture et le développement. Ainsi, le facies adénoïdien décrit par de nombreux auteurs en particulier par Talmant, résulte d'un équilibre entre la ventilation orale et la posture. De ce fait intervenir au niveau de l'endognathie va nécessiter de reconstruire un autre équilibre où la forme, la posture et la fonction seront en adéquation.

Le traitement de l'endognathie maxillaire va nécessiter une phase orthopédique par expansion maxillaire, lente ou rapide selon le dispositif utilisé. L'ouverture de la suture médio palatine obtenue va être stabilisée par l'accroissement transversal par prolifération de rattrapage. Cette ouverture est supposée entrainer des effets positifs sur l'amélioration de la ventilation nasale nécessaire au nouvel équilibre morpho-fonctionnel de la face.

Le but de cette thèse est donc de réaliser une revue de la littérature sur les effets de l'expansion maxillaire sur la perméabilité des voies nasales.

Première partie : rappels

1) Anatomique

11) anatomie maxillo-palatine.

W.J.LARSEN (43) explique que deux ébauches de nature distincte vont former l'ensemble du squelette cranio-facial :

- Le chondrocrâne, future portion médiane de la base du crâne, du cartilage du septum nasal et de la capsule nasale, à composante cartilagineuse,
- Le desmocrâne, ébauche membraneuse continuant et enveloppant la première, destiné à donner la voûte crânienne et la face.

Ainsi, maxillaire supérieur et palatin (de même que le vomer, le nasal, le lacrymal, le malaire, le frontal et le pariétal) sont qualifiés d'os de membrane, étant issus directement du tissu conjonctif.
La formation de l'ébauche cartilagineuse est primitive à l'ossification de la face : elle précède l'ossification endochondrale.

111) le maxillaire

Aknin (1) décrit le maxillaire comme un os pair. Il constitue la majeure partie du massif facial supérieur. Il se situe au dessus de la cavité orale dont il forme la partie antérieure de la voûte, latéralement par rapport à la cavité nasale dont il constitue une partie de la paroi latérale.
Les deux maxillaires s'unissent solidement sur la ligne médiane entre la cavité nasale et la cavité orale.
Même si le maxillaire présente un aspect massif celui ci est creusé d'une importante cavité, le sinus maxillaire, qui s'ouvre largement dans la cavité nasale.

Apophyse palatine

L'apophyse palatine, constituant antérieur du palais dur, naît de la face inférieure du corps et est plus épaisse en avant qu'en arrière. Elle délimite horizontalement de la même manière cavités nasale et orale, par son développement qui a fourni un plancher à la capsule nasale du

chondrocrâne (celle-ci en étant dépourvue). Sa face inférieure est oblique en bas et en avant tandis que sa face inférieure reste horizontale.

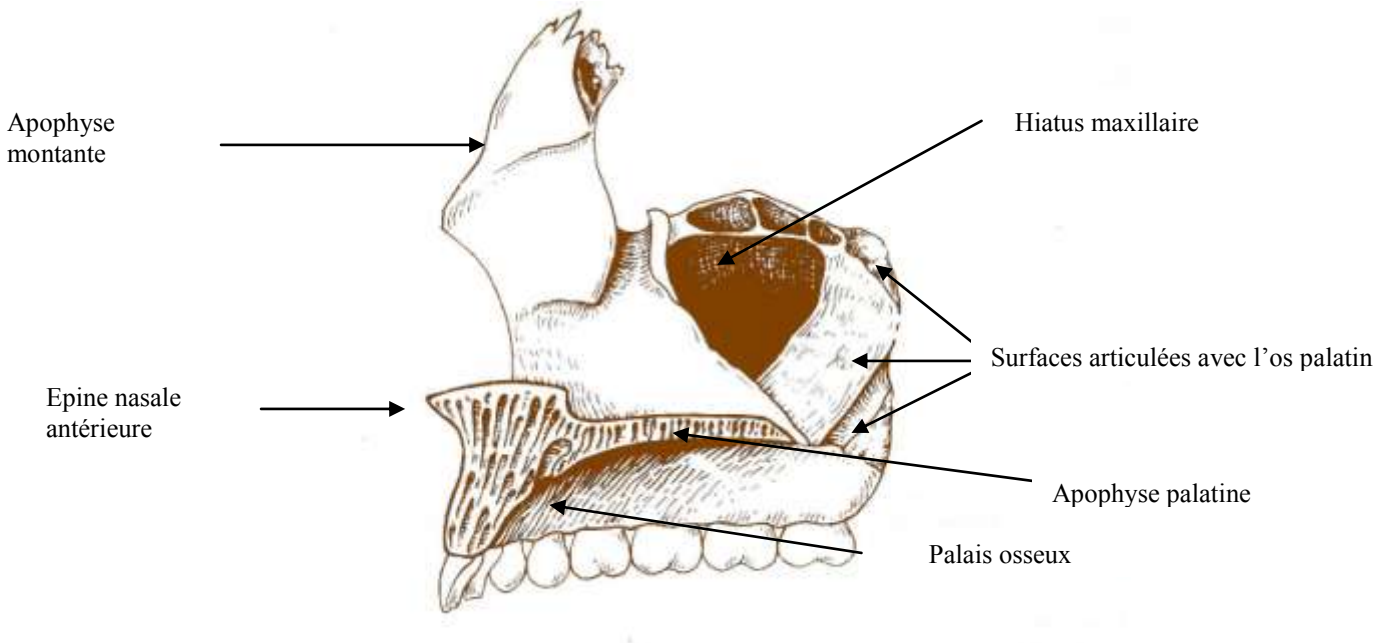
Sur la ligne médiane elle s'articule avec son homologue contro-latérale : suture inter-maxillaire, et par son bord postérieur elle rencontre le bord antérieur de l'apophyse horizontale du palatin.

Apophyse montante

La partie supérieure représente l'articulation avec le crâne (le frontal, os propre du nez, l'unguis, ethmoïde).

Apophyse pyramidale

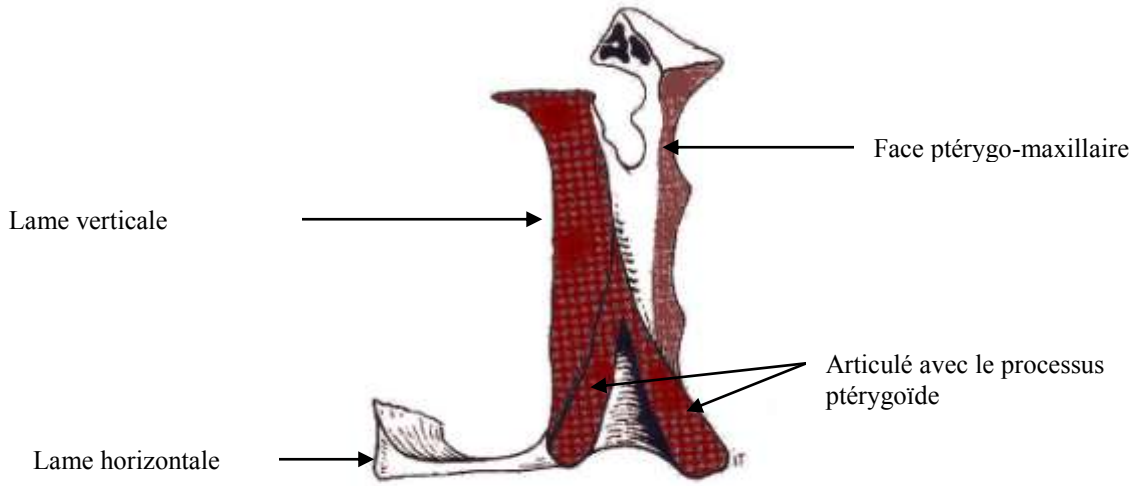
Celle ci s'articule avec le malaire.



Vue médiale du maxillaire (modifié à partir d'AKNIN)

112) le palatin (d'après Aknin (1))

L'os palatin est composé de deux lames minces perpendiculaires entres elles, dont l'une est horizontale et sépare les cavités nasale et buccale dans le tiers postérieur du palais osseux.
Cette lame horizontale, ou apophyse horizontal du palatin, rectangulaire à grand axe transversal, est précédée par l'apophyse horizontale du maxillaire et s'articule en biseau avec elle pour former la suture palatine transverse.
La face supérieure est lisse et concave transversalement, alors que la face inférieure est rugueuse, parfois déprimée en gouttière.
La lame verticale a sa face interne qui fait partie de la paroi externe des fosses nasales. Sa face externe s'applique contre la face interne du maxillaire supérieur et de l'apophyse ptérygoïde.



Os palatin droit, vue postérieure (d'après Aknin)

113) la muqueuse gingivo-palatine (d'après vaillant (74))

Les gencives

Elles sont revêtues par la muqueuse buccale, reposant directement sur le périoste des os maxillaire et mandibulaire. L'épithélium malpighien gingival est épais, comportant une fine couche cornée.

Le palais

Il se divise en 2 parties :

-la partie antérieure (ou palais dur) recouvert d'un épithélium pavimenteux pluristratifié non kératinisé ; le chorion renferme de nombreuses glandes salivaires muqueuses ;

- le palais mou tapissé par un épithélium respiratoire cylindrique cilié ; le chorion renferme de nombreuses petites glandes salivaires de type mixte.

12) les systèmes suturaux naso-maxillaire

Ces sutures seront les premières à subir les effets de l'expansion lors de l'activation.

121) le système sutural péri maxillaire (d'après Aknin (1))

C'est un système qui regroupe les sutures des différents os de la face qui les sépare du maxillaire.

La suture maxillo-malaire :

Elle est formée par l'accolement de l'angle antéro postérieur et antéro inférieur du malaire à L'apophyse pyramidale du maxillaire.

Les sutures maxillo-palatines :

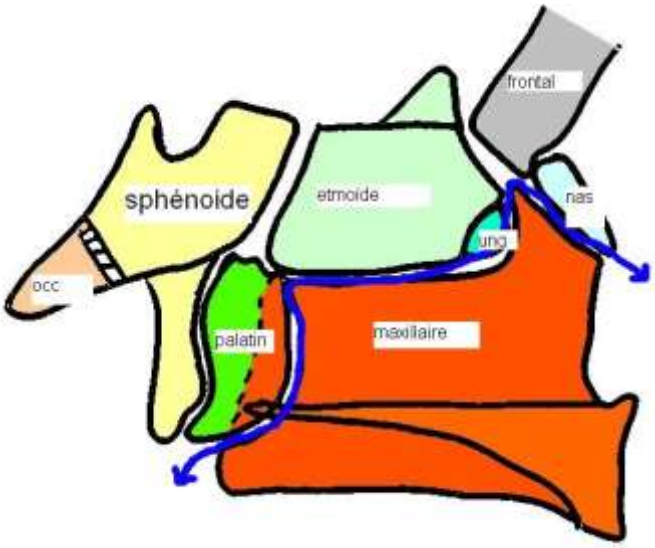
L'os palatin s'articule avec le maxillaire par l'intermédiaire de 4 sutures membraneuses (la suture maxillo-palatine sagittale, les 2 sutures maxillo-palatines frontales, la suture palatine transverse)

La suture maxillo-lacrymal :

Elle se comporte de 2 parties ; la première unit le bord antérieur de l'os lacrymal au bord postérieur de la branche montante, la deuxième unit le bord inférieur de l'os lacrymal avec la crête lacrymale du maxillaire.

La suture naso-maxillaire

Elle se situe entre le bord antérieur de la branche montante du maxillaire et l'os nasal.



Système sutural péri-maxillaire (dessin original)

122) la suture médio-palatine

1221) la situation de la suture médiopalatine (Aknin(1), Langlade(42))

La suture palatine médiane unit les deux apophyses palatines par leur bord médial, déterminant ainsi la crête nasale à leur face supérieure, sur laquelle s'articulent, d'arrière en avant, le vomer et le cartilage de la cloison nasale.
Médiane et antéro postérieure, elle appartient au système sutural sagittal décrit par SCOTT.

On lui décrit classiquement deux segments, antérieur et postérieur, séparés par le foramen incisif :
Le segment antérieur représenté par la suture pré maxillaire ou inter incisive. La suture inter incisive s'étend depuis l'épine nasale antérieure jusqu'au foramen incisif et sépare les centres pré maxillaire. Pour Delaire, la suture inter pré maxillaire joue un rôle majeur dans la croissance transversale du pré maxillaire.
Le segment postérieur, correspond à la suture inter maxillaire proprement dite : ce segment prolonge le précédent en arrière du foramen incisif et sépare les apophyses palatines des hémi-maxillaires ; la suture inter palatine lui fait suite jusqu'à l'épine nasale postérieure, séparant les processus horizontaux des os palatins.

Pour Delaire, la suture inter maxillaire joue un rôle majeur dans la croissance transversale de la voûte palatine jusqu'à l'âge de 7 ans environ. La signification fonctionnelle serait ensuite négligeable.

1222) description de la suture médiopalatine

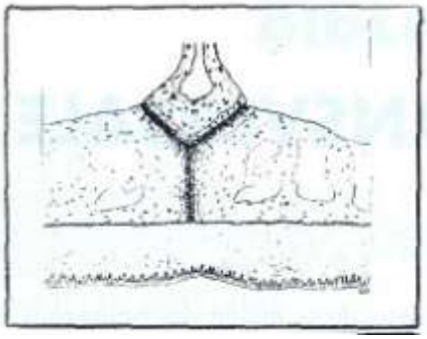
Le Diascorn (24) présente la suture médiopalatine comme résultant essentiellement de l'alignement sur la ligne médiane des bords internes rugueux, des apophyses palatines des maxillaires. Ce bord est environ trois fois plus épais dans son tiers antérieur que dans le reste de son étendue.

Sur le versant nasal, ce bord, en s'unissant à celui du coté opposé, forme une crête longitudinale médiane : la crête nasale qui dans son tiers antérieur est souvent plus élevée et présente l'aspect d'une lamelle osseuse sagittale qu'est la crête incisive.
Ces arêtes s'articulent avec le bord inférieur du vomer, avec le cartilage de JACOBSON ; à sa partie antérieure, la crête incisive se prolonge par une saillie aiguë de forme triangulaire : l'épine nasale antérieure.

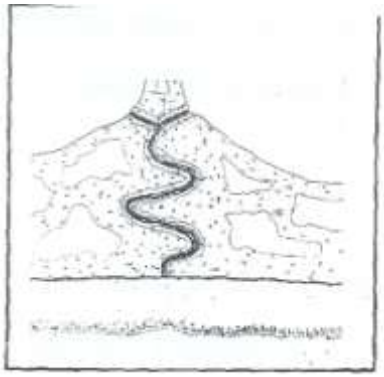
Sur le versant buccal, le bord interne de l'apophyse palatine présente un sillon sur la ligne médiane, à sa partie la plus antérieure, la suture médiopalatine s'élargit pour former la fossette incisive, au fond de laquelle se trouve le ou les orifices du canal palatin antérieur.

En 1975 B Melsen (cité par Langlade (42)) dans son étude histologique à défini 3 stades d'évolution de la suture médio-palatine :

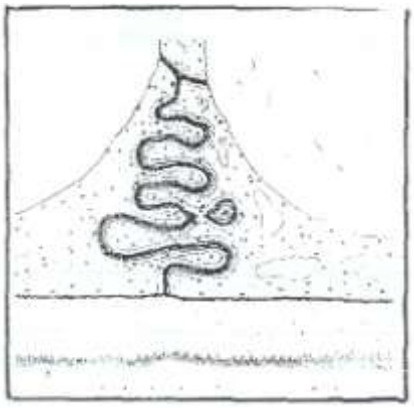
- A la période infantile, la suture a une forme en « Y » joignant le vomer aux deux apophyses palatines.
- A la période juvénile la hauteur de l'union entre ces 3 os augmente pour former un « T » avec une partie verticale sinueuse.
- A la période de l'adolescence la suture présente des inter-digitations, véritables méandres, constituant un système mécanique de blocage. B. Melsen considère que cette période est la plus mauvaise pour réaliser des expansions qui se traduiraient par des micros fractures.



Formation infantile



Formation juvénile



Formation adolescente

Développement de la suture médio-palatine. Vue frontale. LANGLADE (41) d'après Melsen

13) anatomie nasale

131) le bâti osseux

Chevrel (13) le décrit comme étant constitué par :

- en avant : le maxillaire supérieur, latéralement les os propres du nez en haut, et le plateau palatin en bas, déterminent le pourtour de l'orifice piriforme osseux.
- latéralement et en arrière des éléments précédents : les masses latérales de l'ethmoïde, le sphénoïde pour ses apophyses ptérygoïdiennes, et différentes structures autonomes comme le cornet inférieur et la lame verticale du palatin, complètent la paroi latérale.
- En arrière : le corps du sphénoïde.
- Au milieu : la lame perpendiculaire de l'ethmoïde en haut et le vomer en bas divisent le nez en deux cavités nasales.

132) le nez mobile (région de la valve)

Gola (32) décrit très bien la région de la valve. Le nez mobile comporte une armature centrale fixe : la cloison cartilagineuse et des éléments latéraux mobiles : les cartilages triangulaires et alaires.

La forme de la pointe du nez aura ainsi une influence sur le courant respiratoire :

- les nez busqués auront tendance à diriger le courant respiratoire verticalement vers la région du méat moyen.
- Les nez retroussés orienteront le courant respiratoire plutôt vers le plancher des cavités nasales et le cornet inférieur qui pourra présenter une hypertrophie de sa tête.

1321) la cloison cartilagineuse

Pour Freche (31) elle prolonge en avant la cloison osseuse, c'est un cartilage grossièrement quadrangulaire aux variations anatomiques multiples. Elle s'insère en arrière entre la lame perpendiculaire de l'ethmoïde en haut et le vomer en bas.

(image de :www.entnet.org/healthinfo/sinus/sinus_septum.cfm.)

1322) les cartilages latéraux supérieurs ou triangulaires.

Ils font suite aux os propres du nez auxquels ils sont reliés par le périchondre comme le décrit Gola. Ils sont en fait de forme quadrangulaire. Ils sont prolongés latéralement par une plaquette sésamoïde.

Jadis considérés comme des éléments indépendants, ils ont en fait des expansions latérales du bord antéro-supérieur de la cloison. La pointe externe n'atteint pas l'orifice piriforme dont elle est séparée par du tissu fibreux.

Le bord inférieur présente une inversion de courbure le rejetant en dehors. Cette plicature, ainsi que celle de son homologue alaire, constitue une rigidification de l'ensemble, à l'instar d'une tôle pliée, permettant ainsi à la valve nasale de garder une forme ouverte. Cet élément peut être l'objet d'un collapsus narinaire. (Voir schéma au paragraphe 1324)

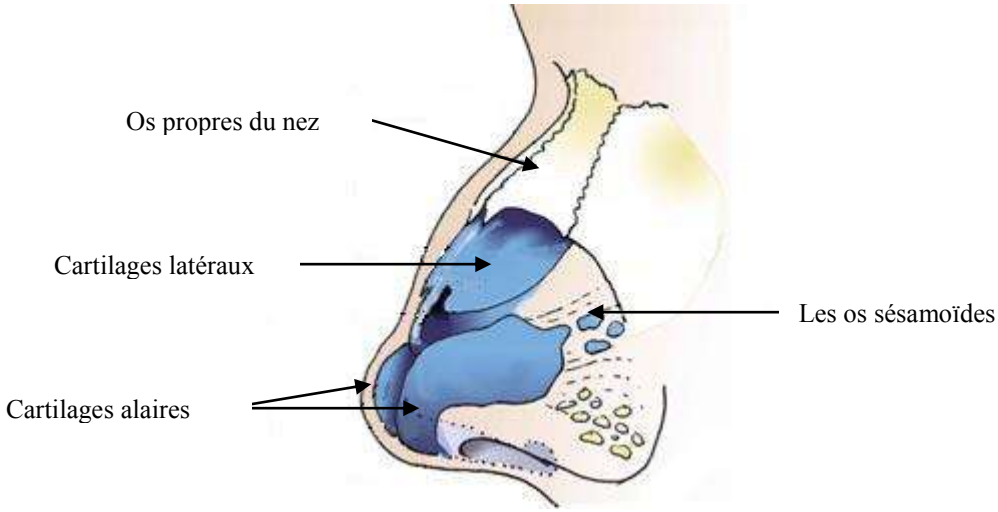
1323) Les cartilages alaires

Décrit par Freche, les cartilages alaires forment l'armature de la pointe du nez. De morphologie variable, ils ont grossièrement l'aspect d'une anse de panier.

- la branche interne est adossée dos à dos avec son homologue controlatéral, l'ensemble prolonge la cloison.
- La branche externe plus volumineuse, est grossièrement quadrangulaire, à convexité externe.
- Le bord postéro-supérieur présente une convexité inversée, précédemment citée.
- Le bord antérieur arme l'aile du nez. Il s'éloigne du rebord cutané à mesure que l'alaire se dirige vers l'extérieur. Le prolongement externe est variable, constitué de fragments plicaturés plus ou moins amalgamés. Il n'atteint pas l'orifice piriforme osseux. (voir schéma au paragraphe 1324)

1324) les sésamoïdes

De nombre et de forme diverses, ils se retrouvent entre triangulaires et alaires, sont enveloppés du même périchondre et participent à la rigidité de l'ensemble.



(Image de : www.ramsayhealth.co.uk/.../n/rhinoplasty.aspx)

1325) le revêtement cutanéo-muqueux

Freche (31) décrit le vestibule narinaire comme le lieu de transition entre la peau et muqueuse. Le premier centimètre de revêtement est de type cutané avec présence de vibrisses (poils sensoriels). Plus en arrière, le revêtement devient muqueux, de type respiratoire, avec présence d'acini sécrétoires.

1326) les muscles de la pointe du nez

Ce sont essentiellement des muscles peauciers que Kamina décrit. Ils sont responsables de la mobilité nasale. Il faut distinguer ceux qui relèvent de ceux qui dilatent les narines. L'innervation motrice est sous la dépendance du VII2

Muscles élévateurs

Leur action va tendre à verticaliser les orifices narinaires, en augmenter l'ouverture, et diriger le courant aérien vers le bas des cavités nasales, zone plus large. Il y a trois muscles qi y participent :

- muscle pyramidal : de la zone inter-sourcilliaire au périchondre des cartilages triangulaires
- dilatateur propre des narines : de bord interne de l'orifice piriforme ; à bord externe de la narine.

- Orbiculaire des lèvres (faisceau accessoire dépresseur du septum) : de l'orbiculaire des lèvres à la zone de la sous cloison ; tire la cloison vers le bas.

Les muscles dilatateurs

Leur action tend à élargir transversalement les orifices narinaires et diminuer l'obstacle du rétrécissement antérieur (la valve)

- Le muscle transverse du nez : du dos du nez à la face interne de la peau du sillon naso-génien.
- Le releveur de l'aile du nez : de la branche montante du maxillaire supérieur et partie attenante des os propres au tégument de l'aile du nez
- Myrtiforme (et son expansion dilatatrice des narines) : de la fosse canine du maxillaire supérieur au bord externe du cartilage alaire

133) le nez fixe

1331) la paroi externe

Elle est essentiellement structurée autour des cornets dont le rôle de réchauffement et d'humidification de l'air est bien connu selon Freche (31).

La forme des cornets n'est pas sans rappeler celle d'une aile d'avion permettant une dépression aspiratrice qui a son point maximum au niveau du méat moyen, zone de drainage des sinus antérieurs.

Cette paroi comporte trois plans osseux se superposant de dehors en dedans :

-le plan externe : qui est constitué du maxillaire supérieur en avant, du sphénoïde (corps et aile) en arrière et du frontal en haut. Le sinus maxillaire présente un large hiatus. Le diastasis entre le maxillaire supérieur et le sphénoïde délimite la fosse ptérygo-palatine.

-le plan moyen : il comprend en avant l'unguis qui va recouvrir la gouttière lacrymale la transformant en un canal. On retrouve également la lame verticale du palatin en arrière, et ferme la fosse ptérygo palatine excepté le trou sphéno-palatin.

-le plan interne : il est constitué de deux éléments juxtaposés l'un au dessus de l'autre. Le premier est le cornet inférieur, en bas, qui est un os indépendant se fixant sur le maxillaire en avant et sur le palatin en arrière. Le deuxième est l'ethmoïde en haut, structure complexe, qui présente au niveau endonasale le cornet moyen qui va commander le méat du même nom.

Plan externe plan moyen plan interne

(Dessin original)

Enfin la paroi interne comporte la muqueuse pituitaire qui recouvre la totalité des structures décrites, ne laissant que trois orifices ouverts dans cette paroi : le méat lacrymal sous le cornet inférieur, l'ostium du sinus maxillaire situé dans la concavité de l'unciforme et enfin l'orifice de Giraldes qui est inconstant.

1332) le nez postérieur

Le nez postérieur n'étant pas affecté véritablement par l'expansion on se contentera de dire qu'il est constitué en bas des choanes, surmontées du récessus sphéno-ethmoïdal.

2) croissance maxillo nasale transversale

21) physiologie histologie suturale

211) l'histologie des sutures (Aknin (1), le Diascorn (24), Langlade (42), Stricker (63))

C'est en s'intéressant à l'histologie des sutures qu'on comprend mieux les phénomènes de croissance qui se réalise à leur niveau. Il revient à Pritchard, Scott et Girgis (cité par Aknin (1)) d'avoir étudié les premiers l'évolution de la suture du stade embryonnaire au stade adulte. Il a donc été défini par ces auteurs 5 stades de la morphogenèse des sutures :

- Le stade d'approche des territoires osseux ;
- Stade de rencontre des territoires osseux ;
- Stade de croissance suturale active ;
- Stade de croissance avancée ;
- Stade adulte

Par territoire osseux il faut entendre l'os définitif, la couche ostéogène pré-osseuse et le périoste fibreux. La suture est elle définit par le complexe cellulaire et fibreux qui va venir entre les os définitif.

2111) stade d'approche des territoires osseux

Aknin rappel qu'au sein de la face, les os vont se rejoindre dans un tissu mésenchymateux lâche.
Dès ce stade on pourra reconnaître la couche externe périostée, la couche ostéogénique, et le plateau osseux interne.

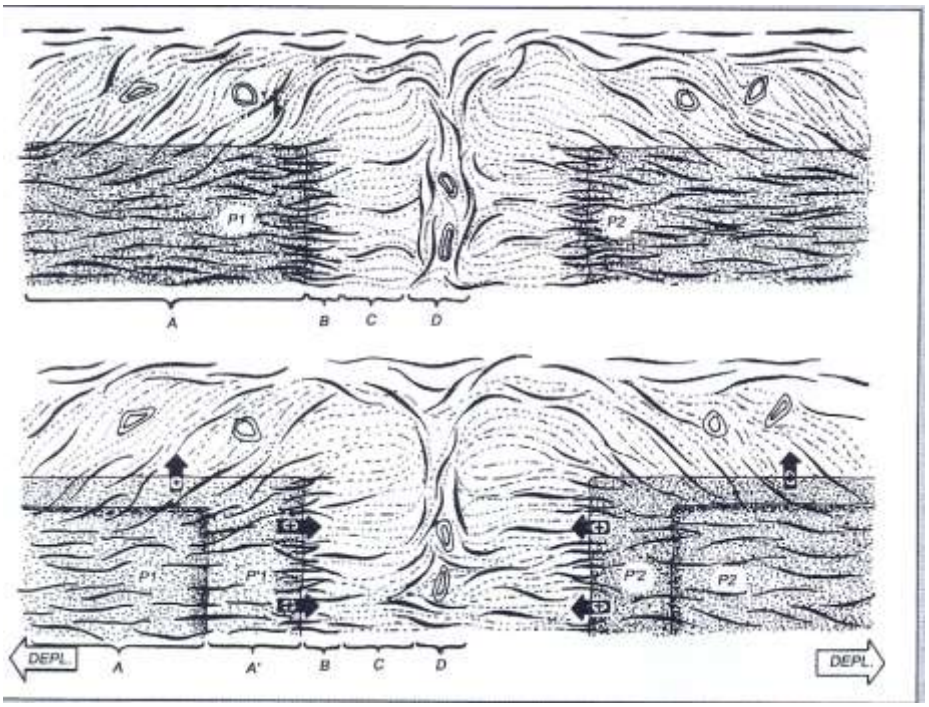
2112) stade de rencontre des territoires osseux

Les capsules fibreuses des territoires osseux se réunissent par l'intermédiaire de deux lames fibreuses externe et interne qui apparaissent au moment où les os se rejoignent selon Aknin. Ces lames fibreuses sont considérées comme des couches de jonction.
La suture va donc présenter à ce stade 5 couches intermédiaires distinctes qui s'étendent d'un bord de l'os à l'autre, à savoir la première couche ostéogène, la première couche fibreuse, la zone médiane cellulaire lâche, la seconde couche fibreuse, la seconde couche ostéogène.
Les couches fibreuses et ostéogènes sont en continuité directe avec les couches ostéogènes et fibreuses du périoste qui recouvrent les surfaces non suturales de l'os.

2113) stade de croissance suturale active.

A ce stade, la suture, va être le lieu de nombreux remaniements structuraux importants en conséquence d 'une extension rapide marginale des os adjacents.

On retrouve au niveau de la couche ostéogénique une activité métabolique avec la présence de phosphatase alcaline et un stockage important de glycogène au sein des cellules.
On va alors retrouver à ce stade de l'os néoformé au niveau de chaque berge suturale et une maturation progressive des fibres de collagène. Pendant ce temps, l'os s'épaissit par dépôt sous périosté et endosté.
On remarquera au niveau de l'extension marginale des 2 berges osseuses des différences selon les forces auxquelles la suture est soumise. On peut trouver des zones de résorption et des zones d'apposition au même moment.



(Schéma d'une suture membraneuse. Le Diascorn d'après Enlow)

2114) stade de croissance plus avancé

les berges osseuses vont devenir de plus en plus épaisse et compact avec une surface qui devient plus lisse. On distingue toujours au niveau de la suture les cinq couches mais avec des proportions modifiées :

- la couche ostéogène est réduite à une simple couche d'ostéoblaste
- les deux capsules fibreuses sont plus denses
- des fibres de Sharpey sortent de l'os et se terminent dans les couches capsulaires
- la zone médiane reste très vasculaire et moins fibreuse que les couches capsulaires.

Le périoste, quant à lui, se divise en 2 couches au niveau de la suture ; la couche externe réalise la jonction entre les 2 berges suturales et la couche interne va rejoindre la couche interne du périoste de l'autre côté.

2115) stade adulte

A ce moment on ne retrouve plus de croissance active au niveau des berges de la suture.
La couche ostéogène est réduite à une simple couche de cellules conjonctives sans caractère particuliers mais conservant un potentiel ostéogénique en cas de fracture osseuse.
Les capsules fibreuses restent séparées par une zone médiane vasculaire.
Pour Enlow (cité par Aknin) la suture au stade adulte est réduite à de simples trousseaux de fibres de collagène matures disposées en pont entre les berges osseuses adjacentes.

212) Physiologie suturale

L'histologie a permis de montrer que les sutures sont des points de croissance active.
Delaire (18) a confirmé la notion de croissance adaptative des sutures membraneuse
La croissance suturale est secondaire, adaptative et nécessite la présence de stimulateur de croissance (Diascorn (24))
Les facteurs de croissance sont multiples et de nature différente :

- génétiques
- épigénétiques
- environnementaux généraux et locaux : essentiellement musculo-fonctionnels.

Pour J Talmant (64) la suture se comporte comme une couche d'un matériau élastico-plastique comprimée entre deux plaques rigides, dont la biomécanique a été décrite par Katchanov : les trois régions principales de la suture en croissance matérialisent la réponse à la fois des forces de cohésion internes et de contraintes externes :

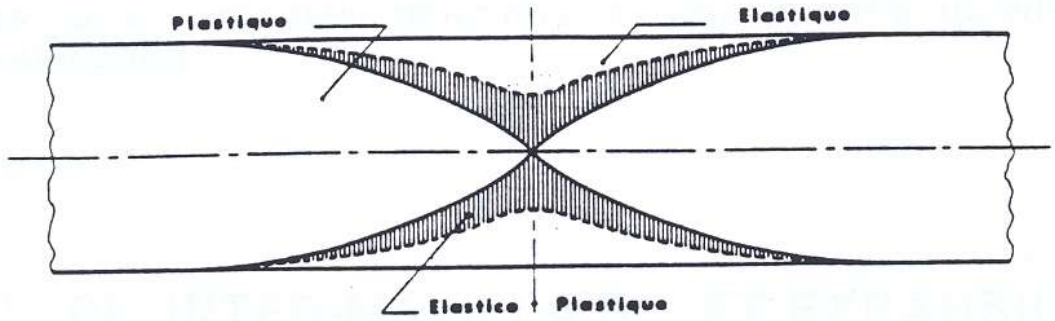


Image de la déformation d'une couche élastico-plastique comprimée entre deux plaques rigides (J Talmant (64) d'après Katchanov)

- Des phénomènes d'apposition/résorption existent au niveau des plateaux osseux périphériques qui permettent une déformation plastique assurant la permanence des déplacements.
- La zone fibreuse médiane donne une réponse de type élastique ;
- Les deux couches ostéogènes intermédiaires, à l'image de la couche élastico-plastique de Katchanov comportent une composante élastique (fibres de collagène qui unissent la zone capsulaire et les berges osseuses) et une composante plastique (activité ostéogénique de la phase minérale qui assure la pérennité de la déformation)
- Le déplacement latéral des berges osseuses, en mettant en tension l'enveloppe périostée, produit une striction à hauteur de la suture.

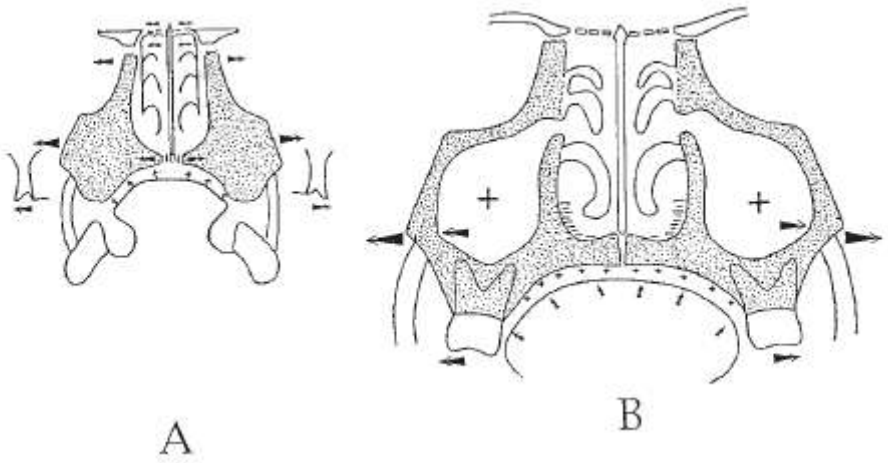
Ainsi selon Talmant, la suture, témoignage du comportement mécanique de la zone en croissance, est une zone ostéogénique élastico-plastique.

22) les agents du développement transversal du maxillaire selon J Delaire (18,19)

Delaire considère qu'il faut distinguer deux temps:

- le premier est un déplacement transversal en masse des hémi-maxillaires lors duquel les fosses nasales s'écartent sous l'effet conjugué de la croissance transversale de la capsule nasale et de la suture médio-palatine (Fig. A), elle-même sous la dépendance des pressions fonctionnelles linguales lors de la manducation;

- lors du deuxième temps, l'accroissement des fosses nasales est marqué par la résorption des parois internes maxillaires décrite par Enlow. Dès douze ans, la suture médio-palatine ne jouant plus qu'un rôle d'amortisseur, l'expansion latérale du maxillaire et de l'arcade alvéolo-dentaire se fait au niveau des parois externes et au-dessous des sinus (Fig. B). Le développement de ces derniers s'effectue principalement sous l'effet des pressions linguales et des forces occlusales dont la pleine expression lors de la manducation nécessite une ventilation nasale et une posture linguale optimales.



Représentation schématique de la croissance maxillaire selon Delaire. « A » avant 4, 5 ans les maxillaires se séparent en bloc par la capsule nasale et les processus ptérygoïde. « B » après 11, 12 ans le développement se fait au niveau des parois externe.

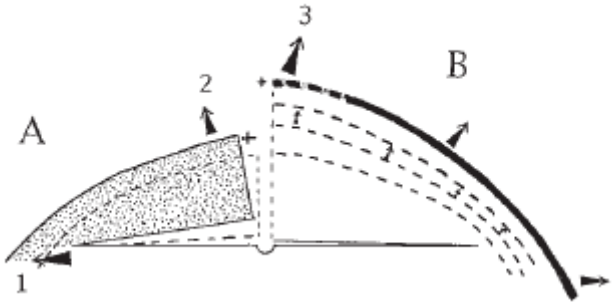
Ainsi, une bascule postéro-inférieure de la base linguale risque d'induire le développement d'une classe II. À l'inverse, un avancement du massif lingual associé à un abaissement de sa pointe risque de provoquer l'apparition d'une classe III.

Moss (cité par Delaire) avait bien souligné que l'architecture cranio-faciale est constituée d'unités squelettiques différentes (orbitaire, sinusienne ...) possédant chacune leur matrice fonctionnelle spécifique.

La croissance transversale des parois latérales de la voûte dépend des bonnes formes, position et activité de la fibro-muqueuse palatine striée. La portion la plus profonde de la voûte répond aux lames palatines et dépend, pour sa croissance, de la suture médio-palatine.

Parmi les unités squelettiques les plus importantes, le prémaxillaire a un développement particulier (Fig. suivante). Il répond à la région des incisives maxillaires et, pour partie, à celle des canines. Il constitue la partie basse de l'ensemble naso-prémaxillaire et, chez le nouveau-

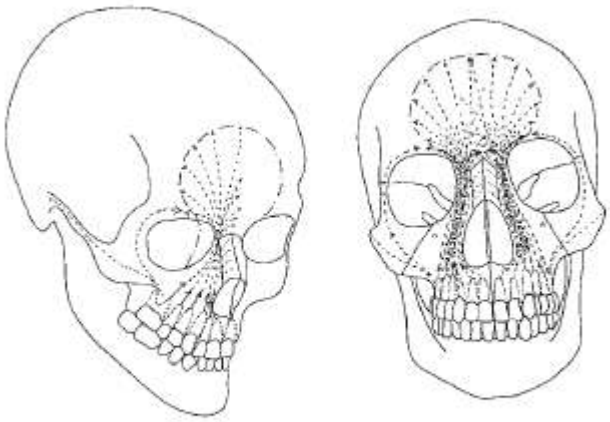
né, il revêt la même importance que le maxillaire lui-même (portion palatine exclue). Chez l'Homme, il est court, large et, bien que ne constituant pas une pièce indépendante, il est l'homologue du prémaxillaire allongé et étroit des animaux. Il se développe en éventail sous l'effet de l'écartement des hémi-maxillaires, du développement des bourgeons des incisives temporaires puis permanentes, de l'activation de la suture médiane par le septum celluleux labial médian, des pressions linguales, des forces masticatoires et de l'activation du périoste prémaxillaire par les muscles incisifs.



D'après Delaire : développement du prémaxillaire

Son développement se fait par un déplacement en masse et par le déplacement de ses corticales externes. La suture prémaxillo-maxillaire remontant sur la face nasale des branches montantes maxillaires, la partie antérieure de celles-ci contribue à former un ensemble naso-fronto-prémaxillaire. Cette constatation, rejoint celles de De Coster (17) qui décrit un développement particulier du maxillaire en avant du foramen cæcum, et de Moss qui, en superposant sur le canal orbitaire inférieur, a mis en évidence une croissance intra-maxillaire surajoutée à la croissance péri-maxillaire.

Pour Delaire, il faut tenir principalement compte des différences existant entre le développement des parties profondes et superficielles de la face. Selon lui, le maxillaire est constitué d'une partie profonde, «le centromaxillaire », comprenant les éléments squelettiques profonds dérivés de la capsule nasale et immédiatement à son contact, et d'une partie externe et antérieure, «l'exo-périmaxillaire» situé en dehors et en avant de la partie précédente (FIG suivante). Véritablement suspendus à la partie antérieure et inférieure de la cloison nasale, les muscles naso-labiaux s'étalent vers l'arrière en formant une sorte de tente musculaire qui sollicite et guide l'ostéogenèse de la face antérieure du maxillaire, du prémaxillaire, et des régions alvéolaires antérieures.



Représentation schématique de l' « exo-périmaxillaire » et des forces manducatrices responsables de son développement dans le plan sagittal (a) et dans la dimension transversale (b). Le « centromaxillaire » comprend les éléments squelettiques plus profonds, dérivés de la capsule nasale et immédiatement a son contact, c'est-à-dire les parois latérales des fosses nasales, en arrière du naso-prémaxillaire, et les lames palatines, des trous palatins postérieurs au canal palatin antérieur. Selon Delaire

23) croissance et ventilation

Au niveau de la face, la croissance des structures respiratoires et surtout celles du cavum nasopharyngé suit la croissance du massif facial ; cette croissance et la configuration du cavum sont liées à la posture crânio-faciale selon Brulin-Sauvage (10).
Quand il y a obstruction expérimentale des fosses nasales, on observe des modifications importantes de la croissance du cavum et de la posture cervico-céphalique.
Au cours de la croissance, il peut y avoir une perturbation de la fonction respiratoire aboutissant à une insuffisance nasale respiratoire et induisant des malformations plus ou moins importantes au niveau du massif facial.
Chez le nouveau né, la fonction nasale peut être perturbée par un obstacle anatomique:

- atrésie choanale
- imperforation narinaire uni ou bilatérale

Chez l'enfant et l'adolescent, il y a de très nombreux troubles;

Brulin-Sauvage (10) ne retiennent que ceux susceptibles d'engendrer une asymétrie:

- polypose unilatérale
- sténose cicatricielle
- imperforation choanale unilatérale
- déviation septale

Talmant (67) explique qu'une insuffisance respiratoire nasale, liée a une obstruction nasale chronique, entraîne une ventilation orale, avec une morphologie faciale appelée "faciès adénoïdien". Il est alors retrouvé un hypo-développement des sinus, une endognathie maxillaire due au fait de la position basse de la langue ne stimulant pas la croissance du maxillaire dans le sens transversal ; au niveau de la mandibule on peut alors observer une occlusion inversée: la mandibule de taille normale ne peut s'engrener normalement avec le maxillaire réduit dans le sens transversal.
De ce phénomène résulte une latéro-déviation mandibulaire fréquente, qui peut se transformer en latérognathie et donner un aspect clinique d'asymétrie faciale d'origine mandibulaire. BUSHEY (cité par Talmant) a relié des asymétries dentaires ou squelettiques à différents types d'obstruction des voies respiratoires.
L'obstruction nasale entraîne donc, selon Freche, une diminution de la croissance en largeur des arcades dentaire maxillaire et mandibulaire ayant pour conséquence un trouble de l'articulé dentaire et d'une dysharmonie dento-maxillaire. Elle peut également être à l' origine d'un ralentissement de croissance des branches montantes mandibulaires et d'un retard de croissance maxillaire. Par contre il ne semble pas que les directions de croissances maxillaire et mandibulaire puissent être affectées par une obstruction nasale.

3) physiologie de la ventilation nasale

31)Définition

Pour Freche (31) dans des conditions normales, et notamment au repos, chez le sujet sain, la seule voie respiratoire physiologique est la voie nasale. La respiration orale est un complément utilisé en cas de besoins accrus (exercices musculaires…) ou dans le cas évident d'une obstruction nasale.

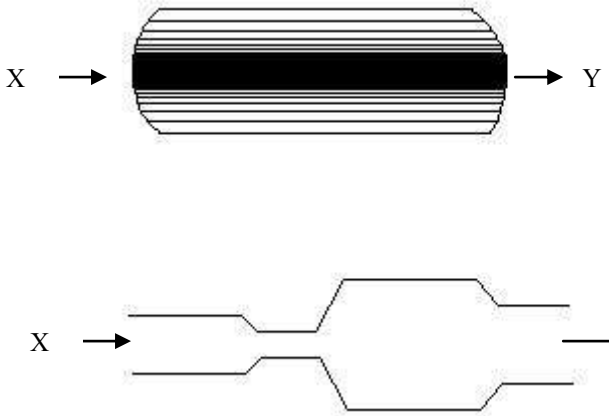
Talmant (66) rajoute que la « ventilation optimale » au repos est exclusivement nasale, y compris la nuit au cours du sommeil.

32) Le flux aérien

321) la résistance nasale

Freche(31) rappelle que l'écoulement de l'air dans les fosses nasales obéit aux lois physiques de la dynamique des fluides. Lorsqu'un fluide progresse à l'intérieur d'un conduit, sa pression diminue au fur et à mesure de l'écoulement. Entre les narines et les choanes, il existe donc une différence de pression (ou gradient de pression) d'autant plus élevée que la résistance nasale est plus grande. Cette résistance nasale est importante puisque elle représente la moitié de la résistance totale des voies aériennes supérieures.
Selon l'équivalent hydrodynamique de la loi d'ohm, le flux est directement proportionnel à la différence de pression (pression atmosphérique positive et nasopharyngé négative) et inversement proportionnel à la résistance rencontrée
Gola (32) rappelle qu'à faible débit, le flux aérien est laminaire (nombre de Reynolds inférieur à 2400) : l'air s'écoule en couche de même vitesse glissant les unes sur les autres sans se mélanger. A proximité des parois nasales, du fait de sa viscosité, il est presque sans mouvement. A l'inverse, au centre de la fosse nasale, dans l'espace septo-turbinal, il se déplace très rapidement.
A fort débit, le flux devient turbulent : il se produit un brassage continu de la masse d'air, ce qui favorise son conditionnement. Le régime turbulent s'observe également, si en dépit d'une vitesse d'écoulement faible, les parois sont irrégulières, ce qui est le cas des fosses nasales.

La traversée des fosses nasales par le courant aérien obéit comme tout écoulement de fluide dans un conduit, à des lois physiques comme l'explique Mougey (52). Dans les cas idéaux d'un fluide parfait, incompressible et sans viscosité ni frottement, la loi de Bernoulli s'applique. L 'écoulement du fluide progressant dans un tube se rétrécissant, le débit dans la zone rétrécie augmente et inversement. Parallèlement, la pression change, dans les zones étroites ou le débit augmente la pression diminue et inversement dans les zones larges où le débit ralentit, la pression augmente (expérience du tube de venturi)



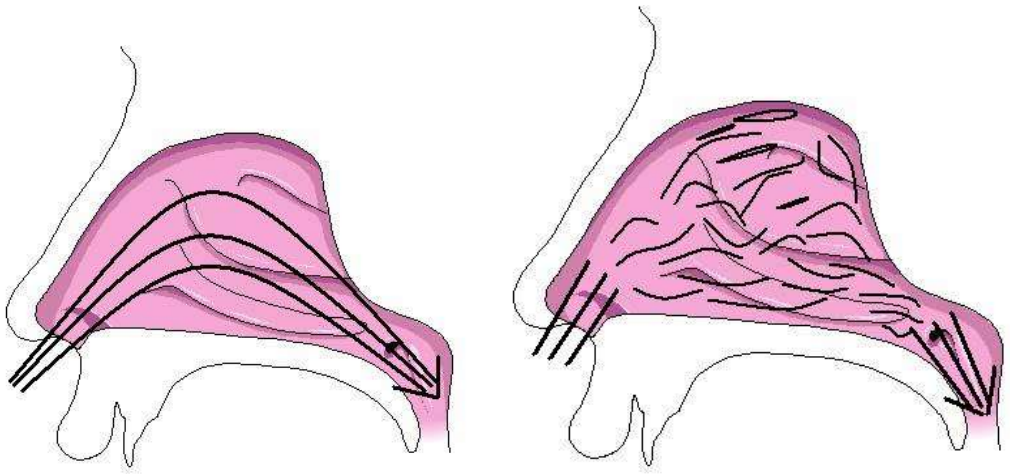
1) flux laminaire : la vitesse d'un fluide ou d'un gaz est plus rapide au centre qu'à la périphérie du tube

2) principe de Bernoulli : la vitesse d'un fluide ou d'un gaz varie en fonction du calibre. Mais la quantité entrant et sortant du tube est identique.

Selon l'application de la loi de poiseuille, quand le tube est trop étroit, l'écoulement devient capillaire et les phénomènes induits par la viscosité deviennent prépondérants et la loi de l'écoulement ne peut plus être régie par la seule loi de Bernoulli. Le diamètre du tube devient alors un facteur déterminant.

La chute de pression, ou perte de charge (Δ P= P-P') occasionnée par le passage des courants gazeux inspiratoires et expiratoires est fonction du débit et de la résistance à l'écoulement.

Au cours de la traversée des fosses nasales, l'air inspiré va rencontrer un certain nombre d'obstacles constituant la résistance nasale, d'abord au niveau du nez cutané (valve narinaire), puis et surtout, au niveau du nez muqueux (valves nasale et septo-turbinale). Les valves présentent le niveau de résistance la plus nette. La résistance opposée par les valves nasales est relativement constante en revanche celle opposée par la valve septo-turbinale est variable.

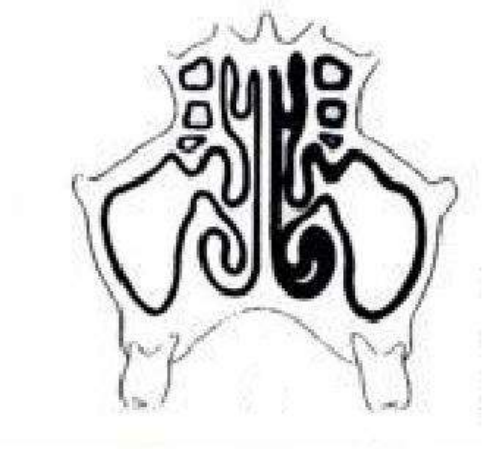


Flux laminaireà l'inspiration

Flux turbulent à l'inspiration

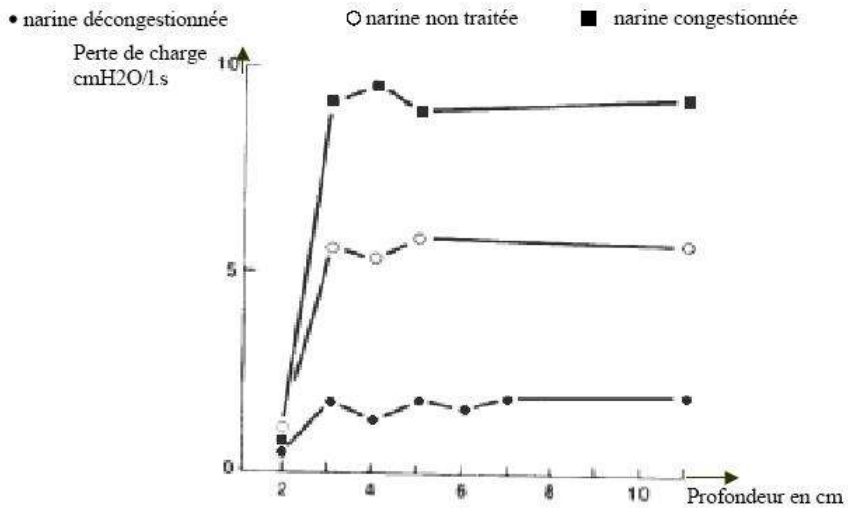
322) le cycle nasal (fonction de rhéostat)

La muqueuse pituitaire et la muqueuse des cornets inférieurs en particulier possèdent une vasomotricité très active dont les variations sont à l'origine du cycle nasal. Pour Gola (32), le cycle nasal, présent chez 80% des sujets normaux adultes, correspond à des variations de vasomotrices régulées par le système nerveux végétatif. Elles alternent de façon cyclique d'une cavité nasale à l'autre. Lorsque la muqueuse dans une fosse nasale est en turgescence, par vasodilatation, (prédominance du système parasympathique), la muqueuse de l'autre fosse nasale est en état de rétraction par vasoconstriction (prédominance du système orthosympathique). La situation s'inverse au cours de la période suivante. Ce cycle vasomoteur est d'une périodicité moyenne de 3 à 4 heures (extrême de 2 à 5h).



Aspect schématique en coupe frontal des
fosses nasales et du cycle nasale (origine Gola (33))

Les modifications de perméabilité qui en découlent dans chaque fosse nasale ne sont pas ressenties par le sujet car la perméabilité nasale totale (ou résistance nasale totale) ne varie qu'à hauteur de 80% du flux. Lors de la phase congestive du cycle nasal, la valve turbinale prédomine sur la valve nasale et inversement. Le passage de l'air se fait de façon privilégiée du côté le plus perméable, c'est dire l'importance de la valve nasale. Philip et Cole (55) constatent que la perte de charge principale, dans le cas d'une narine où le cornet inférieur n'est pas dilaté, est causée par le passage de la valve nasale et vaut 6 cm H^20/l/sec.



D'après Philip et Cole

Pour Mougey (52) la durée et l'amplitude du cycle nasal sont variables d'un individu à l'autre, et varient aussi en fonction de l'âge. Chez l'enfant, la durée des cycles est plus courte. La régulation s'établit à partir de la période pubertaire.

323) fonction de filtre et d'épuration

L'architecture tourmentée des fosses nasales crée dans le courant aérien des mouvements tourbillonnaires qui favorisent le contact entre l'air inspiré et la muqueuse pour Mougey (52). Un maximum de particules en suspension viennent alors percuter le mucus tapissant la surface épithéliale où elles sont retenues grâce à la propriété d'adhésivité du mucus. Ce phénomène peut être assimilé à un filtre.
Un transit muco-ciliaire permet ensuite l'épuration du mucus contaminé vers les choanes.

324) fonction d'humidification (hygrostat)

La couche de mucus est composée de 95% d'eau. Ainsi pour Gola (33) l'humidification de l'air inspiré se fait par mise en contact entre celle-ci et le mucus qui recouvre l'ensemble des fosses nasales. Cette fonction consomme 1 litre d'eau par jour en moyenne. La valve nasale entre dans cette fonction par son rôle de nébulisation.

325) fonction de réchauffement (thermostat)

Pour Mougey (52) le conditionnement de l'air inspiré est assuré à 70% dans les fosses nasales au contact des cornets turgescents. Le rétrécissement nasal entraîne un ralentissement du débit et augmente la chaleur locale qui est, normalement, de 30 à 32°, c'est-à- dire inférieure à celle du corps. Cette fonction essentielle de la muqueuse nasale est sous la dépendance de la différenciation morphologique et fonctionnelle du réseau vasculaire (shunt artério-veineux du chorion profond) décrit par Gola. Ce mécanisme de conditionnement est ensuite complété au niveau de l'arbre trachéo-bronchique (30%).

Inversement, pour Talmant (65), le courant inspiratoire en s'échauffant produit un refroidissement du sang veineux turbinal qui contribue, à son tour, à la régulation de la température du cerveau, comme en témoigne l'alternance de l'activité électrique du cortex, synchrone du cycle nasal. Chaque fois qu'est enregistrée la dominance d'un hémisphère cérébral, le flux aérien prédomine dans une fosse nasale et inversement. L'échange thermique se réaliserait au niveau du sinus caverneux qui draine le sang veineux endonasal et une partie du sang veineux facial. Dans ce sinus transite l'artère carotide interne, dans un système d'échange à contre-courant où le sang veineux et artériel circule en sens opposés permettant un refroidissement du sang carotidien bien supérieur à celui qui serait obtenu avec un système d'échangeur à co-courant. Par ailleurs la carotide à ce niveau perd la plus grande partie de ses éléments élastiques la rendant plus favorable aux échanges thermiques.

33) Troubles comportementaux associés à l'obstruction nasale (Talmant (65))

La littérature spécialisée fait de plus en plus ressortir l'existence de relation entre:

- le sommeil et la ventilation,
- le sommeil et l'activité mentale.

La ventilation nasale optimale est la manière la plus efficace pour la ventilation de contribuer à la régulation thermique intra-crânienne, notamment pendant les phases de sommeil les plus calorifiques, en renouvelant l'air dans toutes les cavités pneumatiques. C'est pourquoi le dépistage de troubles de la ventilation nasale conduit notamment à la recherche systématique par l'interrogatoire:

- de perturbations du sommeil:
    - retard à l'endormissement
    - ronflements
    - agitation, lit défait
    - angoisses nocturnes, sueurs, cauchemars
    - réveils fréquents au cours de la nuit
    - se lever pour boire, voire pour se rafraîchir
    - réveil précoce, lent et difficile
- de troubles du comportement:
    - hyperactivité, difficulté à rester en place
    - difficulté d'apprentissage
    - retards scolaires
    - difficulté à fixer son attention, phases d'absence
    - somnolence diurne
    - troubles caractériels:enfant difficile

L'existence de l'un ou de l'autre de ces symptômes doit faire rechercher une obstruction nasale en sachant qu'un bilan ORL "négatif' n'élimine pas:
- une rhinite vasomotrice se manifestant la nuit (position décubitus),
- une étroitesse des fosses nasales.

Sur le plan thérapeutique, l'expression indirecte de ces troubles ventilatoires doit conduire le thérapeute à rendre à son patient la capacité de ventiler normalement. Cet objectif conduit fréquemment à faire de l'expansion maxillaire:
-postérieure, en cas d'articulé croisé postérieur
-antérieur, en cas d'encombrement incisivo-canin maxillaire, qui accompagne une étroitesse de l'orifice piriforme
-globale en cas d'association de ces symptômes

Cette expansion doit être faite avant une éventuelle libération chirurgicale du cavum;éventuelle car l'expérience montre que dans de nombreux cas :
-la disparition progressive des troubles du comportement et du sommeil authentifie l'efficacité nasale de l'expansion et rend superflu le geste chirurgical O.R.L. complémentaire.

-la morphologie de l'arcade maxillaire s'améliore au point de rendre inutile l'extraction des prémolaires et plus tard des dents de sagesse.

4) Moyen d'exploration de l'obstruction nasale

41) L'interrogatoire et examen clinique

L'interrogatoire d'un patient atteint d'obstruction nasale est très long s'il est complet et doit être véritablement « policier », d'autant que certains malades peuvent vouloir cacher ou leurs antécédents ou leurs habitudes thérapeutiques selon Freche (31).

Pour l'auteur un certain nombre de facteurs sont étudiés au fur et à mesure de façon systématique.

Il est certain qu'une obstruction nasale unilatérale due à une très forte déviation de cloison du coté de la plainte ne mérite sans doute pas un interrogatoire aussi méthodique qu'une congestion bilatérale des cornets.

En pratique quotidienne dentaire l'interrogatoire de Talmant (développé dans le 34). Troubles comportementaux associés à l'obstruction nasale) permet d'avoir une estimation de l'importance de l'obstruction nasal.

42) Endoscopie nasale normale

L'exploration physique des fosses nasales est complètement bouleversée par les progrès techniques et la miniaturisation des systèmes optiques rappelle Freche (31). La généralisation de la fibroscopie a permis d'examiner avec plus de précisions des zones d'ombre liées à la présence des reliefs que constituent les cornets ou méats.

L'instrumentation se fait avec un fibroscope pour visualiser les cavités nasales mais aussi le cavum mais présente une définition d'image inférieure à celles d'optiques rigides qui pour ces dernières permettent des gestes techniques comme l'aspiration, le toucher…

L 'endoscopie normale va permettre un examen de la valve narinaire qui ne doit pas être oublié, par précipitation, du fait d'un grand nombre d'obstruction antérieur a son niveau. Ensuite est réalisé la rhinoscopie antérieure, moyenne et postérieure.

Illustration de la fibroscopie nasale (tiré d'Owen Epstein 28)

43) Rhinomanométrie

Gola (33) décrit la rhinomanométrie comme l'ensemble des techniques permettant la mesure simultanée du débit et des variations de pression que subit le courant aérien en traversant les cavités nasales. Elle permet le calcul de la résistance nasale qui est l'indice ou paramètre le plus utilisé à l'heure actuelle.

La rhinomanométrie se propose d'objectiver un symptôme aussi subjectif que l'obstruction nasale. Véritable exploration fonctionnelle respiratoire, elle ne se conçoit que comme le complément d'un interrogatoire et d'un examen clinique et endoscopique préalables. Enfin, elle s'adresse avant tout aux obstructions nasales dysfonctionnelles et n'a pas sa place dans le cadre des obstructions d'origine tumorale bénigne ou maligne, ou des causes malformatives graves comme les imperforations choanales ou les fentes labio-palatines dont le diagnostic reste éminemment morphologique.

Réalisation de l'examen selon Cole (55)

Il y a différentes précautions qui sont indispensables afin d'éviter des erreurs de mesure. Quelle que soit la méthode employée:
Il faut impérativement:

- une pièce calme, bien aérée, à l'abri des rayons solaires;
- une température ambiante de 20° (± 3) avec un taux d'hygrométrie de l'ordre de 50 % (± 25 %) ;
- que le sujet soit assis confortablement

- expliquer clairement le déroulement de l'examen au patient (l'anxiété pouvant diminuer les résistances nasales)
- pratiquer les mesures sur un sujet au repos (un exercice musculaire même minime peut entraîner une décongestion nasale significative). Un repos préalable de 30 min est préconisé;
- utiliser un masque facial et des embouts adaptés à la taille des orifices narinaires du patient.
- que le sujet respire calmement, régulièrement, en s'aidant si possible d'un timing visuel

L'examen de base comprend 4 types de mesure, effectuées selon les recommandations précédentes. Chaque mesure repose sur l'enregistrement d'au moins 5 cycles respiratoires (inspiration-expiration), les appareils modernes calculant automatiquement les valeurs moyennes des débits, pressions et des résistances.

Les intérêts de la rhinomanométrie selon Cole :

Le premier des intérêts de la rhinomanométrie est avant tout diagnostique:

- concernant le diagnostic positif, elle permet d'affirmer l'obstruction nasale, en objectivant un symptôme subjectif. L'élévation pathologique des résistances vient confirmer la plainte du patient et permet de s'assurer de la réalité d'un signe fonctionnel dans sa traduction physique.
- concernant le diagnostic étiologique, la rhinomanométrie cible la structure anatomique principalement impliquée dans le mécanisme de l'obstruction. Elle joue donc un rôle fondamental dans le choix thérapeutique, médical ou chirurgical, et vis-à-vis du geste chirurgical, le type d'intervention susceptible au mieux de régler le problème.
- en revanche, et comme l'a souligné l'examen rhinomanométrique n'autorise aucune quantification fiable de l'obstruction. Ainsi, des résistances nasales modérément élevées peuvent se traduire par une gêne fonctionnelle majeure et inversement. L'évaluation de la sévérité de l'obstruction faite par le patient reste éminemment subjective.

44) La rhinométrie acoustique

Roithmann (58) pense que si l'interrogatoire aidé d'une échelle verbale et d'une échelle visuelle analogique permet un diagnostic aisé et une quantification de l'obstruction nasale, l'évaluation d'un signe aussi subjectif que l'obstruction nasale, si différemment ressenti d'un individu à l'autre, reste toujours très difficile. Or, cette évaluation se doit d'être aussi précise que possible, autant pour authentifier et apprécier la plainte obstructive lors d'un examen médicale que pour juger l'évolution et le résultat d'un traitement (médical ou chirurgical) ou préciser une indication thérapeutique encore incertaine.
La démarche d'une rhinomanométrie, selon Compadretti (15), en mesurant débit aérien et résistance nasale, semble bien répondre à ce but d'évaluation de l'obstruction nasale et la rhinométrie acoustique ne prétend pas se substituer à elle pour évaluer le trouble fonctionnel mais la compléter et trouver à ce trouble une explication anatomique. Elle permet en effet une étude objective et chiffrée du calibre endonasal et de ses différents rétrécissements susceptibles d'induire une obstruction.
Autant dire que les deux méthodes, loin de s'opposer, sont évidemment complémentaires: l'une tente de chiffrer la gêne obstructive alors que l'autre tente de localiser et chiffrer le rétrécissement responsable.

La rhinométrie acoustique, expliqué par Roithmann (58), n'utilise ni rayonnement électromagnétique ni onde ultrasonore mais une simple impulsion acoustique (un son audible) dont on va étudier les réflexions à l'intérieur de la cavité nasale. Le traitement informatique du son recueilli permet de représenter sur une courbe le calibre (chiffré en cm^2) de la cavité nasale à tous les niveaux: de l'entrée à l'orifice choanal. La rapidité d'exécution et l'innocuité évidente d'un tel système donnent à cette investigation toute son originalité.

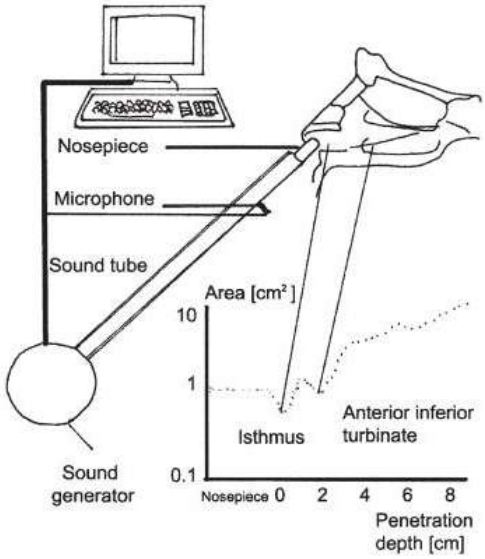
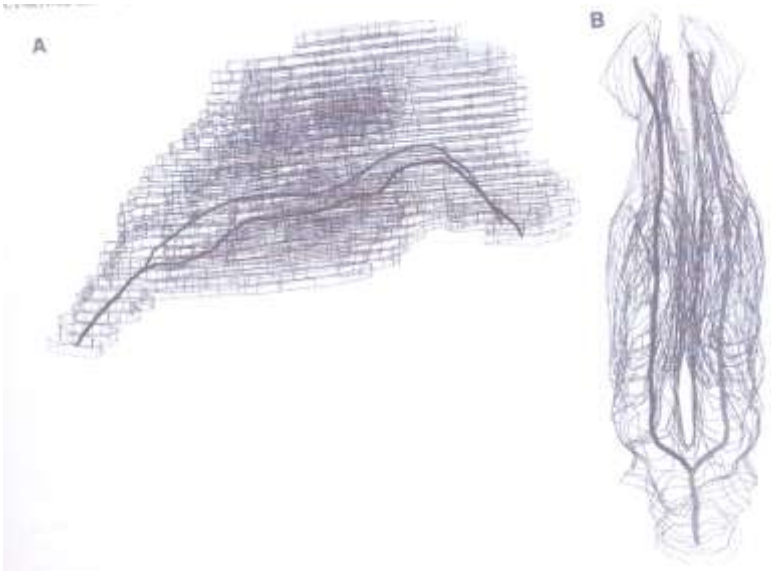


Schéma représentant la rhinométrie acoustique

(D'après Doruk (25))

Ainsi, Terheyden (71) explique qu'à partir d'un simple « click» émis à l'entrée de la cavité nasale et de l'enregistrement de ses réflexions, le calcul informatique permet d'obtenir une courbe de la surface de section endonasale en fonction de la distance avec 3 valeurs chiffrées:

- la surface de section minimale (SSM), qui quantifie le rétrécissement;
- la topographie de cette SSM qui localise ce rétrécissement dans la cavité nasale;
- et le volume aérien disponible par addition de toutes les surfaces de section mesurées le long de la cavité nasale.



Modèle virtuel 3D représentant les cavités nasales. Les lignes pleines représentant le centre des cavités nasales, présumées comme les lignes de Propagation des ondes sonores.

(D'après Terheyden.)

44)Aérophonoscopie

L'aérophonoscopie permet l'étude précise, simultanée et comparative des flux aériens d'origine nasale, buccale et des cordes vocales. L'aérophonoscope se compose de deux parties comme l'explique Gola (33):

- une sonde d'examen contenant 4 capteurs (3 capteurs des flux aériens provenant de chaque narine et de la bouche, un capteur des sons vocaux) placée au dessous des orifices narinaires, au contact de la lèvre supérieure ;
- un système informatique qui traite les données provenant de la sonde d'examen. Celles-ci sont visualisées sous forme de courbes, affichées sur écran ou imprimées sur papier.

Cet appareil permet l'étude de la ventilation aérienne (nasale, mixte ou orale), unie ou bilatéralement, l'étude du fonctionnement du voile du palais (insuffisance vélaire) ainsi que le diagnostic et le traitement des dysphonies.

45)imagerie

Pour Delaire (19) la téléradiographie de profil, apporte des précisions sur les rapports entre les parties molles et structures osseuses (arête nasale, orifice piriforme, épine nasale antérieure). Elle permet également une analyse céphalométrique, architecturale et structurale cranio-faciale utile dans le cadre de dysmorphose cranio-maxillo-mandibulaire.

Chez l'enfant et l'adolescent, les végétations adénoïdes sont de volume variable. Elles se projettent sur la paroi postérieure du naso-pharynx au dessous du corps su sphénoïde. Les amygdales palatines se projettent en arrière et en dessous de l'extrémité inférieure du voile du palais.

L'exploration tomodensitométrique (TDM) des fosses nasales et des sinus est presque toujours nécessaire lors du bilan d'une obstruction nasale. Elle complète les informations cliniques et guide la décision thérapeutique. Réalisée en coupes axiales et coronales, elle apporte des renseignements incomparables sur les fosses nasales et les sinus : anomalies septales (déviation) anomalies turbinales (hypertrophie du cornet inférieur, pneumatisation du cornet moyen ou concha bullosa, inversion du cornet moyen, cellule de Haller qui est une cellule ethmoïdale le long du plancher de l'orbite et qui peut rendre plus étroit le canal

maxillo-nasale…), hypertrophie de la muqueuse pituitaire (cycle nasal, atteinte sinusienne ethmoïdale…)

La muqueuse-sinusienne a un aspect variable selon la structure explorée. Les muqueuses septale et turbinale sont visibles sous la forme d'une opacité homogène régulière de 2 à 3 min d'épaisseur. La muqueuse sinusienne est invisible ou limitée à un liseré de 1 min d'épaisseur. L'utilisation de vasoconstricteurs avant l'examen tomodensitométrique réduit les phénomènes vasomoteurs et améliore la lecture des clichés en augmentant les contrastes.

Cet examen qui fait la part entre les anomalies osseuses, cartilagineuses et muqueuses, peut révéler un obstacle ostial, une rhino-sinusite œdémateuse chronique infra clinique ou encore une périsinusite qui donnera toute sa signification au syndrome d'obstruction nasale chronique.

Cependant en raison de l'extrême variabilité des images tomodensitométrique naso-sinusiennes au cours du temps et dans la mesure où une banale rhino-sinusite virale peut créer des images radiologiques alarmantes, seules les images radiographiques pouvant expliquer la symptomatologie du patient doivent être prise en considération. (Gola)

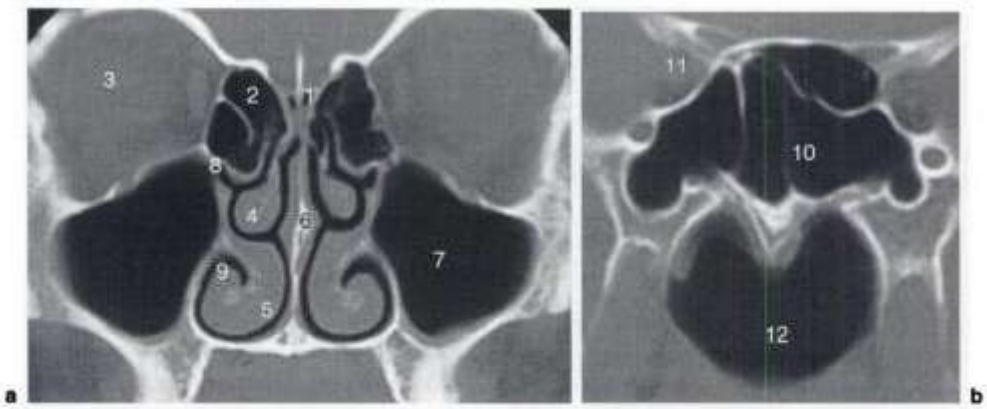


Image TDM en coupe frontale des sinus d 'après Legent (45)

46)la scintigraphie

La scintigraphie est une imagerie fonctionnelle, c'est-à-dire du fonctionnement, par conséquent elle ne permet pas une étude directe des cavités nasales mais de visualiser l'effet sur les sutures et les os de l'expansion comme Mirzen Arat (3) l'explique.

La scintigraphie est une imagerie d'émission (c'est-à-dire que le rayonnement vient du patient après injection du traceur) par opposition à l'imagerie conventionnelle radiologique qui est une imagerie de transmission (le faisceau est externe et traverse le patient).

On injecte au patient un traceur : c'est l'association d'une molécule vectrice et d'un marqueur radioactif. La molécule vectrice se localise de façon sélective sur une structure particulière de l'organisme (un organe, un secteur liquidien, une lésion). Le marqueur radioactif sert "d'émetteur" et renseigne sur sa localisation. Il émet un rayonnement gamma qui va être détecté par un détecteur externe appelée gamma-caméra (c'est une caméra à scintillation qui donne les scintigraphies).

Ce traceur radiopharmaceutique est sans effet sur l'organisme étant donné les doses massiques extrêmement faibles utilisées. Il émet un rayonnement à la fois adapté à sa détection et à la fois sans aucune toxicité sur le plan biologique et radio toxicologique. Ce n'est absolument pas dangereux pour le patient, et l'irradiation n'est pas plus importante qu'une simple radiographie du thorax ou de l'abdomen. (Wikipedia)

Rubinstein (59) explique que l'os répond à une agression locale, quelle que soit la nature de celle ci, par exemple une expansion rapide, par un remodelage le plus souvent extrêmement marquée (entre autre de son activité ostéoblastique). Ce procéder va donc permettre de mettre en avant les lésions osseuses.

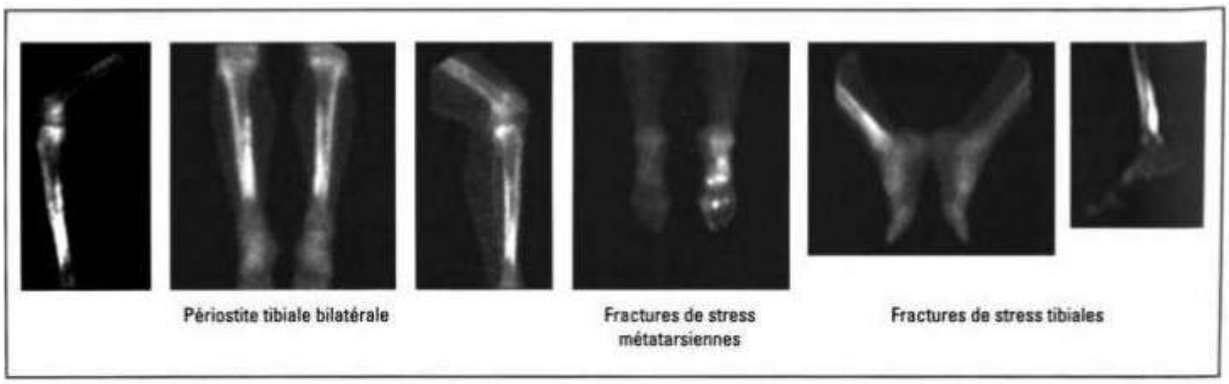


image scintigraphique de diverses pathologies osseuses chez le sportif. D'après Rubinstein (58)

Deuxième partie : techniques d'expansion et indication

1) Présentation classique des appareillages les plus utilisés dans la littérature

11) Le quadhélix, auxiliaire d'expansion dite « lente »

111) Historique

Le quadhelix a été développé au départ par Herbst, mais a été popularisé principalement par Ricketts au milieu des années 70 pour corriger les séquelles des fentes palatines. Il s'agissait alors d'une modification du ressort en W de Coffin.

L'arc est solidarisé sur des bagues posées sur la première molaire permanente ou sur la deuxième molaire lactéale. Pour accroître l'élasticité de l'auxiliaire il est adjoint successivement les deux hélix postérieurs, puis antérieurs (Birnie et Mc Namara)

Langlade (42) présente dans la thérapeutique orthodontique toute les modifications géométriques qui peuvent être appliquées au modèle initial en fonction des diverses applications cliniques nécessaires.

112) description

Il s'agit d'un arc palatin d'expansion en fil rond (de type Blue Elgyloy de diamètre 0.36 inch), comportant 4 boucles hélicoïdales, qui est solidarisé aux bagues d'ancrage molaire soit par l'intermédiaire d'une soudure soit par un dispositif de jonction amovible à insertion horizontale. Pour Deniaud (23) cette dernière option est préférable pour permettre un scellement des bagues sans contraintes mécaniques de l'arc et par ailleurs éviter le descellement à chaque réactivation de l'arc.

Le quadhélix est pour Langlade (42) un « moteur du deuxième genre » qui est caractérisé par une pente de désactivation délivrant des forces continues par rapport à des systèmes d'expansion rapide constituant un groupe de « moteur de premier genre » délivrant des

déplacements plus rapides mais plus faibles. Pour Langlade toujours ce « moteur du deuxième genre » permet au quadhelix un mouvement transversal :

- de disjonction suturale
- version dentaire vestibulaire
- expansion ou contraction des procès alvéolaires
- translation dentaire (avec torque)
- rotation dentaire uni ou bi latérale de molaire

Le praticien va pouvoir jouer sur différents facteurs afin de modifier les propriétés du quadhélix grâce à la nature du fil, le diamètre du fil, le nombre de boucle, la forme de l'appareillage….

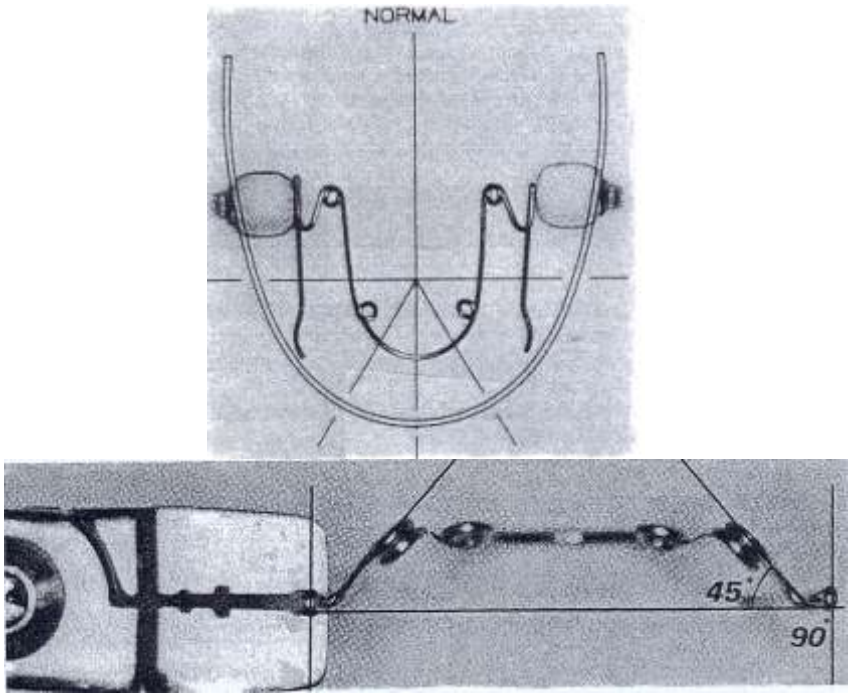
113) Réalisation

On utilise le moulage afin de repérer et prendre les mesures des différentes parties de l'arc.

Deniaud décrit sa réalisation :

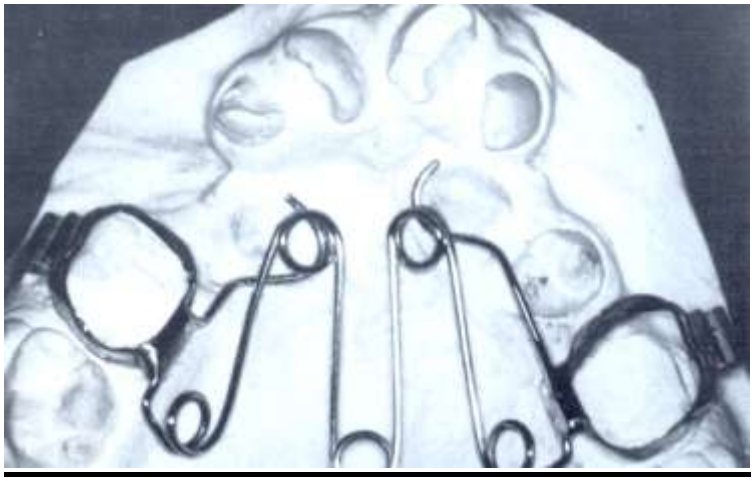
- Le bras latéral se situe le plus près possible du collet dentaire et doit impérativement a l'aide d'un « in set » venir en appui sur la canine.
- La boucle de jonction se situant dans un plan perpendiculaire au plan d'occlusion se présente sous la forme d'une plicature très serrée façonnée grâce à une pince à former les arcs linguaux. Le chef libre, occlusal, va être redirigé distalement et mésialement selon un angle de 45°.
- La boucle postérieure s'exécute grâce à la pince de Hawley avec son plus petit touret pour la positionner dans un plan parallèle à celui de la voûte palatine en faisant passer le chef libre par dessus.
- La boucle antérieure est marquée sur le plâtre, et réalisée à la pince de Hawley également, le chef libre par dessus encore.
- L'anse antérieure est réalisée au plus près de la voûte palatine afin d'éviter des interférences avec la langue. Son adaptation peut être améliorée avec une pince de La Rosa conférant également aux boucles antérieures une orientation plus confortable. Toutefois il faut alors rectifier l'orientation des boucles postérieures qui s'en trouvent ainsi modifiées.

Une fois cette partie réalisée il n'y a plus besoin de prendre d'autre mesure puisqu'il s'agit d'exécuter la partie contro-latérale de façon parfaitement symétrique à la première.



Images tirées de l'article de Deniaud (23)

Langlade réalise à partir de cette forme de base, une quantité de dessins possibles applicables en fonction des besoins cliniques.

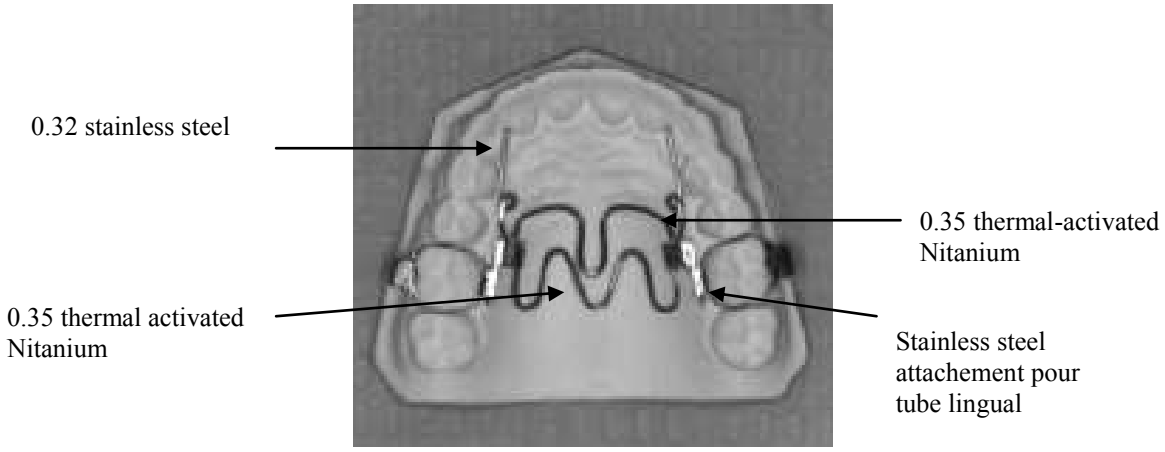


Dérivation d'un quad hélix par Langlade (42)

114) autre auxiliaire utilisé dans le cadre d'expansion « lente »

La littérature fait également état d'autre auxiliaire comme celui développé par Arndt (4) correspondant à un expander palatin en nickel-titanium. Selon Arndt l'alliage présente la

propriété d'induire des forces continues et légères au niveau de la suture palatine tout en permettant une rotation molaire par distalisation et limitation de l'égression physiologique. L'originalité de ce dispositif réside dans son action, qui est la conséquence de la mémoire de forme du nickel-titanium et de ses effets lors des variations de température. L'expander nickel titane a une température de transition de 34.4° degré Celsius. Avant d'être inséré en bouche, l'expander est refroidi en dessous de 34.4° degré Celsius. En dessous de cette température de transition, l'expander peut aisément être comprimé et manipulé pour faciliter le placement. Une fois en bouche, le dispositif va graduellement se réchauffer au dessus de 34.4°degré. Au delà de cette température, l'expander va regagner sa forme originelle. Des lors le phénomène de mémoire de forme va produire une force légère et continu de 180 à 300 grammes sur l'ensemble dento squelettique.



Expander nickel titane

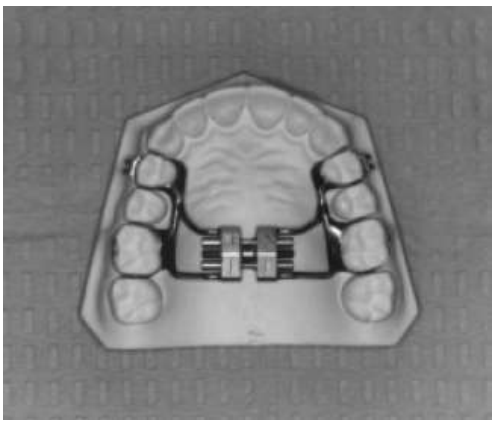
12) Les disjoncteurs auxiliaires d'expansion dite « rapide »

121) Historique

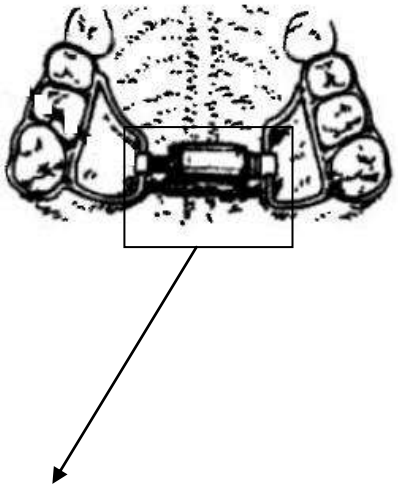
La procédure d'expansion maxillaire rapide a été introduite en 1860 par Angell. Contrairement à l'expansion transversale classique, la disjonction intermaxillaire est rapide et produit une ouverture de la suture médiopalatine (Doruk). Depuis un siècle et particulièrement depuis 1960, ce procédé a subi d'intéressantes modifications dans sa construction et son indication selon Langlade et ceux grâce à de nombreux auteurs comme Château, Derichsweiler, Huet, Haas, Haueinstein, Isaacson, Korkhaus, Murphy, Nodiot, Thorne, et bien d'autres.

122) type Hyrax

D'après Mc Namara (51) il s'agit de l'appareil d'expansion maxillaire rapide monté sur bagues le plus utilisé. Les dents porteuses sont le plus souvent les 1ères molaires permanentes ou les premières prémolaires ou les premières molaire lactéales. Au centre se trouve un vérin en acier inoxydable comme le reste du dispositif. On peut retrouver des arcs palatins et vestibulaires d'incorporés pour augmenter la rigidité du dispositif. Ce dernier est activé par l'enfant ou ses parents avec une clé spécifique tous les jours à un taux décidé par l'orthodontiste.



Disjoncteur de type Hyrax



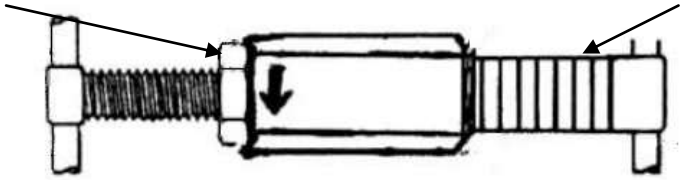
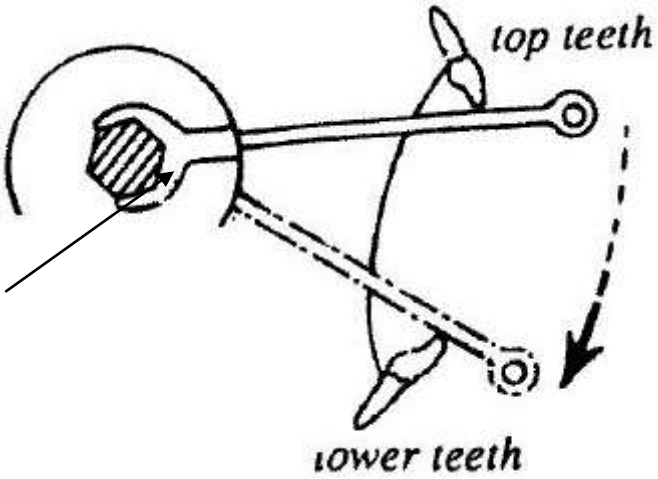


Figure représentant le vérin d'après the Superscrew ™



Clé spécifiquement adaptée a l'activation quotidienne du vérin

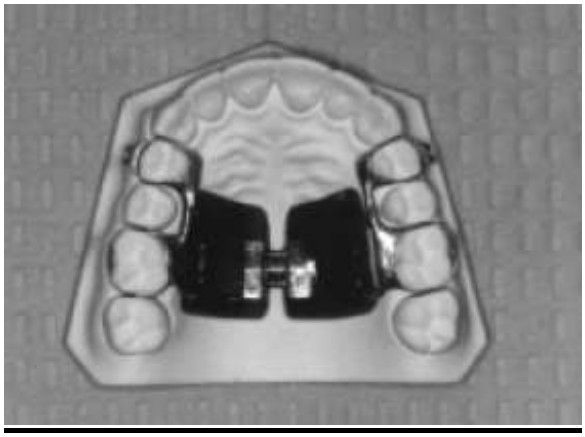
Figure représentant le mode d'activation du dispositif

123) type Haas

Il s'agit d'un dispositif qui a été popularisé par Haas (1961, 1965, 1970, 1980) dont il a pris le nom. (Mc Namara (51)).

L'ancrage est similaire au précédent dispositif, en revanche le vérin est incorporé à deux plaques en résine acrylique qui viennent en contact de la muqueuse palatine. Pour Haas (1961), le fait d'ajouter des plaques en résine permet une action mieux répartie en générant des forces sur l'ensemble dento squelettique et en évitant la trop forte version vestibulaire des dents. Cependant, dans des cas occasionnels, une inflammation du tissu palatin peut apparaître par défaut d'hygiène.

Une étude menée par Nancy Oliveira montre par évaluation tridimensionnelle que les effets thérapeutiques des disjoncteurs Haas et Hyrax sont positifs dans la correction du sens transversal. Néanmoins son étude montre que le disjoncteur de type Haas réalise une expansion avec une composante de type orthopédique plus grande, alors que l'Hyrax favorise l'expansion dento alvéolaire. De plus la version vestibulaire des molaires est non significative dans le « groupe Haas » quand elle l'est dans le « groupe Hyrax »



Disjoncteur de type Haas

124) autres auxiliaires

A partir du modèle de base du disjoncteur à vérin, il a été réalisé de nombreuses modifications dans sa construction selon les auteurs, selon les effets souhaités. (Langlade (42))
Ici ne sont présentées que quelques modifications possibles, dans un but d'exemple, non exhaustif.

Expander type Haas avec recouvrement acrylique des dents.

Mahony Fan Expander avec une action d'expansion antérieure

.

2) Indication de l'expansion en ODF (non exhaustive)

Pour Langlade (42) ces dernières années ont été marquées par une oscillation entre deux extrêmes que sont l'extraction ou l'expansion. De fait l'expansion maxillaire est une bonne alternative dans beaucoup de cas orthodontiques. En effet il a été montré (RM Little en 1990 cité par Langlade) que les extractions sériées n'étaient que peu recommandées car conduisaient à des récidives dans 70% des cas.

Langlade propose le tableau suivant qui résume l'intérêt du sens transversal en ODF.

I- Harmonie fonctionnelle

1 - Bonne physiologie respiratoire
2 - Bonne posture
3 - Déverrouillage de l'ATM
4 - Bonne fonction musculaire

II - Harmonie de la croissance

1 - Symétrie de la croissance
2 - Harmonie de la forme

III - Harmonie de l'occlusion

1 - Occlusion esthétique
2 – Occlusion dynamique
3 - Occlusion musculaire

IV - Harmonie mécanique

1 - Traiter le sens transversal
2 - Traiter ensuite le sens vertical
3 - Traiter le sens sagittal

V - Harmonie esthétique

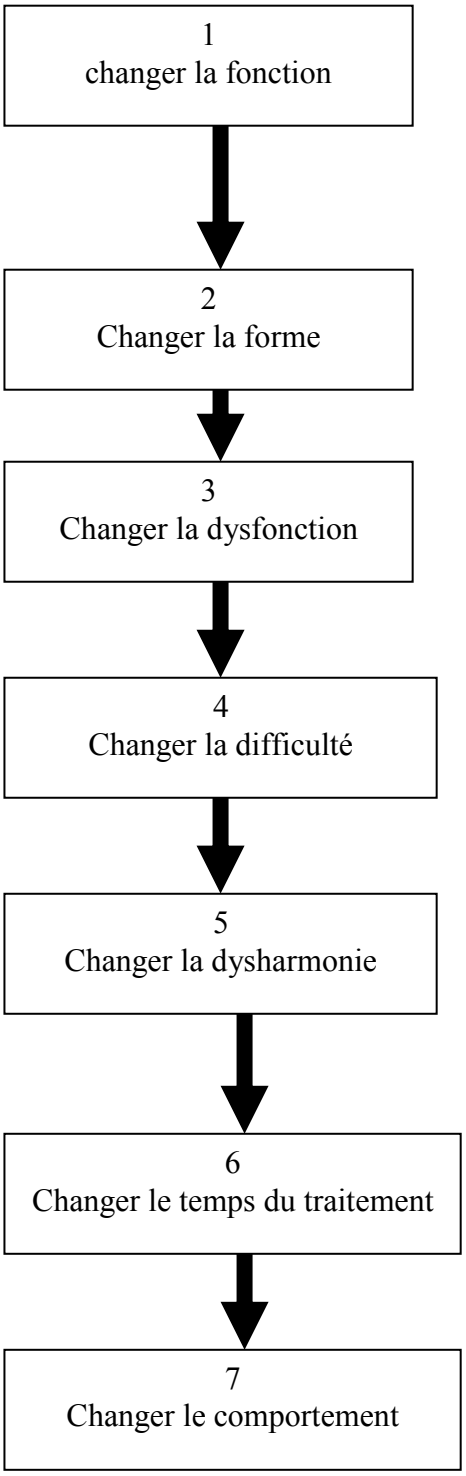
1 - Espace latéro transversal négatif
2 - Bonnes proportions
3 - Sourire harmonieux

VI - Harmonie du temps

1 - Traiter précocement
2 - Traiter simplement
3 - Prévoir la croissance

VII - Harmonie de la personnalité

1 - Obtenir la coopération
2 - Harmonie psychologique
3 - Gestion du stress



21) Articulé croisé latéral ou bilatéral

Selon De Coster (17) il s'agit de l'indication la plus consensuelle, elle est admise presque unanimement comme une indication majeure d'expansion maxillaire. Cela signe un hypodéveloppement maxillaire et la non concordance des arcades entre elles.

D'autre part cela va entraîner des problèmes fonctionnels importants dont les conséquences à long terme sur l'équilibre fonctionnel et articulaire aussi bien que sur la croissance ultérieure des maxillaires peuvent être lourdes.

22) Endognathie

De Coster (17) explique que la plupart des articulés croisés latéraux ou bilatéraux sont des endognathies. Ce n'est que pour faciliter la lecture du diagnostic qu'on les sépare ici.
L'endognathie se définit comme un manque de développement transversal du maxillaire. Elle peut être absolue par une dimension transversale anormalement réduite par rapport à la normale, ou relative par rapport à la mandibule ou fonctionnelle, ne permettant pas les fonctions linguales, respiratoires et/ou masticatoires équilibrées. Elle est souvent les trois à la fois.

23) DDM

Il y a quatre moyens de réduire la DM au maxillaire :
- L'expansion
- la distalisation molaire
- les extractions dentaires
- la réduction amélaire proximale

De Coster (17)rappelle que jusqu'à 6 mm d'encombrement, l'expansion peut être utilisée seule pour réduire la DDM, au-delà, il faut selon l'auteur réaliser des extractions dentaires.

Mc Namara (51) rappelle qu'au maxillaire, le passage en dentition adulte demande en moyenne +6.6mm de place en plus tandis qu'à la mandibule la différence n'est que de 0.8mn. Ceci explique pourquoi le maxillaire nécessite un plus grand besoin d'expansion par rapport à la mandibule où le maintient du leeway space complété par des moyens orthodontiques légers peut dans la majorité des cas suffire.

24) Les « classes II »

Pour De Coster, dans les cas de classe II où le repositionnement stimulé en classe I montre une inadéquation des arcades par un inversé d'articulé croisé latéral représente une évidente indication d'expansion maxillaire. Dans ces cas les arcades maxillaires et mandibulaires sont

d'abord qualifiées pour un « déverrouillage » de la dimension transversale pour permettre la correction sagittale de la croissance mandibulaire.

25) Les « classes III », Facilité l'emploi du masque facial

De Coster (17) rappelle que, pour la plupart des auteurs, un détachement des berges suturales préalable par expansion rapide serait un protocole presque unanimement accepté avant traction d'avancée du maxillaire.

26) La Perméabilité nasale

Cette question fait l'objet de tout le grand III ci après.

27) Préparer la chirurgie orthognatique

Pour Langlade (41), l'expansion maxillaire peut être une indication en préparation à une chirurgie orthognatique du sens transversal.

Troisième partie Discussion et réflexion

1) Deux types d'expansion : rapide et lente

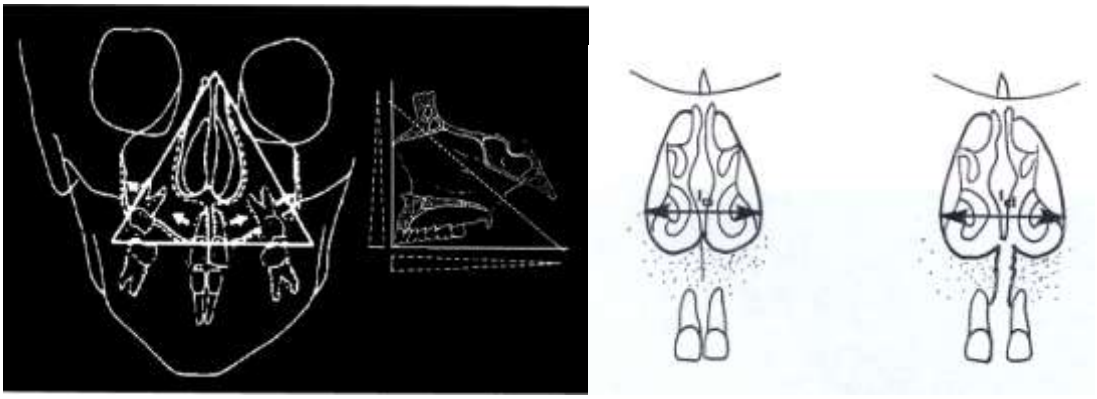
11) Quel est le but commun recherché aux deux techniques au niveau Nasal ?

En effet, Doruk (25) rappelle qu'il est communément admis que l'insuffisance transversale maxillaire s'accompagne souvent d'une réduction des dimensions frontales des cavités nasales et d'une ventilation orale de suppléance. L'obstruction nasale conduisant à une ventilation orale altère la posture de la langue et de la mandibule. Lorsque ceci se produit en période de croissance le déterminisme morphologique de la face peut se trouver totalement modifié jusqu'au facies décrit comme adénoïdien.
Jacques TALMANT a parfaitement décrit les conséquences dysmorphogénétiques de l'altération de la perméabilité nasale.
Les voies aérifères supérieures représentent la plus grande partie des résistances de tout le système respiratoire. Les cavités nasales appartiennent en effet à cet ensemble qui comprend le pharynx, la glotte, et l'arbre trachéo-bronchique. Un certain degré de résistance est nécessaire au bon fonctionnement du système pulmonaire pour permettre les échanges gazeux au niveau alvéolaire. Le facteur prédominant des résistances à l'écoulement aérien se trouve généralement localisé au niveau de la valve nasale, partie la plus étroite du conduit nasal. (Warren (78), Cole (58)) Cette valve oblique de haut en bas et d'avant en arrière dans un plan sagittal se situe en regard du bord supérieur du cartilage alaire et du bord inférieur du cartilage latéral. Elle est limitée en dedans par le septum et la partie antérieure des cornets inférieurs.

L'expansion permet d'agir directement au niveau de cette valve. A ce niveau, un petit changement allant dans le sens d'un élargissement cause de façon disproportionnée une réduction au niveau de la résistance. A l'inverse au niveau postérieur des cavités un changement important va causer un effet moindre sur les résistances. (Bicakci (8)). Par conséquent en cas de résistance nasale importante d'origine antérieure, on cherchera à jouer sur la valve en priorité.

L'expansion orthopédique n'a pas de commune mesure avec les possibilités orthodontiques que l'on pourrait obtenir pour O Sorel (61). En effet l'action orthodontique entraînerait un remaniement alvéolaire et un écrasement des fibres parodontales dans l'alvéole qui dans le cas d'une corticale mince entraînerait sa lyse. Dans le cas de l'expansion, l'effet recherché est une action sur la suture medio palatine et même si l'appui est dentaire il n'y a pas d'action au niveau alvéolaire, l'os corticale étant transporté latéralement.

Le but recherché de l'expansion dans ce cadre est l'éloignement transversal des deux hémi-maxillaires, qui se traduit par un déplacement latéral des murs externes des cavités nasales et par une augmentation de la section droite de ces dernières et de la valve. Dès lors le but in fine étant, une réduction des résistances nasales et un retour à la ventilation nasale exclusive.



L'expansion orthopédique a pour but entre autre d'élargir la pyramide formée par le complexe naso frontale (figure d 'après De Coster (17))

12) modalité de la conduite thérapeutique

Expansion rapide :

Dans le cadre de l'expansion, on retrouve dans la littérature généralement deux principaux type d'expander : de type Haas, Hyrax.

Ceux ci sont utilisés avec un taux d'activation de généralement 2 tours par jour.

La fin de la période d'activation correspond à une observation clinique avec en général 2 à 3 min de surcorrection. La durée moyenne observée est aux alentours de 3 semaines.

Généralement la présence d'un diastème interincisif marque l'ouverture de la suture médiopalatine.
Les expanders sont cimentés sur les molaires le jour de la pose avec le vérin totalement fermé. La quantité d'expansion, par conséquent la quantité d'ouverture du vérin dépend de chaque patient. Ils peuvent être accompagnés d'un traitement orthodontique de type edgewise ou d'aucun traitement.
La période de rétention est définie comme le délai à partir duquel l'appareil d'expansion est placé de façon passive une fois la surexpansion réalisée. Pour assurer cette passivité de l'outil et de l'impossibilité d'obtenir une activation en cour de rétention, une ligature métallique est placée ou une masse de composite dans le vérin. La durée moyenne de cette phase constatée est généralement de 3 mois. (Hartgerink (35), Warren (77), Oliveira (53), Compadretti (15))

Expansion lente:

Dans de nombreux cas il est conseillé de réaliser une activation préalable unique avant la pose et l'étape du scellement sur les molaires. Cette solution est la meilleure car contrôlable et généralement suffisante. Il existe une expansion linéaire de 8 à 10 min qui correspond à des forces de 400 à 600 grammes qui produisent une action lente et continue avec ce dispositif. Ainsi Deniaud dit qu'il « existe une valeur minimale des forces capables de mettre en tension les connectifs suturaux intermaxillaires et ainsi de stimuler leur croissance »
Classiquement ce qui va être recherché c'est la dérotation molaire dans un mouvement orthodontique (torque, toe in) qui associé à une force transversale d'expansion va s'inclure dans un mouvement orthopédique.
Plus l'expansion est importante selon Talmant (64), plus le risque de corono version vestibulaire molaire est important. Par conséquent, au moment de l'activation postérieure, du torque va être introduit afin d'éviter cette corono version vestibulaire des molaires. L'action orthopédique aura alors plus de chance de se manifester au niveau sutural. Une surcorrection de 2 mm par coté doit toujours être recherchée.

L'activation antérieure a été définie par Talmant :
-la mesure de la somme des diamètres mésio-distaux des incisives inférieures donne l'arc incisif inférieur.

-les incisives inférieures sont prises comme référence car présentent une plus grande stabilité de dimension par rapport aux incisives supérieures (notamment les latérales) qui subissent l'effet de l'enveloppe lors de l'odontogenèse.
-A partir de la dimension de l'arc incisif inférieur est déterminée la dimension de l'arc incisif supérieur par l'indice de BOLTON. Cette dimension est par conséquent sans DDD et le diamètre inter canin supérieur peut être établi.
-l'écartement des bras latéraux du quadhelix sera alors individualisé au millimètre près
On utilise la charte pentamorphique pour choisir une des 5 formes pour individualiser le QH.
L'activation antérieure n'agit qu'une fois la rotation des molaires réalisées.

Les avantages du quadhelix sont exploités à chaque séance en retirant l'arc, le reformant et en le reposant. Ainsi la symétrie est contrôlée, les activations de rotation et de torque et expansion sont systématiquement évaluées. L'expansion maxillaire à l'aide de ce dispositif se fait en général sur six mois, les rendez-vous sont pris toutes les 4 à 5 semaines.
Une contention de 3 mois est indispensable pour éviter la récidive quasi systématique de 2 à 3 mm. Il faut maintenir l'appareillage en lui donnant une activation neutre.

13) mécanisme osseux d'ouverture lors de l'expansion rapide

Les modifications squelettiques tendent à être inversement proportionnelles à la maturité osseuse parce que, avec le temps, l'articulation du maxillaire avec la face et entre ses deux moitiés aboutit à un accroissement de la rigidité (Holberg (36)).L 'expansion permet la séparation des maxillaires dans une forme pyramidale dans laquelle la base est constituée par la fente orale et le centre de rotation qui serait près de la suture fronto-nasale.
L'ouverture triangulaire confirme que la réponse squelettique est plus grande au niveau de l'application de la force et décroît vers le la base du crâne. Le maximum d'expansion se situe toujours au niveau des cornets inférieurs et s'exprime de façon variable supérieurement vers la pointe du triangle.
La position finale du maxillaire, après l'expansion, est imprévisible. Si beaucoup d'étude ne voit pas de modification au niveau du planché palatin (Hartgerink (34)), d'autre en revanche considère qu'il y a toujours un déplacement vers le bas et l'avant (d'avantage qu'au niveau de

la ENP) ce qui augmente l'angle palatin et la hauteur faciale totale (Wertz(80) sari et al 2003) et force une rotation postérieure de la mandibule.

Bidermann (9) explique le déplacement angulaire du maxillaire dans le plan horizontal de deux façons comme le schéma suivant le montre :

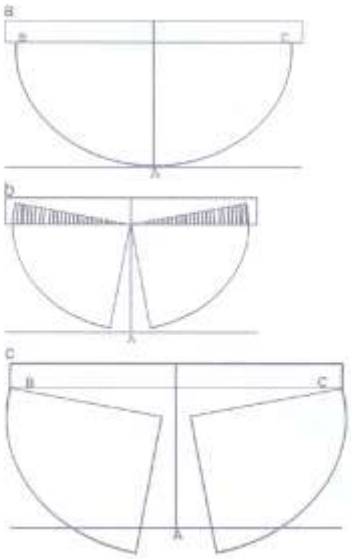


Figure présenté par Bidermann (9) symbolisant les déplacements maxillaires possible (a, b, c)

Dans ce diagramme les demi-cercles représentent les maxillaires droits et gauches et le rectangle représente le complexe osseux qui s'articule postérieurement. La tangente au demi-cercle défini le point A. Il conclut que si le centre de rotation se situe n' importe où sur l'axe central alors les points b et c doivent reculer entraînant une résorption osseuse (fig. b du schéma ci dessus). Il note également que le point A doit reculer légèrement. Cependant il critiqua cette théorie comme peu probable en une période aussi courte (3 semaines). Sa seconde théorie est que le déplacement angulaire doit intervenir avec un centre de rotation au niveau de B et C ce qui a pour résultante un avancement du point A.

D'autres études ont également montrées comme celle de Holberg (36) que l'expansion ne touche pas uniquement le maxillaire mais également la suture lambdoïde, pariétale et zygomatique. Sa conclusion est que tous les os faciaux en articulation avec le maxillaire sont déplacés avec l'expansion en dehors du sphénoïde, toutes les sutures même les plus éloignées manifestent les effets de l'expansion, l'angle de la base crânienne reste inchangé, le

déplacement des moitiés maxillaires est asymétrique et l'os sphénoïde est le principal obstacle à l'expansion.

Compadretti (15) montre que les radiographies de sujets qui pratiquent une expansion maxillaire révèlent une aire triangulaire radioclaire. Cliniquement on retrouve la séparation médiopalatine par la présence d'un diastème entres les incisives centrales. On estime la séparation incisive à peu prés égale à la moitié de l'ouverture linéaire.

Au niveau de la suture on estime également un gain osseux équivalent de 48% à 58 % de la distance intermolaire gagnée.

Au niveau nasal il est en revanche plus difficile d'estimer le gain de distance transversale gagnée au sein de la cavité tant celle ci se modifie de façon différente selon le mode opératoire de l'expansion et l'âge du patient. Pour Da Silva (60) à l'aide de d'analyse céphalométrique frontale elle retrouve une augmentation jusqu'à 43% de la distance linéaire intermolaire.

14) mécanisme osseux dans le cadre du quadhélix

Bénédicte Allory (2) dans son mémoire de cecsmo étudiant les effets radiologiques de l'expansion maxillaire émet l'hypothèse que le quadhelix provoque une expansion orthopédique lente dont le résultat est une action combinée des informations d'expansion et de dérotation molaire incluses dans l'appareil à sa construction. Les hémi-maxillaires effectueraient une rotation dont le centre serait proche du milieu de la droite unissant la racine palatine à la racine mésio-vestibulaire. Pour arriver à cette conclusion elle utilise la superposition de radio occlusale pour définir le centre de rotation. Elle trouve ce centre par tâtonnement très proche du milieu de la droite joignant la racine palatine à la racine mésio-vestibulaire. Ce centre permettant une quasi superposition des tracés squelettiques alvéolaires et dentaires sauf au niveau postérieur du maxillaire et au niveau postérieur des processus ptérygoïde.

On peut émettre une hypothèse par rapport à ces résultats sur le phénomène de rotation des hémi-maxillaires.

Comme on la vu précédemment Biederman (9) avait émis deux hypothèses pouvant se produire lors d'une expansion maxillaire rapide représentée par ce schéma :

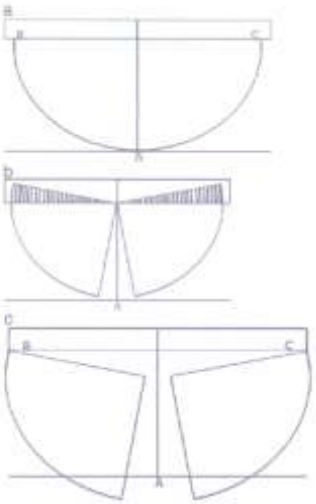


Figure présenté par Bidermann (9) symbolisant les déplacements maxillaires possible (a, b, c)

Il avait conclu peu probable le phénomène de résorption postérieur lors de la RME du fait de la rapidité de la thérapeutique. En revanche on peut supposer que lors d'une expansion lente on puisse retrouver un phénomène de remodelage par résorption apposition qui consoliderait l'observation de Benedict Allory sur l'impossibilité de pouvoir superposer les zones postérieures après traitement. Par ailleurs l'utilisation du quadhélix n'a pas pour effet d'avancer considérablement le point A ce qui irait également dans le sens du cas b (du schéma ci dessus) présenté par Biederman. Ceci restant évidement une hypothèse à vérifier.

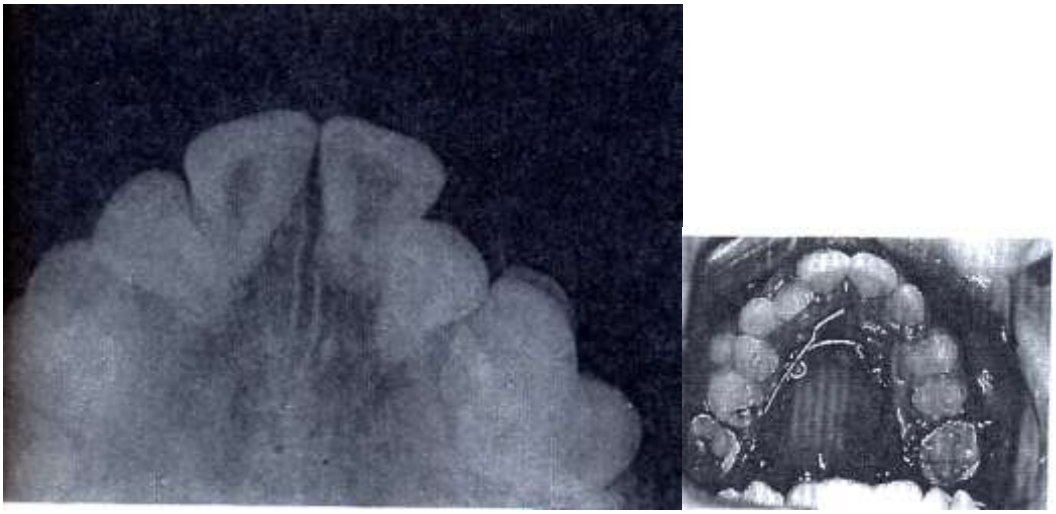
Il faut rajouter à l'action orthopédique du quadhelix une action au niveau alvéolaire par remodelage des procès alvéolaires permettant de corriger des formes d'arcade en « V » ou en « lyre ». On retrouve une action orthodontique pure également par la dérotation des molaires qui va s'effectuer en premier lieu par l'activation du quadhelix ainsi qu'une correction du torque molaire par l'intermédiaire des fourreaux palatins et la présence de deux fils ronds de 0.36. Les autres dents notamment antérieures seront prises en charge par les bars latéraux qui exerceront progressivement une force horizontale aboutissant fréquemment à une version corono-vestibulaire et à une très légère contre version radiculo-palatine.

141) Intérêt des bras antérieurs du quadhélix

Selon Talmant (68) la canine appartient au secteur latéral de l'arcade dentaire. Son trajet d'éruption est tributaire de la mécanique de l'enveloppe et plus particulièrement des piliers commissuraux générés par la fente orale. Ces piliers commissuraux se dessinent depuis les tubercules mentonniers jusqu'à la jonction latéro-alaire.
Ils contribuent à diviser l'enveloppe en trois secteurs : labio-narinaire, labio-mentonnier et génien, qui ont leur importance morphogénétique, cette sectorisation se retrouvant à hauteur des surfaces d'appui par l'intermédiaire de la suture prémaxillo-maxillaire qui sépare l'arc incisif des secteurs latéraux.
Placé le plus près possible des collets dentaires cliniques, l'extrémité antérieure des bras latéraux présente une baïonnette qui permet de prendre en charge la canine en même temps que les prémolaires, une fois la rotation molaire disto-vestibulaire effectuée.
L'expansion maxillaire et surtout pré maxillaire déformant le soutien osseux est susceptible selon Talmant de modifier l'équilibre de l'enveloppe faciale. Ce nouvel équilibre ne sera stable que s'il s'accompagne d'une harmonie fonctionnelle, en particulier ventilatoire.

Pour Deniaud (23) le quadhélix utilisé dans un cadre orthopédique peut conduire à un accroissement de l'orifice piriforme par activation de la suture incisive. Pour optimiser les activités fonctionnelles, il faut maximiser la thérapeutique sans sa partie antérieure ce qui est permis par les bras latéraux du quadhélix que l'on met a travailler en surcorrection (a savoir 2à 3 min) pour accroître les forces qui au niveau incisif sont plus faibles, pour prévenir une légère récidive et satisfaire aux besoins fonctionnels.

Benedict Allory (2) dans son mémoire constate grâce a des clichés occlusaux l'action orthopédique du quadhélix par l'ouverture de la suture médiopalatine en observant un liseré radioclaire se prolongeant dans la région des premières molaires lactéales et l'augmentation de la largeur entre les apex incisives centrales alors même que les bras latéraux du QH ne prennent pas encore en charge les secteurs prémolaires et canines.



Cliché occlusale à 1 mois d'action du quadhélix (d'après Allory)

L'auteur suppose alors que le mouvement de dérotation molaire et d'expansion prend une part très importante dans l'action orthopédique du quadhélix comme le confirme souvent l'amélioration ventilatoire signalée assez rapidement dans de nombreux cas de façon subjective.

De même Deneri (20) constate à l'aide d'un aéroscope que le seul mouvement d'expansion et de dérotation molaire aboutit à une amélioration des courbes de ventilation dès le deuxième rendez-vous où seules les molaires sont prises en charge.

D'autre part Yarza L (80) étudie dans son mémoire l'effet d'une barre transpalatine 4 spires et d'une barre transpalatine sur la suture médiopalatine et la dérotation molaire. Elle constate que l'ouverture de la suture médiopalatine est systématique que ce soit avec une barre transpalatine simple ou avec 4 spires. Le trépied formé par l'axe radiculaire des molaires en rapport avec les apophyses horizontales du maxillaire et avec les sinus maxillaires, entraîne, lors de la dérotation molaire, les hémi-maxillaires. L'auteur conclue que la barre transpalatine 4 spires produit un confort non négligeable au patient qui n'est plus gêné par les bras latéraux ; et, d'autre part une efficacité d'expansion de la base osseuse maxillaire tout aussi valable.

Toujours dans ce sens Doruk (25) compare l'effet d'une expansion rapide d'un disjoncteur classique avec un nouveau mécanisme d'expansion antérieure dénommé Fan-type qui induit une expansion antérieure supposée plus importante que postérieurement. L'auteur s'attendait alors avec ce nouveau procédé à observer une augmentation de la cavité nasale dans sa dimension transversale tout aussi importante qu'avec l'utilisation d'une force classique

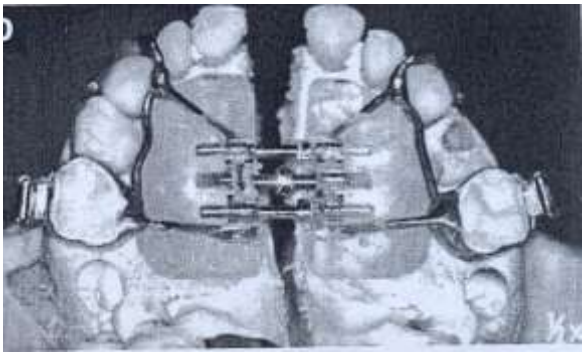
d'expansion. Cependant le groupe de l'expansion maxillaire rapide classique présenta une augmentation antérieure des cavités nasales significativement supérieure au groupe de l'expansion antérieure. L'auteur conclu alors que les forces exercées au niveau alvéolaire et canin entraînent un effet orthopédique moins important qu'au niveau postérieur sollicité par la force de la RME. Il émet l'hypothèse que le centre de rotation peut se situé proche de la suture fronto-maxillaire quand la force s'applique au niveau des molaires et ce centre se situerait plus au milieu de la cavité nasale quand la force est appuyée sur le secteur canin et produit par conséquent une expansion un peu moins importante sur la cavité nasale.

15) Conséquence des différents types d'expansion sur la suture

O Sorel (61) montre que l'effet orthopédique de l'expansion est cliniquement mis en évidence par l'ouverture d'un diastème au niveau des incisives centrale supérieures. Cet effet est aisément confirmé par la prise d'une radio occlusale du maxillaire. La suture médiopalatine n'est pas la seule suture sollicitée par l'expansion. En effet, Holberg (36) démontre que toute les structures anatomiques associées au maxillaire reçoivent des tensions par l'intermédiaire de l'activation, incluant des distorsions au niveau de la suture pariétale et dans la synchondrose sphéno-occipital mais sans déplacement latéral du temporal, pariétal, frontal, sphénoïde et des os occipitaux.

Pour Da Silva Filho (60) les clichés occlusaux montrent généralement très clairement l'ouverture de la suture médiopalatine jusqu'au milieu du palais. En revanche la partie la plus postérieure est généralement mal mise en évidence par la superposition des os de la base crânienne ce qui empêche la visualisation de l'épine nasale postérieure.

Le scanner permet en revanche une visualisation plus poussée de la suture lors de l'expansion, de l'épine nasale antérieure jusqu' à la postérieure en continuité avec les segments ptérygoïdiens du sphénoïde, considérés comme les piliers de la résistance à la disjonction. L'ouverture dans la plupart des cas est de forme pyramidale, mais peut aussi être parallèle. Les résultats du docteur Da Silva Filho montrent une ouverture de la suture palatine au niveau de l'épine postérieure d'environ 43% en moyenne de l'épine antérieure chez l'enfant de 12 ans.



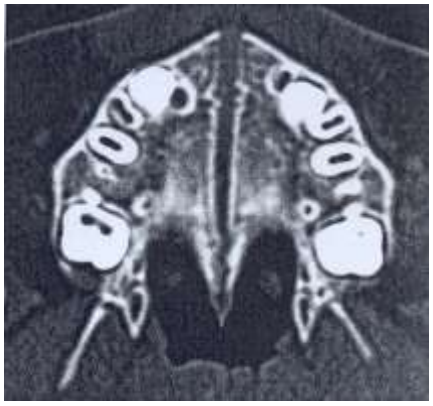
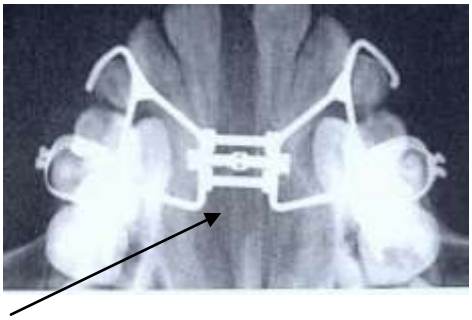


Illustration de l'ouverture pyramidale lors de l'expansion (d'après Da Silva Filho (60))

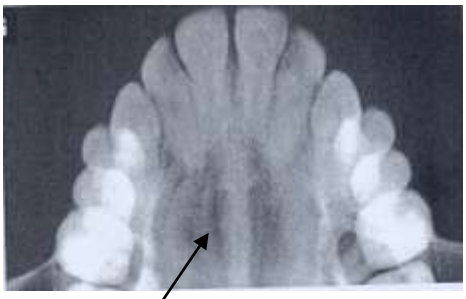
Cette ouverture pyramidale est également confirmée par des études scintigraphiques qui mettent en avant l'augmentation de l'activité osseuse plus importante dans la section antérieure et médiane par rapport à la région postérieure. Par conséquent, on peut présumer que la quantité d'os formé et d'expansion n'est pas parallèle.

D'autre part, Baydas (7) ou Mirzen Arat (3) montre qu'après la période de rétention l'activité métabolique osseuse, au niveau de la suture, retombe à un niveau proche de l'initial. Ceci impliquerait donc qu'une période de 3 mois serait suffisante pour une réorganisation osseuse. Cependant il serait trop optimiste de conclure qu'une réorganisation osseuse seule pourrait être une assurance contre une récidive. Par ailleurs l'observation d'une activité osseuse suturale identique à l'activité initiale après la période de rétention démontre l'impossibilité de conclure qu'une expansion menée rapidement entraîne une stérilité suturale, il semble au contraire que sa capacité ostéogénique soit conservée.

Pourtant l'étude microscopique menée par Storey (62), immédiatement après une expansion rapide, note l'ouverture de l'espace sutural par rupture des tissus de connexions, les vaisseaux sanguins sont dilatés et oedémateux. Apres quelques jours, des fibroblastes et des cellules jeunes de connexion prolifèrent, quelques fibres se tendent entre les berges. Les ostéoblastes apparaissent sur les berges avec néoformation osseuse. Dans certaines zones centrales de l'espace sutural, des petits amas d'ostéoblastes se forment, probablement arrachés aux berges en croissance lors de l'ouverture rapide la suture. Macroscopiquement, un os dense borde les berges de la suture mais cela ne montre pas si c'est une adaptation fonctionnelle de résistance au stress. Par ailleurs s'agit-il toujours d'un tissu sutural avec ses propriétés physiologiques comme il a été défini dans la première partie en 212 (physiologie suturale).



ouverture de la suture d'après Da Silva Filho



Os dense formé (radio 4 mois plus tard)

Pour Storey toujours il existe une valeur optimale de forces appliquées procurant un degré maximum des transformations plastiques associées à la croissance osseuse, au delà il existe une rupture tissulaire et la croissance cesse jusqu'à ce que le temps permette la réparation. Cette valeur optimale est fonction de l'âge et de la croissance, des facteurs hormonaux, vitaminiques et minéraux. Ceci reste à démontrer par des études.
Donc pour Storey (62), seul une expansion lente permet de garder l'intégrité fonctionnelle de la suture. De plus, la phase de réparation consécutive à l'expansion rapide, offre selon lui une place importante à la récidive. « L'expansion lente avec une croissance continue des indentations marginales de la suture est la meilleure forme de contention avec le plus faible potentiel de récidive. »

Pour autant cette justification histologique de l'intérêt d'agir lentement au niveau des sutures ne doit pas exclure l'intérêt de l'expansion de type rapide. En effet comme on l'a vu précédemment l'expansion rapide ne stérilise pas la suture de toute activité ostéogénique après la phase de contention pour autant s'agit-il d'une activité suturale? Storey a décrit une réparation se réalisant avec le temps sans pour autant définir de quel type de réparation il s'agissait.
Par ailleurs l'expansion étant considérablement plus importante que ce que la croissance aurait produit pendant le laps de temps de l'activation suivie de la contention on peut considérer que cette perte de croissance naturelle décrit par storey est négligeable. Enfin pour O Sorel (61), la récidive n'est pas plus importante avec une expansion rapide qu'avec une expansion lente si la phase de contention à été bien menée. Il émet des réserves sur la meilleure stabilité d'un os qui a crû avec des indentations marginales (expansion lente) par

rapport à un cal osseux (expansion rapide) dès lors que l'équilibre fonctionnel musculo-aponévrotique est réalisé et qui sera le seul garant de la stabilité.
Enfin Talmant décrit le manque d'étude comparative sur l'effet sutural d'une expansion dite lente par rapport à une rapide sur le plan physio histologique.

16) la semi rapide, réel intérêt ?

Iseri (37) émet l'hypothèse qu'un déplacement ou une déformation rapide conduirait à un taux de récidive a long terme important, alors qu'une expansion plus lente du maxillaire produirait moins de résistance dans le complexe naso-maxillaire. Il introduit alors la notion d'expansion semi rapide qui consiste en une expansion rapide suivie d'une expansion lente. La procédure serait donc de deux tours de vérin chaque jour pendant les 5-6 premiers jours puis de 3 tours chaque semaine jusqu'à la fin de la correction de l'insuffisance transverse (durée moyenne de 4 mois). Ceci aurait pour but de stimuler la procédure d'adaptation du complexe naso-maxillaire et contribuerait par conséquent à une diminution de la récidive dans la période de post rétention.
Cette technique serait particulièrement intéressante selon les auteurs pour pallier à l'importance des facteurs d'âge et de maturation osseuse qui limitent la stabilité à long terme des résultats dans l'action de la RME sur les sutures. Leurs résultats à 3 ans de leur étude montrent des résultats prometteurs en terme de stabilité, concluent les auteurs.
Pour autant M. O. Lagravère (39,40) qui réalise une metanalyse sur les effets à long terme d'une expansion rapide montre une augmentation en moyenne de +1.5 min de la largeur binasale quand Iseri obtient +1.3 min. En revanche Lagravere note qu'une fois le pic de croissance dépassé les résultats sont moins importants or la moyenne d'âge de l'échantillon de Iseri est de 14.57 ans.
Par ailleurs Storey décrit la rupture des tissus de connexions lors d'une expansion rapide, alors que pour lui une expansion lente permet de garder l'intégrité fonctionnelle de la suture.
Par conséquent on peut se demander si l'expansion semi rapide ne prend pas les inconvénients des deux techniques : la lenteur de l'expansion lente, et les conséquences néfastes de la rupture des fibres lors des 5 premiers jours par l'expansion rapide.
On notera tout de même que cette technique existe et qu'elle montre semble t'il de bons résultats de stabilité à long terme.

17) Obstacle à l'ouverture

Pour Storey (62), un mouvement de séparation transversale des maxillaires nécessite :

-l'utilisation de forces suffisamment élevées pour être supérieures à la résistance élastique ou induire des changements au niveau des tissus connectifs suturaux permettant le déplacement squelettique ;

-l'utilisation de forces supérieures à celles de la musculature périmaxillaire et aux forces d'intercuspidation ;

171) Les obstacles musculo-aponévrotiques

Pour J Talmant (67), les sutures sont le reflet d'une adaptation mécanique aux contraintes environnantes : elles sont le siège de la déformation « élastique » qu'engendre les contraintes.

On peut extrapoler en avançant que si la suture reste ouverte, cela doit être dû aux forces suffisamment élevées qui s'appliquent sur le complexe naso-maxillaire. Par conséquent il faut gérer la pression exercée par l'enveloppe musculo aponévrotique au moment de la dépose de l'appareil d'expansion, ce qui pourrait entraîner une récidive.

172) La fibro-muqueuse palatine

Laur (44) a constaté par une étude tomodensitométrique que lors d'une expansion on retrouve en regard de la suture ouverte un amincissement de la fibro muqueuse.

La mise en tension de la fibro muqueuse par l'action de rotation des maxillaires lors de l'expansion apparaît comme un obstacle à l'ouverture.

Il n'est pas impossible de retrouver des déchirements et hématomes lors de l'expansion rapide, nécessitant un temps de réparation.

173) les obstacles osseux :

Les principaux obstacles à l'ouverture se trouvent au niveau des processus ptérygoïdes où l'on retrouve le stress le plus important à ce niveau lors de l'ouverture par expansion. Ce qui fait dire à des auteurs comme Holberg (36) qu'il faut séparer chirurgicalement la connexion ptérygo-maxillaire lorsque l'élasticité osseuse diminue avec l'age. La résistance osseuse à l'expansion se trouve donc postérieure concentrée sur l'os sphénoïde surtout.

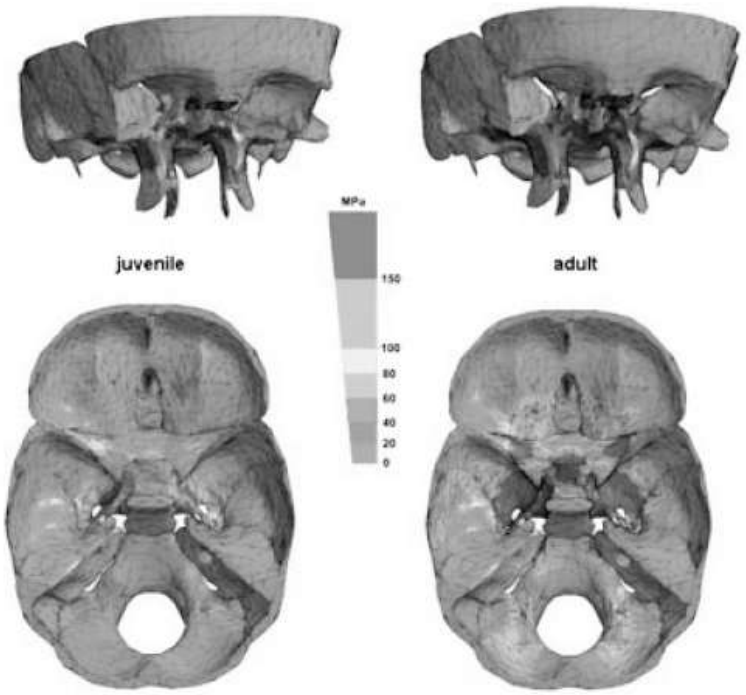


FIGURE 5. Stress distribution at the juvenile and adult cranial base on bending of the pterygoid process by 2.5 mm.

D'après Holberg (36)

2) Action de l'expansion sur les cavités nasales

Langlade (42) décrit la fin des années 50 comme les années de l'expansion maxillaire. Durant cette période de nombreux articles ont étés publiés sur les indications, les contres indications et spécialement sur les effets rhino-pharyngiens de l'expansion. Néanmoins ce n'est qu'à la fin des années 70 que l'instrumentation pour la mesure de la résistance nasale, de la géométrie des cavités et du mode respiratoire s'est développé et est devenue de plus en plus performante au fur et à mesure des années.

Pour Talmant l'expansion est soupçonnée depuis le début d'avoir un effet sur la décroissance de la résistance nasale. La valve nasale est la partie la plus étroite des cavités nasales, celle qui provoque le plus de résistance dans un nez normal lors d'une ventilation nasale normale. Un simple élargissement même mineur dans cette zone, selon la loi de poiseuille, peut être suffisant pour améliorer la ventilation nasale. En effet une modification du rayon de la section la plus courte intervient à la puissance quatre sur le débit volumétrique.

21) Présentation des études sous forme d'un tableau

Les résultats servant à la discussion sont présentés sous forme d'un tableau :

Article/auteur	Age	Echantillon quantité	Hommes	Femmes	Type de force	Activation/ durée du traitement	Méthode D'évaluation
« the effects of RME on nasal airway ressitance" Hartgerink et al (34)	11.75 ans	38	∅	∅	Disjoncteur à vérin	∅	rhinomanométrie
« modification de la ventilation nasale par disjonction intermaxillaire » J.P l'oreille et al (47)	9.10 ans	25	∅	∅	Disjoncteur à vérin quadhélix	Ultra rapide : 3jours Rapide : 10-12 jours Lente (QH)	Radio occlusale Téléradiographie de profil orthopantogramme tomographie pneumo tachymètre
«non surgical RME effects on craniofacial structures in young adult female » Baydas et al (7)	17.3	17	∅	17	Disjoncteur à vérin	20 jours d'activation 2 tours/jour 6 mois de rétention	Scintigraphie osseuse
« RME and SARME effects on nasal volume » Babacan et al (5)	12.3 pour RME 18.7 pour SARME	10 pour RME 10 pour SARME	5 4	5 6	Disjoncteur à vérin Disjoncteur à vérin + chirurgie	RME : 25.2 jours avec rétention de 6.15 mois SARME : 23.4 jours et rétention de 6.19 mois	Rhinométrie acoustique avec ou sans décongestionnant
« does the timing and the method of RME have an effect on the changes in nasal dimensions » Bascifti et al (6)	12.1 RME 18.4 SARME	15 15	7 8	8 7	Disjoncteur à vérin Disjoncteur vérin+ chirurgie	RME : 26 jours ¼ tour 2/jour SARME : idem	Téléradiographie de profil avec planimètre digital
« the nsal air way following maxillary expansion » Warren et al (77)	12.5 RME 17 SARME	16 17	6 9	10 8	Disjoncteur à vérin Idem+ chirurgie	Activation de ¼ de tour 2 /jour	Rhinomanomètre + logiciel

RESULTATS
Diminution de la résistance nasale dans 65% des cas dans un mode naturel : 35% de non réponse Personnes avec résistance plus élevée au départ diminuent le plus leurs résistances Les femmes répondent mieux au traitement Grande variabilité des réponses
Ouverture de la suture de 2.16min Amélioration minimal de 3% Maximal de 19% Moyen de 13.6%
Activité métabolique de la suture médiopalatine augmenté de T1 à T2 et de T2 à T3 Plus on s'éloigne de la suture médiopalatine plus l'activité baisse de T2 à T3 Activité métabolique correspondant à une ostéogenèse. Correction orthopédique chez jeune adulte possible
Augmentation de la cavité nasale de 13.80% entre T1 et T2 par RME sans décongestionnant et .15.16% avec Augmentation de la cavité nasale de 14.9% entre T1 et T2 par SARME sans décongestionnant et 17.86% avec Surgical Assisted Rapid Maxillary Expansion est aussi efficace chez l'adulte que la RME chez l'enfant
Augmentation de la distance transverse nasale de 3.47min pour RME Augmentation de la distance transverse nasale de 2.93min pour SARME Augmentation du ratio de l'aire broncho nasal/ aire nasale de 12% deux groupes confondus
Sujet de la RME ont une MCA passant de 0.29cm² à 0.46 cm² après expansion Sujet chirurgicaux on passe de 0.32 à 0.50 cm² après SARME On a une augmentation de la section minimum de 45% pour RME et 55%SARME 30% des RME ET 35% des SARME ont toujours des problèmes ventilatoires après traitement

Article/auteur	Age	Echantillon quantité	Hommes	Femmes	Type de force	Activation/ durée du traitement	Méthode D'évaluation
"effects of Rapid maxillary expansion on the dimension of the nasal cavity and on nasal air resistance" Carla Enoki et al (27)	De 7 à 10 ans	29	∅	∅	Disjoncteur à vérin	Jusqu'à correction de la dysmorphose Et 90 jours de rétention	Radio Rhinométrie acoustique
« evaluation of nasal airway resistance during RME using acoustic rhnimanotrie » Doruk et al (25)	12.9 ans	22	9	13	Disjoncteur à vérin	2x/jr 1er semaine 1x/jr 2e semaine 27.7 jour rétention : 8 mois	Radio Rhinométrie acoustique
"nasal airway changes due to rapid mawillary expansion timing" A. A. Bicakci et al (6)	11.8 14	16 13	8 5	8 8	Disjoncteur à vérin	2x/jr de 23 à 27 jours 3 mois de rétention	Rhinométrie acoustique
« assessement of RME and its effects on nasal cavity's size and airway resistance " Nancy Lara oliveira (53)	12.89	38	19	19	Disjoncteur à vérin	De 1 à 2 x/jr 21 à 56 jours d'activation 101 à 128 jours de rétention	Etude 3D des moulages Rhinométrie acoustique
« use of conventional tomography to evaluate changes in the nasal cavity with rapid palatal expansion» J.R.Palaisa (54)	11.5	23	∅	∅	Disjoncteur à vérin	∅ 3 mis de rétention	tomographie
« acoustic rhinometric measurements in children undergoing RME » C. Compadretti et al (15)	8.2 ANS	14	8	6	Disjoncteur à vérin	2x/jr de ¼ de tour 12 jours d'activation 3 mois de rétention	Radiologie Rhinoscopie ant Endoscopie Otoscopie Rhinométrie acoustique
"A comparaison of the effects of RME classic whith a fan type ME on dento facial structures » Doruk et a (26)	12.5	17 fantype expansion 17 RME classic	7 7	10 10	Un disjoncteur modifié d'expansion antérieur Disjoncteur vérin classique	¼ tour 2x/jr 3 mois de rétention	Radiographie latérale, frontale moulage

RESULTATS
Valve : à t1 = 0.987 cm² ; à t3=0.973cm² → pas d'augmentation Cornets : à t1 = 0.73 cm² ; à t3=0.763cm² → pas d'augmentation Rhinométrie : diminution de t1 à t2 à l'inspiration de 3.68 à 2.23 ml/cm H2O Diminution de t1 à t2 à l'expiration de 2.675 à 1.828 ml/cm H2O Augmentation de la distance binasale : de 24.91 cm à 26.38 cm
Réduction de la résistance nasale de 51.8% avec décongestionnant Réduction de la résistance nasale de 32.3% sans décongestionnant 13 patients sur 22 (59%) disent avoir une ventilation nasale améliorée
Augmentation de la valve : de t1=2.01 à t3=2.35 pour le groupe pré pubertaire Augmentation de la valve : de t1=2.17 à t3=2.36 pour le groupe post pubertaire
La surface de la voûte palatine passe de t1= 1000mm² à t3=1500mm² et à t4=1500mm² Le volume augmente de t1=7.5 cm^3 à t3= 9 cm^3 et à t4=10.5cm^3 La valve augmente de 0.79cm² à t3=0.96 cm² et à t4=1.1cm² Résistance diminue de t1=2.16 à t3=1.61 cm H²O/L/sec soit 25% de diminution 61.3% des patients sentent une amélioration
Augmentation de volume de t1 à t3 : antérieur =36%, médian 36.6%, postérieur 35% Augmentation du volume total : de t1 à t2= 10.7% et de t1 à t3=27.8%. => grosse augmentation ici en période de rétention
13 voient une diminution de leur résistance sauf 1 8 sur 14 passent à une ventilation nasale augmentation de la section moyenne de 0.08cm² dans condition basale et 0.12 avec décongestionnant augmentation du volume de 0.356cm3 condition basale et 1.32 cm3 avec décongestionnant largeur binasale de +2.2
Groupe d'expansion antérieure : binasale +2.41 à t2 et après rétention +1.94 et maxillaire +0.29 Groupe d'expansion classique : binasale +3.5min à t2 et après rétention +3.35 et maxillaire+4.86 Bascule verticale plus importante pour le groupe d'expansion antérieure Centre de rotation plus haut avec la RME classique par rapport à expansion antérieure plus alvéolaire pour permettre ouverture nasale

22) Evaluation de la fiabilité des études sous forme de tableau

Une sélection d'articles a dû être faite pour conduire une réflexion sur l'effet de l'expansion maxillaire sur la perméabilité des voies nasales. Il n'a pas été envisagé de conduire une méta-analyse tant les procédures et les méthodes mises en œuvre sont nombreuses et différentes en fonction des auteurs. L'accent a donc été mis sur une mise au point de la littérature, par des articles récents, faisant état des changements de perméabilité nasale au cours de l'expansion grâce à des méthodes d'évaluation les plus modernes (rhinométrie acoustique, scintigraphie, scanner…). Les effets de l'expansion sur le squelette, les structures dentaires et nasales ont étés beaucoup étudiés au moyen d'analyse céphalométrique latérale ou postero antérieure. Ces méthodes sont questionnables et limitées dans la mesure où il y a une difficulté à reproduire la position exacte de la tête radiologiquement au moment du pré-traitement et en post-traitement. Cette difficulté qui conduit à identifier et reproduire des formes d'une structure tridimensionnelle en une vue bidimensionnelle. Ces articles céphalométriques ont donc étés exclus de l'analyse (excepté l'article de Doruk et al (26)).

Il a été fait le choix d'utiliser des bases de données numériques internationales (pubmed©, ProQuest©) pour refléter au plus près la pensée globale sur le sujet. Néanmoins des bases de données nationales ont également servies (SUDOC).
Des mots clés ont étés sélectionnés pour formuler la recherche : maxillary expansion , nasal airway resistance (traduit en français pour les recherches francophones).
Ensuite la lecture des « abstracts » (résumés) permettait l'élimination des articles en retenant que ceux faisant une étude directe de la relation entre l'expansion et ses conséquences sur les cavités nasales, ceux datés d'après l'année 2000 (excepté l'article de Warren et Hartgerink servant de référence sur le sujet dans la littérature), ceux utilisant des techniques d'évaluations modernes en excluant la radiographie bidimensionnelle.

Enfin chaque article à été évalué selon des critères simples (utilisé par M.O.Lagravère (39)) listé ci dessous pour permettre de qualifier l'intérêt de chacun.

A: objectif de l'étude clairement défini

B: Echantillon décrit : age, sexe

C: Critère d'inclusion dans la thérapeutique clairement défini

D: échelle temporelle de l'étude suffisante

E: méthode de mesure appropriée à l'objectif

F: examinateur secondaire, statisticien

G: vraisemblance des résultats

H: Echecs ou renvois pris en compte dans le résultat

I: sous groupe, ou groupe contrôle.

On relèvera que dans l'analyse suivante il a été validé comme acceptable un recul clinique de 3 mois. La littérature ne propose en effet que très rarement des reculs cliniques plus importants, ce qu'on peut déplorer.

auteur	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Nombre de tick	% du total
Hartgerink et al	√	Ø	Ø	√	√	Ø	√	Ø	√	5	55%
J P l'Oreille et al	√	√	√	Ø	√	Ø	√	Ø	Ø	5	55%
Baydas et al	√	√	√	√	√	√	+/- échantillon faible	√	√	8	88.8%
Babacan et al	√	√	√	√	√	√	+/- échantillon faible	Ø	√	7	77%
Bascifti et al	√	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	√	5	55%
Warren	√	√	Ø	√	√	Ø	√	√	√	7	77%
Ceroni et al	√	√	√	√	√	√	+/- échantillon faible	√	√	8	88%
Doruk et al (fan type)	√	Ø	Ø	√	Ø	√	√	√	√	6	66%
Carla Enoki et al	√	Ø	√	√	√	√	√	√	√	8	88%
Doruk et al	√	√	√	√	√	√	√	Ø	√	8	88%
A.Altug Bicakci et al	√	√	√	√	√	√	√	√	√	9	100%
Nancy Lara Oliveira et al	√	√	√	√	√	√	√	√	Ø	8	88%
J.R.Palaisa	√	Ø	Ø	√	√	√	√	√	Ø	6	66%

√ : validé
Ø : information absente dans l'article

23) Discussion sur l'effet de l'expansion sur les cavités nasales

Les articles du tableau suggèrent que le mouvement vers le bas et en avant du maxillaire résultant de l'expansion abaisse le plancher des cavités nasales et augmente leurs perméabilités à l'écoulement de l'air. De plus, la plupart des défauts décrits en relation avec la difficulté de respirer au travers le nez sont situés dans la portion antérieure des cavités nasales et l'expansion présente des effets significatifs dans cette région, ainsi certains proposent cette thérapie pour améliorer le mode ventilatoire nasal.

Warren (78) considère que la résistance à l'écoulement aérien (Nasal Airway Résistance : NAR) est un indice utile pour quantifier l'efficacité nasale.
Les paragraphes suivants vont donc détailler les effets de l'expansion maxillaire sur les cavités nasales a différent niveau : la résistance, la section minimale, le volume, la sensation subjective.

231) Sur la résistance nasale

Pour Talmant (66) la respiration buccale est très souvent une réponse à un défaut des voies aérifères nasales qui a des conséquences cliniques. Physiologiquement, la respiration buccale apparaît quand le corps ressent une résistance nasale particulièrement élevée. En terme physique la ventilation orale est une réponse permettant d'augmenter la section des voies aérifère supérieures, et par conséquent, réduire la résistance globale.
Les voies aérifères supérieures représentent la plus grande partie des résistances de tout le système respiratoire. Les cavités nasales appartiennent en effet à cet ensemble qui comprend le pharynx, la glotte, et l'arbre trachéo-bronchique. Un certain niveau de résistance est nécessaire pour pouvoir permettre l'échange gazeux au niveau alvéolaire. Le facteur majeur déterminant la magnitude de la résistance, correspond à la partie des voies dont la section est la plus étroite, ce qui correspond généralement à la valve nasale. La longueur et les contours des conduits a généralement un effet moindre sur la résistance. Cependant, dans le cas ou la valve nasale est très large l'importance des contours et de la longueur des conduits aérifères prend une place proportionnellement plus importante, l'inverse est évidemment vrai quand la valve est très étroite. Ceci explique pourquoi il ne pourra jamais y avoir une résistance nasale nulle.
Dans une étude menée par Deniaud (21) sur 875 patients (d'âge moyen de 11ans et 7 mois) consultant pour des soins d'orthodontie, la valeur moyenne des résistances nasales est de 0.581 Pa/cm3/s. L'auteur décrit des résistances allant de 0.103 Pa/cm3/s à 3.061 Pa/cm3/s, avec comme fait notable une valeur plus importante pour les garçons (0.601 Pa/cm3/s) par rapport aux filles (0.565 Pa/cm3/s). Par ailleurs Deniaud remarque que si la limite inferieure de l'obstruction est située à 0.35Pa/cm3/s, comme c'est le cas pour beaucoup d'auteurs, alors

72% des sujets de l'échantillon orthodontique présentent des résistances nasales pathologiques.

Warren (77,78) propose chez l'adulte la résistance de 4.9 cm h²O/L/S correspondant à une limite au delà de laquelle la ventilation nasale exclusive devient peu probable. De plus, il décrit qu'une résistance nasale normale chez l'adulte varie de 1 à 3.5 cm H²O/L/S avec une moyenne approximative de 2,5 cm H²O/L/S.

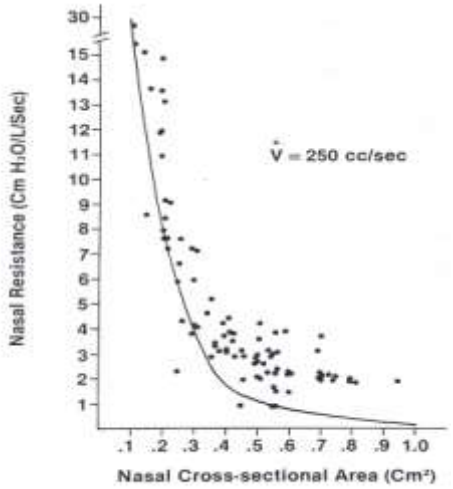


Fig. 5. Subject data at 0.25 L/S flow compared with model.

d'apres W. warren et al 1987 (Am J O D O)

Hartgerink (35) établit d'une façon globale une diminution de la résistance nasale après expansion rapide de 72% des sujets ayant participé à l'expérimentation. La moyenne de résistance du groupe passe alors de 6,3 cm H²O/L/sec à 3,9 cm H²O/L/sec, la ramenant ainsi dans une limite de résistance nasale compatible avec la ventilation nasale.

Par ailleurs il fait l'expérience de poser des tubes aux niveaux des valves nasales afin d'élargir le diamètre de celles-ci et que par conséquent leurs incidences deviennent minime par rapport au reste des conduits aérifères. Alors il est intéressant de remarquer qu'avant la thérapeutique d'expansion, le simple geste d'intuber le groupe provoque une diminution de la résistance de 6,3 cm h²o/L/sec à une moyenne de 4 cm H²O/L/sec. Cette diminution démontre l'influence très importante de la valve nasale sur la résistance à l'écoulement.

Dans ce mode (avec les tubes) il constate également une diminution de la résistance après expansion chez 56% des sujets observés.

D'autre part il décide de séparer en deux groupes les sujets faisant l'objet d'une expansion maxillaire, d'un coté les sujets avec une résistance nasale très élevée (supérieure à 5,5cm

H^2O/L/sec) de l'autre coté les sujets avec une résistance moins élevée. Alors il constate que le groupe le « plus élevé » répond plus intensément à la thérapeutique pour se retrouver à la fin de l'expansion à un niveau de résistance égale au groupe le « moins élevé » mais aussi a celui du groupe contrôle n'ayant subit aucune thérapeutique. On notera en revanche qu'après la phase de contention il y a une récidive très légère mais significative du groupe dont la résistance était élevée par rapport au groupe moins élevé (qui lui montre aucune récidive).
Néanmoins bien qu'on retrouve une diminution en moyenne de la résistance nasale du groupe ayant participé à l'expansion par rapport à un groupe contrôle, il faut toutefois noter que l'auteur retrouve comme Warren, 35% de cas où l'expansion n'a eu aucun effet. L'auteur déclare donc que l'expansion ne peut être utilisée qu'à des fins ORL.
Pour autant on relèvera que l'auteur a basé sa conclusion sur un échantillon assez restreint (38 patients) dont l'age allait jusqu'à 22,33 ans, et dont certains avaient une résistance nasale dans les normes avant le début de la thérapeutique qui, comme on vient de le rapporter, agit préférentiellement sur de grosse résistances antérieures.

Il est intéressant de noter et de confronter cela à la thèse d'autres auteurs puisque l'expérience est réalisée en partie sans l'administration de vasoconstricteur. De plus lorsque Hartgerink poursuit son expérimentation avec des vasoconstricteurs il trouve une différence non significative entre le début et la fin de la thérapeutique suggérant même l'inefficacité de l'expansion maxillaire sur la résistance nasale au niveau osseux.

Toujours dans le sens d'une diminution de la résistance, Carla Enoki (27) réalise également des tests après expansion maxillaire par, entre autre, rhinomanométrie sans utilisation de vasoconstricteur. Elle constate une diminution de résistance à l'inspiration de 59,30%. Pour autant elle ne peut pas relier cela avec une augmentation de la section minimum aussi bien au niveau des cornets que de la valve qui conserve des différences de section avant et après expansion non significativement augmentées. Elle en conclue donc que l'expansion a un effet bénéfique pour les patients avec des difficultés respiratoires mais reste réservée quant à son utilisation dans un but uniquement ventilatoire aux vues des résultats peu significatifs sur les tissus mous.

Doruk (25) qui réalise l'expérience avec et sans vasoconstricteur arrive à une conclusion assez similaire à celle de Carla Enoki. L'administration de vasoconstricteur a été employée par certains auteurs au titre que cela rendrait les résultats plus fiables, avec un coefficient de

variabilité moins important permettant d'évaluer les déformations osseuses au plus près. Pourtant dans son étude Doruk (25) montre des courbes statistiques faites de T1 à T4 relativement parallèles avec ou sans l'administration de vaso au cour de la thérapeutique d'expansion.

Néanmoins on relèvera, ce qui va dans le sens de Carla Enoki, une diminution de 33% des résistances nasales sans vasoconstricteur (4,08 à 2,76 cm h²o/L/sec) contre 52% de diminution avec l'application de vasoconstricteur (3,24à 1,56 cm h²o/L/sec) de T1 à T4.

Si la décroissance de la résistance nasale tend à décroître de la même manière entre T1 et T2 avec ou sans l'administration de vaso, on relève en revanche qu'avec le temps (de t2 à t4) la muqueuse ne réagit plus de la même façon que l'os. En effet l'os continu à refléter l'action de l'expansion quand les tissus mous n'évoluent plus dans le sens d'une expansion.

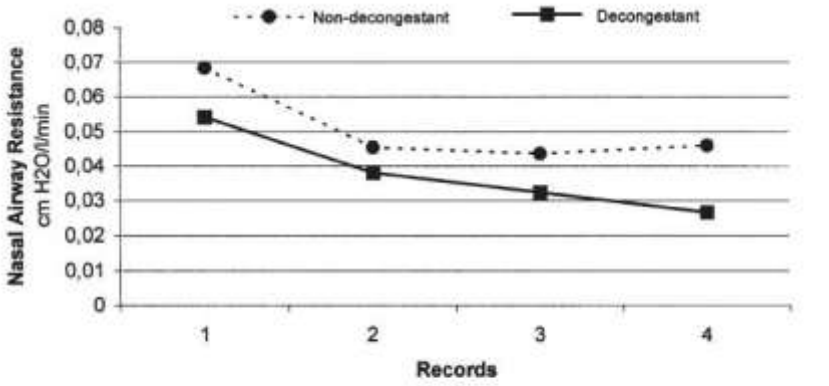


Figure 3 A graphical representation of the observed changes in nasal airway resistance with and without the application of a nasal decongestant, prior to performing acoustic rhinometry.

D'après Doruk (25)

On retrouve des résultats assez similaires avec N.L. Oliveira (53) qui présente une étude où les changements anatomiques ont été étudiés par rhinométrie acoustique sans vasoconstriction jusqu'à 12 mois après la dépose de l'expander.

Elle trouve que les résultats ne décroissent pas de la fin de la période de rétention à un an après, ce qui démontre la stabilité des résultats obtenus. Ainsi elle constate une réduction de 25.5% de la résistance grâce à l'expansion avec des résistances passant de 2.16 cmh2o/L/sec à 1.57cmH2O/L/Sec. Ces chiffres sont inférieurs à ceux observés par Hartgerink par exemple, mais ici la méthode de mesure est faite par rhinométrie acoustique et non par rhinomanométrie, de plus ils sont en cohérence avec ceux obtenus par Doruk.

Elle conclut donc qu'il y a une stabilité des résultats à long terme après une expansion de type rapide sur le plan de la résistance nasale.

232) sur la plus petite section et dimension transversale.

Warren (78) propose que chez l'adulte une voie aérifère de section inférieure à 0,4 cm² chez l'adulte et 0,33 chez l'adolescent de 11 à 14 ans est inadéquate pour une ventilation nasale normale.

Il faut noter que la valve nasale se trouve être généralement la plus petite section des voies ventilatoires supérieures, néanmoins une obstruction ailleurs, comme une déviation du septum créant une occlusion du passage gazeux, peut alors devenir le lieu de la section minimale. Il décrit que chez l'adulte la moyenne de la section minimale correspondant à la moyenne retrouvée dans la population adulte est de 0,65 cm²et chez l'adolescent de 11 à 14 ans de 0,50cm². Ceci ne veut pas dire, cependant, qu'un conduit avec une section supérieure à 0,4 cm² sera toujours adéquat.

Même si la ventilation orale se produit avec des aires approchant plus ou moins 0,4 cm² cela va dépendre du débit ventilatoire utilisé par la personne durant sa ventilation. Parce que la résistance est débit-dépendante, les personnes respirant avec un taux élevé pourront expérimenter des symptômes de difficulté respiratoire avec une valve nasale plus large que d'autre avec un débit plus faible.

De plus une personne avec une obstruction sévère d'une narine peut présenter des difficultés respiratoires même avec un passage aérifère totalisant bilatéralement une section supérieure de 0,4 cm².

Warren et al (78) en 87 réalise une expérience impliquant une procédure d'expansion maxillaire rapide (RME) sur des adolescents avec une section minimum en moyenne de 0,29 cm², et chez l'adulte une RME assistée par chirurgie avec une moyenne de 0.32 cm². Après la phase de rétention, il constate une augmentation de la valve nasale de 45% chez l'adolescent et de 55% chez l'adulte opéré. Néanmoins il faut noter que ces résultats ne sont pas mis en parallèle avec une amélioration clinique de la ventilation nasale.

D'autre part on remarquera que les groupes d'études avaient une section minimum inférieure à la moyenne au début de l'expérimentation et récupère des valeurs proches des normes établies par Warren à la fin.

D'autre part il reste quelque cas chez l'adolescent ou l'adulte opéré en dessous des valeurs critiques que sont 0,38 (obtenu par 0,33 cm² avec 0,5 de croissance physiologique) chez l'adolescent et 0,40cm² chez l'adulte respectivement. Warren établi donc une moyenne de 30% de cas n'ayant pas répondu suffisamment à la RME pour permettre une ventilation nasale.

Carla Enoki (27) contrairement à Warren utilise la rhinométrie acoustique et sans vasoconstricteur après avoir effectuée une expansion maxillaire rapide pour étudier son effet sur la valve et sur la section minimum au niveau des cornets. Les résultats obtenus viennent alors bousculer ce que l'on aurait pu attendre puisque la différence de section au niveau de la valve ou des cornets reste approximativement identique avant et après traitement. Ces résultats étant pourtant mis en parallèle avec des résultats céphalométriques attestant de l'ouverture de la suture médiopalatine et de l'augmentation de la distance bi-nasale passant de 24,91 à 26,21 mm après expansion.

L'auteur conclu donc que si les effets sur les os de l'expansion sont effective, il y a en revanche une compensation muqueuse à l'expansion par un œdème qui rend sa réponse moins évidente que l'osseuse.

Il serait alors intéressant de confronter ces résultats avec ceux obtenus avec une expansion lente (type quadhelix) pour déterminer si la muqueuse réagit mieux à l'expansion.

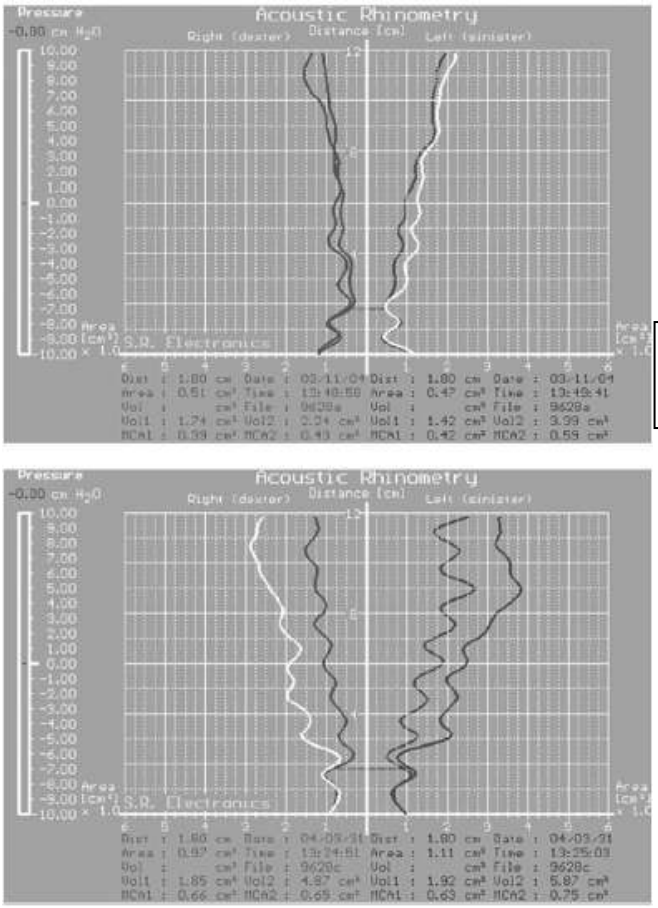
Par ailleurs on peut noter que Enoki effectue son dernier relevé 90 jours seulement après la fin de l'expansion et qu'il eu été bon de réévaluer la muqueuse 6 mois plus tard afin de déterminer si la muqueuse finit par s'adapter à la réponse osseuse.

On peut également penser que l'expansion obtenue par l'auteur a produit une augmentation des cavités transverses nasales dans une fourchette basse (+1,3 min) quand certains auteurs comme Bascifti et al (6) constatent des augmentations du diamètre transverse des cavités nasales bien plus importantes (+3,47 min). Ceci pourrait expliquer, en partie, dans le cas présenté par Carla Enoki le peu de répercussions de l'expansion sur les tissus mous du fait de la faible expansion osseuse.

En revanche Bicakci et al (8) réalise la même expérience mais avec l'adjonction de décongestionnant en goutte pour diminuer l'effet de la production de mucus au niveau antéro-

inférieur des cornets. Ceci est recommandé selon lui pour suivre au plus près les mouvements osseux. Et de fait ses résultats sont sans appels puisque sur deux groupes l'un avant le pic de croissance et l'autre après le pic de croissance, il observe une augmentation de la MCA (minimal cross section) de 0,34cm² et 0,19cm² respectivement et une amélioration de la résistance (non chiffrée).
On peut alors se demander si l'adjonction de ce décongestionnant n'est au final qu'un leurre cachant la réalité d'une muqueuse œdématiée par un traitement peut être trop rapide ou par une rhinite allergique.
En tout état de cause il semble difficile de tirer une conclusion sur une étude comme celle ci qui risque de n'apporter qu'une partie de la réponse, celle osseuse.

Compadretti et al (15) qui tente de répondre à cette question en utilisant des mesures à la fois avec et sans vasoconstricteur montre quant à lui des résultats qu'il qualifie de décevans puisqu'il observe une augmentation de la valeur de la section minimum (quantifié également par rhinométrie acoustique) sans adjonction de goutte de seulement 0.08 cm² et 0.12 cm² avec vasoconstricteur. L'auteur propose que la raison de cette faible augmentation tien au fait de la mesure par rhinométrie acoustique qui détecte mal les variations inférieures à 3 min de la valve. Puisqu'il y a la certitude d'une ouverture médiopalatine attestée par les radiographies de face où on constate une augmentation du diamètre transverse de l'orifice piriforme de +2.2cm. Ce diamètre transverse présente également une plus grande homogénéité des résultats (c'est à dire un écart type plus faible de la largeur binasale) après expansion par rapport au début du traitement sur l'ensemble des sujets traités. D'autre part on remarquera que cette étude est réalisée sur un échantillon de 14 patients seulement.



Avant traitement
Avec et sans vasoconstricteur

Apres traitement
Avec et sans vasoconstricteur

Tracé rhinométrique d'un patient de l'étude de Compadretti et al. (15)

L'exemple du tracé proposé par Compadretti et al d'un patient est assez révélateur. Cela converge vers l'idée d'une action expansive au niveau de la valve, avec une action au niveau osseux plus importante qu'au niveau muqueux comme l'adjonction de vasoconstricteur le fait remarquer par des courbes bien distinctes et non parallèles.

Pour autant d'autres auteurs comme Oliveira (53) qui réalise son étude sans vasoconstricteur sur un échantillon de personne de 12 ans d'âge en moyenne constate une augmentation de 21,5% entre le début de l'expansion et la fin de la rétention de la MCA. De plus les résultats obtenus à T3 restent stables par rapport à T2.

Néanmoins on peut relever comme dans le cas de Warren décrit plus haut, que les enfants avaient une section minimum inférieure de 32.5% à la moyenne des groupes du même âge, et après l'expansion ils avaient une section dans la moyenne mais dans la fourchette basse. Oliveira conclut donc que l'expansion se trouve particulièrement utile pour traiter les sections minimums dans les cas de sujets débutant le traitement avec une section en dessous de la norme pour la normaliser de façon durable et stable.

233) sur le volume

F A Bascifti (6) se sont intéressés aux conséquences nasales de l'expansion réalisée chez l'enfant et l'adulte (qui bénéficient pour ces derniers d'une expansion assistée par chirurgie). Les conséquences volumétriques sont mesurées par l'utilisation d'un Placom type digital planimeter qui permet d'observer le ratio de la surface nasale sur la surface pharyngienne par lecture d'une téléradiographie de profil. Ce système permettant d'éviter d'exposer des patients à de fortes doses d'irradiation comme avec l'utilisation de TDM. L'auteur constate alors que le volume ventilatoire augmente après expansion (rapide chez l'enfant ou rapide et accompagnée de chirurgie chez l'adulte) et que le ratio augmente également.
Ces résultats suggèrent que les voies ventilatoires s'ouvrent et que le processus ventilatoire est soulagé par l'augmentation dans les deux groupes (enfant et adulte) du ratio de 12%. Cependant l'auteur utilise ici une lecture sur téléradiographie de profil qu'il traite par informatique pour estimer le volume des voies aérifères. On peut déplorer que ceci ne reste jamais rien d'autre qu'un calcul informatique qui demande une autre étude par résonance magnétique par exemple pour évaluer de façon plus rigoureuse cette augmentation comme le fait H Babacan (5).
H Babacan relève une augmentation du volume général des cavités nasales que ce soit sans vasoconstricteur (+13.80%) ou avec (+15.16%).
Cependant, G. C. Compadretti (15) constate bien effectivement une augmentation du volume des cavités nasales dans des conditions basales ou sous l'influence de vasoconstricteur. Néanmoins ses résultats restent, dans des conditions normales sans adjonction de goutte, relativement faibles (+0.356 cm3) ce qui correspond à ses valeurs retrouvées également faibles au niveau de la valve. En revanche lorsque Compadretti utilise des vasoconstricteurs on retrouve une augmentation plus importante de 1.32 cm3 qui laisse supposer de la bonne action orthopédique. Les radiographies de face attestent de la bonne ouverture osseuse (+ 2.2cm de la distance binasale) et mettent en relief, comme d'autres études, la différence entre la réponse osseuse et la réponse muqueuse lors de l'expansion rapide.

L'étude d'Oliveira (53) montre une augmentation du volume des cavités nasales relativement importante entre le début du traitement et la période de fin de rétention de 17.5% dans des conditions basales. De plus la période de rétention n'a pas permis de mettre en évidence une récidive. Mais plus étonnant, l'auteur constate qu'entre la dépose de la contention et 11 mois

plus tard une augmentation des cavités nasales s'est produite faisant passer le volume de 9.19cm3 à 10.65 cm3. On regrettera que l'auteur ne cherche pas à expliquer ce phénomène (expliquant le manque de données comparatives dans la littérature d'étude à long terme) puisque la croissance sur une telle période n'est pas suffisante à une telle augmentation.
En tout état de cause son étude montre la stabilité des résultats obtenus chez l'enfant subissant une expansion rapide. Ces résultats pourrait aller dans le sens d'un rôle encore actif de la suture une fois sa réparation tissulaire réalisée, mais cela reste à vérifier.

Ces résultats sont cohérents avec une autre étude de J.R. Palaisa (54) qui étudie à chaque stade l'effet de l'expansion sur le volume des cavités nasales et constate par tomographie une augmentation de t1 à t2 (fin de l'expansion active) de 10.7% et jusqu'à t3 (3 mois de rétention) de 27.8%. Il apparaît donc comme le soulignait Oliveira qu'il n'y a pas de récidive pendant les trois mois qui suivent le traitement actif, mais plutôt une augmentation significative du volume durant cette période.
Elle retrouve une augmentation très significative de toutes les sections de la cavité nasale étudiées. Une exception faite du milieu de la cavité droite qui ne montre pas d'augmentation de volume du pré-traitement jusqu'à l'arrêt du traitement actif. En revanche ce milieu de la cavité droite pendant la période de contention est ramenée à une augmentation proche des autres sections.
Cette étude permet donc de mettre en avant la variabilité de réponse qu'on peut trouver au niveau des cavités nasales au cours du traitement (par l'impossibilité d'augmenter le volume de la cavité médiane nasale droite pendant le traitement actif).

234) sensation subjective

Doruk (25) s'intéresse parallèlement à une évolution clinique mesurée objectivement (de la décroissance de la résistance nasale au cours de l'expansion par rhinométrie acoustique) à la sensation subjective des patients sur leur amélioration de leur condition de ventilation. Sur un total de 22 patients, 13 déclarent ressentir une amélioration de leur perméabilité nasale contre 9 qui ne ressentent pas de différence.
L'expansion représente donc pour 59% des patients (chiffre à appréhender avec prudence au vu du faible échantillon) un bénéfice directement mesurable et appréciable.

Des chiffres à peu près identiques sont retrouvés par Oliveira (53), puisque 61.3% des patients répondent positivement au questionnaire enquêtant sur la sensation d'amélioration de la ventilation nasale. En revanche elle tente de mettre en évidence une corrélation entre cette sensation d'amélioration avec des moments clés de l'expansion et ne parvient pas à cela tant la variabilité de la réponse est grande.
Oliveira (53) conclut donc sur l'impossibilité de prédire ce que seront les sensations subjectives des patients même quand on peut constater objectivement des changements anatomiques achevés.

24) Expansion et inter individualité

L'ensemble des auteurs montrent qu'en général l'expansion maxillaire entraîne une diminution de la résistance nasale mais qu'il n'y a cependant pas de réponse uniforme des sujets. On retrouve en réalité une grande interindividualité des résultats avec un pourcentage variant selon les auteurs (Warren (77), Hartgerink(35)) mais aux alentours de 30% de cas ne présentant pas de différence entre avant et après expansion.
Les études inclues généralement des patients ayant des résistances nasales allant de valeur normale à critique pour une bonne ventilation nasale puisqu'ils sont généralement choisis dans le cadre d'une thérapeutique dentaire visant à corriger des endoalvéolies maxillaires et sont rarement choisis en fonction de leur résistance nasale. Par conséquent on retrouve des patients ne montrant pas de différence entre l'avant et l'après expansion puisqu'ils ne nécessitaient pas forcément de diminuer leur résistance nasale or Hartgerink (35) a démontré que l'expansion maxillaire agissait de façon significative sur des patients présentant une résistance nasale élevée d'étiologie antérieure.
Pour Enoki, les 30% en moyenne de cas ne répondant pas à l'expansion sur le plan d'une diminution des résistances nasales peuvent être liés à une compensation partielle de la muqueuse à l'ouverture osseuse par un œdème ou à des effets provoqués par les tissus mous de la cavité nasale incluant l'alternance des cycles muqueux, des polypes , d'hyperplasie muqueuse , de rhinite allergique, d'infection...Une nasopharyngoscopie devrait être pratiquée de façon routinière dans le cas d'enfants présentant des difficultés respiratoires supérieures pour permettre d'identifier des cas d'obstruction au niveau nasale, naso-pharynx, larynx et également permettre une évaluation dynamique de la fonction ventilatoire. Par ailleurs l'instrumentation de mesure trouve aussi ses limites comme la rhinométrie acoustique qui a une marge d'erreur inhérente à toute mesure de 5%. On relèvera également que l'ensemble

des auteurs utilise très rarement le même protocole, les mêmes expanders, par conséquent il est difficile de déterminer exactement le pourcentage d'expansion qui restera sans effets (Enoki et al (27), G C Compadretti et al (15)…).

Pour Wertz (80) l'explication traditionnelle de l'influence de l'expansion sur la résistance nasale tient au fait de l'éloignement latéral des murs de la cavité nasale s'opérant parallèlement à l'expansion des blocs alvéolo-dentaires. En augmentant la distance entre les murs latéraux et le septum nasal cela pourrait diminuer la résistance nasale en augmentant la section minimum facilitant le passage gazeux. Il démontre que le meilleur effet de l'expansion se trouve au niveau le plus antéro-inférieur, par conséquent il assure qu'une amélioration de la résistance nasale ne pourrait être obtenue avec une expansion si le problème initial se trouve être postérieur.

Ainsi pour Hartgerink (34,35) on pourrait envisager l'effet de l'expansion sur la perméabilité nasale avant le début du traitement en utilisant des tubes de dilatation de la valve afin de déterminer si la thérapeutique expansive trouvera une utilité ventilatoire. Ceci exclurait un certain nombre de patients pris en compte dans les statistiques dont l'évolution, vers une décroissance de leur résistance nasale grâce à l'expansion, est peu probable.

Enfin pour Compadretti et al (15), on peut également relever l'aspect comportemental de la ventilation, ainsi un nombre significatif de patients présentant des cavités ventilatoires adéquates et ventilant sur un mode buccal renseigne sur l'importance de l'enseignement dans le traitement de la ventilation buccale.

25) Evaluation des muqueuses et quel traitement pour qui ?

Il est important au début d'un traitement de bien diagnostiquer à quel niveau se localise l'obstruction contribuant à augmenter la résistance nasale.

On peut par exemple comme le préconise Hartgerink (35) utiliser des tubes visant à augmenter le diamètre de la valve nasale et alors si la résistance diminue on peut penser que le problème se trouve être au niveau antérieur.

De plus si l'utilisation d'un vasoconstricteur fait diminuer la résistance nasale de façon importante, alors on peut penser que l'obstruction vient d'une inflammation de la muqueuse nasale dans la partie antérieure des voies aérifères supérieures. Si cliniquement indiqué, une

cornectomie partielle, septoplastie, ou une thérapie antiallergique peut être mise en place pour réduire la résistance chez certaines personnes.

Néanmoins de telles procédures n'auraient pas d'intérêt pour des patients avec une constriction maximale localisée au niveau de la valve.

L'adénoïdectomie tant appréciée dans les années 80 ne serait pas bénéfique à ces patients présentant une constriction antérieure au niveau de la valve ou au niveau de la cavité nasale. Les végétations sont responsables de l'augmentation de la résistance à la ventilation au niveau de la région postérieure, mais ne contribuent pas à augmenter la résistance nasale antérieurement. Cependant, si la résistance est très élevée et non affectée par le placement d'un tube élargissant la valve ainsi que par l'utilisation d'un vasoconstricteur, une obstruction pourrait se trouver postérieurement dans le naso-pharynx. Dans de tel cas une chirurgie des végétations adénoïdiennes hypertrophiques pourrait trouver un sens clinique pour diminuer la résistance.

26) Action naturelle de la croissance sur la RN

On retrouve naturellement une décroissance de la résistance nasale à l'écoulement avec la croissance. Celle ci s'évalue approximativement à 0,1 cm H^2O/L/sec/an selon plusieurs auteurs (Principato and Wolf, 1985 ou Melsen 1975).

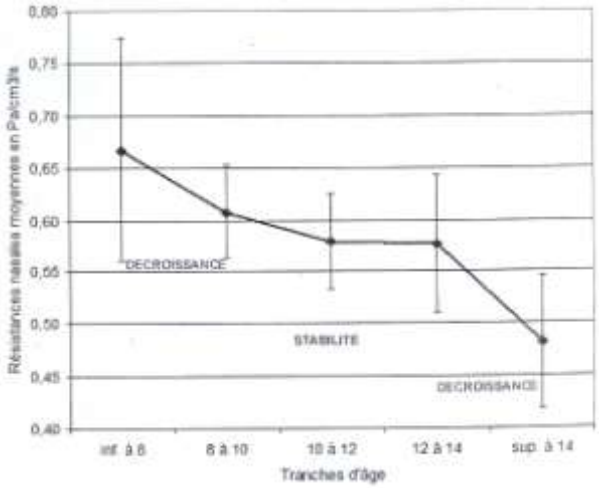
Melsen a démontré qu'il y a une résorption interne des os de la cavité nasale qui s'opère jusqu'à 15 ans.

Ainsi la croissance aurait un effet minime mais présent et positif sur la résistance nasale concomitamment à l'augmentation de la largeur et de l'aire des cavités nasales.

De plus, l'atrophie des tissus lymphoïdes durant la croissance et le développement est également avancée pour contribuer à la croissance de la résistance nasale (Massler and Zwemmer, 1953)

Deniaud (21) a montré sur un échantillon très large (875 patients) que la décroissance de la résistance nasale correspondait à des périodes d'intenses phénomènes de dentition, lesquels sont directement en rapport géométrique avec les fosses nasales. En effet l'étude montre une décroissance forte de 6 à 8 ans et après 14 ans, alors qu'elle est plus faible pour les 8 à 10 ans et d'avantage encore pour les 10 à 12 ans. L'auteur émet donc l'hypothèse que la perte du contenu dentaire au niveau des incisives permanentes du prémaxillaire au moment de l'éruption (ne laissant place qu'aux racines de diamètre plus faible) entraîne une perte de

volume du prémaxillaire par la relation de contenant contenu. Ainsi le diamètre transversal de l'orifice piriforme se retrouve sans aucun doute affecté par ce changement temporaire jusqu'à ce que la croissance en compense les effets. Cette hypothèse est d'autant plus crédible pour l'auteur que l'agénésie d'une incisive centrale maxillaire et l'étroitesse de la fosse nasale homolatérale sont souvent concomitantes



Variation des résistances nasale totales avec l'âge. D'après Deniaud

27) Nécessité d'intervenir avant le pic de croissance

Pour Basciftci (6), un des facteurs le plus souvent retenu comme facteur limitant l'effet de l'expansion maxillaire sur la dimension transversale des cavités nasales est l'âge. La maturation osseuse évoluant vers une plus grande rigidité et la capacité d'adaptation suturale diminuant, l'expansion ne trouvera pas d'effet orthopédique et agirait qu'au niveau de l'étage alvéolaire.

Il est alors important de savoir quelles sont les conséquences réelles du pic de croissance sur la possibilité d'intervenir orthopédiquement sur les cavités nasales.

Dans une pratique quotidienne de l'orthodontie, il faut savoir évaluer l'age osseux des patients. En effet celui ci peut être quelques fois bien différent de l'age civil. Il existe plusieurs techniques permettant de l'évaluer, classiquement la radio des poignets mais aussi celle des vertèbres cervicales qui ont le mérite de pouvoir être observées sur une téléradiographie de profil (utilisée quotidiennement en ODF).

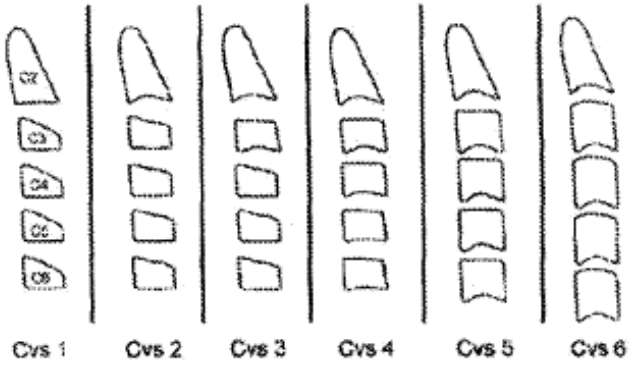


Figure tirée de l'article de Bicakci (8)

La maturation vertébrale cervicale se lie en 6 étapes :

Etape 1 : tous les bords inférieurs des corps vertébraux sont droits. Les bords supérieurs sont très effilés de postérieur à antérieur.

Etape 2 : une concavité inférieure apparaît sur la deuxième vertèbre. Les bords antérieurs commencent à prendre de la hauteur.

Etape 3 : une concavité se développe sur la troisième vertèbre. Les autres bords inférieurs sont toujours droits.

Etape 4 : tous les corps vertébraux prennent une forme rectangulaire. La concavité inférieure de la troisième vertèbre a augmenté et une concavité se développe sur la quatrième. Les concavités des cinquième et sixième vertèbres commencent juste.

Etape 5 : les corps sont presque carrés, l'espace intervertébrale se réduit. La concavité est bien définie sur les 6 premières vertèbres.

Etape 6 : tous les corps vertébraux ont crû verticalement et sont désormais plus hauts que larges. Les concavités sont profondes.

Lamparski (cité par Doruk(26)) qui a établit ces étapes décrit que le pic de croissance se situe au niveau de l'étape 4. Par conséquent les étapes de 1à 3 sont avant le pic de puberté.

Ainsi Bicakci (8) réalise une étude dans laquelle il compare l'action de l'expansion que sur la valve nasale entre deux groupes, l'un n'ayant pas atteint le pic de puberté et l'autre l'ayant dépassé ou en cours avec des âges moyens respectifs de 11,7 ans et 14,1 ans. Il remarque alors que les deux groupes présentent une augmentation de l'aire de la valve de t1 a t2 de 20% pour le groupe le plus jeune et de 16% pour le plus vieux. On constate donc un véritable effet orthopédique sur la valve, juste après la thérapeutique, avant comme après le pic pubertaire. En revanche l'étude montre une rechute plus importante chez le groupe le plus âgé qui à la fin

de la période de contention présente une augmentation de la valve de 8% contre 18% pour le groupe traité avant le pic de croissance. Par ailleurs il faut prendre en compte l'augmentation de la valve liée aux effets de la croissance dans le cas du groupe prépubertaire.

De ses résultats l'auteur conclut sur la bonne efficacité du traitement expansif maxillaire pour la correction de résistance nasale antérieure chez des patients ayant même dépassés le pic pubertaire.

Baydas et al (7) réalisent une étude scintigraphique sur les conséquences orthopédiques sur le maxillaire d'une expansion rapide menée chez le *jeune adulte*.

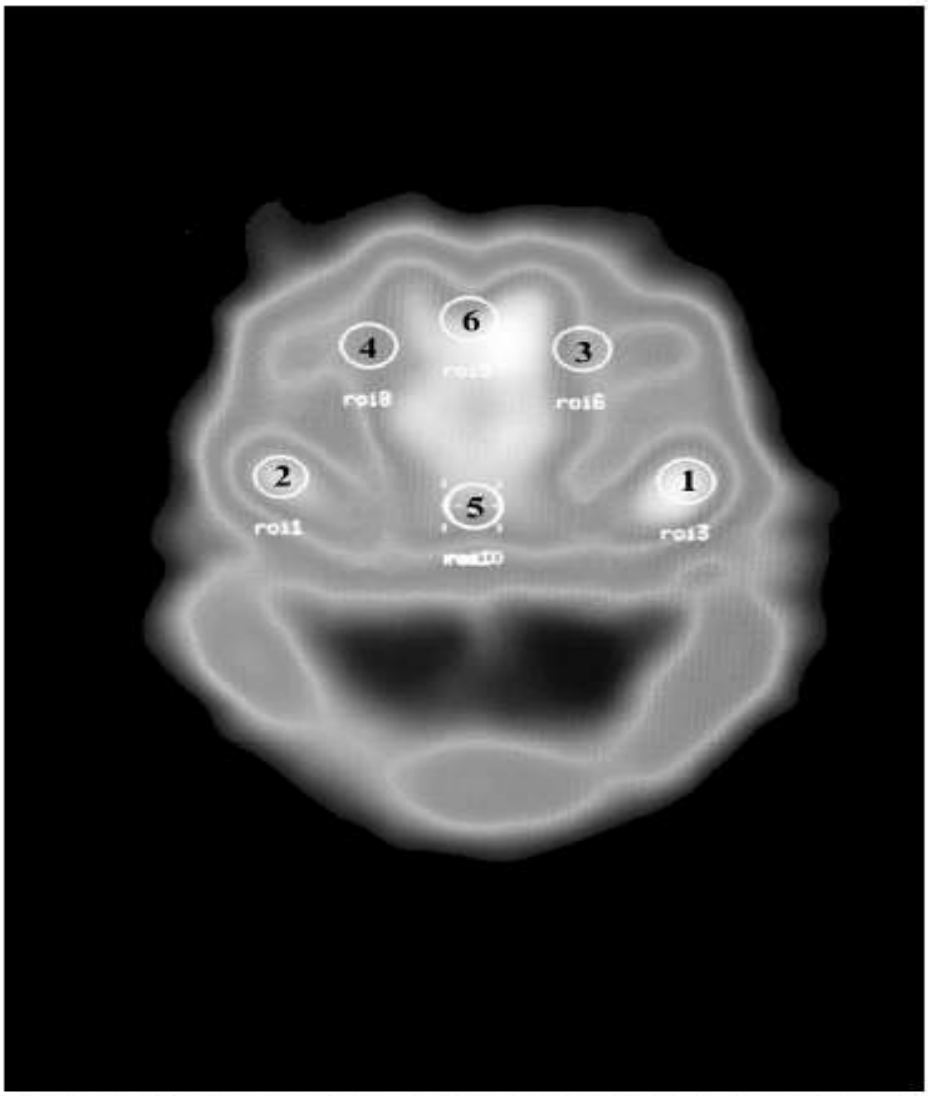


Figure 1. The regions of interest examined on transaxial slice: (1) sphenosquamous suture region (right), (2) sphenosquamous suture region (left), (3) zygomaticomaxillary suture region (right), (4) zygomaticomaxillary suture region (left), (5) sphenooccipital synchondrosis region, and (6) midpalatal suture region.

Scintigraphie transversale lors de l'expansion d'après Baydas (7)

Les résultats obtenus montrent une augmentation de l'activité métabolique dans toute les régions jusqu'à l'ouverture de la suture médiopalatine (t1-t2). C'est au niveau de la suture

médiopalatine et des aires maxillaires droites et gauches que l'on retrouve une activité métabolique la plus intense au cours de l'expansion. Cependant les changements de l'activité métabolique sont modestes lorsqu'on s'éloigne de la suture médiopalatine. Tout de suite après l'ouverture de la suture, il y a une activité décroissante importante (t2-t3). Pour autant, après le traitement actif, l'activité métabolique reste statistiquement supérieure aux premières données. Par conséquent l'auteur assure que l'augmentation de l'activité au niveau de la suture médiopalatine et de la région maxillaire correspond à la formation de nouvel os. Il conclut donc que la RME est une alternative tout à fait crédible face à la chirurgie sur des patients jeunes (ici 18 ans) pour la correction de déficience transverse maxillaire.

Un avis non partagé par d'autres auteurs comme Holberg et al (36) qui constatent effectivement un stress modéré sur la base crânienne d'un enfant au cours de l'expansion, excluant très probablement toute complication au niveau des foramens. En revanche la situation est très différente selon Holberg chez l'adulte. Du fait de la réduction de l'élasticité des structures osseuses, un stress considérable se produit au niveau des processus ptérygoïdes, spécialement dans l'aire des foramens ronds, des foramens ovales, et des fissures orbitaires supérieures. Ces forces appliquées sur les foramens risquent d'entraîner des micros fractures dommageables pour l'intégrité de la structure nerveuse et vasculaire des éléments passant au travers. Pour cette raison l'auteur préconise la section chirurgicale de la connexion ptérygo-maxillaire pour une expansion chez (le jeune) adulte.

F. A. Basciftci (6) réalise également une étude sur l'influence de l'expansion sur les dimensions nasales, mais contrairement a Bicakci ou Baydas, il suit le principe qu'on ne peut ouvrir la suture palatine adulte. Par conséquent il présente deux groupes, l'un étant âgé de 11 ans sur qui une expansion rapide est faite, et un autre de 18 ans. Le groupe de 18 ans reçoit une thérapeutique d'expansion pendant une semaine. Si au bout de cette semaine il n'y a pas d'ouverture de la suture alors une chirurgie type « Lefort 1 modifiée » est pratiquée et 7 jours après l'intervention les forces d'expansion sont mises en oeuvre.

L'auteur note pour sa part une augmentation du volume des aires ventilatoires par un ratio (air respiratoire /air nasopharyngé) de 12 % chez les deux groupes. Il conclut que l'expansion seule ou accompagnée d'une aide chirurgicale était effective pour des patients présentant des problèmes respiratoires et des déficiences transversales maxillaires. Cependant, et il termine, la localisation étiologique et les facteurs de cette gêne doivent être considérés.

28) Action similaire sur les différentes cavités droite et gauche ? Antérieure et postérieure ?

Dans une étude menée par Deniaud (21) sur 234 enfants, 171, soit 71% des patients présentaient une dissymétrie au niveau des résistances nasales. Or cette asymétrie ne peut être expliquée que par le cycle nasal. En effet seul 33 cas ont présentés une inversion complète de la prédominance de l'obstruction. Ainsi, l'échantillon étudié montre une fréquence très élevée des anomalies morphologiques non symétriques à hauteur des fosses nasales dans la population orthodontique.

De fait l'action de l'expansion produit un effet qu'on peut supposer identique sur le maxillaire gauche ou droit du fait de la pression qui peut être symbolisée par des vecteurs de force identiques prenant leur origine au niveau de la suture et perpendiculaires à celle ci.

Pourtant J.R.Palaisa (54) qui réalise une étude tomodensitométrique sur 23 personnes montre la variabilité de réponse entre les deux cavités droite et gauche. Ainsi elle constate une augmentation de volume dans la cavité antérieure droite de 39.6%, de 37.7% au milieu et postérieurement de 36.6%, cela tend à confirmer une ouverture pyramidale avec une base antérieure. Pour autant au niveau de la cavité gauche l'augmentation antérieure est de 32.5%, 35.7% au milieu et 32.9% postérieurement, ce qui montre ici une ouverture plutôt parallèle. D'autre part on voit que l'augmentation, bien que très proche, n'est pas identique quand on compare les zones antérieures, médianes ou postérieures entre la gauche et la droite.

Enfin elle trouve des résultats d'une augmentation de section moyenne de 3.31 cm² à droite et de 3.67 cm² à gauche.

Ces résultats sont confirmés par ceux de Compadretti (15) qui voit une différence d'augmentation de volume à droite de 0.131cm3 et à gauche de 0.225cm3.

On constate donc que les cavités nasales ne réagissent pas exactement de la même façon. Néanmoins ces résultats bien que non symétriques sont dans de très nombreux cas non significatifs.

D'autre part Deniaud relève ,après expansion maxillaire, une amélioration de la perméabilité nasale dans plus de deux tiers des cas principalement au niveau de la fosse nasale la plus affectée en début de traitement.

29) La rechute

Delaire (19) décrit des récidives du complexe maxillaire (dents, procès alvéolaires, os maxillaires, et structures péri-maxillaires) se développant du fait de sa tendance à retourner à sa position originelle de pré-traitement.
Ceci provenant des forces résiduelles entre les articulations et le complexe cranio-facial, la tension produite par la muqueuse palatine, le déséquilibre entre les pressions buccale et linguale tous ceci encourageant un retour en position pré-traitement des deux moitiés palatines.

Pour O Sorel (61) la phase de rétention est cruciale pour l'établissement de nouveaux tissus dans la position nouvellement élargie du maxillaire. L'utilisation passive d'une force après le traitement va non seulement stabiliser le complexe maxillaire mais aussi faciliter le repositionnement lingual.
Dans le cas d'expansion lente on pourra retirer le quadhelix après que les bras antérieurs ai été en contact durant 3 mois minimum, ici la notion de rétention est différente de celle de l'expansion rapide puisque l'on considère que le traitement se faisant sur 6 mois la matrice osseuse a le temps de se former au niveau sutural.
En revanche avec la RME, le système est laissé en place de façon passive en bloquant le vérin central de diverses façons pendant une durée moyenne selon les auteurs de 90 jours.
Krebs (1964) a noté une décroissance de 10 a 15 % durant les premiers mois suivant le traitement, ce qui amène certains à réaliser une surcorrection de 2 à 4 min de la bonne distance intermolaire afin de pallier à l'effet récidive. Toutefois cette surcorrection n'est jamais utilisée dans un cadre fonctionnel ventilatoire mais uniquement dans le cadre dentaire.
Le changement de pression exercé par la langue, les joues et les lèvres après l'expansion joue aussi un rôle important dans la rétention. Talmant (65) rapporte que les joues et les lèvres s'adaptent à la nouvelle position anatomique du maxillaire à la fin du troisième mois alors que le la langue met plus de temps à s'adapter. Ainsi une rétention de trois minimums est utile pour permettre une adaptation de l'enveloppe faciale.
Baydas (7) démontre que malgré une suture recalcifiée et radiologiquement normale après 3 mois d'expansion, la suture mipalatine présente toujours un niveau d'hyperactivité cellulaire observée par scintigraphie et bien au delà des 3 mois.

Très peu d'études ont été réalisées pour évaluer la récidive au niveau des cavités nasales. La plupart des études se contentent d'observer l'évolution de la fin du traitement à la fin de la rétention. Ainsi pour l'ensemble de ces études on ne note pas de différence significative de décroissance au niveau nasale. L'étude d'Oliveira (53) est réalisée sur une durée allant jusqu'à 403 jours après la fin du traitement. L'auteur remarque qu'il n'y a pas de rechute au niveau du volume gagné et note même une amélioration non significative qu'elle attribue à la croissance.
Pour certains auteurs comme Talmant ou Petit, la taille de l'élargissement des cavités nasales est permanente qu'une fois le mode ventilatoire établi.

3) Accompagnement de la thérapie par une rééducation

Pour Martinot Randoux (49), la respiration nasale peut trouver une automatisation par différentes approches: soit une démarche volontaire, soit une démarche plus spontanée. La praxie nasale s'installera alors plus largement dans le geste respiratoire grâce à des exercices respiratoires. Une stimulation à la conscience de cette région est primordiale avant toute activité. La rééducation passe d'abord par l'hygiène nasale (mouchage) ou le nettoyage du nez. C'est la première stimulation proprioceptive positive que l'enfant peut acquérir: la sensation d'espace disponible.

Talmant explique la nécessité d'activités ludiques, répétitives, centrées sur l'odorat, sur les sensations diverses qu'offre ce sens, pour obtenir une connaissance concrète de cette région et par là, favoriser l'automatisation de la fonction ventilatoire au travers des voies nasales. C'est l'adaptation du discours à l'âge de l'enfant et le caractère attractif des actions consacrées à ce réflexe qui renforceront la motivation à l'installation de la nouvelle fonction.

Une action sur le tonus postural modifie les rapports d'équilibre préalablement établis. L'ajustement postural de l'enfant respirateur buccal s'effectue au détriment du libre jeu de la mobilité thoraco-abdominale et fréquemment aux dépens du degré optimal de cambrure cervicale.

Pour Martinot Randoux des exercices de détente corporelle appropriés à son âge, l'enfant, placé en décubitus dorsal va opérer peu à peu une détente musculaire du dos. Il libère ainsi la possibilité d'une respiration plus abdominale et permet l'installation mécanique d'une détente cervicale. L'équilibre mandibulaire s'harmonise et on voit très souvent s'installer spontanément une fermeture buccale et une respiration plus nasale. Il suffit alors d'amener la conscience de cette position adaptée et d'exploiter ensuite volontairement l'adoption de ce mécanisme. En favorisant la détente de la paroi pharyngée, l'espace pharyngé s'agrandit, des manœuvres mécaniques de tapotements péri-sinusaux favorisent un drainage muqueux, ouvrant ainsi l'espace nasal. Il faut remarquer que cette approche tout à fait spécifique nécessite une formation du logopède aux techniques de relaxation chez l'enfant.

4) Bénéfices conséquents à l'action d'expansion sur le maxillaire

41) Expansion, ventilation et posture céphalique

Mac Guinness (50) explique que la relation entre le mode ventilatoire et la position de la tête par rapport à la vraie verticale et la verticale faite par la colonne verticale a été l'objet de nombreuses études le siècle dernier. La ventilation est essentielle à la vie, permanente, continue, de ce fait il a été postulé que son influence dans le processus de croissance et de développement de la face est très importante.

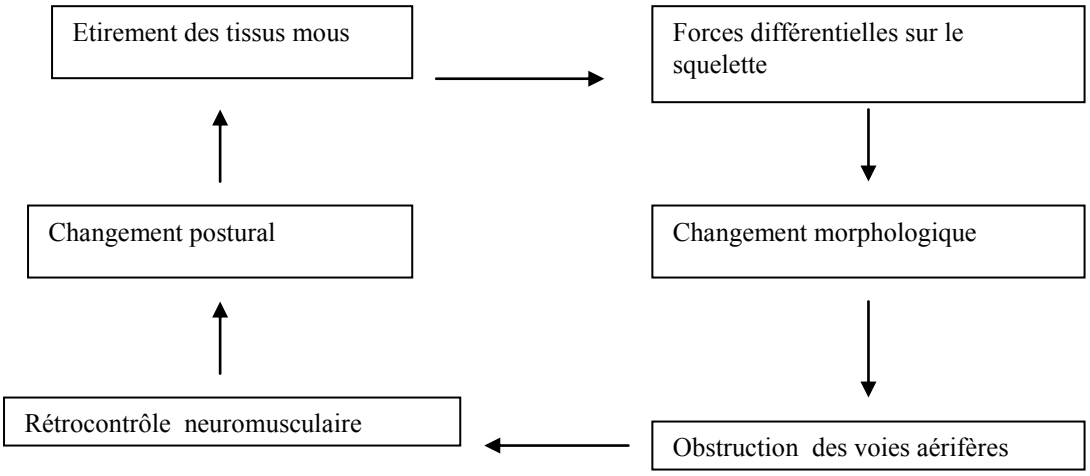
Slow en 1977 (cité par Mac Guinness) définit la position naturelle de la tête comme la relation de la tête avec la verticale vraie, alors qu'il définit la posture naturelle de la tête comme la relation entre la tête et la colonne cervicale. Il pense que la posture de la tête serait d'avantage liée à la fonction ventilatoire qu'aux forces gravidiques.

Cette relation a été étudiée par de nombreux auteurs comme Linder Aronson (cité par Tecco (70)) qui observe une réduction de deux degrés au niveau de l'angulation cranio-cervicale deux mois après avoir réalisé une adénoïdectomie chez des enfants souffrant d'hypertrophie de la glande. Enfin la différence d'angulation entre l'enfant « pathologique » et les « sains » disparaît alors totalement.

Talmant (68) propose une explication de ce phénomène géométriquement par 2 points : le premier est que l'extension de la tête va permettre une augmentation de la section du

pharynx, de sa largeur et de sa profondeur. Le deuxième point est l'inverse du premier, en partie, c'est à dire que la flexion de la tête entraîne une diminution de ces distances particulièrement celle de la largeur.

Les conséquences de cela entraînent une interaction entre morphologie et fonction représentées par un tableau décrit par Kreiborg en 1977 (cité par mac Guinness (50))



Comme il en a été l'objet dans les précédents paragraphes, l'expansion maxillaire permet dans de nombreux cas une augmentation de la section minimum, et un passage d'une ventilation orale à nasale.

Seulement très peu d'études dans la littérature ont enquêtées sur l'action directe entre l'expansion maxillaire et l'angulation céphalique. Ainsi Mc Guinness trouve, un an après l'expansion, une réduction de l'angulation entre la position céphalique par rapport à la verticale vraie de 3.14° et entre la posture céphalique et la colonne de 2.55°. L'auteur conclut alors qu'en permettant la relaxation des tissus mous (tendus jusqu'à présent) grâce à l'expansion, cela permettrait aux patients souffrants d'une dimension verticale plus élevée, en changeant leur mode ventilatoire, d'avoir une croissance faciale qui se normalise.

Ces résultats sont également confortés par les travaux de Simona Tecco(70) qui trouve en fin d'étude une réduction de 3.19° de l'angulation. Elle conclut, elle aussi, à l'efficience de l'expansion maxillaire dans la correction de l'extension céphalique.

Ces résultats mettent indirectement en avant l'action bénéfique de l'expansion sur la perméabilité des voies nasales. Au même titre que l'adjonction de décongestionnant sur la muqueuse nasale d'un patient souffrant d'allergie entraîne une diminution de l'extension de la tête (expérience de Vig et al (1980) cité par Mc Guinness)

42) Apnée du sommeil

Pour Pirelli (56) le dysmorphisme cranio-facial qui conduit au syndrome d'apnée obstructive du sommeil (SAOS) peut entraîner un retard de croissance de la mandibule. Ce retard produit une rétro position mandibulaire communément retrouvée chez les patients souffrant de SAOS. La retro position de la mandibule est également associée à une implantation postérieure de la langue. Ces dysmorphoses constrient les voies aérifères supérieures, prédisposant à leur collapsus et au développement de SAOS. Une autre dysmorphose communément retrouvée chez ces patients est la hauteur de l'arche formée par le palais.

Villa (75) explique que dans des conditions physiologiques, l'importance de la résistance nasale compte pour 50% des résistances totales; l'obstruction nasale en rapport avec des causes anatomo-structurales ou fonctionnelles est un facteur important de SAOS. La réduction de la résistance nasale peut être un objectif de l'expansion maxillaire. En élargissant l'arc palatin, et en augmentant le volume des cavités nasales, l'expansion permettrait une désobstruction des voies pharyngées par repositionnement de la langue et une amélioration conséquente du mouvement de déglutition. De même l'importance adénoïdienne par l'augmentation du volume de l'espace pharyngé entraîne une « relative » réduction des glandes dans l'espace.

Un traitement orthodontique avec une expansion maxillaire réduit donc dans beaucoup de cas les symptômes du SAOS. Comme l'atteste l'étude menée sous polysomnographe, Villa (75) montre que 71,4% des patients traités par expansion voient une régression de leurs symptômes et dans 78.5% l'index d'apnée hypopnée diminue.
Que ce soit pour Villa ou pour Pirelli, l'expansion est efficiente dans le traitement du SAOS dans le cas où il n'y a pas d'autres obstructions évidentes des voies aérifères chez l'enfant et l'adolescent. Ces auteurs suggèrent une évaluation minutieuse de la base squelettique du maxillaire, cause probable du SAOS et du ressort de l'expansion, où l'orthodontiste joue un rôle important dans l'approche pluridisciplinaire du traitement du SAOS

43)Expansion et surdité

Certains patients présentent des symptômes d'otites séreuses récurrentes, résistantes aux antibiotiques avec une surdité de conduction. Ces otites sont associées à une endognathie maxillaire avec une voûte palatine haute. Villano (76) et al ont étudiés si cette déficience transverse pouvait être à l'origine de ces troubles.

Un changement dans l'anatomie palatine entraîne une modification des rapports entres les muscles élévateurs du voile du palais et les os ou ils sont insérés.

Les muscles péristaphylins internes et externes sont des muscles qui permettent d'ouvrir ou fermer l'ostium pharyngien de la trompe d'Eustache et de nettoyer la sécrétion interne de mucus fait pour humidifier et lubrifier la trompe. Comme la voûte palatine est haute et que les dimensions transverses sont déficientes, ces muscles s'insèrent de façon étirés, hypofonctionnels et figés, obstruant l'évacuation du mucus. La masse de mucus et d'exsudat virulent conduit à des otites séreuses récurrentes en conséquence. Villano suggère qu'en restaurant l'anatomie palatine grâce à l'action de l'expansion, en augmentant les dimensions transversales, cela permettrait une insertion des muscles élévateurs du voile de prendre une insertion plus physiologique améliorant ainsi la fonctionnalité de l'ouverture/fermeture de la trompe via son ostium.

Ceylan et al (12) qui étudient la relation entre cette surdité de conduction et l'expansion trouve une amélioration de l'acuité auditive pendant le traitement, mais constate une rechute légère après la période rétention. Pirelli (56) obtient, sur 13 des 15 sujets de l'expérience, des résultats avec une audition en fin d'expansion normale alors que deux présentent que peu d'amélioration. Enfin Taspinar et al (69) évaluent ses effets sur une période de 2 ans sur 35 sujets, et constatent que l'expansion a eu un effet positif sur l'acuité auditive. En revanche à la fin de la période de rétention ils constatent comme Ceylan une rechute légère. Rechute non constatée par Villano (76) qui font de l'expansion une indication dans le cas de perte auditive par conduction associée à une constriction maxillaire.

Otoscopie avant et après le traitement par expansion de l'ostium de la trompe d'Eustache.
D'après Villano (76)

44) Expansion et énurésie

Le terme d'énurésie nocturne est utilisé pour les filles au dessus de 5 ans et pour les garçons au dessus de 6 ans qui mouillent leur lit plus de deux nuits par mois.

Usumez (73) rappelle que la plupart des investigations considèrent ce désordre comme multifactoriel impliquant des causes diverses : génétique, organique, de développement, et de facteurs psychosociaux. L'obstruction des voies aérifères supérieures comme facteur d'énurésie nocturne n'est pas une idée nouvelle, elle a été discutée de nombreuses années. Récemment, plusieurs publications rapportent une association entre l'énurésie et des problèmes de ventilation ou d'apnée du sommeil.

En effet Weider et al (cité par Kurol et al (38)) montrent de très bons résultats sur 115 sujets présentant une obstruction nasale et une énurésie nocturne. Ces patients ont tous alors subi une adénoïdectomie, et ont vu diminuer de 76% les cas d'énurésie nocturne. Tous les patients étaient des ventilateurs oraux nocturnes au début.

Kurol qui étudie l'effet direct de l'expansion sur les cas d'énurésie nocturne constate que 70% des enfants amélioraient leur trouble nocturne dès le premier mois. Aucune association n'a pu être trouvée réellement pour expliquer ce résultat. Un résultat comparable avec l'article d'Usumez qui trouve 72% de disparition des symptômes sur une période de 8 mois.

De même Timms (72) fait l'expérience sur 10 enfants, présentant une énurésie nocturne, de la baisse de leurs symptômes au cours de l'expansion maxillaire. En effet dans chacun des 10 cas présentés, les symptômes disparaissent en 2 mois. En revanche sur une période plus longue, la moitié des cas ont rapporté des mictions nocturnes de façon occasionnelle. Fait remarquable, un patient sur les dix était sujet aux rhinites allergiques saisonnières par le pollen ; six mois après la fin de ses symptômes d'énurésie, pendant 2 mois, il présenta une

rechute durant toute la période pollinifère due à sa muqueuse obstruant ses voies aérifères. Ce cas témoigne, s'il en est encore besoin, de l'implication directe de l'expansion maxillaire sur l'amélioration de la perméabilité nasale et de l'effet néfaste des rhinites allergiques sur le développement de l'enfant.

L'hypothèse commune à Usumez ou Kurol est l'augmentation et l'amélioration de la perméabilité et de la ventilation nasale lors du traitement par expansion entraînant une meilleure saturation sanguine, une meilleure qualité de sommeil et un réveil plus facile.

Néanmoins aucun de ces deux auteurs ne pose l'indication de l'expansion comme traitement de l'énurésie d'étiologie multifactorielle. En revanche cela a l'avantage de mettre en relief les bénéfices ventilatoires gagnés grâce à l'expansion.

45) Effets indésirables

Comme il a été décrit dans la partie du chapitre « nécessité d'intervenir avant le pic de croissance », le stress induit au niveau des structures osseuses dépend de la maturation osseuse et de son élasticité. Moins l'os est élastique plus le stress est important. Les forces sur un crâne juvénile reste modérées alors que sur un crâne adulte ces forces peuvent être à l'origine de micro-fractures.

La fracture crânienne décrite par Lanigan et Mintz dans la région du sphénoïde est plausible pour Holberg (36) du fait de sa localisation sur des centres de fortes résistances osseuses où le stress est le plus intense lors de l'expansion.

Holberg constate donc un stress très important lors de l'expansion, au niveau de la fissure orbitaire, du sulcus carotidien, au foramen rond, au foramen ovale, le trou déchiré, foramen épineux, toutes ces ouvertures à la base du crane au travers lesquels passent les nerfs et vaisseaux sanguins. Ces ouvertures sont donc des régions de vulnérabilité plus grande. Par conséquent, lorsqu'une expansion est menée, une attention toute particulière doit être portée à une possible hyperesthésie dans les régions desservies par les nerfs et vaisseaux de chaque foramen, ou un désordre de mobilité oculaire. Des désordres neurologiques temporaires et discrets peuvent refléter des micros fractures. Néanmoins une fracture de la base du crane comme celle décrite par Lanigan et Mintz chez les patients adultes lors d'une expansion maxillaire rapide doit être considérée comme un phénomène rare.

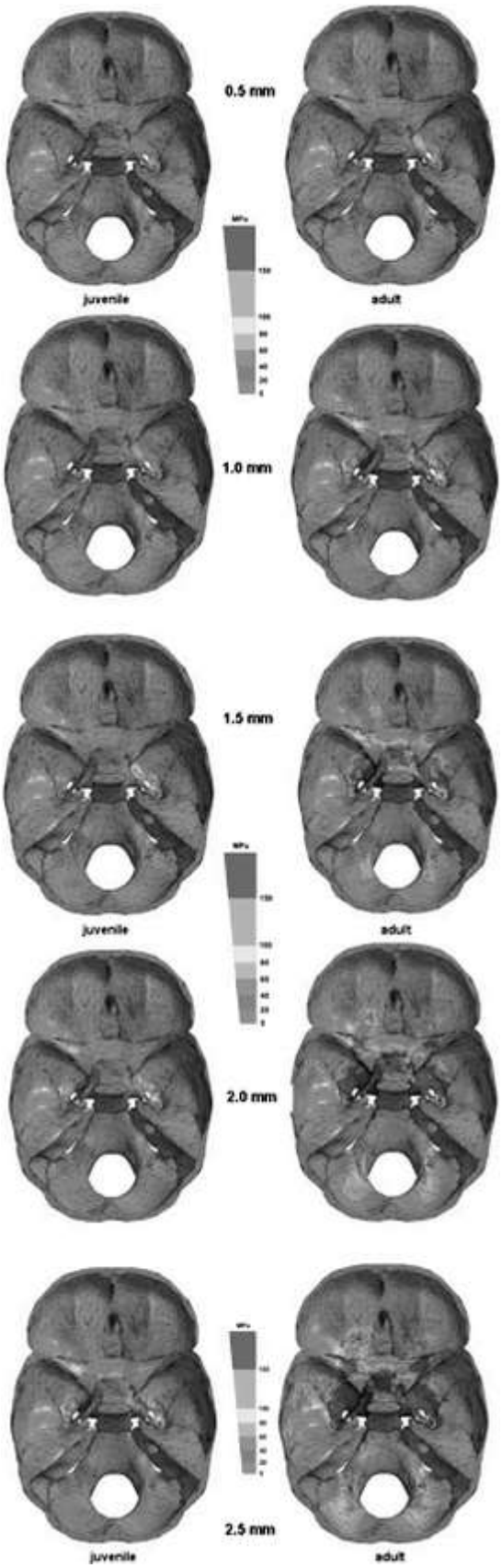


Illustration du stress osseux induit sur un crâne juvénile à gauche et adulte à droite pour une expansion de 0,5 à 2,5 min. On remarquera l'augmentation très importante des forces (en Mpa) chez l'adulte autour du sphénoïde. D'après Holberg (36)

Conclusion

C'est en sollicitant les sutures de la face, d'une manière globale, et en particulier la suture palatine médiane de façon directe (et indirectement sur le système sutural péri-maxillaire) que l'on va pouvoir obtenir l'expansion de l'arcade maxillaire. Certains dispositifs vont intervenir sur « l'écartement » des berges suturales médio palatine favorisant la croissance transversale palatine, qu'il s'agisse d'expansion lente (quad hélix) ou rapide (Haas, Hyrax).
La revue de la littérature internationale, bien que très orientée sur l'expansion de type rapide, nous renseigne sur les conséquences ventilatoires de l'ouverture suturale medio palatine conséquente à l'expansion maxillaire:

- L'ensemble des auteurs remarque une diminution des résistances nasales au cours de l'expansion maxillaire, particulièrement lorsque celles ci se situent au niveau antérieur de la cavité nasale. Ces diminutions sont d'autant plus importantes que la résistance était importante au début du traitement.
- L'ensemble des auteurs constate une augmentation du volume globale des cavités nasales après expansion.
- La section minimum est en revanche sujette à controverse. Si tous les auteurs enregistrent une augmentation de la section minimum sur le plan osseux après expansion (par TDM ou rhinométrie acoustique avec vasoconstricteur), tous ne constatent pas les répercutions de cette augmentation sur le plan muqueux. La muqueuse ne répondrait pas, selon certains auteurs, comme l'os à l'expansion maxillaire. Notons qu'il s'agissait dans ces cas d'une thérapeutique par expansion de type rapide.
- Aucun auteur ne fait l'indication de l'expansion en traitement de première intention pour corriger une obstruction nasale. Pour tous, l'expansion est indiquée dans un cadre orthodontique, et permettra dans certains cas d'obstruction nasale d'obtenir une amélioration de la perméabilité. Il est impossible de pronostiquer de façon certaine une amélioration de la ventilation nasale grâce à l'expansion maxillaire. Ce pronostic peut en revanche être affiné par un diagnostic précis de la localisation de l'obstruction. La région de la valve étant la principale bénéficiaire de l'expansion.

- La thérapeutique orthopédique a un effet plus important quand elle est pratiquée avant le pic de croissance. Cependant certains auteurs observent une amélioration de la perméabilité nasale après expansion chez l'adulte jeune.
- L'amélioration de la perméabilité nasale suite à l'expansion a pour conséquences d'améliorer la posture céphalique et faciale, et de faire entrer l'orthodontiste dans le parcours de soin médical pour le traitement de l'apnée du sommeil, de certaine surdité ou encore d'énurésie.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. AKNIN JJ.
La croissance cranio-faciale
Paris : SID, 2007

2. ALLORY B.
Effet du quad hélix sur la suture intermaxillaire, observation radiographique.
Mémoire : CECSMO, Nantes, 1997.

3. ARAT ZM, GÖKALP H, ATASEVER T et TÜRKKAHRAMAN H.
99mTechnetium-labeled methylene diphosphonate uptake in maxillary bone during and after rapid maxillary expansion.
Angle Orthod 2003;**73**:545-549.

4. ARNDT WV.
Nickel titanium palatal expander.
J Clin Orthod 1993;**27**:129-137.

5. BABACAN H, SOKUCU O, DORUK C et AY S.
Rapid maxillary expansion and surgically assisted rapid maxillary expansion effects on nasal volume.
Angle Orthod 2006;**76**(1):66-71.

6. BASCIFTCI FA, MUTLU N, KARAMAN AI et coll.
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.

7. BAYDAS B, YAVUZ I, USLU H et coll.
Nonsurgical rapid maxillary expansion effects on craniofacial structures in young adult females. A bone scintigraphy study.
Angle Orthod 2006;**76**(5):759-767.

8. BICAKCI AA, AGAR U, SÖKÜCÜ O et coll.
Nasal airway changes due to rapid maxillary expansion timing.
Angle Orthod 2005;**75**(1):1-6.

9. BIEDERMAN W.
An hygienic appliance for rapid expansion
J Pract Orthod 1968;**2**:67-70.

10. BRULIN SAVAUGER F
Insuffisance respiratoire nasale, syndrome adénoïdien : répercussions sur les structures maxillofaciales
Encycl Med Chir (Paris), Stomatologie, 23473 C ^{10}, 1981, **5.**

11. CANKURTARAN M, CELIK H, CAKMAK O et OZLUOGLU LN.
Effects of the nasal valve on acoustic rhinometry measurements: a model study.
J Appl Physiol 2003;**94**(6):2166-2172.

12. CEYLAN I, OKTAY H et DEMIRCI M.
The effect of rapid maxillary expansion on conductive hearing loss.
Angle Orthod 1996;**66**(4):301-307.

13. CHEVREL JP, BOSSY J et BONNEL F.
Anatomie clinique. 3e tome : tête et cou
France: Springer-Verlag, 1996.

14. CHUNG JC.
Redirecting the growth pattern with rapid maxillary expander and chin cup treatment: changing breathing pattern from oral to nasal
World J Orthod 2006;**7**:236-253.

15. COMPADRETTI GC, TASCA I et BONETTI GA.
Nasal airway measurements in children treated by rapid maxillary expansion.
Am J Rhinol 2006;**20**(4):385-393.

16. CROUSE U, LAINE-ALAVA MT, WARREN DW et WOOD CL.
A longitudinal study of nasal airway size from age 9 to age 13.
Angle Orthod 1999;**69**(5):413-418.

17. DE COSTER T.
L'expansion orthopédique du maxillaire.
Orthod Fr 2006;**77**:253-264.

18. DELAIRE J.
Considération sur l'accroissement du prémaxillaire chez l'homme.
Rev Stomatol 1974;**75**:951-970.

19. DELAIRE J.
Maxillary development revisited: relevance to the orthopedic treatment of Class III Malocclusions.
Eur J Orthod 1997;**19**:289-311.

20. DENERI JC.
Visualisation à l'aide de l'aérophonoscope des effets orthopédiques de l'expansion maxillaire par quad hélix.
Mémoire : CECSMO, Nantes,1997.

21. DENIAUD J.
Quad Helix : approche fondamentale et orthopédique.
Rev Ortop Dento Faciale 1995;**29**:241-249.

22. DENIAUD J.
Intérêt de la collaboration orthodontistes allergologues dans le traitement des allergies respiratoires
Mémoire : CECSMO, Nantes,1996.

23. DENIAUD J, **TALMANT J, NIVET MH.**
Ventilation nasale et dimension verticale: étude clinique et fonctionnelle.
Orthod Fr 2003;**74**: 285-313.

24. DIASCORN H LE.
Anatomie et physiologie des sutures de la face.
Paris : Prélat, 1972.

25. DORUK C, SÖKÜCÜ O, SEZER H et CANBAY EI.
Evaluation of nasal airway resistance during rapid maxillary expansion using acoustic rhinometry.
Eur J Orthod 2004;**26**(4):397-401.

26. DORUK C, BICAKCI AA, BASCIFTCI FA et coll.
A comparison of the effects of rapid maxillary expansion and fan-type rapid maxillary expansion on dentofacial structures.
Angle Orthod 2004;**74**(2):184-194.

27. ENOKI C, VALERA FC, LESSA FC et coll.
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.

28. EPSTEIN O, DEVULDER BG, PERKIN GD ET COLL.
Examen clinique: Éléments de sémiologie médicale.
Bruxelles : De Boeck Université, 2000.

29. FAIRBURN SC, WAITE PD, VILOS G et coll.
Three-dimensional changes in upper airways of patients with obstructive sleep apnea following maxillomandibular advancement.
J Oral Maxillofac Surg 2007;**65**(1):6-12.

30. FONSECA MT, MACHADO JA, PEREIRA SA et coll.
Effects of physical exercise in nasal volume.
Rev Bras Otorrinolaringol (Engl Ed) 2006;**72**(2):256-260.

31. FRECHE CH. et FONTANEL JP,
L'obstruction nasale.
Paris : Arnette Blackwell, 1996.

32. GOLA R., CHEYNET F ET GUYOT L.
Rhinoplastie fonctionnelle et esthétique.
Paris : Springer, 2000.

33. GOLA R.
Chirurgie esthétique et fonctionnelle de la face
Paris : Springer, 2004.

34. HARTGERINK DV et VIG PS.
Lower anterior face height and lip incompetence do not predict nasal airway obstruction.
Angle Orthod 1989;**59**(1):17-23.

35. HARTGERINK DV, VIG PS et ABBOTT DW.
The effect of rapid maxillary expansion on nasal airway resistance.
Am J Orthod Dentofacial Orthop 1987;**92**(5):381-389.

36. HOLBERG C et RUDZKI-JANSON I.
Stresses at the cranial base induced by rapid maxillary expansion.
Angle Orthod 2006;**76**(4):543-550.

37. IŞERI H et OZSOY S.
Semirapid maxillary expansion--a study of long-term transverse effects in older adolescents and adults.
Angle Orthod 2004;**74**(1):71-78.

38. KUROL J, MODIN H et BJERKHOEL A.
Orthodontic maxillary expansion and its effect on nocturnal enuresis.
Angle Orthod 1998;**68**(3):225-232.

39. LAGRAVÈRE MO, HEO G, MAJOR PW et FLORES-MIR C.
Meta-analysis of immediate changes with rapid maxillary expansion treatment.
J Am Dent Assoc 2006;**137**(1):44-53.

40. LAGRAVERE MO, MAJOR PW et FLORES-MIR C.
Long-term skeletal changes with rapid maxillary expansion: a systematic review
Angle Orthod 2005;**75**(6):1046-1052.

41. LAMPARSKI DG.
Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae.
Pittsburgh: University of Pittsburgh, 1972.

42 . LANGLADE M, RUDOLF S et HERVÉ P
Optimisation thérapeutique de l'incidence transversale des occlusions.
Paris : Maloine, 1996.

43. LARSEN JW.
Embryologie humaine.
Bruxelles : De Boeck, 1996.

44. LAUR B.
Modifications des orifices des fosses nasales au cours de l'expansion maxillaire par quad hélix. Approche tomodensitométrique.
Mémoire : CECSMO, Nantes, 1996.

45. LEGENT F.
ORL pathologie cervico-faciale.
Paris: Masson, 1999.

46. LOPATIENE K et BABARSKAS A.
Malocclusion and upper airway obstruction.
Medicina (Kaunas) 2002;**38**(3):277-283.

47. LOREILLE JP et BÉRY A.
Modification de la ventilation nasale par disjonction intermaxillaire.
Rev orthop Dentto Fac 1981;**15:**193-208.

48. LIMME M.
Traitement orthodontiques chez le respirateur buccal.
Acta Oto-rhino-laryngogica Belg 1993;**47**:263-271.

49. MARTINOT-RANDOUX G.
La rééducation chez l'enfant respirateur buccal.
Acta Oto-rhino-laryngologica Belg 1993;**47**:273-275.

50. MCGUINNESS NJ et MCDONALD JP.
Changes in natural head position observed immediately and one year after rapid maxillary expansion.
Eur J Orthod 2006;**28**(2):126-134.

51. MCNAMARA JA et BRUDON WL.
Orthodontic and orthopedic treatment in the mixed dentition
Ann Arbor: Needdham Press, 1993.

52. MOUGEY L.
Contribution à l'étude de l'écoulement dans les fosses nasales humaines.
Thèse : 3ème cycle Sci Méca, Lyon,2000.

53. OLIVEIRA N.
Assessment of rapid maxillary expansion and its effects on the nasal cavity's size and airway resistance.
These: Master of Science, Chicago, 2005.

54. PALAISA JR.
Use of conventional tomography to evaluate changes in the nasal cavity with rapid palatal expansion
Thèse: Master Of Science, Morgantown, 2005.

55. PHILIP et COLE P.
Review, Stability of nasal airflow resistance.
Clin Otoryngol 1989;**14**:177-182.

56. PIRELLI P, SAPONARA M et ATTANASIO G.
Obstructive Sleep Apnoea Syndrome (OSAS) and rhino-tubaric disfunction in children: therapeutic effects of RME therapy.
Prog Orthod 2005;**6**(1):48-61.

57. ROITHMANN R, DEMENEGHI P, FAGGIANO R et CURY A.
Effects of posture change on nasal patency.
Rev Bras Otorrinolaringol 2005;**71**(4):478-484.

58. ROITHMANN R, COLE P, CHAPNIK J ET COLL.
Acoustic rhinometry in the evaluation of nasal obstruction.
Laryngoscope 1995;**105**(3 Pt 1):275-281.

59. RUBINSTEIN M et E LAURENT.
Médecine nucléaire : manuel pratique.
Bruxelles : De Boeck Université, 2000.

60. SILVA FILHO OG, LARA TS, DE ALMEIDA AM et DA SILAV HC.
Evaluation of the midpalatal suture during rapid palatal expansion in children: a CT study.
J Clin Pediatr Dent 2005;**29**(3):231-238.

61. SOREL O.
Traitement des endognathies maxillaires par disjonction orthopédique.
Rev Stomatol Chir Maxillofac 2004;**105**:26-36.

62. STOREY E.
Tissue reponse to the movement of bones.
Am J Orthod 1973;**3**:229-245.

63. STRICKER M.
Croissance cranio faciale : normale et pathologique : l'interception thérapeutique et son Devenir.
Reims : Morfos, 1996.

64. TALMANT J
Déformation osseuse et mécanique suturale membraneuse.
Orthod Fr 1977;**48**:283-288.

65: TALMANT J.
Du rôles des fosses nasales dans la thermorégulatrice cérébrale. Déductions thérapeutiques.
Rev Orthop Dento Faciale 1992;**26**:51-59.

66. TALMANT J, DENIAUD J et NIVET MH.
Définition de la “ventilation nasale optimale”.
Orthod Fr 2002;**73**:201-225.

67. TALMANT J, DENIAUD J et NIVET MH.
Ventilation fœtale, ventilation postnatale et morphogenèse.
Orthod Fr 2003a;**74**:147-200.

68. TALMANT J, DENIAUD J et NIVET MH.
Mécanisme posturaux.
Orthod Fr 2003b;**74**:227-283.

69. TAŞPINAR F, UÇÜNCÜ H et BISHARA SE.
Rapid maxillary expansion and conductive hearing loss.
Angle Orthod 2003;**73**(6):669-673.

70. TECCO S, FESTA F, TETE S et coll.
Changes in head posture after rapid maxillary expansion in mouth-breathing girls: a controlled study.
Angle Orthod 2005;**75**(2):171-176.

71. TERHEYDEN H, MAUNE S, MERTENS J et HILBERG O.
Acoustic rhinometry: validation by three-dimensionally reconstructed computer tomographic scans.
J Appl Physiol 2000;**89**(3):1013-1021.

72. TIMMS DJ.
Rapid maxillary expansion in the treatment of nocturnal enuresis.
Angle Orthod 1990;**60**(3):229-233

73. USUMEZ S, IŞERI H, ORHAN M et BASCIFTCI FA.
Effect of rapid maxillary expansion on nocturnal enuresis.
Angle Orthod 2003;**73**(5):532-538.

74. VAILLANT L et GOGA D.
Dermatologie buccale.
Paris : Doin, 1997.

75. VILLA MP, MALAGOLA C, PAGANI J et coll.
Rapid maxillary expansion in children with obstructive sleep apnea syndrome: 12-month follow-up.
Sleep Med 2007;**8(**2):128-134.

76. VILLANO A, GRAMPI B, FIORENTINI R et GANDINI P.
Correlations between rapid maxillary expansion (RME) and the auditory apparatus.
Angle Orthod 2006;**76**(5):752-758.

77. WARREN DW, HERSHEY HG, TURVEY TA et coll.
The nasal airway following maxillary expansion.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1987;**91**(2):111-116.

78. WARREN DW, HAIRFIELD WM, SEATON DL et HINTON VA.
The relationship between nasal airway cross-sectional area and nasal resistance.
Am J Orthod Dentofacial Orthop 1987;**92**(5):390-395.

79. WERTZ RA.
Changes in nasal airflow incident to rapid maxillary expansion.
Angle Orthod 1968;**38**(1):1-11.

80. YARZA L.
Effets de la dérotation des premières molaires, par barre transpalatine, sur la suture médiopalatine
Mémoire : CECSMO, Nantes, 2000.

N° :…….

VALLE Boris- Effets de l'expansion maxillaire sur les dimensions transversales des cavités nasales et sur leur perméabilité – 108 f. ; fig. ; tabl. ; 80 ref. ; 30 cm. (these : Chir. Dent. ; Nantes ; 2008)

RESUME

L'expansion maxillaire est évaluée au travers d'une synthèse de la littérature scientifique pour son rôle orthopédique sur la dimension transversale et sur la perméabilité des voies nasales. L'analyse de la littérature permet d'affirmer que l'expansion, lente ou rapide, augmente la perméabilité nasale à des degrés variables. Cette thérapeutique trouve une action particulièrement efficace dans le traitement de déficience transverse localisée le plus antérieurement dans les fosses nasales. Par ailleurs cette augmentation de la perméabilité sur un plan local trouve un écho positif sur le plan locorégional et général (posture céphalique, SAOS, énurésie).
La plupart des auteurs insistent sur l'importance d'une intervention précoce pour l'obtention d'une réelle expansion « fibreuse » stable.

Domaine Bibliodent : Croissance et Développement

Rubrique de classement : Orthopédie Dento- Faciale

Mots-clés Bibliodent : Maxillaire – Ventilation – Orthopédie

Mots-clés MeSH : Maxillaire supérieur (Maxilla) – Orthopédie (Orthopedics) – Cavité nasale (Nasal cavity) – Ventilation (Ventilation)

Jury :
- Président : Madame le Professeur Fraysse C.
- Directeur : Monsieur le Docteur Deniaud J.
- Assesseur : Monsieur le Docteur Renaudin S.
- Assesseur : Monsieur le Docteur Carbonnelle S.

Adresse de l'auteur :
22 rue de la carterie, 44000 Nantes
Boris.valle@free.fr