

Comunicaciones Breves

Wall shear stress: Tensión de corte de la pared

Wall shear stress

Wall shear stress: Esforço de cisalhamento da parede

Dr. Guillermo Javier Kindlein ⁽¹⁾, Dr. Marcelo Alejandro Rodríguez ⁽²⁾

Resumen

Para analizar los resultados obtenidos mediante cirugías funcionales en las fosas nasales (septumplastia y turbinoplastia fundamentalmente), o para evaluar los trastornos funcionales generados por alteraciones anatómicas endonasales, recurrimos usualmente a respuestas de los pacientes a través de cuestionarios subjetivos (escala visual análoga), o en forma objetiva a las rinodebitomanometría y la rinomanometría acústica. En forma más reciente contamos con análisis de modelos dinámicos de flujo computarizados. Este último permite cuantificar los efectos del flujo de aire sobre las paredes nasales, fenómeno llamado wall shear stress, transponiendo el término usado en el sistema cardiovascular respecto al efecto de la presión sanguínea sobre las paredes arteriales, que traducido al castellano sería tensión de corte en la pared (nasal). Este método es laborioso, costoso y de difícil acceso.

Presentamos una alternativa para diagnosticar este fenómeno durante la consulta: la observación con el videoendoscopio del efecto producido por el paso del aire en forma crónica en la mucosa de las paredes nasales, realzando estos cambios mediante el uso de narrow band imaging.

Palabras clave: Wall shear stress, insuficiencia ventilatoria nasal, costras nasales, epistaxis, narrow band imaging, NBI.

Abstract

When analyzing the results obtained by functional surgeries of the nostrils (mainly septumplasty and turbinoplasty), or when assessing functional disorders generated by endonasal anatomical alte-

rations, we usually resort to subjective questionnaires (analog visual scale), and, objectively, to rhinodebitomanometry and acoustic rhinomanometry. Nowadays, analysis of computerized Dynamic flow models allows to quantify the tension that nasal walls receive from airflow, phenomenon called wall shear stress. This concept was transposed from cardiovascular system, regarding the effect of blood pressure on the arterial walls. This method is laborious and expensive.

We present an alternative method to diagnose this phenomenon in the consulting room: the observation with the videoendoscope of the effect produced by chronic air flow on nasal walls' mucosa. This changes are enhanced by the use of narrow banding imaging.

Key words: Wall shear stress, nasal ventilatory insufficiency, nasal crusts, epistaxis, narrow band imaging, NBI.

Resumo

Analisar os resultados obtidos através de cirurgias funcionais nas passagens nasais (septoplastia e turbinoplastia fundamentalmente), ou avaliar os distúrbios funcionais gerados por alterações anatómicas endonasais, Geralmente recorre-se a respostas do paciente através de questionários subjetivos (escala analógica visual), ou de forma objetiva à rinodebitomanometria e rinomanometria acústica. Mais recentemente, temos análises de modelos de fluxo dinâmicos computadorizados. Este último permite quantificar os efeitos do fluxo de ar nas paredes nasais, um fenômeno chamado wall shear stress, transpor o termo usado no sistema cardiovascular em relação ao efeito da pressão arterial nas paredes

⁽¹⁾ Residente de tercer año, Instituto Otorrinolaringológico Arauz, CABA, Argentina. ⁽²⁾ Jefe del Sector Rinosinusal, Instituto Otorrinolaringológico Arauz, CABA, Argentina.

Mail de contacto: guilloqui87@gmail.com

Fecha envió: 10 de mayo de 2018 - Fecha de aceptación: 22 de julio de 2018.

arteriais, que traduzido para o português seria esforço de cisalhamento da parede (Nasal). Este método é trabalhoso, caro e de difícil acesso.

Apresentamos uma alternativa para diagnosticar esse fenômeno durante a consulta: observação com o videoendoscópio do efeito produzido pela passagem de ar de forma crônica na mucosa das paredes nasais, aprimorando essas mudanças através do uso de narrow band imaging.

Palavras-chave: Wall shear stress, insuficiência ventilatória nasal, crostas nasais, epistaxis, narrow band imaging, NBI.

Introducción

Usando las áreas descritas por Cottle y analizando con rinomanometría acústica y modelos dinámicos de flujo, se puede determinar que el área correspondiente a la válvula nasal interna es el área de corte transversal más estrecho, determinante de la resistencia al flujo aéreo nasal, y a su vez de la velocidad del flujo, de la presión negativa endonasal y por lo tanto de los efectos del flujo del aire sobre la pared nasal, o sea, el wall shear stress.

Se puede observar en los modelos dinámicos de flujo en pacientes sanos que el área de la válvula nasal interna, compuesta por el cartílago cuadrangular, el cartílago triangular, la cabeza del cornete inferior y la impronta de la cabeza del cornete medio, es la zona donde se redirecciona el aire y se realiza mayor transferencia de humedad y calor hacia el aire inspirado.⁽¹⁾ (Figura 1) Por lo tanto, es el punto donde mayor impacto produce la entrada de aire frío y seco sobre la pared nasal, es decir donde vamos a ver mayores cambios por la tensión de corte sobre la mucosa nasal en narices normales. Esto se traduce en características histológicas de la mucosa nasal fácilmente detectables mediante la videoendoscopia con narrow band imaging (NBI) en las superficies de la válvula nasal. El NBI es un filtro de luz azul de 415 nm de longitud de onda, que realza la hemoglobina y los patrones vasculares subcutáneos en color ocre.

La mucosa normal de la nariz presenta un epitelio pavimentoso de transición en el área septal correspondiente a la válvula nasal y una mayor vascularización de la submucosa en las superficies tanto septal como turbinal de la válvula, que pueden ser determinados en su extensión gracias al uso de NBI en la videoendoscopia. (Figura 2) Por detrás de la región de la válvula se observa epitelio respiratorio con menor vascularización submucosa.

Fig. 1. Modelo de flujo dinámico del aire en las fosas nasales y válvula.

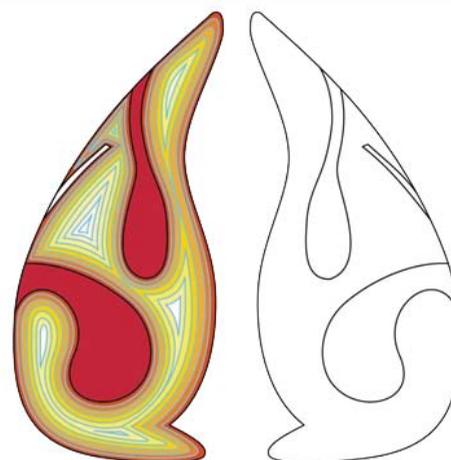
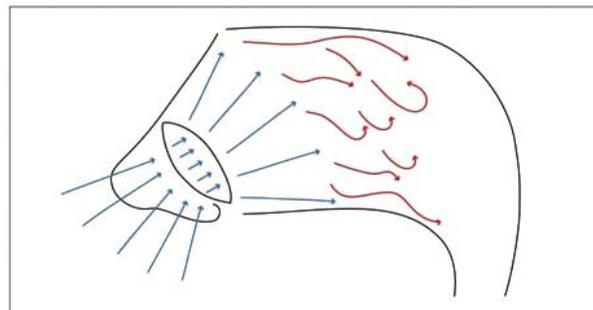


Fig. 2. Videoendoscopia con NBI de paciente sano, a) fosa nasal derecha, b) fosa nasal izquierda.



En casos de obstrucción nasal varía el patrón de flujo aéreo: disminuyen la velocidad del flujo y la presión negativa endonasal y por lo tanto varían las áreas afectadas y la forma en que se afecta cada una por el impacto de aire. Esto se traduce en una alteración del wall shear stress en las paredes nasales que se visualiza a largo plazo como cambios tróficos en la mucosa, metaplasia y desecación, lo que explica la predisposición a epistaxis espontánea y a la formación de costras.⁽²⁾ Estos cambios mucosos son bien identificados mediante el uso de NBI, pudiendo determinarse con precisión la variación del lugar de impacto del aire frío y seco en base a los cambios en la vasculatura y metaplasia correspondiente de la mucosa que este examen permite ver.

Por otro lado, un patrón de flujo aéreo alterado puede interrumpir el estímulo sensitivo normal sobre la mucosa, evocando respuestas adaptativas del sistema nervioso autónomo, de forma tal que el flujo aéreo anormal y el wall shear stress se pueden relacionar con rinorrea posterior, congestión, obstrucción ventilatoria, falta de saciedad ventilatoria, irritación, y dolor quemante que disturba el sueño y el confort. ⁽³⁾

Se presentan las imágenes de videoendoscopia con NBI endonasal de un paciente normal y de 3 casos clínicos que fueron referidos a consultorio de rinología del instituto otorrinolaringológico Arauz por insuficiencia ventilatoria nasal con los correspondientes cambios en los efectos del wall shear stress sobre la mucosa.

Caso 1:

Paciente de sexo masculino de 31 años, que consulta por insuficiencia ventilatoria nasal, que empeora con el decúbito dorsal y formación de costras especialmente en fosa nasal derecha. En la Figura 3, en la imagen endoscópica con luz blanca se ve luxación del cartílago cuadrangular hacia la fosa nasal derecha y formación de costras sobre el septum nasal, la pared lateral de la válvula nasal y en la cabeza del cornete inferior. En la Figura 4, la misma imagen con filtro NBI revela más detalles sobre los efectos en la superficie de la mucosa provocados por una mayor tensión del aire (wall shear stress) sobre la pared septal y mayor resistencia al flujo aéreo, deshidratando el moco de estas superficies y formando costras y provocando metaplasia que alterna con áreas de exulceración.

Caso 2:

Paciente de sexo masculino de 50 años que consulta por insuficiencia ventilatoria nasal y apneas de sueño. Se muestra en la Figura 5 la comparación de la imagen endoscópica nasal con y sin filtro NBI de la fosa nasal derecha, donde observamos la descamación exagerada de la mucosa metaplásica en forma de hiperqueratosis, provocada por la alteración del flujo aéreo por la estrechez excesiva de la luz nasal y el correspondiente stress sobre la pared septal. En la Figura 6 vemos la mucosa normal por detrás de la válvula, lo que nos permite descartar una condición del paciente y confirmar que la causa es la turbulencia del aire a nivel de la válvula. Esto tiene muchas implicancias en la comprensión de la fisiopatología de la insuficiencia ventilatoria nasal y por lo tanto en la racionalidad de los tratamientos quirúrgicos que debemos aplicar.

Fig. 3. Caso 1 con luz blanca, a) fosa nasal derecha, b) fosa nasal izquierda.

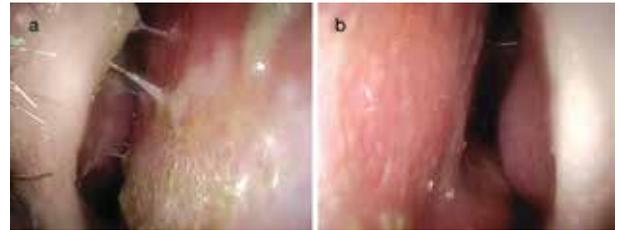


Fig. 4. Caso 1 con NBI, a) fosa nasal derecha, b) fosa nasal izquierda.

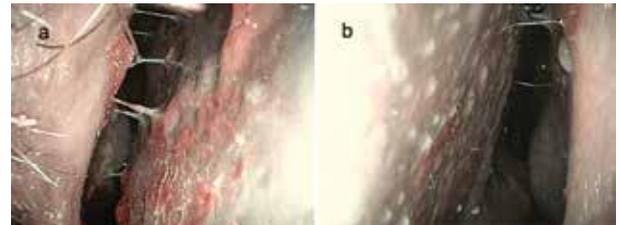


Fig. 5. Caso 2, a) fosa nasal derecha con luz blanca, b) fosa nasal derecha con NBI.



Fig. 6. Caso 2, mucosa normal por detrás de válvula nasal.

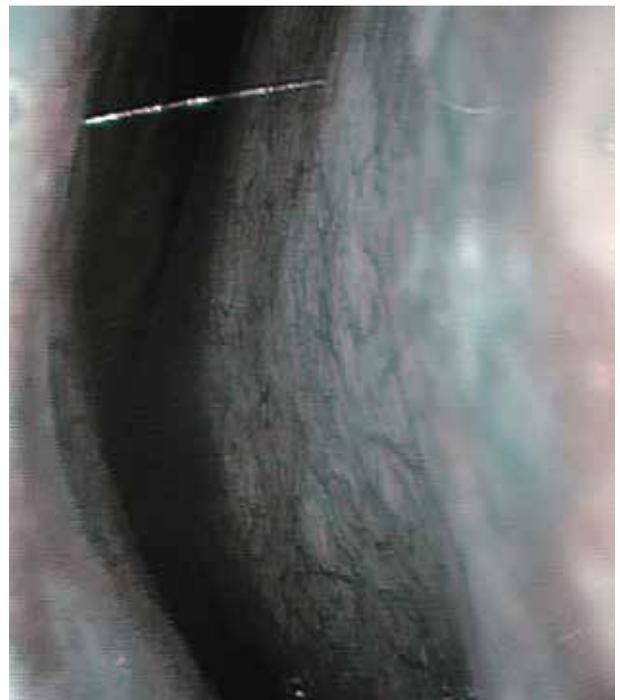
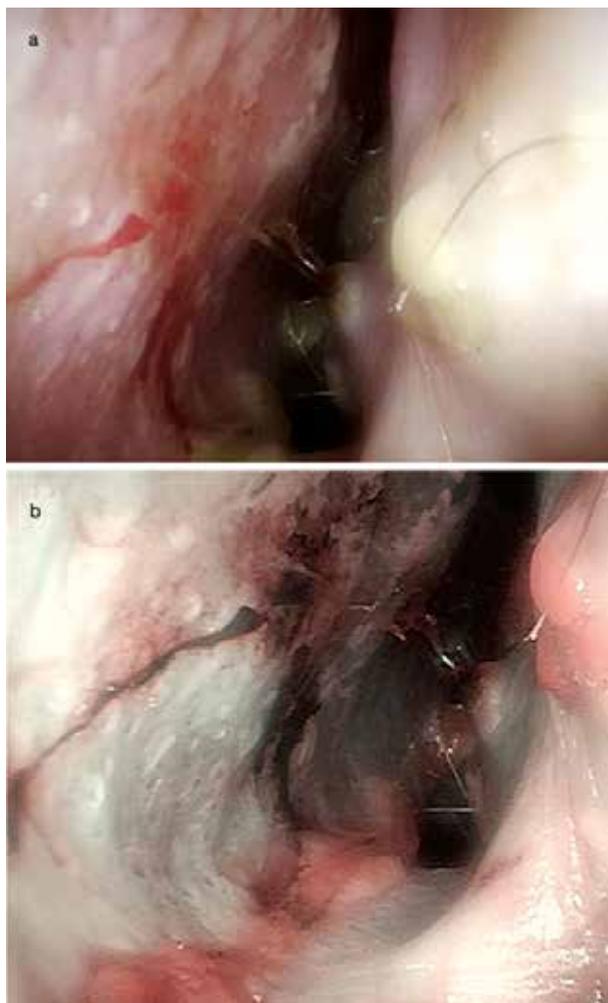


Fig. 7. Caso 3, a) fosa nasal izquierda con luz blanca, b) fosa nasal izquierda con NBI.



Caso 3:

Paciente de sexo femenino de 67 años con antecedentes de esclerodermia de varios años de evolución, consulta por obstrucción nasal, epistaxis leves a repetición y formación de costras en ambas fosas nasales. Se observa en la Figura 7 una desviación septal hacia la fosa nasal izquierda y con el filtro NBI la severa metaplasia de la mucosa y la alter-

nancia de mucosa y áreas de exulceración. En este caso apreciamos el efecto del aire turbulento debido a la alteración anatómica de la luz nasal sumado al terreno deficitario de la mucosa provocado por la esclerodermia, que empeora la metaplasia y la respuesta del organismo a los trastornos del flujo turbulento nasal.

Conclusiones

Los estudios actuales de función ventilatoria nasal resaltan la importancia del efecto del flujo turbulento sobre la pared. Los tratamientos racionales y basados en la evidencia deben tender a la normalización del flujo según los modelos existentes y las modificaciones anatómicas realizadas en cirugía deben apuntar a eso, más que a aumentar la luz nasal sin un criterio fisiológico. Presentamos los resultados que obtenemos en el consultorio con la videoendoscopia con filtro NBI que nos permite detectar las alteraciones del wall shear stress sin necesidad de otros exámenes, y nos llevan a aplicar tratamientos más racionales, así como diagnósticos funcionales más precisos.

Los autores no manifiestan conflictos de interés.

Bibliografía

1. De Yun Wang, Heow Peuh Lee, Gordon R. Impacts of Fluid Dynamics Simulation in Study of Nasal Airflow Physiology and Pathophysiology in Realistic Human Three-Dimensional Nose Models. *Clinical and Experimental Otorhinolaryngology* Vol. 5, No. 4: 181-187, December 2012. Disponible en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>.
2. Christos G, Wytske F. Nasal fisiology. En: Christos G, Wytske F, *Rhinology and skull base surgery. From the lab to the operating room: an evidence-based approach*. Amsterdam: Editorial Thieme; 2013: 27-48.
3. Kimbella, Franka, Purushottam Laudb, Garciac, Rheed. Changes in nasal airflow and heat transfer correlate with symptom improvement after surgery for nasal obstruction. *J Biomech*. 2013 October 18; 46(15): 2634-2643. Disponible en: doi: 10.1016/j.jbiomech.2013.08.007.