

# ODİOSOFT-RHİNO : NAZAL SES ANALİZİ

**Dr.Erdal Seren**

Hava yollarındaki baskın olan respirator hava akımı laminar ve türbülant akımları içeren mikst tip hava akımıdır.<sup>1</sup> Nazal hava akımı burun yapısı ve geometrik yapısıyla çok yakından ilişkilidir. Laminer akım, çapı üniform olan ve içinde hiçbir tıkanıklık bulunmayan bir tüp içinde gazın düzgün bir şekilde çok küçük yön değişiklikleri ile akmasıdır. Ve bu tür bir akımda, basınç ile akım hızı arasında doğrusal bir ilişki (*Laminer akımın basınç-akım ilişkisi*) ilk kez **Poiseuille** tarafından tanımlanmıştır.<sup>2</sup> Laminer akım düzenli ve sessiz bir karakterdedir. Sıvı veya gaz tabakalarının birbiri üzerinde düzenli bir şekilde kayması nedeniyle laminar akımda sürtünmeyle enerji kaybı, yani akım direnci en alt düzeydedir.

**Akım= Akım hızı x Alan (enine kesit)**

$$\text{Alan}=\pi \cdot r^2$$

Bir silindirik borudan geçen hava akım hızı yarıçapla ters orantılıdır. Yarıçap azaldıkça akım hızı artar (Akım hızı  $\propto 1/r^2$ ).<sup>3</sup> Tüpün çapında ½ lik darlık akım hızını 4 kat artırır, basınç ise (Bernouilli prensibi gereğince toplam enerji sabit kalacağından) düşecektir. Akımın kinetik enerjisi, akım hızının fonksiyonudur. Böylece tüp içinden geçen havanın kinetik enerjisi artarken potansiyel enerjisi azalır. (*Bernouilli etkisi*). Reynolds sayısına net etkisi ise 2 kat artıdır. Böylece Reynolds sayısını türbülant akım geliştirmek için olan kritik sayıya yaklaştırır.

## **Türbülant akım**

Havayollarında türbülant akım, akım yönünün ani değişiklikleri ve havayolu çapının ani daralmaları sonucu ortaya çıkar. Bu tür bir akımı sağlamak için gerekli basınç, laminar akıma göre daha fazladır. Basınç, akım hızının karesi ile doğru orantılıdır. Septal deviasyon ve konka hipertrofileri nazal kavitedeki hava akımını etkilemektedir. Laminer akımdan türbülant akıma doğru akım özelliklerini değiştirir.<sup>4,5</sup> Bu türbülant akımlar nasal solunum seslerini ortaya çıkarır.<sup>6</sup>

Türbülant, ses dalgalarının frekans spektrogramında yüksek frekanslara doğru şift yapmasına neden olur.<sup>7</sup> Türbülant akım nazal membran için daha iritan olup sonuçta nazal drenaj ve konjesyon da artışa neden olmaktadır.<sup>8</sup>

## **Reynolds sayısı**

Reynold sayısı viskoz ve inertial (hava veya sıvının kütle eylemsizliği) parametreler arasındaki orandır. Hava akımının laminar mi yoksa türbülant özellikler demeye olacağını Reynolds sayısı belirtir.<sup>9</sup>

$$\text{Reynolds sayısı} = r \cdot Q \cdot \rho / \eta$$

$$\text{Reynolds sayısı} = (\text{uzunluk} \cdot \text{akım hızı} \cdot \text{dansite}) / \text{viskozite}$$

Matematiksel olarak Reynolds sayısı 2000 den daha büyükse türbülant akımdır Nazal pasajda laminar veya türbülant akımın varlığı havadaki gaz değişiminin fizyolojisiyle ilişkilidir. Türbülant akım ısı ve nem değişimine kolaylıkla izin verir.

Türbülant akım transnazal basınç 40-80 pascal'ı aşınca ortaya çıkar.Yaklaşık 3 saniye sürer .Türbülant akım daha çok enerji gerektirir. Sonuçta hava ile nazal kavitenin daha iyi bir karışımına yol açmasına neden olur.<sup>10</sup>

### **Solunum sesi oluşumu:**

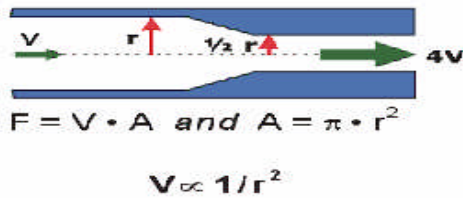
Türbülant akım duyulabilir ses dalgalarının oluşumuna yol açar. İnspirasyon ve ekspirasyon sırasında nazal kavitedeki anatomik obstruksiyonlar nedeniyle türbülant ve transisyonel hava akımları oluşur. Oluşan bu hava akımları nedeniyle nazal kavitede duyulabilir düzensiz ses oluşumuna yol açar.



Hava akımı ve solunum sesleri solunum yollarının geometrik yapısı ve şekline bağlıdır. Bu yüzden hava akımının amplitüdü, frekansı ve ses şiddeti kişiler arasında değişiklikler göstermektedir.<sup>11</sup>

### **Deviasyonun burun hava akımına etkileri:**

Nasal septal deviasyonlar nazal kavitede daralmalar yapar. Enine kesit alanında azalmalar oluşturur (**Şekil 1**). Nazal hava akımı ekspiriyumda bu daralmış alandan geçerken akım hızı artar (hız  $\propto 1/r^2$ ). Sonuçta Reynolds sayısında artış yapar. Kritik düzeye ulaşıncaya akım türbülant özellikler kazanır. Türbülant akım işitilebilir nazal sesler ortaya çıkarır. Ortaya çıkan bu nazal sesler laminar akımdaki nazal seslere göre daha gürültülüdür ve yüksek frekanslara doğru ses spektral analizinde şiftler göstermektedir.



Volume flow (F) equals mean velocity (V) times cross-sectional area (A), where A =  $\pi$  times radius squared ( $r^2$ ).

Şekil 1

### **Nazal ses analizi**

Nazal seslerin FFT metoduyla yapılan analizinde frekansları aşağıdaki biçimde sınıflandırdık:

**Çok düşük frekanslar;**.....200-500 Hz

**Düşük frekanslar;** .....500-1000 Hz

**Orta frekanslar ;**.....1-2 kHz

**Yüksek frekanslar:**..... 2-4 kHz, 4-6 kHz

### **1) Ekspiriyumdaki nazal seslerin analizi**

Nazal kavitedeki darlıklar nazal kavitede enine kesit alanında azalmalar yaparak, nazal hava akımına türbülant özellikler kazandırmaktadır. Nazal sesin FFT metoduyla yapılan spektral analiz örnekleri laminar ve türbülant akımda birbirinden oldukça farklı özellikler içermektedir. Laminar akımda nazal ses şiddeti çok düşük frekanslar (200-500 Hz) ile düşük frekanslar( 500 -1000 Hz) arasında artış gösterirken , türbülant akımda yüksek frekanslarda (2000-6000 Hz) arasında artışlar görülmektedir. (Şekil 2)

#### **Sonuç:**

- a) **Normal nazal kavitede:** nazal kavitede darlık yapan anatomik deformiteler yoksa laminar tipte nazal hava akımı görülmektedir. Nazal ses spektrasındaki FFT analizinde ortalama ses şiddeti;

**Çok düşük frekanslarda:**.....25 dB üzerinde

**Düşük frekanslarda:**.....20 dB üzerinde

**Orta frekanslarda :**.....16 dB üzerinde

**Yüksek frekanslarda:**.....16 dB altında bulunur.

- b) **Nazal kavitede darlık yapan patolojilerde ortalama ses şiddeti:**

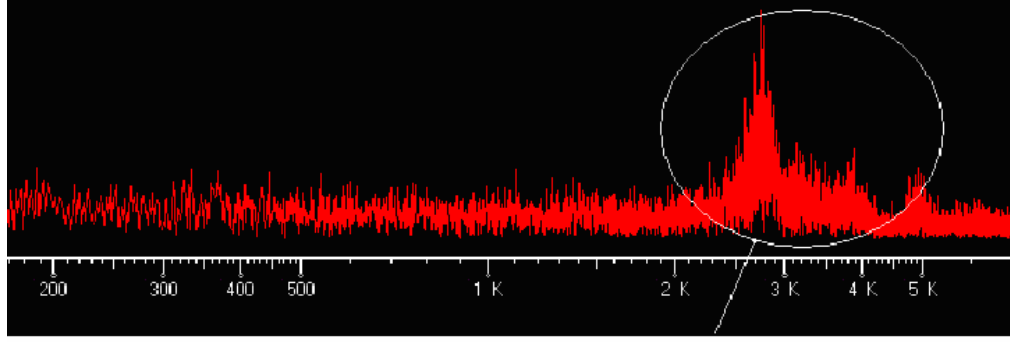
**Çok düşük frekanslarda:**..... 20 dB altında

**Düşük frekanslarda:**.....20 dB altında

**Orta frekanslarda :**.....20 dB altında

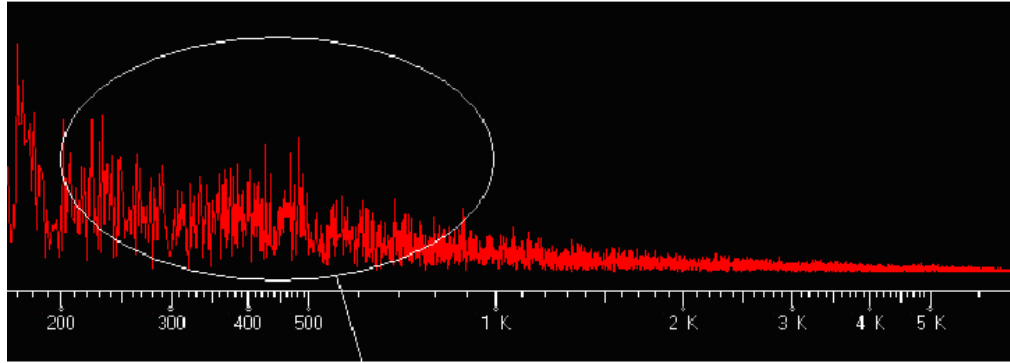
**Yüksek frekanslarda:**.....20 dB üstünde bulunur.

Nazal kavitedeki anatomik obstrüksiyonun derecesiyle orantılı olarak düşük ve orta frekanslardaki ses şiddetinin azaldığını buna karşılık yüksek frekanslardaki ses şiddetinin arttığını gözlemledik.



Nazal septal deviasyonlu hasta

High frequency



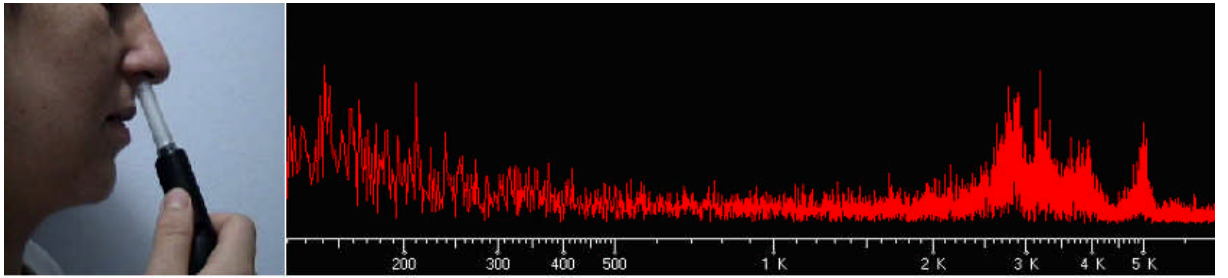
Kontrol grubu

Low frequency

Şekil 2

## 2) İnspiriyum sırasındaki nazal ses analizi:

Nazal valf bölgesindeki darlık nedeniyle inspirasyon sırasındaki hava akımında türbülans oluşur. Bu nedenle inspiratuar hava akımının analizi nazal valv patolojilerinin değerlendirilmesinde önemlidir.



Without Cottle maneuver

Şekil 3. İnspirasyondaki nazal hava akım analizi. Sağlıklı kişilerdeki hava akımı analizi türbülans özellikler göstermektedir.

## **SONUÇLAR**

“Odiosoft –Rhino” ile nazal kavitedeki sesin spektral analizi bize nazal kavitedeki hava akım hızı, akım özellikleri,nazal kavitedeki darlık şiddeti hakkında bilgiler sunar. Bu metodun yeni bir tanı yöntemi olarak avantajları şunlardır;

- Kolay uygulanabilmesi, noninvazif olması <sup>12</sup>
- Ekspirasyon sırasındaki hava akımı analiziyle, nazal pasajda darlık yapan anatomik obstruksiyonların değerlendirilmesinde önemlidir. <sup>13</sup>
- İnspiratuar hava akımı analiziyle, nazal valvin değerlendirilmesine olanak sağlar. <sup>14</sup>
- Ucuz olması, ek bir ekipman gerektirmemesi
- Hızlı analiz yapabilmesi
- Dijitalize edilmiş nazal seslerin wav dosyası olarak kaydedilmesi,
- Testin tekrar dinlenebilmesi ve saklanabilmesidir.
- Nazal ses kayıtlarının web üzerinden transfer edilebilmesi nedeniyle web based diagnosis de (Tele tıp uygulamalarında rahatça uygulanabilir teşhis metodudur.

## Referanslar

1. Cole P. Biophysics of nasal airflow: a review. *Am J Rhinol* 14:245-249, 2000
2. Fishman AP. Pulmonary mechanics. *Pulmonary diseases and disorders*. Third Ed. Vol.I: Mc GrawHill Book Company. 149-162,1998.
3. Comroe JH, Forster RE, Dubois AB, Briscoe WA, Carlsen E. The Lung. *Clinical physiology and pulmonary function tests*. 5-20,1955.
4. Courtiss EH, Goldwyn RM. The effects of nasal surgery on airflow. *Plast Reconstr Surg*. 72(1):9-21, 1983.
5. Mlynski G, Grutzenmacher S, Plontke S, et al. Correlation of nasal morphology and nasal respiratory function. *Rhinology* 2001; 39: 197-20, 2001.
6. Moin P, Bewley T. Feedback control of turbulence. *Applied Mechanics Reviews* 1994; 47: 3-13, 1994.
7. Charbonneau G, Sudraud M, Soufflet G. Method for the evaluation of flow rate from pulmonary sounds. *Bull Eur Physiopathol Respir* 23: 265–270,1987.
8. Cole P: Biophysics of nasal airflow: a review. *Am J Rhinol* 14(4): 245-9,2000.
9. Bailey B, ed: Nasal function and evaluation, nasal obstruction. In: *Head and Neck Surgery: Otolaryngology*. 2nd ed. New York, NY: Lippincott-Raven; 335-44, 376, 380-90,1998.
10. Kerr A, ed: *Rhinology*. In: *Scott-Brown's Otolaryngology*. 6th ed. Oxford: Butterworth Heinemann; 1997.
11. Charbonneau G, Sudraud M, Soufflet G. Method for the evaluation of flow rate from pulmonary sounds. *Bull Eur Physiopathol Respir* 1987; 23: 265–270,1987.
12. Computer based analysis of nasal airflow. A new technique. E Seren. 20 th ERS & 23 rd ISIAN congress, İstanbul.18-25 June,2004. (*Poster presentation*).
13. Frequency spectra of normal expiratory nasal sound. E Seren. *Am J Rhinol* 19(3):257-261,2005 .
14. Effect of nasal valve area on inspirator nasal sound spectra. E Seren. *American Otolaryngology Head-Neck Surgery (In Press)*