

Fisiología de músculos faríngeos posterior a la restauración quirúrgica del esfínter velofaríngeo

Antonio Ysunza^{a*}^aClinica de Paladar Hendido, Dirección de Investigación, Hospital General Dr Manuel Gea González, México D.F., México.

Recibido: 9 de septiembre de 2004

Aceptado: 12 de noviembre de 2004

RESUMEN

Introducción: La restauración del esfínter velofaríngeo para su función durante el habla se lleva a cabo mediante colgajo faríngeo o faringoplastia de esfínter.

Objetivo: Evaluar la fisiología de músculos faríngeos posterior a colgajo faríngeo o faringoplastia de esfínter, mediante electromiografía y videonasofaringoscopia simultáneas.

Material y Métodos: Se estudiaron 40 pacientes. Veinte pacientes fueron operados con un colgajo faríngeo de pedículo superior y veinte pacientes fueron operados con faringoplastia de esfínter. Se estudiaron los músculos constrictor superior de la faringe, elevador del velo del paladar y palatofaríngeo.

Resultados: Ninguno de los pacientes mostró actividad electromiográfica en los colgajos laterales de las faringoplastias. Ninguno de los pacientes mostró actividad electromiográfica en el colgajo faríngeo. Todos los pacientes mostraron actividad electromiográfica enérgica en el constrictor superior de la faringe y el elevador del velo del paladar.

Conclusiones: Los colgajos faríngeos laterales en casos de faringoplastia de esfínter y el colgajo faríngeo central en casos de colgajo faríngeo de pedículo superior, no crean nuevos esfínteres para el cierre velofaríngeo. La participación de estas estructuras es pasiva, incrementando el volumen de tejido en áreas específicas, mientras que sus movimientos son ocasionados por la contracción del constrictor superior de la faringe y el elevador del velo del paladar.

Palabras clave:

Electromiografía, faringe, fisura de paladar, fisiología

SUMMARY

Introduction: Speech velopharyngeal sphincter restoration is generally performed by pharyngeal flap or sphincter pharyngoplasty.

Objective: Evaluate pharyngeal muscle physiology after pharyngeal flap or sphincter pharyngoplasty using simultaneous electromyography and videonasopharyngoscopy.

Material and Methods: Forty patients were studied. Twenty patients were operated on with an upper base pharyngeal flap. Twenty patients were operated on with sphincter pharyngoplasty. The following muscles were studied: superior constrictor pharyngeus, palatopharyngeus, and levator veli palatini.

Results: None of the patients studied showed electromyographic activity in the lateral flaps of the pharyngoplasties. None showed electromyographic activity of the upper base pharyngeal flaps. All patients demonstrated strong electromyographic activity on the superior constrictor pharyngeus and the levator veli palatini.

Conclusions: Lateral pharyngeal flaps in cases of sphincter pharyngoplasties and the central pharyngeal flap in cases of pharyngeal flaps, do not create new sphincters for velopharyngeal closure. The participation of these structures is passive, increasing tissue volume in specific areas, whereas their movements are caused by the contraction of the superior constrictor pharyngeus and the levator veli palatini.

Key words:

Electromyography, pharynx, cleft palate, physiology

Introducción

La faringoplastia de esfínter y el colgajo faríngeo de pedículo superior son los procedimientos quirúrgicos más utilizados para corregir la hipernasalidad y la emisión nasal en casos de disfunción velofaríngea residual posterior a la reparación de una fisura de paladar secundario.

Hynes^{1,2} informó la transposición muscular para crear un borde en la pared faríngea posterior. En su informe se describe la elevación de colgajos de base superior desde el músculo salpingofaríngeo¹ y posteriormente desde el músculo palato-

faríngeo de situación anatómica más profunda.² Orticochea³⁻⁵ fue el primero en proponer el término udinámico para describir al mecanismo de esfínter miomucoso consistente por el velo del paladar en la pared anterior, los pilares posteriores de las paredes faríngeas situadas lateralmente y el constrictor superior de la faringe situado en la pared faríngea posterior. Jackson y Silverston⁶ sustituyeron los colgajos de base superior por los colgajos de base inferior sobre la pared posterior de la faringe, en un intento para elevar la inserción de los colgajos y mejorar el resultado de la intervención. Estos autores informaron mejoría de la hipernasalidad en el 94% de sus casos.

* Correspondencia y solicitud de sobretiros: Dr. Antonio Ysunza, Hospital General Dr. Manuel Gea González. Calzada de Tlalpan 4800, México D.F. 14000. Correo electrónico: amvsunza@terra.com.mx

El colgajo faríngeo ha sido probablemente el método más popular para tratar la disfunción velofaríngea en las últimas dos décadas. El procedimiento fue descrito inicialmente en el siglo diecinueve por Schoenbom,⁷ refinado posteriormente por cirujanos entre los que se incluyen Rosenthal,⁸ Padgett,⁹ Sanvenero-Roselli¹⁰ y Conway.¹¹ Finalmente, Shprintzen y col., informaron la técnica de colgajo faríngeo de acuerdo a los hallazgos de las estructuras velofaríngeas. Estos autores informan que el borde del paladar blando debe incidirse horizontalmente por encima de la úvula, extendiendo la incisión lateralmente hasta los pilares posteriores del istmo de las fauces. Posteriormente, se diseña un colgajo de pedículo superior en la pared faríngea posterior, consistente en la totalidad de la longitud de la misma. El extremo distal del colgajo se introduce en la bolsa creada previamente en el velo, incluyendo la mucosa en el colgajo.¹²

Tanto el colgajo central del colgajo faríngeo en casos de colgajo faríngeo de pedículo superior, así como los colgajos laterales en casos de faringoplastia de esfínter, reducen el espacio entre la orofaringe y la rinofaringe. Por lo tanto, el flujo de aire a través de la nariz durante el habla disminuye significativamente.

La resonancia nasal anormalmente aumentada o hipernasalidad, producida por la disfunción velofaríngea es un trastorno de comunicación muy común que se encuentra frecuentemente asociado con una gran gama de padecimientos. Los pacientes con anomalías congénitas, entre las que se incluye la fisura de paladar secundario, frecuentemente cursan con hipernasalidad durante el habla. De hecho, la excesiva resonancia nasal o hipernasalidad es probablemente el principal estigma de las personas con fisura de paladar secundario.¹³

La distorsión de la resonancia nasal es en gran parte un efecto directo del acoplamiento del espacio nasal con el espacio faríngeo durante la articulación. El cierre quirúrgico de la fisura de paladar secundario no siempre resulta en un esfínter velofaríngeo capaz de mantener una resonancia nasal adecuada durante el habla. La disfunción velofaríngea residual, también denominada insuficiencia velofaríngea, aparece cuando una reparación quirúrgica del paladar secundario no puede proveer un cierre completo durante el habla.

El objetivo de tratar la disfunción velofaríngea es restaurar un sello funcional entre la nasofaringe y la orofaringe, de tal manera que la articulación adecuada pueda suceder durante el habla. El mejor abordaje diagnóstico para el análisis del esfínter velofaríngeo es la combinación de videonasofaringoscopia y videofluoroscopia de incidencia múltiple.^{13,14}

En el Hospital General Dr. Manuel Gea González de la ciudad de México, la disfunción velofaríngea residual, después del cierre primario de una fisura de paladar secundario, se examina rutinariamente utilizando videonasofaringoscopia y videofluoroscopia de incidencia múltiple.^{14,15} De acuerdo con los hallazgos de estos estudios, se diseña una técnica quirúrgica para cada caso individual, considerando la variabilidad de persona a persona en los movimientos velofaríngeos y las características del cierre. Con este protocolo se ha informado una mejoría en la función velofaríngea en alrededor de 90% de los casos operados ya sea con colgajo faríngeo o bien con faringoplastia de esfínter.¹⁵

Diversos autores han informado que las valoraciones videofluoroscópicas y videonasofaringoscópicas corroboran un esfínter dinámico tanto en casos de colgajo faríngeo,

así como en casos de faringoplastia de esfínter.¹⁶⁻²⁰ En estos informes se postula que la nasofaringe se obtura mediante un movimiento esfintérico de los colgajos palatofaríngeos y el velo en el caso de una faringoplastia de esfínter y mediante un movimiento del colgajo central con las paredes faríngeas laterales en el caso de un colgajo faríngeo de pedículo superior. Pigott¹⁸ propone que estos procedimientos quirúrgicos funcionan de alguna de las siguientes tres maneras: el avance de la pared faríngea posterior, la reducción del receso faríngeo central o lateral de manera estática o como un esfínter activo. El objetivo de este trabajo fue evaluar la fisiología de los músculos faríngeos, posterior a una faringoplastia de esfínter o un colgajo faríngeo, utilizando una combinación de videonasofaringoscopia y electromiografía de los músculos faríngeos simultáneas.

Material y Métodos

Se revisaron todos los casos de pacientes con fisura de paladar secundario reparada y con disfunción velofaríngea residual que fueron intervenidos quirúrgicamente mediante faringoplastia de esfínter o colgajo faríngeo de pedículo superior en el Hospital Dr. Manuel Gea González, de enero de 1985 a diciembre de 1999.

Para ser incluidos en el grupo de estudio, los pacientes debían llenar los siguientes criterios: fisura unilateral completa de paladar primario y secundario sin otras malformaciones asociadas, los pacientes debían ser normales en cualquier otro aspecto. Cierre quirúrgico de las fisuras de acuerdo a la rutina de la Clínica de Paladar Hendido del Hospital Dr. Manuel Gea González.^{15,21} Se debía haber realizado cierre de paladar primario entre los 1 y 3 meses de edad. El cierre de la fisura de paladar secundario se debía haber realizado con palatofaringoplastia con o sin incisiones liberadoras entre los 4 meses y un año de edad. Se excluyeron pacientes con la presencia de fístulas. Se debía haber demostrado una disfunción velofaríngea (insuficiencia velofaríngea) residual mediante examen clínico foniátrico completo, videonasofaringoscopia y videofluoroscopia de incidencia múltiple, de acuerdo con un informe previo.¹⁵ La disfunción velofaríngea debía haber sido tratada quirúrgicamente con colgajo faríngeo de pedículo superior o faringoplastia de esfínter, por lo menos dos años antes de ser reclutados para este estudio. Se seleccionó este período de espera debido a que se ha informado que los movimientos de esfínter pueden tardar de 6 a 18 meses para iniciar su desarrollo.¹⁷ Se debía demostrar audición dentro de límites normales mediante audiometría tonal conductual. Este criterio se seleccionó debido a que se ha informado que los pacientes con pérdidas auditivas pueden presentar disfunción del esfínter velofaríngeo.²² Se incluyeron sólo pacientes con edad de 14 a 27 años; este grupo de edad se seleccionó con el fin de asegurar una cooperación adecuada con mínima molestia durante los procedimientos necesarios para el protocolo de estudio. Se excluyeron los pacientes con articulación compensatoria porque se ha informado que este trastorno afecta la movilidad del esfínter velofaríngeo.¹³ Se incluyeron sólo pacientes con cierre velofaríngeo completo posterior a la restauración del esfínter velofaríngeo ya fuera mediante faringoplastia de esfínter o

bien mediante colgajo faríngeo de pedículo superior. El cierre completo debía demostrarse mediante examen clínico foniátrico, videonasofaringoscopia y videofluoroscopia de incidencia múltiple de acuerdo con un informe previo.¹⁵

Todos los casos de faringoplastia de esfínter fueron realizados utilizando colgajos de base superior como lo describieron Jackson y Silverson.⁶ En todos los casos se insertaron los colgajos de acuerdo con los hallazgos previos de videonasofaringoscopia y videofluoroscopia de incidencia múltiple.¹⁵ Así mismo, todos los casos de colgajo faríngeo de pedículo superior, se realizaron de acuerdo a los informes de Shprintzen y col.,¹² utilizando los hallazgos previos de videonasofaringoscopia y videofluoroscopia múltiples. Los Comités de Bioética e Investigación del Hospital Dr. Manuel Gea González aprobaron el protocolo de estudio.

Un total de 40 pacientes llenó los criterios de inclusión. Veinte pacientes habían sido intervenidos utilizando una faringoplastia de esfínter. Veinte pacientes habían sido intervenidos utilizando un colgajo faríngeo de pedículo superior. Todos estos pacientes fueron invitados a la Clínica de Fisuras Palatinas del Hospital Dr. Manuel Gea González para una entrevista. Los 40 pacientes acudieron y fueron evaluados. Se les informó a los pacientes acerca del propósito de la investigación y los procedimientos (videonasofaringoscopia y electromiografía) necesarios para el estudio si es que aceptaban participar. Ninguno de los procedimientos representó ningún costo para los pacientes ya que el protocolo fue apoyado por el Hospital Dr. Manuel Gea González. Los 40 pacientes accedieron a participar en el estudio.

Electromiografía y videonasofaringoscopia

Después de anestesia local de la faringe, se insertaron electrodos desechables bipolares de alambre - gancho. La inserción se realizó bajo visión directa de los vientres musculares del elevador del velo del paladar, el constrictor superior de la faringe y el palatofaríngeo, incluido en los colgajos laterales insertados en pared faríngea posterior en casos de faringoplastia de esfínter. Los electrodos son confeccionados con dos electrodos de alambre muy delgado, flexible y aislado. Para los registros, se removió aproximadamente un milímetro del aislante en cada alambre. Estos alambres se situaron en el lumen de una aguja hipodérmica de tal manera que las porciones descubiertas se extendieron más allá de la punta de la aguja, los alambres se doblaron en sí mismos para formar un "gancho".

Cuando la aguja se insertó en los músculos y se retiró, los ganchos de los alambres quedaron insertados en los músculos. Estos electrodos son suficientemente confortables y pueden ser dejados en su lugar durante la realización de registros repetidos de articulación y deglución. Los electrodos están confeccionados con alambre de acero inoxidable con un diámetro de 50 μ m incluyendo el aislamiento. Se utilizaron agujas hipodérmicas calibre 25 para insertar los electrodos. Los electrodos se conectaron a un sistema multisensorial Nicolet Meridian. Se utilizó una ganancia de entre 1000 a 50,000 (60 dB a 94 dB) con filtros de 20 Hz a 10 KHz. Se utilizó un módulo de razón de rechazo común para prevenir la amplificación de campos eléctricos de 60 ciclos.

La actividad electromiográfica se evaluó utilizando un amplificador de audio conectado a una bocina para realizar análisis acústico de la señal electromiográfica. Se utilizó también un monitor visual para obtener muestras de los registros en línea sobre la pantalla. Los datos electromiográficos de los músculos faríngeos se adquirieron simultáneamente en cuatro canales de electromiografía con una tasa de muestreo de 20,000 muestras por segundo, lo suficientemente rápida para permitir la resolución de los detalles finos de los registros de una unidad motora. Para asegurar la representatividad de la muestra de potenciales de unidad motora, fue necesario registrar unidades motoras de diferentes sitios en cada músculo. Los músculos velofaríngeos fueron muestreados adecuadamente con una a tres penetraciones miomucosas. Todos los registros electromiográficos fueron obtenidos con una videonasofaringoscopia simultánea. Se utilizó sólo videonasofaringoscopia ya que ésta permite una visualización adecuada de los movimientos del esfínter velofaríngeo. No se utilizó videofluoroscopia ya que el tiempo de exposición a radiación hubiera sido dañino para los pacientes. La videonasofaringoscopia se realizó como se ha descrito anteriormente.¹³ La finalidad de utilizar la videonasofaringoscopia fue observar los movimientos del esfínter velofaríngeo durante la articulación y deglución. Los movimientos se correlacionaron con los registros electromiográficos.

El protocolo para el registro electromiográfico incluyó: A. Registro de actividad de inserción por 100 a 500 milisegundos; B. Registro de actividad espontánea por 500 milisegundos; C. Registro de actividad motora voluntaria durante, a: deglución, b: articulación repetida de /k/ y c: articulación de /s/ sostenida.

Para los registros se utilizó un software de electromiografía cuantitativa descrito previamente.^{23,24}

Todos los registros electromiográficos y las videonasofaringoscopias fueron analizados independientemente por dos examinadores con amplia experiencia en estos procedimientos. Se solicitó a los observadores que identificaran la presencia de actividad electromiográfica en cada uno de los músculos faríngeos estudiados durante deglución y articulación. También se les pidió correlacionar los registros electromiográficos con los movimientos velofaríngeos observados mediante videonasofaringoscopia. Se obtuvo un valor de concordancia mediante una prueba de Kappa. El promedio del área (μ V/8eg) de los registros de electromiografía cuantitativa durante las tres condiciones se comparó utilizando un análisis de varianza de una vía.^{25,26}

Resultados

El intervalo de edad al momento del estudio fue de 14 a 27 años de edad, la mediana de la edad fue de 19 años. La edad de los pacientes al momento de cirugía en los casos intervenidos con faringoplastia de esfínter varió de 5 a 11 años con una mediana de 8.5 años. En los casos de pacientes intervenidos con colgajo faríngeo, la edad varió de 5.5 a 10 años con una mediana de 9 años. No se encontró diferencia significativa al comparar las medianas de uno y otro grupos. Todos los pacientes fueron evaluados al menos 2 años después de la intervención. El tiempo postoperatorio varió de 2 a 14 años con una mediana

de 5 años en el grupo de pacientes intervenidos con faringoplastia de esfínter. En el grupo de pacientes intervenidos con colgajo faríngeo, el tiempo postoperatorio varió de 2 a 13 años con una mediana de 5 años. No se encontró diferencia significativa al comparar las medianas de los grupos.

La variabilidad interobservador fue aceptable. El hallazgo común fue que existiera un acuerdo entre los dos observadores al analizar los segmentos de electromiografías y videonasofaringoscopías. El valor de Kappa fue mayor de 7.5. En los casos en que existió diferencia, éstos se discutieron en conjunto hasta llegar a un consenso.

En los casos intervenidos con faringoplastia de esfínter, la videonasofaringoscopia durante las muestras de articulación demostró un desplazamiento velar que variaba de 70 a 100%. El movimiento de paredes faríngeas laterales, que incluían los colgajos quirúrgicos, varió de 30 a 40% en cada pared faríngea, considerándose simétrico en todos los casos. Los pacientes que fueron intervenidos mediante colgajo faríngeo de pedículo superior, mostraron movimientos de paredes faríngeas laterales de 100% en todos los casos, logrando hacer contacto con los bordes libres de los colgajos. Durante la deglución, todos los pacientes mostraron actividad electromiográfica enérgica en el elevador del velo del paladar y el constrictor superior de la faringe alcanzando un patrón de interferencia completo, esto es, los potenciales de unidad motora cubrían la pantalla completamente durante la actividad muscular.

Los valores de electromiografía cuantitativa obtenidos durante deglución, se compararon con los valores obtenidos durante las muestras de articulación. El área (μ Volts 1 milisegundos) promedio de los potenciales de unidad motora durante cada una de las dos condiciones fue el valor comparado. Un análisis de varianza de una vía demostró diferencias no significativas ($p > 0.05$) entre la actividad motora durante deglución, articulación de /k/ y articulación de /5/. Ninguno de los pacientes intervenidos con faringoplastia de esfínter mostró actividad en los músculos palatofaríngeos, incluidos en los colgajos laterales. No se detectó actividad motora durante deglución ni durante articulación. En contraste, en los pacientes intervenidos con colgajo faríngeo, los palatofaríngeos mostraron actividad motora enérgica durante deglución, no así durante articulación en que no demostraron ninguna actividad. Es importante puntualizar que aunque se observaron movimientos de paredes faríngeas laterales enérgicos tanto en los casos de faringoplastia de esfínter, así como en los casos de colgajo faríngeo durante videonasofaringoscopia, en ninguno de los casos se detectó actividad electromiográfica durante la articulación.

Discusión

De los resultados de este estudio es evidente que no se demostró actividad de esfínter activa en la electromiografía de los colgajos laterales de las faringoplastias ni en el colgajo central de los colgajos faríngeos de pedículo superior.

Aunque todos los pacientes incluidos en estos grupos de estudio mostraron cierre velofaríngeo completo en la videonasofaringoscopia y actividad electromiográfica enérgica en el elevador del velo del paladar y el constrictor superior de la faringe durante la articulación, ninguno de los pacientes

mostró actividad electromiográfica de los palatofaríngeos durante la articulación. Los casos intervenidos con faringoplastia de esfínter, no mostraron ninguna actividad en los palatofaríngeos durante deglución ni articulación. Una posible explicación al respecto es que los palatofaríngeos son alejados de su inserción para ser incluidos en los colgajos laterales. Por otro lado, en los pacientes intervenidos con colgajo faríngeo, los palatofaríngeos mostraron actividad enérgica en la deglución, ya que en esta intervención, los músculos no están involucrados en el procedimiento quirúrgico. Aún más, todos los pacientes intervenidos con faringoplastia de esfínter, mostraron actividad electromiográfica enérgica en el elevador del velo y en el constrictor superior de la faringe durante la deglución. Parece ser que la manipulación quirúrgica de los palatofaríngeos, afecta la fisiología de los músculos faríngeos, resultando en una configuración faríngea distinta cuando se compara con los casos no intervenidos.

El concepto de faringoplastia dinámica propuesto por Orticochea³⁻⁵ con base en sus observaciones del proceso de deglución no está en concordancia con los hallazgos del presente estudio. El autor especuló que los mismos músculos actuando durante el reflejo nauseoso pudieran ser involucrados en la producción del habla. El reflejo nauseoso involucra la contracción de los pilares posteriores de la faringe, esto es, los músculos palatofaríngeos.²⁷ Estos músculos tienen la misma representación cortical que los músculos responsables del habla, esto es, el elevador del velo del paladar y el constrictor superior de la faringe,²⁷ por lo tanto, la faringoplastia de esfínter fue diseñada primariamente para cambiar la inserción inferior de los pilares posteriores y llevarlos hasta la pared posterior de la faringe. El diseño quirúrgico estaba encaminado a preservar la innervación de estos músculos y mantenerlos funcionales. En contraste con este planteamiento, se ha demostrado que el constrictor superior de la faringe es el responsable del movimiento de las paredes faríngeas laterales cuando el esfínter velofaríngeo se activa durante el proceso de la articulación.²⁸ Los hallazgos de videonasofaringoscopia y electromiografía logrados en el presente estudio, apoyan este postulado.

Los estudios electromiográficos previos de hablantes normales demostraron que el palatofaríngeo es un antagonista del elevador.²⁷ Siempre que el elevador del velo se activa, el palatofaríngeo se relaja. Esta coordinación podría llevar a la conclusión de que no se debía observar ninguna actividad en el palatofaríngeo durante el cierre del esfínter velofaríngeo. El movimiento de esfínter en los casos de faringoplastia de esfínter parece ser pasivo, ocasionado por la contracción del constrictor superior de la faringe. En los casos intervenidos con colgajo faríngeo de pedículo superior, los palatofaríngeos mostraron actividad electromiográfica sólo durante la deglución, estos hallazgos también apoyan la hipótesis de que los palatofaríngeos no se activan durante la articulación y de que en los casos de faringoplastia de esfínter, su fisiología se modifica completamente debido al cambio de la arquitectura faríngea resultante por el procedimiento quirúrgico.

Volviendo a las tres posibilidades mencionadas en la introducción de este estudio, la restauración del esfínter velofaríngeo puede funcionar ya sea creando un avance en la pared posterior¹ reduciendo los espacios laterales o el espacio central en forma estática o creando un nuevo esfínter. Las dos

primeras posibilidades son compatibles con los hallazgos electromiográficos y videonasofaringoscópicos obtenidos en el presente estudio. La tercera posibilidad puede ser descartada con base en los hallazgos electromiográficos de los músculos faríngeos obtenidos en este estudio.

Cabe mencionar que debido al reducido número de pacientes y la homogeneidad de los mismos, no puede permitir conclusiones definitivas. Sin embargo, parece que la restauración del esfínter velofaríngeo utilizando tanto faringoplastia de esfínter, así como colgajo faríngeo de pedículo superior¹ aunque modifican la fisiología de los músculos faríngeos, constituyen procedimientos seguros y confiables para tratar disfunción velofaríngea en casos de fisuras de paladar secundario reparadas primariamente. La restauración es especialmente confiable cuando se realiza en casos seleccionados, sin trastornos de articulación compensatoria asociados y con base en los hallazgos de videonasofaringoscopia y videofluoroscopia de incidencia múltiple. Aun así, el movimiento de esfínter que se observa en los pacientes operados con alguna de estas dos intervenciones, parece ser pasivo y está causado por la contracción del constrictor superior de la faringe y el elevador del velo del paladar.

Referencias

- Hynes W. Pharyngoplasty by muscle transplantation. *British J Plast Surg* (1951)3:128-137.
- Hynes W. The results of pharyngoplasty by muscle transplantation in failed cleft palate cases with special reference to the influence of the pharynx on voice production. *Ann R Coll Surg* (1953)13:17-34.
- Orticochea M. Construction of a dynamic muscle sphincter in cleft palates. *Plast Reconstr Surg* (1988) 41:323-331.
- Orticochea M. Results of the dynamic muscle sphincter operation in cleft palates. *Br J Plast Surg* (1970)23:108-114.
- Orticochea M. A review of 236 cleft palate patients treated with dynamic muscle sphincter. *Plast Reconstr Surg* (1983) 71:180-191.
- Jackson IT, Silverston JS. Sphincter pharyngoplasty as a secondary procedure in cleft palates. *Plast Reconstr Surg* (1977) 59:518-525.
- Shoenborn D. Ueber eine neue methode der staphylorskaphie, *Arch F Klin Chir* (1876)19:528-531.
- Rosenthal W. Zur frage der gaumenplastik, *Zbl Chir* (1924) 51:1821-1627.
- Padgett EC. The repair of cleft palates after unsuccessful operations with special reference to cases with an extensive loss of palatal tissue, *Arch Surg* (1930) 20:453-472.
- Sanvene-Roselli. Divisione palatina e sua aura chirurgico alu. *Cong Int Stomatal* (1935) 36:391-395.
- Conway H. Combined use of the push-back and pharyngeal flap procedures in the management of complicated cases of cleft palate, *Plast Reconstr Surg* (1951)7:214-224.
- Shprintzen R, Lewin M, Croft C, et al. A comprehensive study of pharyngeal flap surgery: tailor made flaps. *Cleft Palate J* (1979)16:48-55.
- Ysunza A, Pamplona M, Toledo E. Change in velopharyngeal valving after speech therapy in cleft palate patients. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* (1998)24:45-58.
- Golding-Kushner KJ, Argamaso RV, Cotton RT, et al. Standardization for the reporting of videonasopharyngoscopy and multiview videofluoroscopy: A report from an international working group. *Cleft Palate J* (1990)27:337-352.
- Ysunza A, Pamplona M, Ramirez E, et al. Velopharyngeal surgery: A prospective trial of pharyngeal flaps and sphincter pharyngoplasties. *Plast Reconstr Surg* (2002)
- Witt P, Marsh J, Arlis H, et al. Quantification of dynamic velopharyngeal port excursion following sphincter pharyngoplasty. *Plast Reconstr Surg* (1998)101:1205-1210.
- Riski J, Ruft GL, Georgiade GS, et al. Evaluation of the sphincter pharyngoplasty. *Cleft Palate Craniofac J* (1992)29:254-262.
- Pigott RW. The results of pharyngoplasty by muscle transplantation by Wilfred Hynes. *Br J Plast Surg* (1993)48:440-450.
- Argamaso RV. Physical management of velopharyngeal incompetence. *J Child Commun Dis* (1988)10:67-74.
- Argamaso RV, Shprintzen RJ, Strauch S. The role of lateral pharyngeal wall motion in pharyngeal flap surgery. *Plastic and Reconstructive Surgery* (1980)66:214-225.
- Ysunza A, Pamplona M, Mendoza M, et al. Speech outcome and maxillary growth in patients with unilateral complete cleft lip/palate operated on at 6 versus 12 months of age. *Plast Reconstr Surg* (1998)102:875-889.
- Ysunza A, Vazquez MC. Velopharyngeal sphincter physiology in deaf individuals. *Cleft Palate Craniofac J* (1993) 30:141-144.
- Trigos I, Ysunza A, Vargas D. The Sanvenero Roselli pharyngoplasty: an electromyographic study of the palatopharyngeus. *Cleft Palate J* (1988)25:385-390
- Stalberg E. Quantitative analysis of individual motor unit potentials. A proposition for standardized terminology and criteria for measurement. *J Clin Neurophysiol* (1988)3:313-340.
- Feinstein A. *Multivariate Analysis*. New Haven: Yale University Press (1996) 26. Rossner, B. *Fundamentals of Biostatistics*, Pacific Grove, CA. Duxbury (2000).
- Fritzell B. The velopharyngeal muscles in speech: An electromyographic and cineradiographic study. *Acta Otolaryngol Scand* (1989) Supp 250:1-127.
- Huang MH, Lee ST, Rajendran K. Anatomic basis of cleft palate and velopharyngeal surgery: implications from a fresh cadaveric study. *Plast Reconstr Surg* (1998)101:613-625.