



FACULTADE DE MEDICINA  
E ODONTOLOXÍA

Traballo de  
fin de grao

**Cambio na resistencia nasal tras expansión maxilar por indicación otorrinolaringolóxica. Estudo dunha serie de casos pediátricos.**

**Cambio en la resistencia nasal tras expansión maxilar por indicación otorrinolaringolóxica. Estudio de una serie de casos pediátricos.**

**Change in nasal resistance after maxillary expansion by otolaryngologic indication. Study of a series of pediatric cases.**

**Autor:** María Pérez Certal.

**Titor:** Carlos Santiago Martín Martín.

**Cotitoras:** Christian Ezequiel Calvo Enriquez.

**Departamento:** Cirugía y especialidades médico-quirúrgicas.

(Junio do ano 2022)



# Índice

<b>1. RESUMO / RESUMEN / ABSTRACT .....</b>	<b>1</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
<b>4. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
<b>4.1. INSUFICIENCIA RESPIRATORIA NASAL. OBSTRUCCIÓN NASAL .....</b>	<b>5</b>
4.1.1. MÉTODOS DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN OBJETIVOS DE LA FUNCIÓN NASAL .....	7
4.1.1.1. Rinomanometría .....	7
4.1.1.2. Rinohigrometría .....	11
4.1.1.3. Pico flujo nasal (PNIF/PNEF).....	11
4.1.1.4. Espirometría nasal.....	11
4.1.1.5. Rinometría acústica.....	11
4.1.1.6. Estudios de imagen: TC y RM .....	12
4.1.1.7. Simulación mediante dinámica de fluidos computacional con TC (CFD-TC).....	13
4.1.2. MÉTODOS DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN SUBJETIVOS DE LA FUNCIÓN NASAL .....	13
4.1.2.1. Paciente-dependiente.....	13
4.1.2.2. Médico dependiente .....	14
4.1.3. CORRELACIÓN ENTRE LOS MÉTODOS DE MEDICIÓN OBJETIVOS Y SUBJETIVOS DE LA FUNCIÓN NASAL .....	15
<b>4.2. EXPANSIÓN MAXILAR .....</b>	<b>15</b>
4.2.1. TIPOS DE EXPANSIÓN RÁPIDA DEL MAXILAR.....	19
4.2.1.1. Expansión ortopédica.....	19
4.2.1.1.1. Dentosoportada .....	21
4.2.1.1.2. osteosoportada .....	23
4.2.1.2. Expansión quirúrgica .....	23
4.2.1.2.1. SARPE .....	24
<b>4.3. ANTECEDENTES DE RESPIRACIÓN NASAL TRAS EXPANSIÓN MAXILAR.....</b>	<b>26</b>
4.3.1. CAMBIOS EN EL VOLUMEN DE LA FOSA NASAL .....	26
4.3.1.1. Cambios en el volumen de la fosa nasal en niños.....	26
4.3.1.2. Cambios en el volumen de la fosa nasal en adultos .....	27
4.3.2. CAMBIOS EN LA RESISTENCIA NASAL .....	27
4.3.2.1. Cambios en la resistencia nasal en niños.....	27
4.3.2.2. Cambios en la resistencia nasal en adultos.....	27
4.3.3. CAMBIOS EN LA CALIDAD DE VIDA TRAS EXPANSIÓN MAXILAR.....	28
4.3.3.1. Cambios en la calidad de vida tras expansión maxilar en niños .....	28
4.3.3.2. Cambios en la calidad de vida tras expansión maxilar en adultos .....	28
<b>5. MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>

5.1. DISEÑO .....	29
5.2. MUESTRA.....	29
5.3. EXAMEN FÍSICO .....	29
5.4. RINOMANOMETRÍA.....	29
5.5. CUESTIONARIO SN-5 Y ESCALA EVA DE OBSTRUCCIÓN NASAL.....	30
5.6. EXPANSIÓN MAXILAR .....	30
5.7. DECLARACIÓN ÉTICA.....	30
5.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	30
<b><u>6. RESULTADOS .....</u></b>	<b><u>32</u></b>
6.1. PARTICIPANTES .....	32
6.2. RESISTENCIA NASAL Y FLUJO DE AIRE NASAL.....	32
6.3. TIPO DE EXPANSOR Y PROTOCOLO DE EXPANSIÓN .....	33
6.4. CALIDAD DE VIDA .....	36
<b><u>7. DISCUSIÓN.....</u></b>	<b><u>37</u></b>
<b><u>8. CONCLUSIONES.....</u></b>	<b><u>41</u></b>
<b><u>9. BIBLIOGRAFÍA.....</u></b>	<b><u>42</u></b>

## 1. Resumo / Resumen / Abstract

**Introdución:** A alteración da respiración nasal é un motivo de consulta común en otorrinolaringoloxía. Unha causa pouco estudada de obstrución nasal e tratada mediante expansión maxilar, é a debida ao constrinximento do maxilar superior. Os estudos dispoñibles nos que se avalía a mellora da resistencia nasal tras expansión maxilar presentan unha serie de prexuízos, xa que a maioría dos pacientes incluídos nestes estudos realizaron expansión maxilar por indicación ortodóncica, debido a un trastorno oclusal. Nestes estudos non se aborda a expansión maxilar como tratamento do constrinximento maxilar por indicación otorrinolaringolóxica, nos que se controlen factores de confusión como afeccións nasais concomitantes non tratadas.

**Obxectivos:** O obxectivo principal consiste no estudo da variable resistencia nasal antes e despois de realizar expansión maxilar nunha serie de casos pediátricos diagnosticados de obstrución nasal debida a constrinximento maxilar tras tratar e descartar outras causas de obstrución nasal.

**Métodos:** Obtívose unha mostra de 23 participantes cunha idade comprendida entre 4 e 15 anos, procedentes da consulta de Rinoloxía do Hospital Clínico Universitario de Santiago de Compostela.

**Resultados:** Houbo unha correlación estatisticamente significativa entre a cantidade de expansión e a diminución da resistencia nasal ( $Rho=0,75$ ;  $p<0,001$ ); e o aumento do fluxo aéreo nasal ( $Rho=0,71$ ;  $p=0,0002$ ).

**Conclusións:** Con base en informes previos que realizan expansión maxilar por razóns de ortodoncia, a serie de casos aquí presentada realizou expansión maxilar para mellorar a respiración nasal, e parece que a expansión maxilar podería usarse con este obxectivo.

**Palabras clave:** Respiración oral, Expansión maxilar, Expansión palatina, Rinomanometría, Resistencia nasal, Fluxo nasal.

**Introducción:** La alteración de la respiración nasal es un motivo de consulta común en otorrinolaringología. Una causa poco estudiada de obstrucción nasal y tratada mediante expansión maxilar, es la debida a la constricción del maxilar superior. Los estudios disponibles en los que se evalúa la mejora de la resistencia nasal tras expansión maxilar presentan una serie de sesgos, ya que la mayoría de los pacientes incluidos en estos estudios realizaron expansión maxilar por indicación ortodóncica, debido a un trastorno oclusal. En estos estudios no se aborda la expansión maxilar como tratamiento de la constricción maxilar por indicación otorrinolaringológica, en los que se controlen factores de confusión como afecciones nasales concomitantes no tratadas.

**Objetivos:** El objetivo principal consiste en el estudio de la variable resistencia nasal antes y después de realizar expansión maxilar en una serie de casos pediátricos diagnosticados de obstrucción nasal debida a constricción maxilar tras tratar y descartar otras causas de obstrucción nasal.

**Métodos:** Se obtuvo una muestra de 23 participantes con una edad comprendida entre 4 y 15 años, procedentes de la consulta de Rinología del Hospital Clínico Universitario de Santiago de Compostela.

**Resultados:** Hubo una correlación estadísticamente significativa entre la cantidad de expansión y la disminución de la resistencia nasal ( $Rho=0,75$ ;  $p<0,001$ ); y el aumento del flujo aéreo nasal ( $Rho=0,71$ ;  $p=0,0002$ ).

**Conclusiones:** Con base en informes previos que realizan expansión maxilar por razones de ortodoncia, la serie de casos aquí presentada realizó expansión maxilar para mejorar la respiración nasal, y parece que la expansión maxilar podría usarse con este objetivo.

**Palabras Clave:** Respiración oral, Expansión maxilar, Expansión palatina, Rinomanometría, Resistencia nasal, Flujo nasal.

**Introduction:** Alteration of nasal breathing is a common reason for consultation in otolaryngology. A scarcely investigated cause of nasal obstruction and treated by maxillary expansion is one due to the constriction of the upper jaw. Since most of the patients included in these studies performed maxillary expansion by orthodontic indication, due to an occlusal disorder, the available studies evaluating the improvement of nasal resistance after maxillary expansion present a series of biases. These studies do not address maxillary expansion as a treatment for maxillary constriction by otolaryngologic indication, in which confounding factors such as concomitant untreated nasal conditions are controlled.

**Objective:** The main objective is to study the variable nasal resistance before and after performing maxillary expansion in a series of pediatric cases diagnosed with nasal obstruction due to maxillary contraction after treating and ruling out other causes of nasal obstruction.

**Methods:** We obtained a sample of 23 participants aged between 4 and 15 years, from the rhinology consultant room of the University Clinical Hospital of Santiago de Compostela.

**Results:** There was a statistically significant correlation between the amount of expansion and the decrease in nasal resistance ( $Rho=0.75$ ;  $p<0.001$ ); and the increase in nasal airflow ( $Rho=0.71$ ;  $p=0.0002$ ).

**Conclusions:** Based on previous reports performing maxillary expansion for orthodontic reasons, the case series presented here performed maxillary expansion to improve nasal breathing. Therefore, it appears that maxillary expansion could be used for this purpose.

**Key words:** Oral breathing, Maxillary expansion, Palatal expansion, Rhinomanometry, Nasal resistance, Nasal airflow.

## 2. Introducción

La expansión maxilar es un procedimiento terapéutico que tiene por finalidad aumentar la distancia transversal del hueso y entre las piezas dentarias del maxilar superior. Existen dos tipos fundamentales de expansión maxilar la ortopédica que puede ser dentosoportada y osteosoportada y la quirúrgica en la que se incluye la técnica SARPE (Surgically Assisted Rapid Palatal Expansion).

Las técnicas de expansión se utilizan fundamentalmente para tratar la constricción maxilar, que se define como la disminución de la dimensión transversal del maxilar superior. Esta deformidad esquelética craneofacial condiciona alteraciones anatómicas y funcionales, como la mordida cruzada, apiñamiento dental, dolor de la articulación temporomandibular o problemas respiratorios y de aumento de resistencia nasal.

En condiciones fisiológicas la respiración se realiza fundamentalmente por la nariz y parcialmente por la boca. En los pacientes con constricción maxilar, debido a una disminución de las dimensiones de la vía aérea, puede producirse un aumento de la resistencia nasal. Este aumento de resistencia consiste en la oposición de los distintos segmentos nasales al paso del flujo aéreo a través de los mismos. Estos pacientes con obstrucción nasal, se ven obligados a realizar una respiración fundamentalmente bucal. Esta forma de respiración se asocia asimismo a alteraciones del desarrollo del maxilar, pudiendo afectar a la relación de los maxilares y el desarrollo normal de la oclusión dental (1) y produciendo así un círculo vicioso.

La alteración de la respiración nasal es un motivo de consulta común en otorrinolaringología. Las causas más frecuentes de obstrucción nasal son la rinitis, la hipertrofia adenoidea y la desviación del tabique. Sin embargo, la constricción maxilar es una causa habitualmente poco y mal diagnosticada en esta consulta.

En cuanto a los antecedentes en la literatura médica, existen numerosos estudios que evalúan los cambios en la respiración nasal tras la expansión maxilar. En ellos se analizan los cambios tras expansión maxilar, en el volumen nasal, la calidad de vida o en la resistencia nasal. Dos revisiones sistemáticas y metaanálisis recientes, evaluando el impacto de la expansión maxilar en la respiración nasal, en adultos y niños resumen esta evidencia (2,3). En ambas revisiones se sugiere que la expansión maxilar parece disminuir la resistencia nasal y aumentar el flujo aéreo.

Sin embargo, los estudios disponibles tienen una serie de sesgos relevantes. La mayoría de los pacientes incluidos en estos estudios realizaron expansión maxilar por indicación ortodóncica, debido a un trastorno oclusal. En estos estudios no se aborda la expansión maxilar como tratamiento de la constricción maxilar por indicación otorrinolaringológica. Por otra parte, se evalúan los cambios sin tener en cuenta factores de confusión, como afecciones nasales concomitantes no tratadas.

El objetivo de este trabajo se centra en evaluar los cambios en la respiración nasal en una serie de casos pediátricos con obstrucción nasal y respiración bucal que, tras descartar y tratar otras causas de obstrucción nasal, fueron diagnosticados exclusivamente de constricción maxilar. Por esta indicación se realizó expansión maxilar. De esta forma se pretende valorar si en estos niños existe o no un efecto positivo de la expansión en la respiración nasal, disminuyendo la resistencia y mejorando los síntomas nasales.

### **3. Objetivos**

Objetivo principal:

- Estudio de la variable resistencia nasal antes y después de expansión maxilar en pacientes pediátricos con obstrucción nasal debida a constricción maxilar.

Objetivos secundarios:

- Estudio de la variable calidad de vida (cuestionario SN5) antes y después de expansión maxilar en pacientes pediátricos con obstrucción nasal debida a constricción maxilar.
- Estudio de la variable flujo aéreo nasal antes y después de expansión maxilar en pacientes pediátricos con obstrucción nasal debida a constricción maxilar.
- Estudio de correlación entre la variación del diámetro transversal maxilar y la variación en resistencia nasal antes y después de expansión maxilar en pacientes pediátricos con obstrucción nasal debida a constricción maxilar.

## 4. Marco teórico

Para poder revisar de manera correcta los cambios en la resistencia nasal tras expansión maxilar en los casos a estudio, fue necesario elaborar un marco teórico realizando una revisión bibliográfica. Esto nos permite conocer con detalle las consideraciones teóricas, así como las investigaciones previas y antecedentes existentes en la literatura científica que nos permiten fundamentar este trabajo.

En cuanto a los conceptos teóricos se aborda, con detalle, en qué consiste la alteración de la respiración nasal y los métodos objetivos y subjetivos que existen para medirla y evaluarla. Así como la correlación entre métodos. Por otro lado, se explica también en qué consiste la expansión maxilar y sus tipos.

En cuanto a los antecedentes de respiración nasal tras expansión maxilar, existen artículos que evalúan los cambios en el volumen nasal. También existe en la literatura científica revisiones sistemáticas sobre cambios en la resistencia nasal tanto en adultos como en niños. En cuanto a los cambios en la calidad de vida tras expansión maxilar, la evidencia es más limitada. Toda esta evidencia no contempla factores de confusión como otras causas de obstrucción maxilar que no sean un maxilar estrecho.

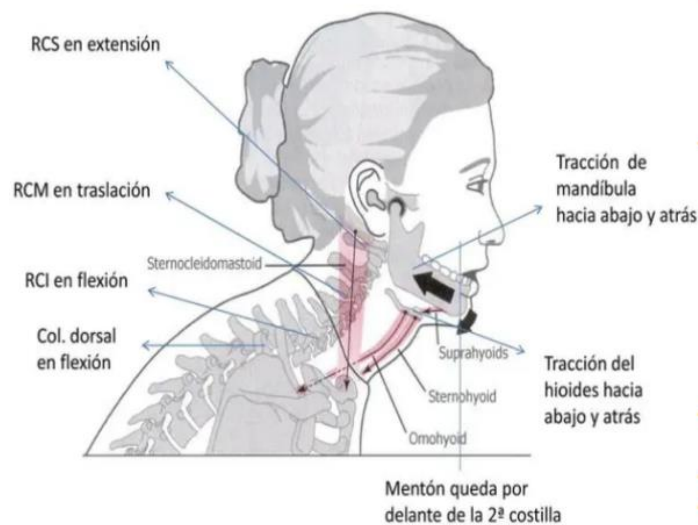
### 4.1. INSUFICIENCIA RESPIRATORIA NASAL. OBSTRUCCIÓN NASAL.

En situación de normalidad el ser humano respira fundamentalmente por la nariz, aunque se considera fisiológico respirar parcialmente por la boca. La respiración nasal consiste en inspirar aire por la nariz produciéndose el cierre simultáneo de la boca. En esta situación la lengua se eleva y se apoya contra el paladar, creándose una presión negativa entre los mismos, que supone un estímulo para el crecimiento del maxilar superior.

En cuanto a la frecuencia de los diferentes factores etiológicos de la obstrucción respiratoria nasal, un 39% de las obstrucciones se deben a la hipertrofia de amígdalas palatinas y adenoides, un 34% a la rinitis alérgica, un 19% a la desviación del septum nasal, un 12% a la hipertrofia de cornetes, un 8% a la rinitis vasomotora que está asociada a agentes físicos, incluyendo el calor, el frío e irritantes no específicos como perfumes, polvo y humo de cigarrillo. En cuanto a otras causas menos frecuentes están los pólipos nasales, cuerpos extraños, rinolitos y procesos tumorales, entre otros(1,4). En estos trabajos de prevalencia no se considera el diagnóstico de constricción maxilar como causa de obstrucción nasal, cuando existe evidencia de que la constricción maxilar conduce al cierre de las válvulas nasales interna y externa (5).

La respiración bucal está, a su vez, relacionada con otras patologías. Entre estas patologías se encuentran alteraciones posturales, debido a que los pacientes extienden y proyectan la cabeza intentando aumentar el calibre de la vía aérea.

La primera compensación postural adoptada por sujetos que respiran por la boca es la combinación de la flexión de la columna cervical inferior y la extensión de la columna cervical superior (articulación atlantooccipital), con hiperlordosis cervical. La postura de la cabeza hacia adelante provoca un aumento de la actividad del músculo esternocleidomastoideo y conduce a elevación de la caja torácica, reducción de la movilidad toracoabdominal, con una ineficacia de la contracción diafragmática. En consecuencia, se altera la dinámica respiratoria, traduciéndose en una reducción de la fuerza de los músculos respiratorios. Por otro lado, el menor esfuerzo respiratorio requerido en la respiración bucal, así como la inhibición de los nervios aferentes de la nariz responsables de regular la capacidad y volúmenes pulmonares, producen un mal uso de los músculos respiratorios y un progresivo debilitamiento muscular (6).



**Ilustración 1. Desequilibrios musculares y articulares en la posición adelantada de cabeza.** El Raquis cervical superior (RCS), se encuentra en extensión y asociado al descenso mandibular al abrir la boca. El raquis cervical medio (RCM) se encuentra en traslación. El raquis cervical inferior (RCI) se encuentra en flexión. La columna dorsal se encuentra en flexión. En cuanto a los músculos se produce un aumento de la actividad muscular del esternocleidomastoideo. Además la musculatura que se inserta en el hueso hioides se estira y atrae ese hueso hacia atrás y abajo, provocando también tracción de la mandíbula.(7)

Las consecuencias de la disfunción ventilatoria son complejas y se cree que están relacionadas con los trastornos del sueño, como la apnea del sueño, la enuresis(2) nocturna, e incluso pérdida auditiva conductiva.(8) Y es que la respiración nasal adecuada, es un objetivo esencial de prevención y tratamiento en el manejo de la apnea del sueño

El efecto de la función respiratoria en la morfología dentofacial, constituye un tema de controversia. Hay autores que niegan que pueda existir relación entre la morfología dental y el modo de respirar.

Entre aquellos que defienden esta relación, se han postulado varias hipótesis, recogidas por Canut (4). Por otro lado, hay autores que defienden que la respiración oral altera la corriente de aire y las presiones a través de las cavidades nasales y orales causando un desequilibrio en el desarrollo de estas estructuras, que es lo que se conoce como "Teoría del Excavamiento", propuesta por Bloch en 1888, el cual considera que el aumento de la presión intraoral impide el descenso del paladar con el crecimiento.

Otra teoría es la "Teoría de la compensación", propuesta por Tomes en 1872 y apoyada por Angle, Moyers y Wooside. Esta teoría defiende que la respiración oral altera el equilibrio muscular ejercido por la lengua, mejillas y labios sobre el arco maxilar. Al mantener la boca entreabierta, la lengua adopta una posición más baja y adelantada quedando situada en el tercio inferior del arco mandibular.

En cuanto a la hipótesis denominada "Teoría de la atrofia por la falta de uso", Bimler describió el síndrome de microrrinodisplasia basándose en esa teoría, la cual defiende que la respiración oral es consecuencia de la inflamación crónica de la nasofaringe que obstruye el paso de aire, siendo el factor inflamatorio el responsable de la deformidad maxilar. Esta infrautilización de la nariz condicionaría una involución de las estructuras nasales, que se reflejan en la boca (1,4).

En cuanto a la evidencia científica más reciente, las últimas revisiones sistemáticas evidencian que existe una correlación lógica entre la respiración nasal alterada y la constricción maxilar, siendo cada una causa y consecuencia de la otra (2,3). La respiración nasal deteriorada obliga a una postura de boca abierta, lo que puede provocar una constricción maxilar. Por el contrario, dado que un maxilar transversal reducido conduce a una dimensión más estrecha de las cavidades nasales, puede causar dificultad para respirar (3).

Entre las alteraciones cráneo faciales y dentarias que se pueden observar en un respirador bucal, se encuentran: un paladar estrecho, hipodesarrollo de los maxilares, fosas nasales estrechas, labio superior delgado (retraído), labio inferior grueso (evertido), labios secos, protrusión de los incisivos superiores y maloclusiones, cara alargada y ojeras, dando un aspecto característico que se conoce como facies adenoidea (9).

No existe consenso sobre cuáles son los mejores métodos de medida y evaluación de la etiología y el grado de alteración de la respiración nasal. Hay una gran diversidad de pruebas para evaluar y medir la función nasal, que se pueden clasificar en función de métodos objetivos y subjetivos, habiendo escasa correlación entre los mismos. Todo esto dificulta que el clínico se decante por un método concreto.

#### **4.1.1. Métodos de medición y evaluación objetivos de la función nasal**

Las medidas objetivas de la permeabilidad nasal incluyen la rinomanometría, la rinohipnometría, el flujo nasal pico, la espirometría nasal, la rinometría acústica, los estudios de imagen o la simulación mediante dinámica de fluidos.

La rinomanometría se centra en los cambios en la función nasal, el resto de métodos utilizados se centran en los cambios anatómicos que miden la permeabilidad nasal

##### **4.1.1.1. RINOMANOMETRÍA**

Es una prueba objetiva que evalúa la presión transnasal y el volumen del flujo de aire nasal para calcular la resistencia de las vías respiratorias nasales durante la inspiración. Se considera el método Gold Standard y se enfoca en la medición de la función nasal de la manera más objetiva y protocolizada posible (10,11). Además el sistema GRADE (Grading Recommendations Assessment, Development and Evaluation) considera que la rinomanometría

es una prueba útil en el diagnóstico y seguimiento de pacientes con obstrucción nasal, con un grado de recomendación fuerte (12).

La valoración del rinograma nos permite estudiar la relación existente entre las deformidades anatómicas nasales y su repercusión funcional. Permite comprobar también la eficacia tras un tratamiento que tenga como objetivo mejorar la función nasal (13).

Para medir la resistencia nasal se calcula la diferencia o gradiente de presión entre el exterior y la coana, empleando un manómetro (11). La función respiratoria nasal puede medirse por métodos pasivos (se indica al paciente que retenga su respiración y se le hace pasar un flujo de aire a través de las fosas nasales a una presión predeterminada) o por métodos dinámicos (el paciente respira activamente). Se prefiere este último método por ser más fisiológico (13). El abordaje puede ser anterior o posterior.

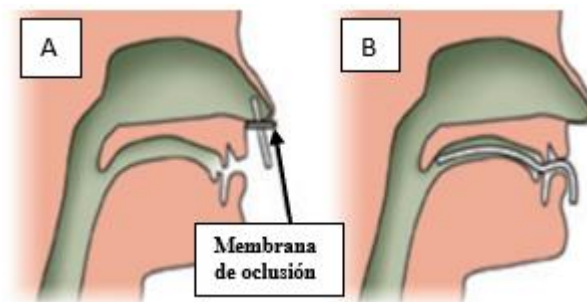
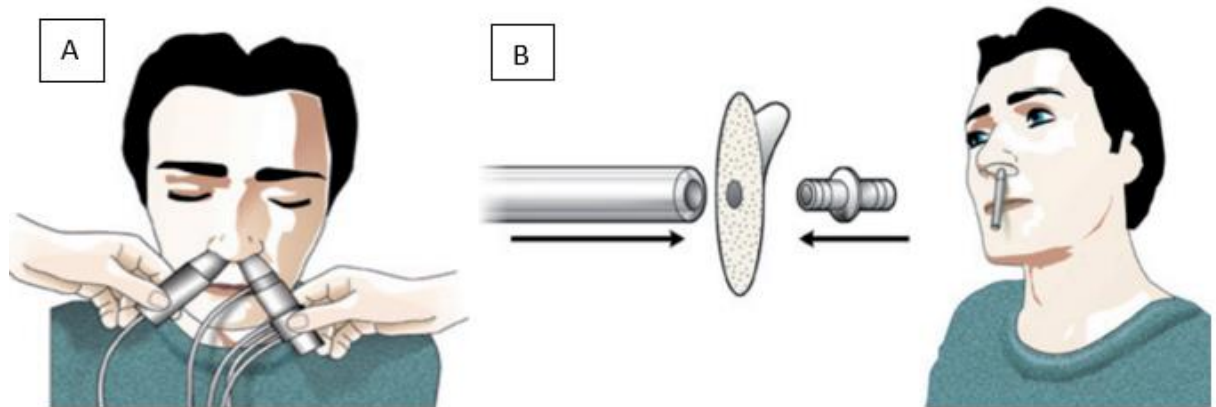


Ilustración 2. A) Rinomanometría anterior, B) Rinomanometría posterior. (11)

Existen varios métodos rinomanométricos: la rinomanometría anterior activa (utilizando dos olivas, o utilizando una mascarilla facial), la rinomanometría posterior activa, y la rinomanometría anterior pasiva.

En la rinomanometría anterior activa se pueden usar dos olivas, una en cada ventana nasal midiendo la presión y el flujo respectivamente, y conectadas a un neumotacógrafo que debe ser calibrado. Destaca por su sencillez y objetividad, siendo un método que puede ser usado en niños, pero las olivas producen cierta deformación de las ventanas nasales, pudiendo haber fugas. Por otro lado, también se puede realizar una rinomanometría anterior activa, pero usando mascarilla facial ajustada a la cara y conectada también a un neumotacógrafo. En este caso se debe realizar previamente un sellado de una de las ventanas nasales con una cinta adhesiva atravesada por un tubo de plástico, que servirá para el registro de la presión, mientras que el flujo se mide simultáneamente a campo abierto mediante una conexión con la mascarilla. En este caso no hay deformación de la ventana nasal, pero es un método más laborioso. Ninguna

de estas dos técnicas se deben usar en pacientes con obstrucciones totales de alguna fosa nasal o con perforaciones septales (11,13).



**Ilustración 3.** A) Rinomanometría anterior activa con oclusión de la fosa nasal con olivas. B) Oclusión de la fosa nasal con adhesivo en rinomanometría anterior activa con uso de mascarilla facial.(11)

En la rinomanometría posterior activa, es un método laborioso, en el que el paciente respira por ambas ventanas nasales en el interior de una mascarilla conectada a un neumotacógrafo para medir el flujo de ambas fosas nasales. Además se coloca a través de la boca, llegando a nivel de la orofaringe, un medidor conectado a un transductor; que mide la simultáneamente la presión tomándola como la presión del cavum. Respeta la integridad de las fosas nasales y puede usarse en casos de obstrucción nasal o perforación septal.

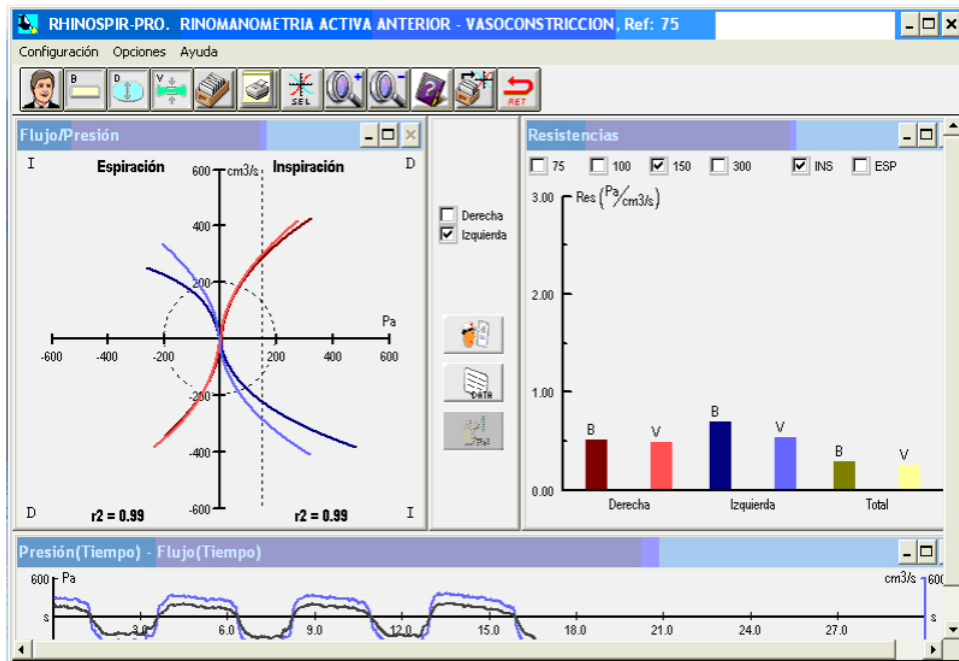
La rinomanometría anterior pasiva, es un método poco preciso, en el que se insufla, a través de una oliva colocada en una fosa nasal, un flujo aéreo constante y preestablecido, generalmente de 250 cm<sup>3</sup> /seg, y se mide la presión inducida por las resistencias nasales sobre éste, a un nivel dado de la oliva nasal. Es un método fácil y rápido, realizable en niños y que puede estudiar la resistencia de una fosa nasal aunque la otra esté totalmente bloqueada. Tiene como principal desventaja la poca sensibilidad del método y las amplias posibilidades de error (11,13).

El International Standardization Committee On Objective Assessment of Nasal Airway (10) recomienda en la práctica clínica habitual el empleo de la rinomanometría anterior activa con mascarilla. Esto nos permite el estudio de los flujos en cm<sup>3</sup> /seg. existentes en las fosas nasales derecha e izquierda a 75, 100, 150 y 300 Pa de presión, tanto a la inspiración como a la espiración para cada una de las fosas.

El registro informatizado se realiza durante respiración normal, sin ser forzada o profunda. Por fiabilidad se recomienda valorar un mínimo de 3 a 5 ciclos respiratorios. La relación matemática existente entre el gradiente de presión ( $\Delta P$ ) expresado en Pascales y el flujo ( $V$ ) expresado en cm<sup>3</sup> /seg. se registra sobre un sistema de coordenadas el flujo (eje de ordenadas) y la presión (eje de abscisas). La inspiración se representa a la derecha del eje de ordenadas, y la espiración a la izquierda. Así, los datos de la fosa nasal derecha se representan sobre los cuadrantes I y III y los de la fosa izquierda en los II y IV. La segunda parte del rinograma consta de las curvas que relacionan los parámetros presión-tiempo y flujo-tiempo de los treinta

segundos más significativos de la prueba, obtenidos por un sistema microprocesado de registro sinusoidal (11,13).

Por convenio el diagnóstico debe ser realizado considerando los valores de flujo y resistencia a una presión de 150 Pa, que corresponde a la parte media del ciclo respiratorio. Se toma este valor de referencia debido a que a partir de este valor el flujo nasal pasa de laminar a turbulento (10,13).



**Ilustración 4. Registro informatizado rinomanometría.** Los datos obtenidos en la rinomanometría quedan registrados en un rinograma, permitiendo el estudio de los flujos en  $\text{cm}^3/\text{seg.}$  existentes en las fosas nasales derecha e izquierda a 75, 100, 150 y 300 Pa de presión, tanto a la inspiración como a la espiración, con un registro sobre un eje de coordenadas X-Y y otro sinusoidal oscilográfico de los treinta segundos más significativos de la prueba, lo que nos permite obtener todos los parámetros cualitativos y cuantitativos. (13)

En la práctica clínica habitualmente se realiza una rinomanometría en condiciones basales, y posteriormente tras vasodilatación y/o vasoconstricción de la vía aérea. Tras vasodilatación, una mejoría en la relación  $\Delta P/V$  es indicativo de patología en los territorios anteriores, en el área valvular. Si los resultados se mantienen invariables o empeoran, entonces la disfunción se sitúa en áreas nasales posteriores. Por otro lado, la prueba de vasoconstricción, resulta de especial utilidad para estudiar las resistencias nasales situadas por detrás del estrecho vestibulofosil. Si observamos un descenso de la presión y/o un incremento del flujo suficientemente significativos como para aumentar la razón  $\Delta P/V$ , consideraremos que la insuficiencia respiratoria nasal se debe a la hiperplasia de los cornetes o a la existencia de deformidades septales impactantes en áreas posteriores (11,13).

En España se dispone de valores rinomanométricos de referencia en sujetos sanos, descritos por Fabra Llopis (14). El flujo total a 150 Pa se considera normal a partir de  $700 \text{ cm}^3/\text{s}$  en hombres y  $630 \text{ cm}^3/\text{s}$  en mujeres. Los valores de resistencia para cada una de las fosas nasales son siempre inferiores a  $0,45 \text{ Pa}/\text{cm}^3/\text{s}$ , y de  $0,22$  para las resistencias totales. Se podría

considerar como límite superior de normalidad razonable una resistencia total al flujo de 0,3 Pa/cm<sup>3</sup>/s. Las resistencias nasales son más elevadas en niños, con valores de 1,2 Pa/cm<sup>3</sup>/s, disminuyendo hasta los valores de adulto sobre los 16-18 años de edad (11,13–15).

#### 4.1.1.2. RINOHIGROMETRÍA.

La rinohigrometría evalúa el área del vapor espiratorio de ambas fosas nasales que se condensa sobre un espejo o una lámina de metal. Permite obtener una información aproximada, y es un método barato y sencillo. Se han producido varias modificaciones de esta técnica, una de ellas reciente, implementada por Casale *et al.* Que desarrollaron el video-rino-higrómetro, que analiza a través de un algoritmo las impresiones del vapor sobre una lámina termoregulada, empleando una cámara de video (16).

#### 4.1.1.3. PICO FLUJO NASAL (PNIF/PNEF)

El pico-flujo nasal cuantifica el flujo máximo en litros/minuto durante una inspiración (PNIF) o espiración (PNEF) nasal forzadas, y ofrece una medida directa de la obstrucción nasal. El PNIF presenta una mayor correlación con la resistencia nasal y se usa más frecuentemente que el PNEF, ya que este último puede contaminarse con secreciones respiratorias del paciente (17).

La medida del flujo inspiratorio máximo nasal (NPIF), es no invasiva, portátil y fácil de usar. Presenta el inconveniente de que depende del esfuerzo, por lo que presenta valores más bajos en pacientes ancianos que presentan una menor función pulmonar. Además no es una técnica muy reproducible en enfermedades nasales estructurales y mucosas (18,19). Hay estudios que sugieren que se podrían pasar por alto aproximadamente el 25% de los pacientes sintomáticos con deformidad estructural nasal funcionalmente relevante (20).

Permite evaluar resultados postoperatorios tras técnicas como ablación de cornetes, y sirve de método de correlación con otras medidas de la permeabilidad nasal (19).

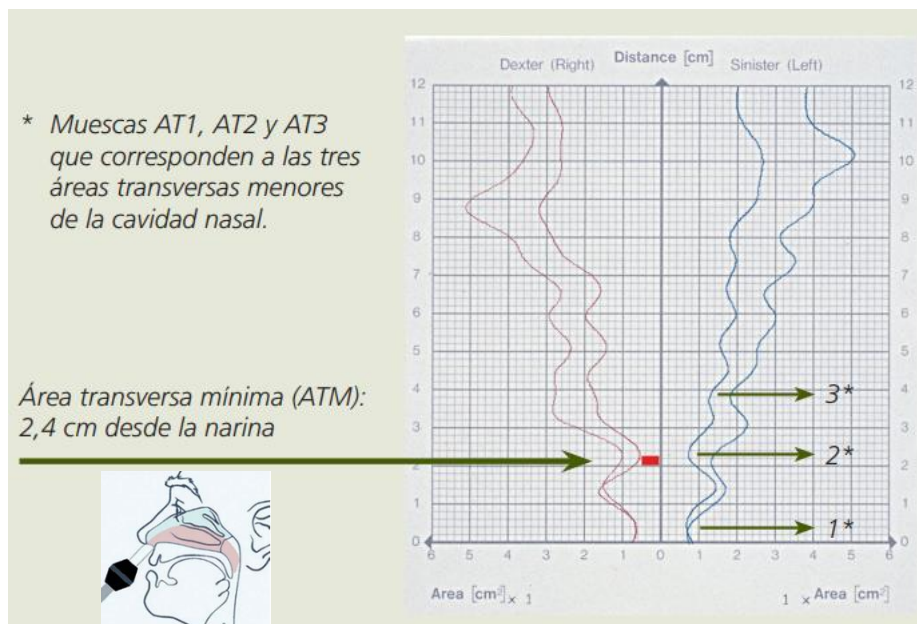
#### 4.1.1.4. ESPIROMETRÍA NASAL

La espirometría nasal se trata de un método que carece de interés, en este caso, ya que es muy poco utilizado en la práctica clínica para la evaluación de la función nasal en pacientes con obstrucción nasal. Se realiza con un espirómetro modificado midiendo parámetros como la capacidad vital o la cuantificación del volumen de aire que sale a través de las narinas.

#### 4.1.1.5. RINOMETRÍA ACÚSTICA

La rinometría acústica (RA) utiliza reflejos acústicos para calcular el área de la sección transversal de las vías respiratorias nasales. El dispositivo de rinometría acústica transmite ondas de sonido a la cavidad nasal de un paciente y luego registra las ondas de sonido a medida que se reflejan. La amplitud de las ondas de sonido reflejadas se correlaciona con los cambios en el área transversal de las vías respiratorias nasales; el tiempo entre reflejos se utiliza para

calcular la distancia entre estos cambios en función de la distancia longitudinal a lo largo del conducto nasal.



**Ilustración 5. Registro informatizado rinometría acústica.** Se realiza un registro en una gráfica bidimensional que relaciona el área de sección transversa (AT) en cm<sup>2</sup> en función de la distancia en centímetros. La fosa nasal derecha (gráfica roja), la fosa nasal izquierda (gráfica azul). La forma de la curva área/distancia de una fosa normal en situación basal se caracteriza por unas áreas de sección transversas que aumentan progresivamente en dirección anteroposterior.(11,13)

Esta prueba realiza una medición estática de la dimensión nasal y no mide los cambios dinámicos, por lo que se debe realizar en situación basal y tras vasoconstricción, para determinar la diferencia entre la congestión de la mucosa y la deformidad estructural. Se ha validado con métodos como la tomografía computarizada (TC), la resonancia magnética y la endoscopia nasal. Es un método rápido y sencillo, que es especialmente útil en el estudio de la patología nasal del niños muy pequeños (<4 años), así como de su crecimiento nasofacial (13). Se debe tener en cuenta que sobreestima el área de la sección transversal en lugares a más de 5 cm de las fosas nasales (18).

#### 4.1.1.6. ESTUDIOS DE IMAGEN: TC Y RM

Los estudios de imágenes como la tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (RM) se pueden utilizar para medir directamente el área y el volumen de las vías respiratorias nasales. Existe una gran correlación entre estas y la rinometría acústica.

La TC se puede utilizar para definir objetivamente factores anatómicos, como la angulación de la válvula nasal interna y el grado de desviación del tabique. Sin embargo, con respecto a este último, existe poca concordancia entre los hallazgos de la TC y los síntomas obstructivos informados por pacientes mediante la escala NOSE (*Evaluación de Síntomas de Obstrucción Nasal*).

Las limitaciones de las imágenes incluyen que, al igual que la rinomanometría acústica, son mediciones estáticas y propensas a cambios en el volumen y el área según el nivel de congestión nasal (18).

#### 4.1.1.7. SIMULACIÓN MEDIANTE DINÁMICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL CON TC (CFD-TC)

La simulación de dinámica de fluidos computacional (CFD) es una simulación, realizada en un ordenador, de la respiración nasal a partir de TC nasosinuales.

Esta técnica implica la creación de modelos computacionales en tres dimensiones de las vías respiratorias generados a partir de imágenes. Además de la utilización de programas de software CFD para calcular parámetros como el flujo de aire nasal, la resistencia nasal, la transferencia de calor y la humidificación.

En cuanto a las ventajas de este procedimiento, permite la ubicación precisa de la obstrucción nasal, pero requiere mucho tiempo y personal especializado, además de que tiene un alto coste.

Se han realizado estudios para correlacionar los datos con otras medidas objetivas y subjetivas de obstrucción nasal, así como para la planificación de cirugía virtual para predecir las intervenciones quirúrgicas que pueden tener el mayor beneficio para mejorar la obstrucción nasal (18).

#### 4.1.2. Métodos de medición y evaluación subjetivos de la función nasal

La obstrucción nasal genera una sensación de malestar subjetiva debido a que el flujo de aire que entra a través de la nariz se percibe como insuficiente. Es difícil obtener una estimación realista del grado de obstrucción que sufre cada paciente, ya que este síntoma en ocasiones no puede ser objetivado o existen diferencias interindividuales en cuanto a la sintomatología asociada.

La sensación de la capacidad nasal por parte del paciente puede estar sujeta a modificaciones como por ejemplo la aplicación de un spray mentolado, que produce una sensación de aumento de flujo, por estimulación de receptores de la rama sensitiva del trigémino (11).

El grado de obstrucción nasal puede ser evaluado subjetivamente por el médico, o por el paciente usando resultados basados en escalas visuales analógicas, escalas de puntuación de síntomas y cuestionarios, para así cuantificar la obstrucción nasal percibida (17).

##### 4.1.2.1. PACIENTE-DEPENDIENTE

Los PROM (*Patient Reported Outcome Measures*) evalúan la experiencia subjetiva del paciente, sobre la eficacia de un tratamiento sin interpretación por parte del médico u otros. Son muy útiles para el estudio de la severidad de los síntomas y el éxito de las intervenciones quirúrgicas, siendo recomendadas por las guías de práctica clínica de rinoplastia.

El cuestionario NOSE es actualmente el PROM validado más utilizado, que evalúa de manera válida, confiable y sensible el impacto de la obstrucción nasal en la calidad de vida de los pacientes, especialmente en la secundaria a la desviación septal. Tiene 5 preguntas, cada una evaluada mediante una escala tipo Likert otorgándole a cada una de 0 a 4 puntos,

multiplicando el resultado por 5 y expresándolo sobre un máximo de 100 puntos. Según la puntuación obtenida se clasifica la obstrucción en (leve: 5–25, moderada: 30–50, severa: 55–75 y extrema: > 80). Presenta una sensibilidad y especificidad superiores al 90%. (18) Además, presenta poca correlación con las medidas objetivas, pero buena correlación con las medidas subjetivas al igual que la escala VAS (19).

La Escala VAS (*Visual Analog Scale*) o EVA, en español, es otra escala para evaluar la gravedad de la obstrucción nasal. Consiste en una línea horizontal de 10 cm que se marca con una línea vertical en el lugar donde el paciente considere que mejor indica la intensidad del síntoma, de 0 a 10. El extremo izquierdo (0) indica la ausencia de obstrucción nasal y el extremo derecho (10) la máxima severidad de obstrucción nasal (17). Como ventajas; es una escala corta, de fácil manejo, pero que presenta frecuentes alteraciones por su simplicidad. No mide adecuadamente la validez interna, no proporciona información significativa sobre la calidad de vida y puede tener una alta variabilidad entre evaluadores e intraevaluadores (19).

Existen otros muchos cuestionarios menos utilizados como puede ser el SNOT22, que evalúa los síntomas nasosinuales a través de 22 ítems valorándolos de 0 a 5. El cuestionario CQ7, que se utiliza para evaluar la obstrucción nasal, constando de 7 preguntas valoradas en una escala de 0 (nunca) a 4 (siempre), con un rango de puntuación de 0 a 28. Por otro lado, el cuestionario DyNaChron, tiene como objetivo evaluar los síntomas funcionales que se originan en la nariz y los senos paranasales, así como sus consecuencias físicas y psicosociales. Es específico para la disfunción nasal crónica. Comprende 78 elementos organizados en 6 áreas y está diseñado principalmente para su uso en un entorno de investigación (17).

En este trabajo, es importante mencionar el cuestionario SN-5 (*Sinus and Nasal Quality of Life Survey*), que es el único cuestionario válido que evalúa los síntomas de la rinosinusitis crónica en niños de 2 a 12 años. Ésta es una enfermedad frecuente en pediatría que afecta a la calidad de vida. La prueba consta de cinco elementos que evalúan cinco dominios de la calidad de vida sinonasal: infección de los senos paranasales, obstrucción nasal, síntomas de alergia, angustia emocional y limitaciones en la actividad. Cada elemento se califica del 1 al 7 y la puntuación total SN-5 es el promedio de los cinco elementos. La calidad de vida general se evalúa mediante una escala analógica visual (VAS), puntuada de 0 a 10 (21,22).

El SN-5 es un cuestionario confiable, sensible y reproductivo, ampliamente utilizado en la literatura internacional.

#### 4.1.2.2. MÉDICO DEPENDIENTE

Las medidas de resultado derivadas del médico se basan en la historia clínica y en los hallazgos cuantificables del examen físico. Estos incluyen la visualización directa de estructuras nasales con rinoscopia anterior, cambios en los síntomas obstructivos con la maniobra de Cottle o Cottle modificada y la observación de la pared nasal durante la inspiración.

La rinoscopia anterior, explora el tercio anterior de las fosas nasales y la región valvular. Especialmente las áreas de Cottle: I (vestibular), II (valvular) y III (ático nasal). En caso de querer explorar estructuras más posteriores, actualmente se realiza una rinoendoscopia nasal y que permite visualizar además de las áreas anteriores de Cottle, áreas más posteriores como son la IV (turbinal) y la V (coanal), así como realizar biopsias o tomar muestras.

El médico debe observar el aspecto de la mucosa nasal (húmeda, seca, coloración, costras) así como investigar la presencia de cambios en la anatomía como desviaciones o perforaciones del tabique, sinequias, hipertrofia de cornetes, pólipos, tumoraciones, cuerpos extraños, zonas hemorrágicas. También se deben evaluar las secreciones nasales (aspecto, tipo, localización, uni/bilateralidad) (13).

La maniobra de Cottle, consiste en ensanchar la válvula nasal aplicando presión lateral a la pared nasal o al maxilar medial. Tiene alta sensibilidad, pero poca especificidad para evaluar la obstrucción nasal. Por otro lado, la maniobra de Cottle modificada, implica el uso de un elemento pequeño, como una cureta de oído o un aplicador con punta de algodón para sostener la pared nasal lateral durante la inspiración; mejorando el flujo de aire.

No obstante, los hallazgos del examen físico son subjetivos y propensos a sesgos. Aunque las evaluaciones de los observadores tienen alta sensibilidad para identificar deformidades anatómicas, tienen una baja especificidad para evaluar la obstrucción nasal. Esto significa que los médicos pueden identificar deformidades que no son clínicamente significativas (18).

#### **4.1.3. Correlación entre los métodos de medición objetivos y subjetivos de la función nasal**

Varios estudios han intentado correlacionar estas diversas medidas de resultado subjetivas y objetivas, pero pocos muestran fuertes correlaciones estadísticas. Por lo tanto no existe consenso sobre la correlación entre las medidas objetivas y los síntomas subjetivos de permeabilidad nasal (11,17,18).

Además hay divergencia de opiniones sobre el valor de las mediciones objetivas de la permeabilidad nasal en la práctica clínica, que se utilizan con frecuencia para validar los resultados de las intervenciones terapéuticas (23).

Cabe destacar que no existe ninguna base para elevar el valor de los resultados objetivos por encima de los síntomas subjetivos de permeabilidad, ni en la práctica rinológica de rutina, ni para la evaluación de intervenciones terapéuticas. Debemos considerar estos métodos complementarios y no excluyentes (17).

## **4.2. EXPANSIÓN MAXILAR**

Se denomina expansión maxilar al procedimiento terapéutico que tiene por finalidad aumentar la distancia transversal del maxilar superior o entre las piezas dentarias superiores. Se utiliza como tratamiento de la constricción del maxilar que se define como la disminución del diámetro transversal del maxilar superior.

Se considera que un paciente presenta un maxilar estrecho cuando el hueso maxilar superior es más estrecho que el inferior, siendo esto anormal, ya que para que se realice una oclusión correcta el maxilar superior debe ser más ancho que el inferior. Esta es una de las deformidades esqueléticas craneofaciales más frecuentes. Su prevalencia se ha estimado entre el 2,7 y el 23,3% (2,24), siendo uno de los problemas más perjudiciales para el crecimiento

facial y la integridad de las estructuras dentoalveolares. La deficiencia transversal se puede presentar sola o con otras alteraciones esqueléticas verticales o anteroposteriores (25).

La corriente de aire que entra por las fosas nasales estimula los procesos óseos remodelativos, que permiten el desplazamiento hacia abajo del paladar. Mientras, la lengua en contacto con los dientes se posiciona contra el paladar; oponiéndose a la fuerza que ejerce la corriente de aire nasal sobre el mismo, y estimulando el crecimiento transversal. Si este mecanismo se altera, ya sea por la falta de sellado labial, respiración bucal o mala posición de la lengua, se produce entonces un desequilibrio funcional del sistema respiratorio y del desarrollo de los maxilares (1).

Anatómicamente esta discrepancia transversal del maxilar se puede evidenciar clínicamente por una mordida cruzada posterior unilateral o bilateral, total o parcial, pudiendo presentarse problemas como excesivo crecimiento alveolar vertical o con sobreerupción dentaria, apiñamiento dentario, paladar profundo, así como grandes espacios oscuros en el corredor bucal (25). A nivel objetivo, existen distintas medidas, pero se acepta como norma una distancia intermolar menor de 31mm, medida desde los márgenes cervicopalatinos del primer molar permanente o segundo deciduo (si no hay permanente).

La expansión del maxilar se puede realizar de manera lenta o rápida, pero no existe consenso sobre el mejor método de expansión en cuanto a conseguir un equilibrio entre abrir las suturas del maxilar, a la par que producir remodelación ósea y respetar el ligamento periodontal. El tratamiento de expansión a realizar se individualiza según las necesidades del paciente.

La expansión palatina lenta o dentaria tiene por finalidad aumentar la distancia transversal entre las piezas dentarias de las hemiarcadas superiores actuando en la zona dentoalveolar, es decir, en la base apical del maxilar (espacio del hueso maxilar que contiene los dientes). Generalmente se utilizan aparatos removibles que el paciente se quita y pone. Por otro lado la expansión rápida del maxilar o disyunción maxilar pretende también aumentar el diámetro transversal, pero en base a la desunión de los fragmentos que forman el maxilar superior por medio de fuerzas, actuando sobre la sutura medio palatina, permitiendo la neoformación ósea en el espacio que queda libre entre los bordes de la separación (26).

La expansión rápida del maxilar, es un procedimiento de distracción mediante el cual se induce el crecimiento óseo a lo largo de la sutura palatina media. En adultos, se han descrito varios métodos. Algunos involucran dispositivos orales exclusivamente ortopédicos con un tornillo de expansión soldado a bandas molares. Otros se consideran no ortopédicos. Estos últimos se dividen en procedimientos quirúrgicos y no quirúrgicos. Sin embargo, dado el aumento de la interdigitación en la sutura del paladar medio con la edad, la expansión rápida exclusivamente ortopédica en adultos produce efectos predominantemente dentoalveolares que pueden dañar el periodonto. Y todo esto sin aumentar el tamaño de los segmentos óseos a ambos lados de la sutura palatina media. En consecuencia, los adultos a menudo requieren una expansión asistida quirúrgicamente. Esto implica la creación de una osteotomía LeFort I y una palatina media para liberar ambas mitades maxilares y permitir su movimiento(2). La corrección del problema maxilar transversal tan pronto se diagnostique es fundamental para lograr una oclusión satisfactoria y estable. La madurez ósea del paciente es fundamental a la hora de escoger el tipo de expansión a realizar(25). Además de corregir las discrepancias transversales dentales y esqueléticas maxilares, algunos investigadores han demostrado que los resultados del tratamiento también influyen en el aumento de las dimensiones de la vía aérea nasofaríngea, lo que conlleva a una mejor respiración nasal (27). Sin embargo, con respecto a

este tema existe controversia. Está bien establecido en la literatura, que la expansión maxilar, tanto en adultos como en niños, aumenta el volumen de las vías respiratorias superiores. Pero todavía no está claro si este aumento de volumen se traduce necesariamente en una mejor ventilación nasal (2,3).

Por otro lado, se debe tener en cuenta que no es un enfoque correcto usar la expansión palatina como sustituto del tratamiento de afecciones médicas como hipertrofia de cornetes, desviación del tabique, hipertrofia de adenoides y pólipos nasales, entre otras. La constricción maxilar se asocia con alteración de la respiración nasal debida a estas afecciones, que deben ser tratadas primero. Por lo tanto la expansión maxilar debe realizarse solo cuando sea necesario, es decir, en casos de constricción maxilar y no con el único objetivo de mejorar la respiración nasal (3).

Se ha demostrado que la alteración persistente de la respiración nasal después de intervenciones quirúrgicas para corregir defectos nasales, está relacionada con la constricción maxilar (5). Haas concluyó que la mejora de la respiración nasal dependía de la gravedad del estrechamiento en la cavidad nasal antes de la expansión maxilar (28). En otros estudios como el de Timms *et al*, (29) también llegaron a las mismas conclusiones que Haas, y todos lo explicaron aplicando la Ley de Poiseuille, que establece que “en conductos pequeños el caudal varía con la cuarta potencia del radio”, es decir, si se duplica el radio, el caudal aumenta dieciséis veces. Por lo tanto, pequeñas variaciones en el tamaño de la fosa, pueden causar grandes variaciones en el flujo aéreo nasal.

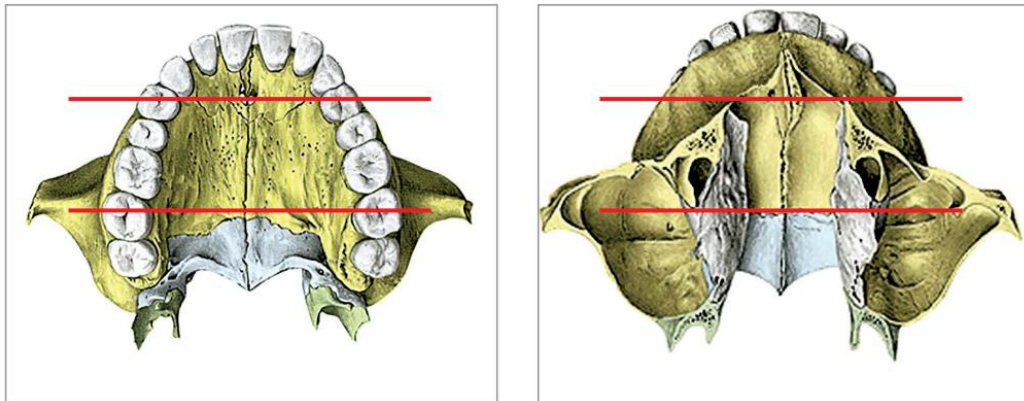
En cuanto a la biología del movimiento de los dientes y el maxilar durante el proceso de expansión, el hueso tiene un papel importante ya que recluta células que reabsorben hueso en sitios específicos y activacélulas para depositar nueva matriz ósea y promover la mineralización que resistirá la fuerza mecánica al realizar la expansión. Los mecanosensores situados dentro de la matriz ósea son los osteocitos, las células de reabsorción son los osteoclastos multinucleados situados en los sitios de reabsorción y las células formadoras de hueso son los osteoblastos que están adheridos al hueso. También hay importantes reguladores de los osteoclastos y osteoblastos que residen en la médula ósea y son las células inflamatorias (específicamente, linfocitos T y macrófagos) (30).

En respuesta a la aplicación de fuerzas de ortodoncia, en el diente aparecen dos áreas biomecánicas una zona de presión y otra de tensión que se distribuirán dependiendo de los diferentes tipos de movimientos de los dientes. Cuando se aplica una fuerza mantenida sobre un diente, y este se desplaza, se produce una compresión del ligamento periodontal y la constricción de los vasos sanguíneos en la zona de compresión. La reducción del flujo sanguíneo, dependiendo de la magnitud de la presión provoca la disminución de la nutrición de las células, y de los niveles de oxígeno, provocando hipoxia y que algunas de estas células pasen a apoptosis y aparezcan áreas de necrosis.

Esta secuencia de eventos conduce a una respuesta inflamatoria aguda aséptica con liberación temprana de quimiocinas por parte de las células inflamatorias como los macrófagos y por células locales como osteoblastos, fibroblastos y células endoteliales. Con ello se facilita la expresión de moléculas de adhesión en los vasos sanguíneos y se estimula un mayor reclutamiento de células inflamatorias y precursoras desde los capilares hacia el espacio extravascular. Todos estos factores inflamatorios participan en el proceso de osteoclastogénesis, estimulando la formación de osteoclastos a partir de células precursoras, así como su activación. La actividad de los osteoclastos interviene en la tasa de reabsorción ósea, que controla la velocidad de movimiento dentaria y expansión. Para actuar sobre esta velocidad

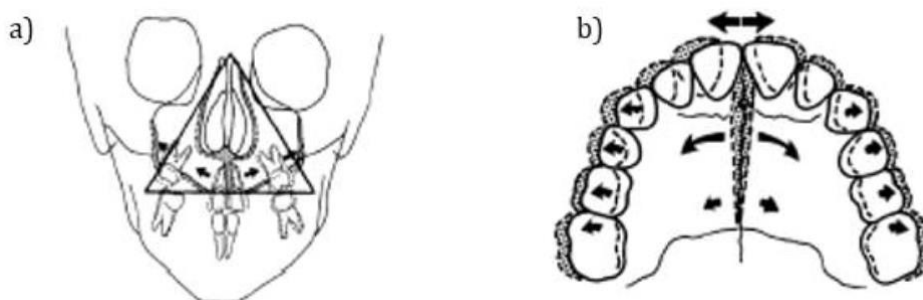
y aumentar la tasa de movimiento de los dientes y la expansión, hay que centrarse en modificar la actividad osteoclástica (30).

La principal zona de resistencia a la expansión rápida del maxilar es la sutura medio palatina, que tiene 3 segmentos que deben ser considerados: El segmento anterior situado antes del foramen incisivo o segmento intermaxilar, el segmento medio que se extiende desde el foramen incisivo hasta la sutura transversal palatina y segmento posterior: después de dicha sutura (31).



**Ilustración 6. Sutura palatina media** y sus tres segmentos (anterior, medio y posterior) que están en relación con otras estructuras como la sutura palatina transversa y los huesos nasales.(31)

La sutura mediopalatina forma parte del pilar medio de resistencia maxilar que se debe liberar para conseguir realizar la expansión transversal. Hay 4 pilares de resistencia en total, los tres restantes son el pilar anterior (pilares de la apertura piriforme), el pilar lateral (formado por el contrafuerte cigomático) y el pilar posterior (formado por la unión pterigoidea) (32). Por lo tanto, los huesos cigomáticos y esfenoidales de la base craneal generan resistencia durante la expansión, esto da lugar a que la separación de los huesos maxilares se produce de forma triangular, con la base del triángulo hacia la parte anterior de la cavidad nasal, y el vértice se encuentra hacia la parte posterior (33).



**Ilustración 7. Efectos de la expansión maxilar sobre el esqueleto.** a) Vista frontal del patrón triangular de expansión. b) Vista oclusal del patrón triangular de expansión. Se puede observar una mayor apertura a nivel anterior del maxilar superior, que tiene repercusiones sobre la cavidad nasal situada superior al hueso.(34)

#### 4.2.1. Tipos de expansión rápida del maxilar

La expansión rápida del maxilar puede ser ortopédica o quirúrgica. Las opciones terapéuticas de elección para la corrección rápida de las deficiencias maxilares transversales dependen principalmente de la magnitud de las discrepancias óseas y de la madurez esquelética del paciente.

En cuanto a la magnitud, en adultos existe controversias. Como norma general las discrepancias transversales maxilomandibulares menores de 5mm requieren expansión ortopédica para su corrección, sin embargo discrepancias transversales mayores a 5mm en pacientes con madurez esquelética requieren de la técnica quirúrgica SARPE (35).

En lo que se refiere a la madurez esquelética, la edad del paciente juega un papel fundamental, ya que se relaciona con la misma. En pacientes de menos edad y esqueléticamente menos maduros se escoge una técnica de expansión rápida ortopédica soportada por implantes dentarios o óseos, conocida como disyunción esquelética separando los huesos del maxilar progresivamente. En pacientes de más edad y esqueléticamente más maduros, la técnica de elección es quirúrgica, la cual consiste en procedimientos más invasivos en los que se combina ortodoncia con osteotomías maxilares (cortes del hueso) o corticotomías (osteotomías limitadas a la cortical del hueso, sin alcanzar hueso medular).

Se debe tener en cuenta que, en pacientes de edad avanzada, pero esqueléticamente inmaduros, la expansión ortopédica sin cirugía resulta exitosa, mientras que en pacientes de edad menos avanzada, pero esqueléticamente maduros, el tratamiento sin cirugía resulta un fracaso (8).

Aunque existen discrepancias en la maduración ósea entre hombres y mujeres, la mayoría de los autores coinciden en que la edad límite para realizar disyunción ortopédica sin necesidad de intervención quirúrgica son los 15 años de edad (35).

##### 4.2.1.1. EXPANSIÓN ORTOPÉDICA

Para corregir un paladar estrecho y demasiado abovedado se utilizan disyuntores dentales encaminados a corregir problemas óseos del maxilar en niños en edad de crecimiento, teniendo mayor éxito antes del cierre de las suturas craneales. Existen disyuntores transpalatinos de anclaje óseo y de anclaje dentario. En cuanto a la magnitud de la expansión en función del tipo de disyuntor, no existe consenso en cuál de ellos debe ser empleado con el objetivo de obtener mejores resultados dento-esqueléticos (35).

La expansión ortopédica puede reducir o eliminar la necesidad de una corrección quirúrgica posterior. Las indicaciones para dicha expansión esquelética maxilar ortopédica son: presencia de mordida cruzada (las cúspides de los molares superiores quedan vestibulares, es decir, por fuera de los de los molares inferiores); pacientes con mordida de clase II (los molares superiores se sitúan en relación anteriorizada con respecto a los molares inferiores); pacientes con mordida de clase III (los molares superiores se sitúan en relación posterior con respecto a los molares

inferiores) y constricción maxilar para los que simultáneamente se considera la ampliación y la prolongación del maxilar y pacientes en crecimiento (36).



**Ilustración 8. Tipos de mordida.** Mordida clase I (es la mordida correcta, el maxilar y la mandíbula han tenido un crecimiento armónico. Mordida clase II (la mandíbula se sitúa más atrás de lo debido en la oclusión). Mordida clase III (La mandíbula se sitúa más adelante en la oclusión). (37)

Dentro de los posibles efectos adversos que se deben considerar al realizar la expansión maxilar ortopédica se encuentran: la deglución accidental del dispositivo de expansión maxilar pudiendo producir obstrucción de la vía aérea o gastrointestinal, perforación de órganos, hemorragia interna, sepsis o incluso la muerte. Por otro lado se puede producir una bacteriemia transitoria, ya que con el uso del expansor es difícil realizar una correcta higiene y control de la placa bacteriana, pudiendo desarrollar en ocasiones infecciones a distancia como endocarditis bacteriana debiendo considerar en pacientes de riesgo el uso de profilaxis antibiótica (27).

Otra consecuencia de la expansión maxilar puede ser la desviación del septum nasal, que sugiere en este caso un efecto positivo sobre la asimetría del tabique nasal durante la infancia, contribuyendo a mantener o enderezar el tabique nasal, pero ningún cambio significativo en pacientes adolescentes con desviación del septum nasal a los que se le realiza expansión maxilar (33).

Por otro lado se puede producir una reabsorción radicular, que es una secuela de la hialinización del ligamento periodontal. Esta hialinización se produce en la fase activa de la expansión debido a las fuerzas transmitidas al maxilar, que provocan una lesión en el ligamento periodontal y éste evita que las piezas dentarias se muevan hialinizándose y dando lugar al proceso de reabsorción radicular, que produce una pérdida de la dentina, cemento radicular o hueso alveolar, produciendo un compromiso periodontal, dando secuelas como fenestraciones, dehiscencia, pérdidas de inserción y recesiones gingivales.

También se pueden producir cambios posicionales en los cóndilos mandibulares, debido a una asociación entre la expansión maxilar y aumento del ancho y rotación mandibular hacia abajo y atrás, Todo esto, así como los cambios morfológicos de la nariz provocados por la

expansión, puede dar lugar a cambios cefalométricos esqueléticos y cambios faciales de tejidos blandos (27).

#### 4.2.1.1.1. DENTOSOPORTADA

Los disyuntores de anclaje dentario o dentosoportado, están indicados en pacientes con un buen estado periodontal y dentario, paladares extremadamente estrechos y suficiente número de piezas dentarias. Estos son cementados sobre los primeros premolares y los primeros molares (35).

Dentro de las distintas variantes de disyuntores destacan el Hyrax, el Hass o el Mc Namara, que cuando son aplicados en pacientes jóvenes no solo tienen efectos positivos a nivel de esta sutura palatina generando expansión, sino también efectos negativos a nivel de los dientes, ya que van a quedar mal posicionados tras la expansión. Esta desviación debe ser tratada con ortodoncia clásica en un segundo tiempo para alinearlos (38).

El expansor McNamara consiste en dos planos acrílicos laterales de un grosor aproximado de 2 milímetros que se colocan encima de los molares. Estas placas de acrílico van unidas a una estructura metálica donde queda soldado un tornillo, en el centro del paladar. Se emplean en niños más pequeños que se encuentran en fases poco avanzadas de recambio dentario, pues el acrílico bloquea la erupción dentaria y posibilita un anclaje del aparato, que sería imposible o deficiente en la dentición decidual (39).



**Ilustración 9. Disyuntor McNamara con guía oclusal.** Presenta unas franjas rojas en el acrílico que sirven de referencia para la expansión una vez activado el aparato. (40)

Por el contrario, el disyuntor Hyrax consiste en dos planos metálicos que van colocados alrededor de los dientes con bandas (anillas metálicas que rodean los dientes). Se emplea en

casos en los que el recambio dentario es más avanzado, en pacientes más mayores, pues se precisa de los molares y premolares para su colocación (39).



**Ilustración 10. Disyuntores tipo Hyrax.** A) Disyuntor rápido Hyrax a 4 bandas, insertadas en los primeros premolares y molares. B) Disyuntor tipo Hyrax con ganchos de de tracción anterior. C) Disyuntor rápido Hyrax a dos bandas insertadas en los primeros molares permanentes y con una prolongación de alambre que recorre los sectores laterales de canino a pieza 7 dental.(40)

El dispositivo Haas es parecido al Hyrax, la diferencia es que el Haas incluye además de los dos planos metálicos, una placa de tope acrílica palatina cuyo objetivo es evitar la inclinación de los dientes que sostienen el dispositivo de expansión al realizar una transmisión de la fuerza más uniforme al resto de estructuras (40).



**Ilustración 11. Disyuntor Hass a dos bandas.** Disyuntor que realiza una gran expansión a nivel óseo en dentición mixta. Va anclado sólo a las dos piezas dentarias número seis, y con dos extensiones por las caras linguales de las piezas. Este diseño es útil en casos donde existen dificultades para poner bandas por molares semierupcionados.(41)

Hay otros dispositivos mixtos como el expansor rápido tipo Hilgers, permitiendo hacer una disyunción y una rotación al mismo tiempo. Consta de una placa para el paladar de acrílico, y dos resortes o prolongaciones que salen del mismo acrílico hacia las bandas con un hélix intermedio, lo que permite desrotar los molares. Su uso más habitual es en pacientes con la bóveda palatina estrecha, honda y a su vez, con los primeros molares rotados (42). Los disyuntores se deben activar en función del grado de expansión a alcanzar, que es muy variable entre pacientes. Los dispositivos vienen con una llave que consta de una parte activa (que se mueve según convenga para tener mejor acceso) y de un mango. El paciente debe estar acostado con la cabeza en hiperextensión y la boca bien abierta y debemos introducir la llave en el agujero visible del tornillo del disyuntor y girarlo hacia el interior de la boca, hasta que aparezca el

siguiente agujero, que será para la siguiente activación. El grado de expansión por vuelta varía en cada dispositivo, pero habitualmente corresponde a 0,25 mm por vuelta.



Ilustración 12. Disyuntor rápido tipo Hilgers. (41)

#### 4.2.1.1.2. OSTEOSOPORTADA

El disyuntor transpalatino de anclaje óseo o osteosoportado, está indicado en pacientes con un número reducido de piezas dentarias y/o soporte periodontal comprometido; estos son anclados entre el segundo premolar y primer molar en el hueso palatino intraoperatoriamente (35).

Dentro de la expansión rápida del maxilar mediante disyuntor osteosoportado se encuentra el MARPE (expansión palatina rápida asistida con microimplantes). Es un disyuntor que puede presentar un soporte exclusivamente óseo, o osteodentosoportado, con extensión también dentaria. Normalmente se realiza colocando cuatro microimplantes ortodóncicos (tornillos), aunque podrían ser 2 o incluso 6 tornillos. Situados a los costados de la sutura media palatina con una separación aproximada de 2 a 3 mm que se anclan a la cortical del hueso, para mejorar su retención primaria y así poder vencer la resistencia que ofrece la sutura palatina con el paso del tiempo y las suturas circunmaxilares. Hay diferentes protocolos de activación, según preferencias personales del profesional, uno de los más comunes consiste en 1/4 de vuelta cada doce horas hasta visualizar un diastema (espacio entre los dientes) entre los incisivos y continuar con 1/4 de vuelta por día hasta lograr los objetivos planeados (38).

Con el uso de MARPE, el soporte para la expansión palatina ya no es principalmente dentario, sino óseo. Esto disminuye la carga excesiva sobre el ligamento periodontal bucal, minimizando el efecto de inclinación dentaria, evitando así contactos prematuros que tienden a incrementar la longitud vertical de la cara o la disminución del espesor del hueso en las zonas de desplazamiento. También hay una disminución considerable del movimiento accidental de los dientes de anclaje (31).

#### 4.2.1.2. EXPANSIÓN QUIRÚRGICA

Después del cierre de la sutura maxilar o la finalización del crecimiento transversal, se recomienda la expansión quirúrgica para liberar las áreas de resistencia ósea.

Las indicaciones para la expansión maxilar asistida quirúrgicamente, aplicadas a un paciente esqueléticamente maduro con un arco maxilar constreñido son: corregir la mordida

cruzada posterior; ensanchar el arco maxilar como procedimiento preliminar de cirugía ortognática; expansión palatina en un adulto en el que no se contemplan otros procedimientos ortognáticos en el maxilar; proporcionar espacio en una dentición maxilar apiñada cuando las extracciones no están indicadas; ensanchar la hipoplasia maxilar asociada a hendiduras de paladar; reducir los corredores bucales al sonreír; superar la resistencia de las suturas cuando la expansión ortopédica del maxilar ha fallado; aumento transversal del maxilar más de 7mm (8,36).

Entre los efectos secundarios de la expansión quirúrgica se incluyen los propios de la expansión ortopédica descritos en el punto 4.2.1.1., ya que la expansión rápida del maxilar asistida quirúrgicamente incluye procedimientos ortopédicos. Además se pueden producir efectos secundarios tales como: dolor, infección, hematomas, sangrado excesivo, necrosis tisular, expansión maxilar asimétrica, recesión gingival, pérdida de hueso periodontal, oscurecimiento y pérdida de dientes como resultado de la actividad quirúrgica (27).

#### 4.2.1.2.1. SARPE

La expansión rápida de paladar asistida quirúrgicamente SARPE (*Surgically Assisted Rapid Palatal Expansion*) y SARME (*surgically assisted rapid maxillary expansion*) son acrónimos equivalentes de una técnica de cirugía mayor ambulatoria que permite corregir trastornos transversales del maxilar superior.

Este tratamiento consiste en una combinación de ortodoncia y procedimientos quirúrgicos que proporciona espacio para el arco dental para la alineación de los dientes, ampliando la base apical maxilar y de la bóveda palatina, dejando espacio a la lengua para una correcta deglución y así prevenir la recaída. Además se observa una mejoría subjetiva de la respiración nasal asociada al aumento del volumen nasal (43).

La técnica quirúrgica debe ser individualizada para cada paciente según su historia clínica tras el diagnóstico de la discrepancia transversal maxilar, teniendo en cuenta la cantidad de expansión a alcanzar, la cual depende de las áreas de mayor resistencia y de otros parámetros como el estado periodontal, la magnitud de expansión requerida y la edad del paciente (8).

Dentro del concepto SARPE son varias las técnicas quirúrgicas aplicables en cada caso, se hacen osteotomías que varían en el número de segmentos; la osteotomía transpalatina de 2 segmentos (se extiende desde la espina nasal anterior, pasando entre los ápices de los incisivos centrales superiores y rafe palatino), la osteotomía de 3 segmentos, o también denominada segmentaria, y una modalidad de esta última, la osteotomía asimétrica (se extienden desde la apertura piriforme bilateralmente, pasando entre los ápices de los incisivos laterales superiores-caninos y paladar, en el caso de la osteotomía asimétrica pasa entre el ápice del incisivo).

La modalidad de SARPE con osteotomía de 3 segmentos está indicada siempre que haya suficiente espacio entre las raíces de los incisivos laterales y los caninos para evitar daño radicular, siendo la técnica de elección frente a la de 2 segmentos, ya que la de 3 segmentos, presenta beneficios como menor número y tamaño de espacios interdentarios entre incisivos laterales y caninos, evitando un diastema (espacio entre dientes) entre los incisivos centrales, menor riesgo de daño radicular de los incisivos centrales, previene o evita totalmente la pérdida de la papila interincisiva, menor riesgo de desviación del tabique nasal y de ensanchamiento de la columela nasal, expansión más simétrica, mayor magnitud de expansión dentaria a nivel posterior cuando se realiza disyunción pterigo-maxilar, menor pérdida ósea vestibular con un menor estrés óseo y periodontal, lo cual permite una mayor movilización de los segmentos

óseos y mejor estado del periodonto; y se consiguen mejores resultados estético-periodontales en general (35).

Las osteotomías palatinas de 2 y 3 segmentos pueden combinarse o no, con una disyunción o separación de la sutura pterigo-maxilar.

En ambas modalidades de SARPE de 2 y 3 segmentos, la gran mayoría de autores ponen de manifiesto una mayor expansión ósea que dentaria en ambas modalidades, siendo mayor en la zona posterior que en la anterior, incrementándose cuando esta se acompaña de disyunción de la sutura pterigo-maxilar y esta, a su vez, de la modalidad de 3 segmentos (35).

La SARPE sin disyunción de la sutura pterigo-maxilar, se realiza bajo sedación oral y anestesia local para el bloqueo bilateral de los nervios alveolares anterior, medio, y posterior superior, el palatino posterior y el nasopalatino. Previamente a la cirugía se implanta un dispositivo *Hyrax*, durante la cirugía se realizan incisiones bilateralmente sobre la cresta maxilocigomática, por encima de los ápices dentales (apertura de la pulpa dental por donde pasan vasos sanguíneos y terminaciones nerviosas). A continuación, se realiza una incisión en forma de V en el frenillo labial superior y osteotomía desde la espina nasal anterior a la posterior para despegar el maxilar en la sutura palatina media, protegiendo la mucosa poniendo el dedo índice en el paladar para sentir la separación del hueso. El aparato *Hyrax* activado intraoperatoriamente, se debe activar cuatro veces por día y por un tiempo que varía según las necesidades individuales, pero que suele durar 6 meses para prevenir la recurrencia (44).

La SARPE con disyunción de la sutura pterigo-maxilar, se realiza entre la tuberosidad maxilar, las láminas pterigoideas y el proceso piramidal del hueso palatino (35).

Este proceso de cirugía de disyunción es realizado bajo anestesia general administrada mediante intubación nasoendotraqueal. Se debe instalar un dispositivo expansor antes de la cirugía, normalmente *Hyrax* o *MARPE*. Se utiliza también anestesia local con vasoconstrictor para minimizar el sangrado en los tejidos blandos. Se hace una incisión vestibular desde el área de los premolares de un lado al otro. La cresta alveolar, así como las paredes de los senos nasales y el piso nasal, están desviadas. La osteotomía pterigoidea se realiza de forma bilateral con un escoplo dental curvado en el extremo. Se realiza la osteotomía desde la espina nasal anterior a la espina nasal posterior, con el objetivo de separar el maxilar en la sutura palatina media. La mucosa palatina se protege colocando el dedo índice en el paladar para sentir la separación del hueso. Otra osteotomía se extiende desde el piso nasal a través de la pared del seno y el área de la tuberosidad hasta la unión pterigoidea. El tiempo de activación del expansor varía según las necesidades individuales. Este período de retención suele durar 6 meses, para prevenir la recurrencia (44).

El motivo por el que se prefiere la implantación de un dispositivo *Hyrax* o *MARPE* antes de la cirugía, frente a otros dispositivos dentosoportados como el *Haas*, es que estos no presentan soporte palatino, proporcionando una mejor y más fácil higiene bucal favoreciendo así una mejor y más rápida cicatrización de los tejidos bucales. La ausencia del soporte palatino también simplifica la fabricación y adaptación del dispositivo de expansión. Por otro lado, los problemas de inclinación y oclusión de los dientes que resultan en la inclinación relativa de las mitades del maxilar deben tratarse con ortodoncia (40).

En cuanto a SARPE sin disyunción de la sutura pterigo-maxilar versus SARPE con disyunción de la sutura pterigo-maxilar, se prefiere la disyunción ya que aporta una serie de beneficios entre los que destacan: menor estrés y fuerzas de resistencia que afectan al periodonto, menores pérdidas óseas, menor tipping (inclinación) vestibular dentoalveolar,

mayor cantidad de expansión transversal, menores recidivas y mayor expansión dentaria a nivel posterior. En función de estos beneficios es recomendada la realización de disyunción pterigo-maxilar en pacientes mayores de 20 años, en pacientes con periodonto comprometido, debido a la reducción de las fuerzas de estrés que se generan sobre el soporte periodontal y en casos en los que se necesite una mayor cantidad de expansión, ya que la disyunción de las láminas pterigoideas proporciona una mayor movilización de los segmentos (9).

Todas estas técnicas de SARPE con osteotomía de dos o tres segmentos acompañada o no disyunción de la sutura pterigo-maxilar, suelen ir unidas a la osteotomía de LeFort tipo I cuando coexisten discrepancias transversales con discrepancias verticales o sagitales. En pacientes con discrepancias transversales moderadas (<7 mm), apertognatia (deformación de mordida abierta por contacto prematuro de los molares con posición retraída e hipoplásica del maxilar superior) y una curva de Spee anómala (curva anatómica establecida por el alineamiento oclusal de los dientes) deben tratarse con ortodoncia segmentaria y alineación de los segmentos con una osteotomía LeFort dividida (44).



Ilustración 13. Curva de Spee.(37)

Mientras que la SARPE ocurre principalmente en los caninos y menos en los molares, la osteotomía LeFort I segmentaria produce más expansión en la región molar que en los caninos. Esto ocurre porque las articulaciones posteriores del maxilar no están separadas con SARPE ya que las paredes laterales de la nariz y las apófisis palatinas se dejan intactas, lo que limita la expansión posterior y que puede corregirse con Lefort tipo I (44). La osteotomía de LeFort tipo I se realiza a través de la pared anterior del seno maxilar, crestas infracigomáticas y las paredes laterales nasales.(35)

### 4.3. ANTECEDENTES DE RESPIRACIÓN NASAL TRAS EXPANSIÓN MAXILAR

#### 4.3.1. Cambios en el volumen de la fosa nasal

##### 4.3.1.1. CAMBIOS EN EL VOLUMEN DE LA FOSA NASAL EN NIÑOS

La evidencia de los estudios clínicos existentes indica que la expansión maxilar en pacientes en crecimiento con constricción maxilar transversal podría estar asociada con un aumento a corto plazo en el volumen total de las vías respiratorias superiores. Sin embargo, los resultados deben interpretarse con cautela, según revisiones sistemáticas recientes, ya que existen pocos ensayos clínicos. Esto puede dar lugar a sesgos, por lo que es necesario realizar

futuros estudios para recomendar el uso de expansión maxilar para aumentar el volumen de las vías respiratorias superiores de una manera reproducible y basada en la evidencia (45).

#### 4.3.1.2. CAMBIOS EN EL VOLUMEN DE LA FOSA NASAL EN ADULTOS

Existen varias revisiones sistemáticas en las que se evidencia que la técnica SARME, utilizada en adultos podría producir un aumento de volumen significativo en la cavidad nasal en estos pacientes. Sin embargo, la mejora de la función respiratoria nasal no se ha dilucidado bien, existen estudios que indican que la mejoría es a corto plazo pero no puede mantenerse en el tiempo (46); por lo tanto, SARME aún no se recomienda con calidad de evidencia para mejorar la respiración nasal. Son necesarios futuros estudios (2,47,48).

### 4.3.2. Cambios en la resistencia nasal

Existe una gran controversia sobre si el ensanchamiento del suelo de la fosa nasal debido a la expansión maxilar conduce o no a una disminución de la resistencia nasal. Se han publicado varios métodos que intentan medir los resultados nasales después de la expansión palatina, la relevancia clínica de esos hallazgos depende de los valores rinomanométricos normales y de la resistencia nasal inicial. Los valores normales cambian con la edad, lo que dificulta establecer su significado clínico. En adultos, los valores normales son 0,3 Pa s/cm<sup>3</sup>; en los niños, se cree que 0,4 es el límite para la normalidad. Según estos valores, una reducción de 0,12 Pa s/cm<sup>3</sup> es clínicamente relevante (3).

#### 4.3.2.1. CAMBIOS EN LA RESISTENCIA NASAL EN NIÑOS

Calvo-Henriquez *et al.*, publicaron recientemente una revisión sistemática y metaanálisis sobre este tema, concluyendo que la expansión palatina en pacientes pediátricos parece disminuir la resistencia nasal y aumenta el flujo nasal.

Sin embargo, la calidad de la evidencia disponible no permite a los médicos utilizar la expansión palatina simplemente para mejorar la respiración nasal. Sino que se sugiere que la expansión palatina podría ser un tratamiento adyuvante a considerar en la respiración nasal deteriorada, cuando la causa es solo la constricción maxilar, independiente de la mordida cruzada. Implicando tratar primero todas las demás causas de obstrucción nasal (3).

#### 4.3.2.2. CAMBIOS EN LA RESISTENCIA NASAL EN ADULTOS

Con respecto a este tema existe una revisión sistemática y metanálisis reciente realizada por Calvo-Henriquez *et al.* Con el objetivo de evaluar la evidencia disponible sobre el efecto de la expansión maxilar en la respiración nasal de un adulto. Se incluyeron diez artículos. Todos encontraron un efecto positivo en la respiración nasal. Esto sugiere un papel importante de la expansión maxilar en pacientes con dificultad para respirar nasal.

En cuanto a las conclusiones del trabajo mencionado anteriormente, sugieren que la evidencia inicial disponible es demasiado limitada para sugerir la expansión maxilar como una opción de tratamiento para mejorar la respiración nasal. Sin embargo, este análisis inicial parece respaldar un papel positivo de la expansión maxilar, para mejorar la respiración nasal en adultos. Se necesitan más estudios de mayor calidad para perfeccionar las indicaciones, los

criterios de selección de pacientes, la técnica y períodos de seguimiento más prolongados para demostrar la eficacia a largo plazo (2).

### **4.3.3. Cambios en la calidad de vida tras expansión maxilar**

La obstrucción nasal es un síntoma molesto que afecta en gran medida la calidad de vida (CV), predispone y exacerba las enfermedades de las vías respiratorias inferiores, altera el descanso nocturno, disminuye la eficiencia laboral y agrava la apnea del sueño(17). Existen muy pocos estudios que evalúen la calidad de vida tras expansión maxilar.

#### **4.3.3.1. CAMBIOS EN LA CALIDAD DE VIDA TRAS EXPANSIÓN MAXILAR EN NIÑOS**

Tras revidar la literatura solo existe algún estudio que utiliza para medir la calidad de vida tras expansión maxilar, escalas diseñadas inicialmente para medir el impacto de la calidad de vida en pacientes con trastornos respiratorios del sueño tras adenoamigdalectomía. Evaluando dominios relacionados con el sufrimiento físico, la alteración del sueño, los problemas del habla o la deglución, la angustia emocional, la limitación de la actividad y el grado de preocupación de los padres/tutores legales por los ronquidos de sus propios hijos. Se sugiere una mejora en la calidad de vida en estos pacientes que respiran por la boca (49).

#### **4.3.3.2. CAMBIOS EN LA CALIDAD DE VIDA TRAS EXPANSIÓN MAXILAR EN ADULTOS**

Existe algun estudio que evalúa el efecto de la técnica MARPE en pacientes con apnea obstructiva del sueño, usando cuestionarios de somnolencia diurna y calidad de vida relacionada con la apnea obstructiva del sueño, mostrando una buena tasa de éxito mejorando además de la somnolencia diurnal y la calidad de vida, parametros como la saturación de oxígeno y la duración de los ronquidos. Son necesarios más estudios sobre este tema (50).

## 5. Métodos

### 5.1. DISEÑO

Se trata de un ensayo clínico no controlado no aleatorizado, es decir, un estudio quasi-experimental.

### 5.2. MUESTRA

La muestra de pacientes voluntarios fue seleccionada de la consulta de rinología del Hospital Clínico Universitario de Santiago de Compostela.

Los criterios de inclusión fueron niños de 4-15 años, que presentaban una respiración oral persistente referida por los padres y observada en consulta, junto con obstrucción nasal confirmada con rinomanometría (resistencia nasal >100% del valor de referencia para la edad sin vasoconstrictor nasal). En la exploración clínica de los pacientes de la muestra se evidenció únicamente una fosa nasal pequeña asociada a un maxilar estrecho, sin otras causas de obstrucción nasal. Es decir, sin hipertrofia de cornetes, adenoides o desvío septal obstructivo.

En cuanto a los criterios de exclusión se descartaron pacientes con otras causas de obstrucción nasal como desviación septal, pólipos nasales, hipertrofia de cornetes o adenoides. Además de aquellos que presentaban una mejoría en la resistencia nasal tras la aplicación de un descongestionante nasal, superior al 40%, lo cual califica como candidato al paciente a cirugía de cornetes inferiores (51).

### 5.3. EXAMEN FÍSICO

Todos los pacientes realizaron un examen directo con nasofibroscopio. Actualmente se considera esta prueba el patrón oro para el diagnóstico de hipertrofia adenoidea y turbinal (52). El tamaño de las adenoides se clasificaron según la clasificación de Cassano, que consta de 4 grados, según su tamaño (25, 50, 75 y 100% del tamaño de la coana)(53). El tamaño de los cornetes se clasificó según la clasificación de Camacho, que consta de 4 grados según el 25, 50, 75 y 100% de obstrucción (54). Aquellos con obstrucción adenoidea o turbinal mayor del 50% fueron considerados hipertróficos y fueron rechazados del estudio siguiendo los criterios de exclusión.

### 5.4. RINOMANOMETRÍA

Todos los pacientes incluidos realizaron rinomanometría anterior activa con uso de máscara facial. Para su realización se siguieron las recomendaciones del Comité Internacional de Normalización de la Rinomanometría (10). La rinomanometría se realizó tras 30 minutos de aclimatación, en una habitación con humedad y temperatura constante controlada con un termostato. Primero se realizó una en condiciones basales y después otra tras 10 minutos de administrar 2 inhalaciones por fosa nasal de un descongestionante nasal (clorhidrato de xilometazolina 0,05%). Se registraron los valores de flujo de aire y resistencia nasal antes y

después de su uso. El uso del descongestionante nasal se consideró para excluir el efecto de la mucosa nasal en la obstrucción nasal. Los resultados se evaluaron utilizando un gradiente de presión de referencia a través de la nariz de 150 Pa.

Se siguieron las recomendaciones de estudios anteriores,(55) los resultados de la resistencia nasal se relativizaron según los valores de referencia pediátricos para cada subgrupo de edad(56). La resistencia nasal media por subgrupo se consideró del 100%. Por lo tanto, los niños con valores superiores al 100%, son representativos de obstrucción nasal, mientras que aquellos con valores por debajo del 100% se consideraron como dentro de la normalidad.

Todos los niños que demostraron una mejora en la resistencia nasal después de la descongestión nasal superior al 40%, se excluyeron de la muestra según datos normativos publicados anteriormente (51). Los niños con una obstrucción nasal grave que imposibilitó la realización de rinomanometría, se consideraron como valores perdidos.

### **5.5. CUESTIONARIO SN-5 Y ESCALA EVA DE OBSTRUCCIÓN NASAL**

Los pacientes fueron evaluados mediante la versión en español, de la *sinus and nasal quality of life survey* SN-5(22), evaluando 5 grupos de síntomas (infección de los senos paranasales, obstrucción nasal, alergia, angustia emocional y limitaciones en la actividad). Cada grupo de pacientes tenía síntomas seleccionados para ayudar a los padres a comprender la naturaleza de lo que se estaba evaluando y se calificó en una escala Likert de 7 puntos, de 0 (nunca) a 6 (todo el tiempo). Además de la evaluación sintomática, los cuidadores evalúan la calidad de vida general del niño en una escala analógica visual (VAS) de 0 (peor posible) a 10 (mejor posible).

La permeabilidad nasal fue autoevaluada por niños y cuidadores en una escala de Likert de 10 puntos, siendo 0 obstrucción nasal completa y 10 permeabilidad completa.

### **5.6. EXPANSIÓN MAXILAR**

La expansión maxilar fue solicitada por el otorrinolaringólogo responsable del seguimiento y tratamiento de la obstrucción nasal del paciente participante en el estudio. Este procedimiento fue realizado por diversos odontólogos siempre que se considerara seguro desde el punto de vista dentario. Se realizó con diversos protocolos y dispositivos según las preferencias del odontólogo y las características del paciente.

### **5.7. DECLARACIÓN ÉTICA**

El estudio se realizó de acuerdo con las normas éticas establecidas en la Declaración de Helsinki. El Comité de Ética e Investigación del Complejo Hospitalario de Santiago de Compostela aprobó el protocolo del estudio (referencia 2018/198).

### **5.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

La comparación entre las variables cuantitativas y las variables dicotómicas se realizó con la prueba t-Student cuando se demostró una distribución normal o la prueba de suma de rangos

cuando no siguieron una distribución normal. La correlación entre variables cuantitativas se realizó mediante el análisis de correlación de Spearman.

Todas las variables cuantitativas se sometieron a prueba de normalidad con el test de Shapiro- Wilk.

## 6. Resultados

### 6.1. PARTICIPANTES

Las características de la muestra se resumen en la Tabla 1.

Se incluyeron un total de 23 participantes (52,2% hombres) con una edad media de 10,1 años, siendo la edad mínima 6,66 y la máxima 13,27 años.

Un total de 78,3% de los pacientes fueron sometidos previamente a alguna cirugía con el objetivo de mejorar la respiración nasal, siendo la adenoidectomía la más frecuente (43,5%) y la ablación por radiofrecuencia de cornetes la segunda (34,8%).

Un total de 50% de los participantes incluidos padecían algún tipo de sensibilización a alérgenos ambientales.

Tabla 1. Características de la muestra.

Variable	Valor	
Edad (media $\pm$ SD); (mediana – rango)	Media: 10,1 $\pm$ 1,9. Mediana: 10,2 (6,7-13,3)	
Sexo	Varón: 52,2%; mujer: 47,8%	
Alergia (prevalencia)	50%	
Cirugía previa (prevalencia)	Cualquiera	78,3%
	Adenoidectomía	43,5%
	Turbinoplastia	34,8%

### 6.2. RESISTENCIA NASAL Y FLUJO DE AIRE NASAL

Las variables rinomanométricas antes y después de la expansión se resumen en la Tabla 2.

Se observó una disminución media de la resistencia nasal de 0,13 Pa s/cm<sup>3</sup>. Esta diferencia fue estadísticamente significativa ( $p < 0,001$ ), y supone una reducción del 34,2% sobre los valores iniciales.

Esta diferencia también fue significativa cuando los valores de resistencia se evaluaron como porcentaje de los datos normativos con respecto a la edad ( $p < 0,001$ ) con una disminución media del 31%.

Cuando se consideró el flujo de aire nasal, esta diferencia también fue estadísticamente significativa ( $p < 0,001$ ) con un aumento medio en el flujo de aire nasal de 189,6 ml/seg, que corresponde a un aumento del 43,9 % sobre los valores iniciales.

Nuestros datos de variación en la resistencia nasal se compararon con los datos obtenidos en un metanálisis de 4 estudios realizados en 83 pacientes no seleccionados. Este metanálisis demostró una variación en la resistencia nasal de  $0,08 \pm 0,04$  pascales. Esta diferencia entre nuestros datos y el metanálisis es estadísticamente significativa ( $t=2,47$ ;  $p=0,015$ ) demostrando una mayor reducción en la resistencia en nuestro estudio.

Tabla 2. Valores de la rinomanometría pre y post expansión (valores con vasoconstrictor nasal).

Variable	Valor Pre-expansión	Valor Post-expansión	Estadística
<b>Resistencia nasal (valor absoluto) con vasoconstrictor (Pa/s cm<sup>3</sup>)</b>	0,38 $\pm$ 0,11	0,25 $\pm$ 0,04	t=5,16; p <0,001
<b>Resistencia nasal (valor relativo por edad) con vasoconstrictor (%)</b>	94,2 $\pm$ 20,6	63,2 $\pm$ 12,9	t=6,16; p <0,001
<b>Flujo aéreo nasal (valor absoluto) con vasoconstrictor (ml/seg)</b>	431,8 $\pm$ 123,1	621,4 $\pm$ 127,2	t=-5,14; p <0,001

### 6.3. TIPO DE EXPANSOR Y PROTOCOLO DE EXPANSIÓN

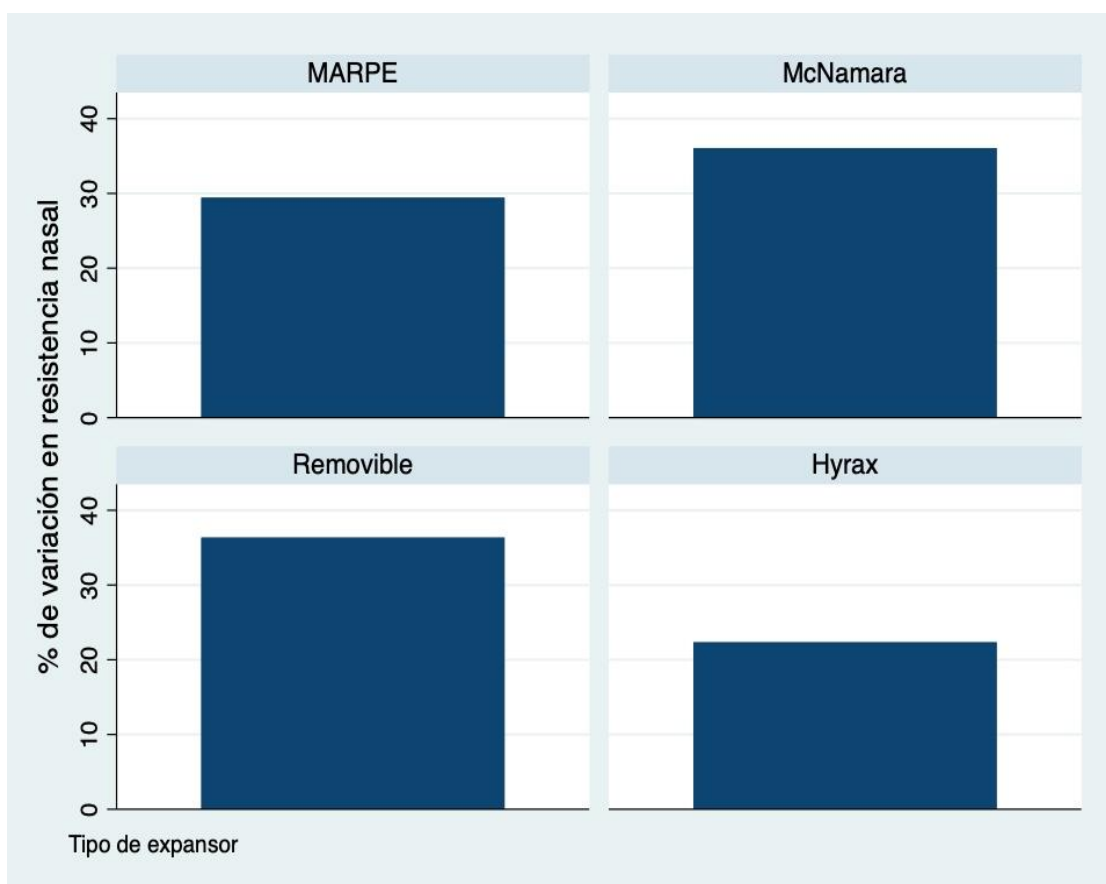
El tipo de expansor y los cambios en la resistencia nasal y el flujo de aire nasal después de la expansión se resumen en la Tabla 3 y la Figura 1.

Tabla 3. Variación en la resistencia y flujo aéreo nasal por subgrupo de expansor.

MARPE (n=2)	Pre-expansión	Post-Expansión	% de cambio
<b>Resistencia (absoluto) (Pa s/cm<sup>3</sup>)</b>	0,28 $\pm$ 0,01	0,20 $\pm$ 0,06	29,43 $\pm$ 18,72
<b>Flujo (ml/seg)</b>	543,5 $\pm$ 8,5	838 $\pm$ 243	53,52 $\pm$ 42,31

<b>Resistencia (relativo) (%)</b>	83,60 ± 7,33	60,37 ± 20,82	29,43 ± 18,72
McNamara (n= 8)	<b>Pre-expansión</b>	<b>Post -Expansión</b>	<b>% de cambio</b>
<b>Resistencia (absoluto) (Pa s/cm<sup>3</sup>)</b>	0,41 ± 0,04	0,25 ± 0,02	36,06 ± 4,91
<b>Flujo (ml/seg)</b>	392,8 ± 41,6	615,3 ± 39,0	64,62 ± 14,55
<b>Resistencia (relativo) (%)</b>	97,73 ± 9,32	58,16 ± 3,6	37,81 ± 4,86
Removible (n=3)	<b>Pre-expansión</b>	<b>Post -Expansión</b>	<b>% de cambio</b>
<b>Resistencia (absoluto) (Pa s/cm<sup>3</sup>)</b>	0,40 ± 0,04	0,25 ± 0,02	36,34 ± 7,53
<b>Flujo (ml/seg)</b>	379,7 ± 34,4	608,7 ± 43,9	63,40 ± 19,99
<b>Resistencia (relativo) (%)</b>	92,93 ± 7,73	58,7 ± 6,64	36,34 ± 7,53
Hyrax (n=10)	<b>Pre-expansión</b>	<b>Post -Expansión</b>	<b>% de cambio</b>
<b>Resistencia (absoluto) (Pa s/cm<sup>3</sup>)</b>	0,36 ± 0,04	0,26 ± 0,01	22,33 ± 7,28
<b>Flujo (ml/seg)</b>	456,3 ± 44,5	586,9 ± 19,6	40,65 ± 15,68
<b>Resistencia (relativo) (%)</b>	93,84 ± 6,41	69,16 ± 3,65	22,24 ± 7,23
<b>Estadística</b>			
<b>Resistencia (absoluto)</b>	chi2=2,19; p=0,534		
<b>Flujo</b>	chi2=0,59; p=0,898		
<b>Resistencia (relativo)</b>	chi2=2,20; p=0,532		

Figura 1. Variación de resistencia nasal según tipo de expansor utilizado.



El expansor más común fue Hyrax (n=10), seguido de McNamara (n=8), expansores removibles (n=3) y MARPE (expansión palatina rápida asistida por minitornillo) (n=2).

La mayor disminución de la resistencia nasal y el aumento del flujo de aire nasal se lograron con expansores removibles (36,34% y 63,40% respectivamente), seguido de McNamara

(36,06% y 64,62% respectivamente). Estas diferencias entre grupos no fueron estadísticamente significativas (Tabla 3).

El tiempo medio tras el periodo activo de la expansión maxilar fue de  $0,73 \pm 0,09$  años.

Hubo una correlación estadísticamente significativa entre la cantidad de expansión y la disminución de la resistencia nasal ( $Rho=0,75$ ;  $p<0,001$ ); y el aumento del flujo aéreo nasal ( $Rho=0,71$ ;  $p=0,0002$ ). Los resultados se representan gráficamente en la Figura 2 y Figura 3.

Figura 2. Correlación entre variación de la resistencia nasal tras la expansión (en %) y la cantidad de expansión (en mm).

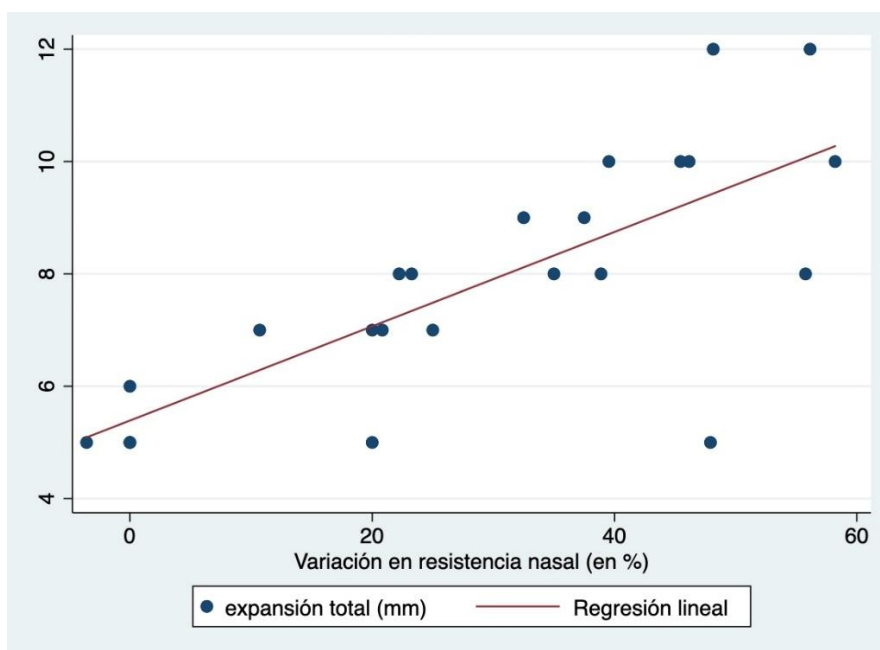
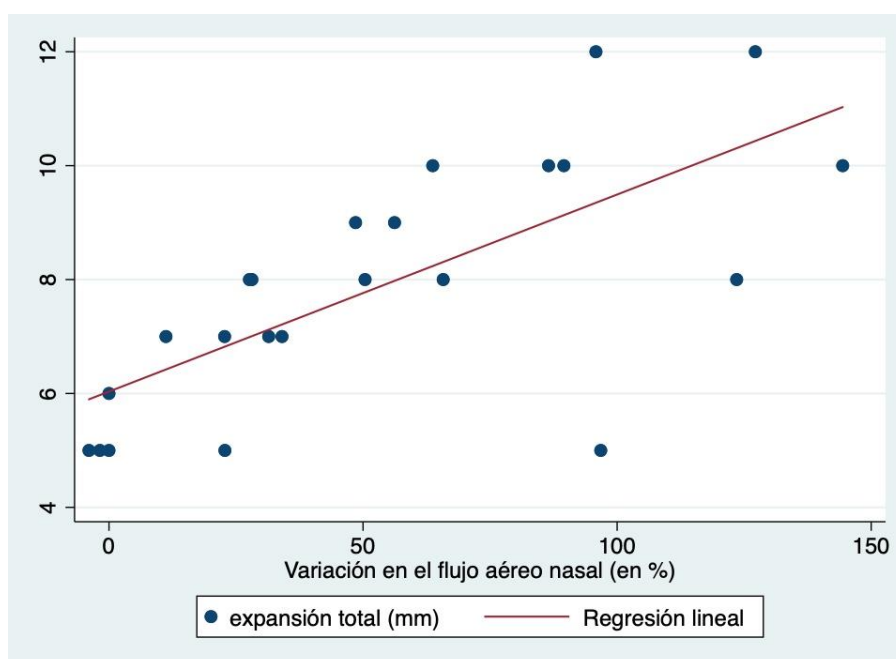


Figura 3. Correlación entre variación del flujo aéreo nasal tras la expansión (en %) y la cantidad de expansión (en mm).



#### 6.4. CALIDAD DE VIDA

Los resultados del cuestionario SN-5 se resumen en la Tabla 4. Los participantes demostraron una disminución estadísticamente significativa en sus síntomas nasales medidos con el cuestionario SN5 ( $P=0,033$ ).

Los resultados también fueron significativos para el componente de puntuación EVA de calidad de vida del cuestionario SN5 ( $P = 0,012$ ), mostrando una mejora del 39,81%.

Con respecto a la puntuación EVA de permeabilidad nasal, los resultados fueron significativos para los padres ( $P=0,018$ ), pero no para los niños ( $P=0,264$ ).

**Tabla 4. Puntuación en el cuestionario SN-5 total y por ítem antes y después de la expansión. En negrita y asterisco si la diferencia entre los valores es estadísticamente significativa.**

	1- Infección	2- Obstrucción	3- Alergia	4-Impacto emocional	5- Limitación de la actividad	EVA calidad de vida	Puntuación total
Pre- expansión	2,45 ± 0,37	3,55 ± 0,58	2,27 ± 0,59	1,18 ± 0,48	0,64 ± 0,31	6,18 ± 0,54	10,09 ± 2,04
Post- expansión	0,64 ± 0,28	1,00 ± 0,38	0,73 ± 0,24	0,45 ± 0,21	0,18 ± 0,12	8,64 ± 0,28	3,34 ± 0,93
Estadística	<b>t=2,56;</b> <b>p=0,016*</b>	<b>t=2,65;</b> <b>p=0,013*</b>	t=1,72; p=0,096	t=0,84; p=0,407	t=0,88; p=0,384	<b>t=-2,68;</b> <b>p=0,012*</b>	<b>t=2,25;</b> <b>p=0,033*</b>

## 7. Discusión

Este estudio evalúa en una serie de casos el efecto de la expansión maxilar para tratar la obstrucción nasal en niños. Los resultados han demostrado un efecto positivo de la expansión maxilar sobre la respiración nasal, disminuyendo la resistencia nasal y mejorando los síntomas nasales y calidad de vida referido por los padres.

Este es el primer trabajo en niños explorando la expansión maxilar como tratamiento de la obstrucción nasal. En adultos existen trabajos con esta misma indicación, pero con expansión quirúrgica(57) . La línea argumental para proponer este tratamiento en los casos de obstrucción nasal es la misma en todos los trabajos y ha sido ampliamente descrita en la introducción de este TFG (punto 4.3.2).

Existe una plausibilidad anatómica y fisiológica para apoyar la hipótesis de que la expansión maxilar mejora la función nasal. La cavidad nasal es responsable de casi dos tercios de la resistencia de las vías respiratorias debido a las dimensiones de las vías respiratorias superiores (58). Según la ley de Hagen-Poiseuille, la resistencia de las vías respiratorias nasales está inversamente relacionada con el radio elevado a la cuarta potencia. Por lo tanto, pequeños cambios milimétricos en el radio pueden disminuir o aumentar drásticamente la resistencia nasal.

En esta serie de casos encontramos una mejora media de la resistencia nasal tras la expansión maxilar de  $0,13 \text{ Pa s/cm}^3$ . Una revisión sistemática con metanálisis previo encontró una disminución de  $0,12 \text{ Pa s/cm}^3$  cuando no se utilizaba el vasoconstrictor nasal y  $0,08 \text{ Pa s/cm}^3$  en los casos explorados con vasoconstrictor (3). Los resultados de nuestra serie de casos son mejores a los obtenidos en el metanálisis anterior, siendo esta diferencia entre grupos estadísticamente significativa. Diversos factores podrían explicar esta diferencia, incluyendo tipo y cantidad de expansión realizada, gravedad previa de la constricción maxilar, edad de la muestra, entre otros. Nuestra hipótesis de trabajo es que la selección de pacientes realizada en este trabajo fue decisiva en los resultados observados. Sin embargo, la única forma de confirmar esta hipótesis sería con un estudio controlado.

En cuanto a la puntuación EVA para evaluar la gravedad de la obstrucción nasal, no fue significativa para los niños, pero sí para los padres. Se ha observado en diversos estudios que los niños tienen una pobre habilidad a la hora de evaluar sus propios síntomas nasales (59). Los padres tienen una habilidad discretamente superior, siendo esta especialmente buena en casos de adecuada ventilación nasal(59). El hecho de que los síntomas de obstrucción nasal no fueran significativos en los niños no quiere decir que no existiera mejoría, sino que los niños podrían no haber sido conscientes de ella.

La variación en la puntuación total en el cuestionario SN5, sí que fue significativo. Al evaluar cada uno de los ítems del cuestionario por separado, sólo se observaron diferencias estadísticamente significativas en los síntomas de infección y obstrucción, pero no en los ítems de alergia, impacto emocional y limitación de la actividad. Estos resultados eran esperables y no requieren discusión, ya que únicamente es esperable que la expansión mejore la obstrucción nasal, pero no cambios en patología como la alergia. Por otra parte, el impacto emocional y la

limitación emocional es escasa en la obstrucción nasal, por lo que no es esperable que un cambio en la obstrucción nasal produzca cambios en estos síntomas.

Una pregunta es por qué se debe tratar la obstrucción nasal. Es decir, el tratamiento que sugerimos debe estar en consonancia con el beneficio esperado. Nuestro tratamiento nunca debe ser peor que la condición que se está tratando. La obstrucción nasal en los niños está relacionada con la disminución del olfato(60), mayor tendencia a la caries y mala salud oral(61), otitis media con derrame(62), sinusitis, y alteraciones del crecimiento facial(63,64). Las alteraciones del crecimiento facial están más relacionadas con otras condiciones, como problemas estéticos(65), maloclusión(66), apnea del sueño(67), o alteraciones de la postura corporal (68). En consecuencia, el tratamiento de la obstrucción nasal en niños debe ser un objetivo importante para los especialistas involucrados.

Se sugiere confirmar la obstrucción nasal solicitando al paciente que respire con la boca cerrada, incluso utilizando una pantalla oral con este objetivo. Si no lo toleran, se podría utilizar una medida objetiva, como la rinomanometría con y sin descongestionante nasal y examen físico. Si hay una mejoría de al menos un 40% en la resistencia nasal con descongestionantes nasales, se deben tratar los cornetes inferiores (51). Si la resistencia nasal persiste alta y hay hipertrofia de adenoides, se debería considerar la cirugía de adenoides(69). Finalmente, si existe una desviación septal que causa obstrucción nasal, la actitud adecuada es discutible. A pesar de que la cirugía septal ha sido prohibida en niños argumentando que podría afectar el crecimiento nasal, una revisión sistemática previa sugirió que la cirugía septal siguiendo una técnica adecuada para pacientes pediátricos no se asocia con un empeoramiento del crecimiento facial(70). Sin embargo, los estudios disponibles están muy sesgados y no se puede descartar un efecto potencial en el crecimiento facial.

En consecuencia, podría considerarse intentar primero la expansión maxilar antes de considerar la cirugía septal en pacientes pediátricos. De hecho, se ha sugerido que la expansión maxilar podría ayudar a corregir, o al menos disminuir, la obstrucción nasal en pacientes que padecen desviación del tabique(33). En adultos, se ha informado que un hallazgo constante en los fracasos de la septoplastia fue la constricción maxilar. Por lo tanto, parece más lógico planificar primero la expansión maxilar y, si falla, entonces podría abordarse la septoplastia(5).

No está claro cuándo debe indicarse la expansión maxilar. Dado que la relación entre la resistencia nasal y el flujo de aire nasal es exponencial, no lineal (Figura 2 y 3), las variaciones en el flujo aéreo nasal son más importantes cuando se desobstruye una nariz levemente obstruida en comparación con una obstrucción severa. En consecuencia, sería más adecuado planificar la expansión maxilar en niños con obstrucción leve después de tratar otras causas de obstrucción nasal. Si tras descartar y tratar otras causas persiste la obstrucción nasal sintomática (incluyendo alteración en el desarrollo facial), se debe considerar la constricción maxilar. Idealmente, la constricción maxilar también se debería diagnosticar de manera objetiva. El principal problema es que, a la fecha, no existe un consenso entre odontólogos y cirujanos maxilofaciales sobre cómo debe diagnosticarse la constricción maxilar.

En este estudio de casos se mezclan diferentes protocolos y dispositivos de expansión. Realizando expansión más lenta con dispositivos removibles y rápida con dispositivos como el Hyrax o el Mcnamara y el MARPE, con diferentes protocolos de cantidad, velocidad y tiempo de retención.

Con los procedimientos de expansión maxilar existentes, la expansión total se divide entre la apertura del paladar medio (efecto deseado), el ensanchamiento del hueso alveolar y la inclinación dental no deseada. Algunas técnicas podrían necesitar sobreexpandir el arco maxilar

para inducir un ensanchamiento secundario de las paredes de la fosa nasal, esto puede producir un efecto no deseado de maloclusión significativa. También cabe destacar que la extensión del ensanchamiento de la sutura intermaxilar es inconsistente y, a menudo inexistente, especialmente en la región nasal posterior. La expansión esquelética ha demostrado ser mayor para SARPE y microimplantes (71).

En este trabajo, encontramos diferencias entre los distintos tipos de expansor, con mayor cambio en la resistencia y flujo aéreo nasal con el expansor removible y menos en el Hyrax. Es posible que esta diferencia sea debido a la edad y no al tipo de expansor, ya que el Hyrax y el MARPE se suelen reservar para edades mayores y el Mcnamara y el removible para menores edades por la dificultad de la cementación. La única forma adecuada de estudiar la diferencia entre los distintos expansores sería un ensayo clínico aleatorizado, seleccionando pacientes comparables en ambos grupos. Hasta el momento sólo existe un único ensayo clínico de este tipo en niños. Bazargani et al en su ensayo clínico demostraron que la expansión maxilar usando MARPE fue mejor en términos de mejorar la respiración nasal en comparación con los expansores convencionales como el expansor Hyrax (70). En este estudio se incluyen dos pacientes con MARPE, y observamos que experimentaron una disminución de la resistencia nasal del 29,43%, mientras que los expansores dentosoportados regulares como Hyrax obtuvieron una disminución del 19,51%. Esta observación se basa en muy pocos pacientes no controlados. Por lo tanto, son necesarios más estudios que comparen diferentes protocolos para aumentar la evidencia disponible al respecto.

También en adultos, ya que ningún autor comparó diferentes métodos y técnicas quirúrgicas, por lo que existe la necesidad de que se realicen más estudios observacionales.

No hay datos publicados que evalúen la correlación entre la cantidad de expansión y los cambios en la resistencia nasal. En este estudio encontramos una correlación lineal significativa entre estas variables. Esta correlación fue fuerte (0,75). Esto puede traducirse en el hecho de que el grado de mejoría en la resistencia nasal presenta un efecto dosis-respuesta, lo cual es uno de los factores más importantes en los criterios de causalidad de Bradford-Hill. Es decir, se puede afirmar con relativa certeza que la variación observada en la resistencia y flujo aéreo nasal es atribuible al tratamiento de expansión.

Una de las principales posibles críticas a este estudio podría ser que investigaciones anteriores no han encontrado una buena correlación entre las variables de la rinomanometría y las quejas subjetivas (73).

La rinomanometría evalúa la resistencia nasal obteniéndose un valor relativo que indica los cambios de presión para una velocidad determinada de aire a su paso por la fosa nasal. Esto es independiente de la capacidad pulmonar del paciente.

La principal razón para utilizar la rinomanometría es que los niños no son conscientes de su propio cuerpo. Es de suma importancia contar con mediciones objetivas para los niños, ya que nuestras decisiones no deben basarse únicamente en sus quejas subjetivas, ya que estas podrían ser malinterpretadas. Algunos autores han señalado que los niños pueden no ser fiables a la hora de autoevaluar su respiración nasal (74).

Una segunda razón para usar la rinomanometría es que no pretende ser un sustituto, sino un complemento de las quejas subjetivas. En los niños, la obstrucción nasal no solo se trata para aumentar la calidad de vida, sino también para restaurar la respiración nasal. Por tanto, en este

caso, la valoración subjetiva de la respiración nasal no es suficiente, ya que no es una medida fiable de la respiración nasal.

Este estudio tiene algunas limitaciones. En primer lugar, es una serie de casos. Significa que los pacientes no fueron seleccionados específicamente para el estudio. En la actualidad, no existe evidencia suficiente para indicar la expansión maxilar como tratamiento de la obstrucción nasal, a pesar de que sabemos que la expansión maxilar mejora la respiración nasal. Por lo tanto, los primeros estudios al respecto deberían provenir de series de casos. Si hay suficientes informes, se podrían diseñar ensayos controlados convencionales y limitados. Por lo tanto, estudios como este, a pesar de sus limitaciones, son de suma importancia.

Este estudio también tiene fortalezas. Este es el primer estudio que explora el papel de la expansión maxilar en la restauración de la respiración nasal en pacientes que sufren de obstrucción nasal debido a la constricción maxilar. Los pacientes fueron evaluados tanto clínicamente con cuestionarios de calidad de vida como objetivamente con rinomanometría.

En conclusión, con base en informes previos que realizan expansión maxilar por razones de ortodoncia, la serie de casos aquí presentada realizó expansión maxilar para mejorar la respiración nasal, y parece que la expansión maxilar podría usarse con este objetivo.

Si bien la evidencia disponible es limitada para sugerir la expansión del paladar como una opción de tratamiento para enfocarse en la respiración nasal, la evidencia inicial es alentadora.

Futuros estudios controlados deberían corroborar estos resultados antes de realizar una recomendación general. Estos estudios de mayor calidad permitirían decidir los pacientes y las técnicas ideales, así como su seguimiento prolongado que permitiría evaluar su eficacia a largo plazo.

## 8. Conclusiones

En este trabajo se observó una disminución media de la resistencia nasal tras expansión maxilar, en niños con obstrucción nasal debida únicamente a constricción del maxilar superior tras descartar y tratar otras causas concomitantes.

Se encontró correlación entre la cantidad de expansión y la disminución de la resistencia nasal, y el aumento del flujo nasal sobre los valores iniciales.

Con respecto a metanálisis previos que demostraban una variación de la resistencia nasal tras expansión maxilar, nuestro estudio demostró una mayor reducción en la resistencia nasal en nuestra muestra.

Entre los expansores que mostraron una mayor disminución de la resistencia nasal, se encontraban los removibles, los que más, seguidos de McNamara.

En cuanto a la mejoría de los síntomas nasales, el uso del cuestionario SN-5 demostró una mejoría reportada por los niños y la puntuación EVA de permeabilidad nasal demostró una mejoría reportada por los padres y tutores de los niños.

Si bien este estudio muestra resultados alentadores, y sugiere que la expansión maxilar puede ser una opción de tratamiento para estos pacientes con síntomas nasales, es necesario realizar más estudios controlados que corroboren los resultados obtenidos.

Debido a las comorbilidades relacionadas con la alteración de la respiración nasal, que son muy prevalentes en las consultas, es necesario que los profesionales presten especial atención a la adecuada función nasal como parte de una evaluación integral, para poder ofrecer un tratamiento multidisciplinar y mejorar la calidad de vida de los pacientes.

## 9. Bibliografía

1. Fieramosca Fabiola, Lezama Ernesto, Manrique Rossana, Quirós Oscar, Farias Margarita, Rondón Sandra, et al. La función respiratoria y su repercusión a nivel del Sistema Estomatognático. Revista latinoamericana de ortodoncia y odontopediatría [Internet]. [citado 19 de diciembre de 2021]; Disponible en: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2007/art-5/>
2. Calvo-Henriquez C, Megias-Barrera J, Chiesa-Estomba C, Lechien JR, Maldonado Alvarado B, Ibrahim B, et al. The Impact of Maxillary Expansion on Adults' Nasal Breathing: A Systematic Review and Meta-Analysis. Am J Rhinol Allergy. noviembre de 2021;35(6):923-34.
3. Calvo-Henriquez C, Capasso R, Chiesa-Estomba C, Liu SY, Martins-Neves S, Castedo E, et al. The role of pediatric maxillary expansion on nasal breathing. A systematic review and metanalysis. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. agosto de 2020;135:110139.
4. Canut Brusola JA. Ortodoncia clinica y terapeutica [Internet]. 2a ED. ED. ELSEVIER; 2000 [citado 15 de diciembre de 2021]. Disponible en: <http://gen.lib.rus.ec/book/index.php?md5=618fb6335157a45f05679d86d1c2aabf>
5. Williams R, Patel V, Chen YF, Tangbumrungham N, Thamboo A, Most SP, et al. The Upper Airway Nasal Complex: Structural Contribution to Persistent Nasal Obstruction. Otolaryngol Head Neck Surg. julio de 2019;161(1):171-7.
6. Okuro RT, Morcillo AM, Ribeiro MÂGO, Sakano E, Conti PBM, Ribeiro JD. Respiração bucal e anteriorização da cabeça: efeitos na biomecânica respiratória e na capacidade de exercício em crianças. J bras pneumol. agosto de 2011;37(4):471-9.
7. Pinzón Ríos ID. Cabeza hacia adelante: una mirada desde la biomecánica y sus implicaciones sobre el movimiento corporal humano. Revista de la Universidad Industrial de Santander Salud. abril de 2015;47(1):75-83.
8. Suri L, Taneja P. Surgically assisted rapid palatal expansion: A literature review. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. febrero de 2008;133(2):290-302.
9. Casadiego W, Sanabria M, Zerpa N, Quiros O, Flores Y, Quirós O Jr. Terapia miofuncional en pacientes respiradores bucales. Revisión bibliográfica. Revista latinoamericana de ortodoncia y odontopediatría [Internet]. [citado 21 de diciembre de 2021]; Disponible en: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2020/art-12/>
10. Clement P a. R, Gordts F, Standardisation Committee on Objective Assessment of the Nasal Airway, IRS, and ERS. Consensus report on acoustic rhinometry and rhinomanometry. Rhinology. septiembre de 2005;43(3):169-79.
11. Yepes-Nuñez J. Correlaciones entre los métodos subjetivos y objetivos en la evaluación de la obstrucción. En 2011. p. 101.
12. van Spronsen E, Ingels KJ a. O, Jansen AH, Graamans K, Fokkens WJ. Evidence-based recommendations regarding the differential diagnosis and assessment of nasal congestion: using the new GRADE system. Allergy. julio de 2008;63(7):820-33.
13. Fernández-Freire AR, Fernández SS, Alonso EP. Exploración de la nariz y senos paranasales: rinoscopia, microscopia, endoscopia, exploración funcional: rinometría y rinomanometría. En: Libro virtual de formación en ORL [Internet]. Sociedad Española Otorrinolaringología y Patología Cervicofacial. Disponible en: <https://seorl.net>
14. Llopis JMF. Rinomanometria anterior activa informatizada: criterios de normalidad y fiabilidad de la prueba [Internet] [<http://purl.org/dc/dcmitype/Text>]. Universitat Autònoma de Barcelona; 1990 [citado 19 de

- enero de 2022]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=268714>
15. Piccirillo JF, Merritt MG, Richards ML. Psychometric and clinimetric validity of the 20-Item Sino-Nasal Outcome Test (SNOT-20). *Otolaryngol Head Neck Surg.* enero de 2002;126(1):41-7.
  16. Casale M, Pappacena M, Setola R, Soda P, Cusimano V, Vitali M, et al. Video-rhino-hygrometer: a new method for evaluation of nasal breathing after nasal surgery. *Am J Rhinol Allergy.* diciembre de 2010;24(6):467-71.
  17. Valero A, Navarro AM, Del Cuviello A, Alobid I, Benito JR, Colás C, et al. Position paper on nasal obstruction: evaluation and treatment. *J Investig Allergol Clin Immunol.* 2018;28(2):67-90.
  18. Spataro E, Most SP. Measuring Nasal Obstruction Outcomes. *Otolaryngologic Clinics of North America.* octubre de 2018;51(5):883-95.
  19. Mohan S, Fuller JC, Ford SF, Lindsay RW. Diagnostic and Therapeutic Management of Nasal Airway Obstruction: Advances in Diagnosis and Treatment. *JAMA Facial Plast Surg.* 1 de septiembre de 2018;20(5):409-18.
  20. Bermüller C, Kirsche H, Rettinger G, Riechelmann H. Diagnostic accuracy of peak nasal inspiratory flow and rhinomanometry in functional rhinosurgery. *Laryngoscope.* abril de 2008;118(4):605-10.
  21. Gargula S, Luscan R, Drummond D, Denoyelle F, Couloigner V, Leboulanger N, et al. French translation and validation of the Sinus and Nasal Quality of Life Survey (SN-5) in children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology.* junio de 2021;145:110706.
  22. Calvo-Henríquez C, Valencia-Blanco B, Boronat-Catalá B, Maza-Solano J, Díaz-Anadón Á, Kahn S, et al. Cross-cultural adaptation of the sinus and nasal quality of life survey (SN-5) to Spanish. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* diciembre de 2020;139:110425.
  23. André RF, Vuyk HD, Ahmed A, Graamans K, Nolst Trenité GJ. Correlation between subjective and objective evaluation of the nasal airway. A systematic review of the highest level of evidence. *Clin Otolaryngol.* diciembre de 2009;34(6):518-25.
  24. Thilander B, Pena L, Infante C, Parada SS, de Mayorga C. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in children and adolescents in Bogota, Colombia. An epidemiological study related to different stages of dental development. *Eur J Orthod.* abril de 2001;23(2):153-67.
  25. Andruccioli MCD, Matsumoto MAN. Transverse maxillary deficiency: treatment alternatives in face of early skeletal maturation. *Dental Press J Orthod.* enero de 2020;25(1):70-9.
  26. Roveta AL, Bolasco L. Disyunción con diferentes elementos de anclaje esquelético. *Actas Odontológicas (Publicación discontinuada).* 2013;10(2):19-27.
  27. Pèrez-Flores A, Gallegos-Delgado F, Hernández-Carrera MJ, Torres-González P, Cuevas-Drago P, Fierro-Monti C, et al. Riesgos asociados al uso de Expansión Rápida del Maxilar. *Avances en Odontoestomatología.* abril de 2020;36(1):21-6.
  28. Haas AJ. Rapid Expansion Of The Maxillary Dental Arch And Nasal Cavity By Opening The Midpalatal Suture. *The Angle Orthodontist.* 1 de abril de 1961;31(2):73-90.
  29. Timms DJ. The Effect of Rapid Maxillary Expansion on Nasal Airway Resistance. *British Journal of Orthodontics.* 1 de octubre de 1986;13(4):221-8.
  30. Alansari S, Sangsuwon C, Vongthongleur T, Kwal R, Teo M chneh, Lee YB, et al. Biological principles behind accelerated tooth movement. *Seminars in Orthodontics.* septiembre de 2015;21(3):151-61.
  31. Suzuki H, Moon W, Previdente LH, Suzuki SS, Garcez AS, Consolaro A. Miniscrew-assisted rapid palatal expander (MARPE): the quest for pure orthopedic movement. *Dental Press J Orthod.* agosto de 2016;21(4):17-23.
  32. Casap N, Rushinek H. Minimally Invasive Orthognathic Surgery. En: Nahlieli O, editor.

- Minimally Invasive Oral and Maxillofacial Surgery [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2018 [citado 1 de agosto de 2021]. p. 109-16. Disponible en: [http://link.springer.com/10.1007/978-3-662-54592-8\\_7](http://link.springer.com/10.1007/978-3-662-54592-8_7)
33. Aziz T, Ansari K, Lagravere MO, Major MP, Flores-Mir C. Effect of non-surgical maxillary expansion on the nasal septum deviation: a systematic review. *Prog Orthod.* diciembre de 2015;16(1):15.
  34. Compresión Maxilar: actualización sobre su tratamiento. Revisión bibliográfica [Internet]. [citado 13 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2019/art-21/>
  35. Hidalgo García V, Solano Mendoza B, Solano Reina E, Hidalgo García V, Solano Mendoza B, Solano Reina E. Indicación de las distintas técnicas de expansión rápida del paladar quirúrgicamente asistida y comparativa de la estabilidad. *Revista Española de Cirugía Oral y Maxilofacial.* marzo de 2018;40(1):27-32.
  36. Reyneke JP, Conley RS. Surgical/Orthodontic Correction of Transverse Maxillary Discrepancies. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America.* febrero de 2020;32(1):53-69.
  37. Curva de Spee - [DOCX Document] [Internet]. *fdocuments.ec.* [citado 19 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://fdocuments.ec/document/curva-de-spee-55fade7b04dff.html>
  38. *Revista Española de Cirugía Oral y Maxilofacial* [Internet]. [citado 19 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.revistacirugiaorallymaxilofacial.es/Expansion-rapida-maxilar-asistida-con-microimplantes84?AspxAutoDetectCookieSupport=1>
  39. ¿Qué es un disyuntor de paladar y para qué sirve? [Internet]. Ferrus&Bratos. 2020 [citado 19 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.clinicaferrusbratos.com/ortodoncia-infantil/disyuntor-expansor-paladar/>
  40. Pereira MD, Koga AF, Prado GPR, Ferreira LM. Complications From Surgically Assisted Rapid Maxillary Expansion With HAAS and HYRAX Expanders. *Journal of Craniofacial Surgery.* marzo de 2018;29(2):275-8.
  41. Disyunción | Ortodoncia | Ortoplus [Internet]. [citado 6 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.ortoplus.es/ortodoncia/disyuncion/disyuncion.html>
  42. Expansor rápido tipo Hilgers | Catálogo Ortodoncia | Ortoplus [Internet]. [citado 19 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.ortoplus.es/ortodoncia/disyuncion/expansor-rapido-hilgers.html>
  43. Koudstaal MJ, Poort LJ, van der Wal KGH, Wolvius EB, Prah Andersen B, Schulten AJM. Surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME): a review of the literature. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* octubre de 2005;34(7):709-14.
  44. Chrcanovic BR, Custódio ALN. Orthodontic or surgically assisted rapid maxillary expansion. *Oral Maxillofac Surg.* septiembre de 2009;13(3):123-37.
  45. Buck LM, Dalci O, Darendeliler MA, Papageorgiou SN, Papadopoulou AK. Volumetric upper airway changes after rapid maxillary expansion: a systematic review and meta-analysis. *EORTHO.* 20 de julio de 2016;cjw048.
  46. Niu X, Di Carlo G, Cornelis MA, Cattaneo PM. Three-dimensional analyses of short- and long-term effects of rapid maxillary expansion on nasal cavity and upper airway: A systematic review and meta-analysis. *Orthod Craniofac Res.* agosto de 2020;23(3):250-76.
  47. Liu K, Wei H, Dai J, Wang X. Does Nasal Cavity Enlargement Associated With Respiratory Function Improvement After Surgically Assisted Rapid Maxillary Expansion? *J Craniofac Surg.* junio de 2020;31(3):829-31.
  48. Buck LM, Dalci O, Darendeliler MA, Papadopoulou AK. Effect of Surgically Assisted Rapid Maxillary Expansion on Upper Airway Volume: A Systematic Review. *J Oral Maxillofac Surg.* mayo de 2016;74(5):1025-43.
  49. Izuka EN, Feres MFN, Pignatari SSN. Immediate impact of rapid maxillary expansion on upper airway dimensions and on the quality of life of

- mouth breathers. *Dental Press J Orthod.* junio de 2015;20(3):43-9.
50. Brunetto DP, Moschik CE, Dominguez-Mompell R, Jaria E, Sant'Anna EF, Moon W. Mini-implant assisted rapid palatal expansion (MARPE) effects on adult obstructive sleep apnea (OSA) and quality of life: a multi-center prospective controlled trial. *Progress in Orthodontics.* 1 de febrero de 2022;23(1):3.
  51. Calvo-Henriquez C, Mayo-Yáñez M, Lechien JR, Moure JD, Faraldo-García A, Martínez-Capoccioni G, et al. Looking for a cutoff value for the decongestant test in children suffering with turbinate hypertrophy. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* octubre de 2021;278(10):3821-6.
  52. Kindermann CA, Roithmann R, Neto JFL. Sensitivity and specificity of nasal flexible fiberoptic endoscopy in the diagnosis of adenoid hypertrophy in children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology.* enero de 2008;72(1):63-7.
  53. Cassano P, Gelardi M, Cassano M, Fiorella ML, Fiorella R. Adenoid tissue rhinopharyngeal obstruction grading based on fiberendoscopic findings: a novel approach to therapeutic management. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology.* diciembre de 2003;67(12):1303-9.
  54. Camacho M, Zaghi S, Certal V, Abdullatif J, Means C, Acevedo J, et al. Inferior Turbinate classification system, grades 1 to 4: Development and validation study: Inferior Turbinate Classification System. *The Laryngoscope.* febrero de 2015;125(2):296-302.
  55. Zapletal A, Chalupová J. Nasal airflow and resistance measured by active anterior rhinomanometry in healthy children and adolescents. *Pediatr Pulmonol.* marzo de 2002;33(3):174-80.
  56. Principato JJ, Wolf P. Pediatric nasal resistance. *Laryngoscope.* septiembre de 1985;95(9 Pt 1):1067-9.
  57. Liu SYC, Ibrahim B, Abdelwahab M, Chou C, Capasso R, Yoon A. A Minimally Invasive Nasal Endoscopic Approach to Distraction Osteogenesis Maxillary Expansion to Restore Nasal Breathing for Adults with Narrow Maxilla. *Facial Plast Surg Aesthet Med.* 17 de febrero de 2022;
  58. Jalowayski AA, Yuh YS, Koziol JA, Davidson TM. Surgery for nasal obstruction--evaluation by rhinomanometry. *Laryngoscope.* marzo de 1983;93(3):341-5.
  59. Calvo-Henriquez C, Martínez-Seijas P, Boronat-Catalá B, Faraldo-García A, Martínez-Capoccioni G, Alobid I, et al. Assessing the ability of children and parents to rate their nasal patency. A cross sectional study. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* mayo de 2022;156:111094.
  60. Mariño-Sanchez F, Valls-Mateus M, Haag O, Alobid I, Bousquet J, Mullol J. Smell loss is associated with severe and uncontrolled disease in children and adolescents with persistent allergic rhinitis. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice.* septiembre de 2018;6(5):1752-1755.e3.
  61. Chuang CY, Sun HL, Ku MS. Allergic rhinitis, rather than asthma, is a risk factor for dental caries. *Clin Otolaryngol.* febrero de 2018;43(1):131-6.
  62. Sullivan S, Li K, Guilleminault C. Nasal obstruction in children with sleep-disordered breathing. *Ann Acad Med Singap.* agosto de 2008;37(8):645-8.
  63. Farronato M, Lanteri V, Fama A, Maspero C. Correlation between Malocclusion and Allergic Rhinitis in Pediatric Patients: A Systematic Review. *Children (Basel).* 27 de noviembre de 2020;7(12):E260.
  64. Occasi F, Perri L, Saccucci M, Di Carlo G, Ierardo G, Luzzi V, et al. Malocclusion and rhinitis in children: an easy-going relationship or a yet to be resolved paradox? A systematic literature revision. *Ital J Pediatr.* 22 de agosto de 2018;44(1):100.
  65. Vickers PD. Respiratory obstruction and its role in long face syndrome. *Northwest Dent.* octubre de 1998;77(5):19-22.
  66. Grippaudo C, Oliva B, Greco AL, Sferra S, Deli R. Relationship between vertical facial patterns and dental arch form in class II malocclusion. *Prog Orthod.* 7 de noviembre de 2013;14:43.

67. Flores-Mir C, Korayem M, Heo G, Witmans M, Major MP, Major PW. Craniofacial morphological characteristics in children with obstructive sleep apnea syndrome: a systematic review and meta-analysis. *J Am Dent Assoc.* marzo de 2013;144(3):269-77.
68. Kerbrat A, Schouman T, Decressain D, Rouch P, Attali V. Interaction between posture and maxillomandibular deformity: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg.* enero de 2022;51(1):104-12.
69. Zicari AM, Magliulo G, Rugiano A, Ragusa G, Celani C, Carbone MP, et al. The role of rhinomanometry after nasal decongestant test in the assessment of adenoid hypertrophy in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* marzo de 2012;76(3):352-6.
70. Calvo-Henríquez C, Neves JC, Arancibia-Tagle D, Chiesa-Estomba C, Lechien JR, Mayo-Yáñez M, et al. Does pediatric septoplasty compromise midfacial growth? A systematic review. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* junio de 2020;277(6):1565-74.
71. Asscherickx K, Govaerts E, Aerts J, Vande Vannet B. Maxillary changes with bone-borne surgically assisted rapid palatal expansion: A prospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* marzo de 2016;149(3):374-83.
72. Bazargani F, Magnuson A, Ludwig B. Effects on nasal airflow and resistance using two different RME appliances: a randomized controlled trial. *Eur J Orthod.* 25 de mayo de 2018;40(3):281-4.
73. Ta NH, Gao J, Philpott C. A systematic review to examine the relationship between objective and patient-reported outcome measures in sinonasal disorders: recommendations for use in research and clinical practice. *Int Forum Allergy Rhinol.* mayo de 2021;11(5):910-23.
74. Occasi F, Duse M, Vittori T, Rugiano A, Tancredi G, De Castro G, et al. Primary school children often underestimate their nasal obstruction. *Rhinology.* junio de 2016;54(2):164-9.