

Burun Fizyolojisi

Prof. Dr. Nuray YAZIHAN
Ankara Üni. Tıp Fak. İç Hast. AD,
Fizyopatoloji BD

BURUN

- Burun ilk tanımlandığında 1. fonksiyonu koku 2. fonksiyonu solunum olarak tanımlanmıştır (Galen)
- Evrimsel süreç içinde 4 ayaklıdan 2 ayaklıya geçiş ile pozisyon değişimine bağlı hava akımı değişimi ile olfaktor alan küçülmeye başlamıştır.
- Temel fonksiyon solunum olmuştur
- Takiben önce “Nasal turbınasyonlar” (Cassorius, 1609) daha sonra nasal siklus ve hava yolu obstruksiyonundaki rolü tanımlanmıştır (Kayser, 1895).
- Burunda hava akımı turbulan iken dinlenim halinde sakin solunumda laminer akım olabilir.
-

Burunun fonksiyonları

- Burunun 7 temel fonksiyonu vardır
 - Respirasyon-solunum
 - Solunan havanın nemlendirilmesi
 - Isı modifikasyonu
 - Partikül filtrasyonu-immunite
 - Koku
 - Fonasyon
 - Sekonder cinsiyet organı

Burunun fonksiyonları

Temel fonksiyonlara ek olarak;

- Orta kulağın ventilasyonu
- Paranasal sinüslerin boşalımı
- Refleksler
 - a- Hapşırık refleksi
 - b- Isı regülasyon refleksi
 - c- Nazo pulmoner refleks
 - d- Nazal siklus
- Tad alma ile beraber olan etkisi
- Bakterisit bakteriostatik etki yapmak
- Estetik



**BURUNUN TEMEL FONKSİYONU AKCİĞERLERE
ZARAR VERMEYECEK ŞEKİLDE SOLUNAN
HAVANIN TRANSFERİNİ SAĞLAMAKTIR**

Yeterli hava akımı sağlanması

Havanın ısıtılması

Nemlendirilmesi

Temizlenmesi

AİR CONDITION

NASAL HAVA AKIMI

NASAL HAVA AKIMI

Laminar vs Turbulent

NASAL SIKLUS

Otonom sinir sistemi ile kontrol edilir



Nasal akım

- *Ohm's Law*
- Ohm's yasasına göre akım basınçtaki değişimle doğrudan ilişkili resistansla ile ters ilişkilidir.
- **Nasofariks ile nasal açıklık arasında yeterli basınç farkı olduğunda burundan hava akımı gerçekleşir**
- Burunda yapısal dirençlere neden olan durumlarda ise (hipertrofik turbinasyon, intraluminal kitleler vs) hava akımı azalır

$$1 / \text{Total Resistance} = 1 / \text{Left Nostril Resistance}$$

$$+ 1 / \text{Right Nostril} \dots (2)$$

$\text{Direnç} = \frac{\text{Gerilim}}{\text{Akım}}$	$R = \frac{V}{I}$
--	-------------------

R : Direnç,	V: Gerilim,	I: Akım
-------------	-------------	---------

$\frac{\text{Volt}}{\text{Amper}} = \text{Ohm}$

Energy per unit volume before = Energy per unit volume after

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2$$

Pressure Energy

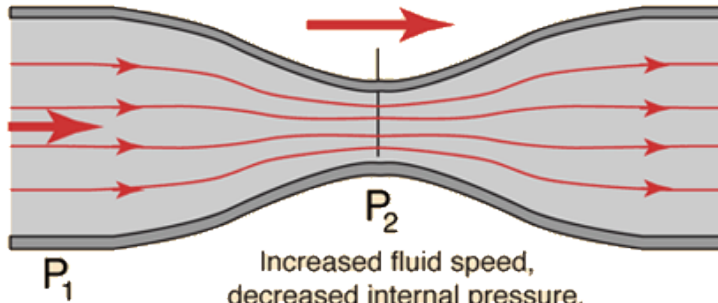
Kinetic Energy per unit volume

Potential Energy per unit volume

The often cited example of the Bernoulli Equation or "Bernoulli Effect" is the reduction in pressure which occurs when the fluid speed increases.

Flow velocity v_1

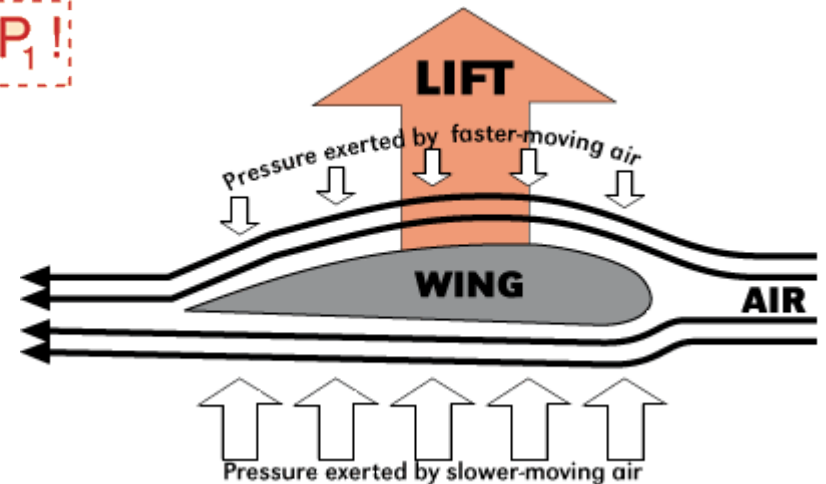
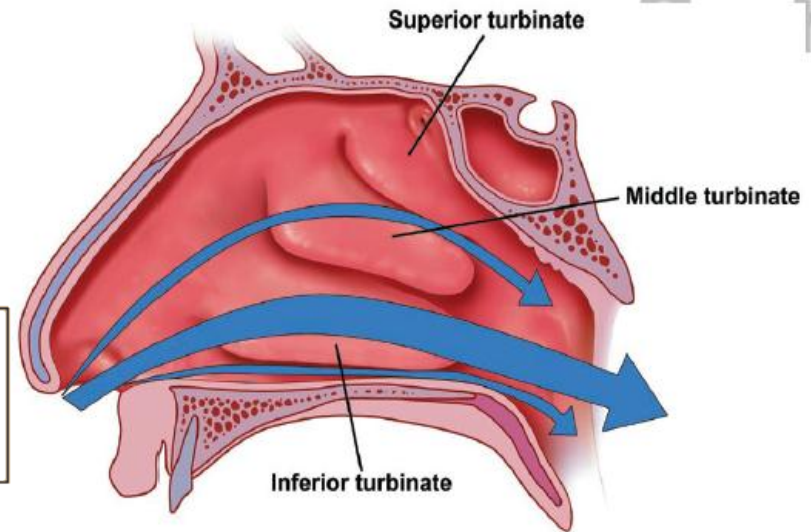
Flow velocity v_2



$$A_2 < A_1$$

$$v_2 > v_1$$

$$P_2 < P_1!$$



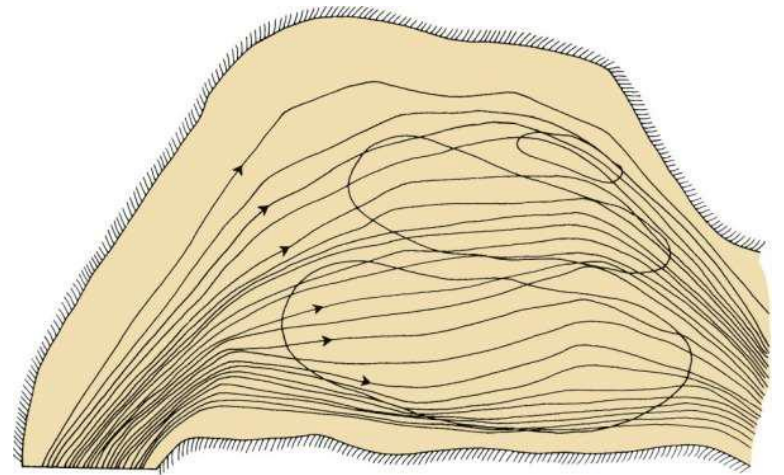
Bernoulli's Principle

Flow: $\text{Constant}(K) \frac{dPr^4}{\text{Length}}$

- **Bernoulli's Principle**
- AKIM basınç farkı ve yarıçap⁴ ile doğru koreledir
- İnternal nasal valf en küçük alana sahipken (30-40 mm²), orta ve posterior konkalarda en geniş alana sahiptir

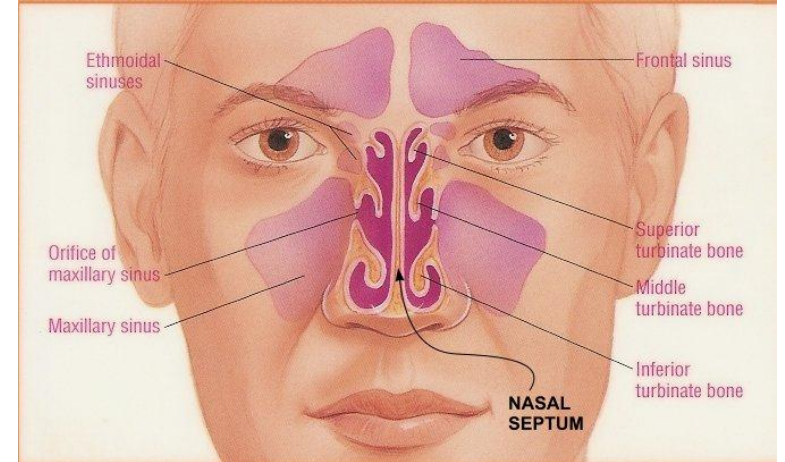
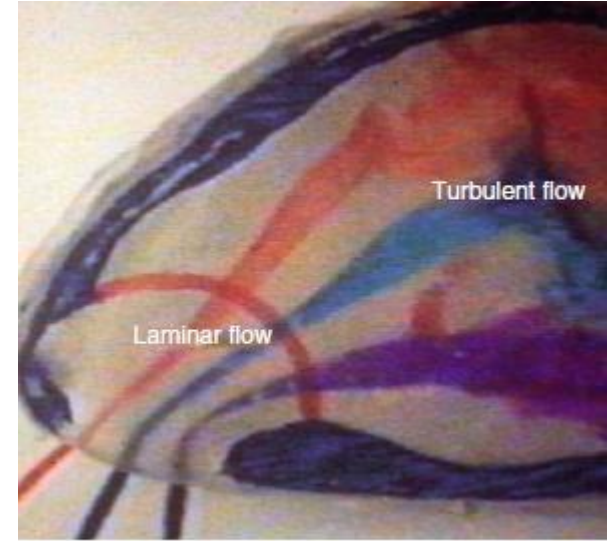
NASAL BÖLGEDE HAVA AKIMLARI

- Total hava akımının % 50 orta meatus
- Total hava akımının % 35 inferior meatus
- Total hava akımının % 15 olfaktor bölgede gerçekleşir



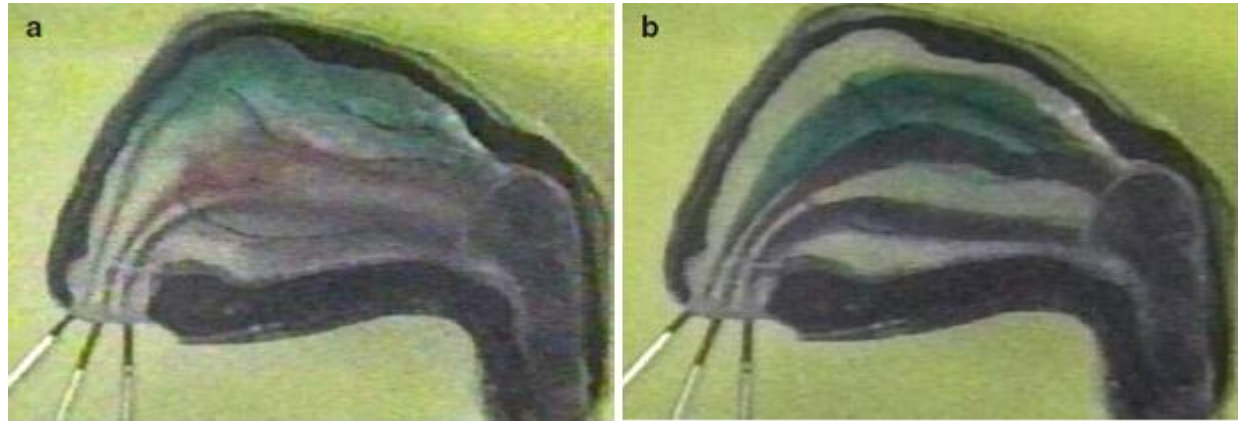
Hava akımı

- İspirasyon sırasında hava akımı 3 bölgeden geçer:
- 1-inflow: giriş : vestibulum, istmus, anterior cavum
- 2-Fonksiyonel alan : konkalar
- Bu bölgede hava ısıtılır, nemlendirilir ve temizlenir



Hava akımı

- 3- Outflow: çıkış alanı: nazofaringeal meatus , koana ve nazofarinks- hava alt solunum yoluna 90 derece açıyla geçer.
- laminar akım
- Yüksek termal enerji kullanır ve humidifikasyon farkı önemlidir .



Mlynski 2013, *Nasal Physiology and Pathophysiology of Nasal Disorders*
DOI 10.1007/978-3-642-37250-6_20

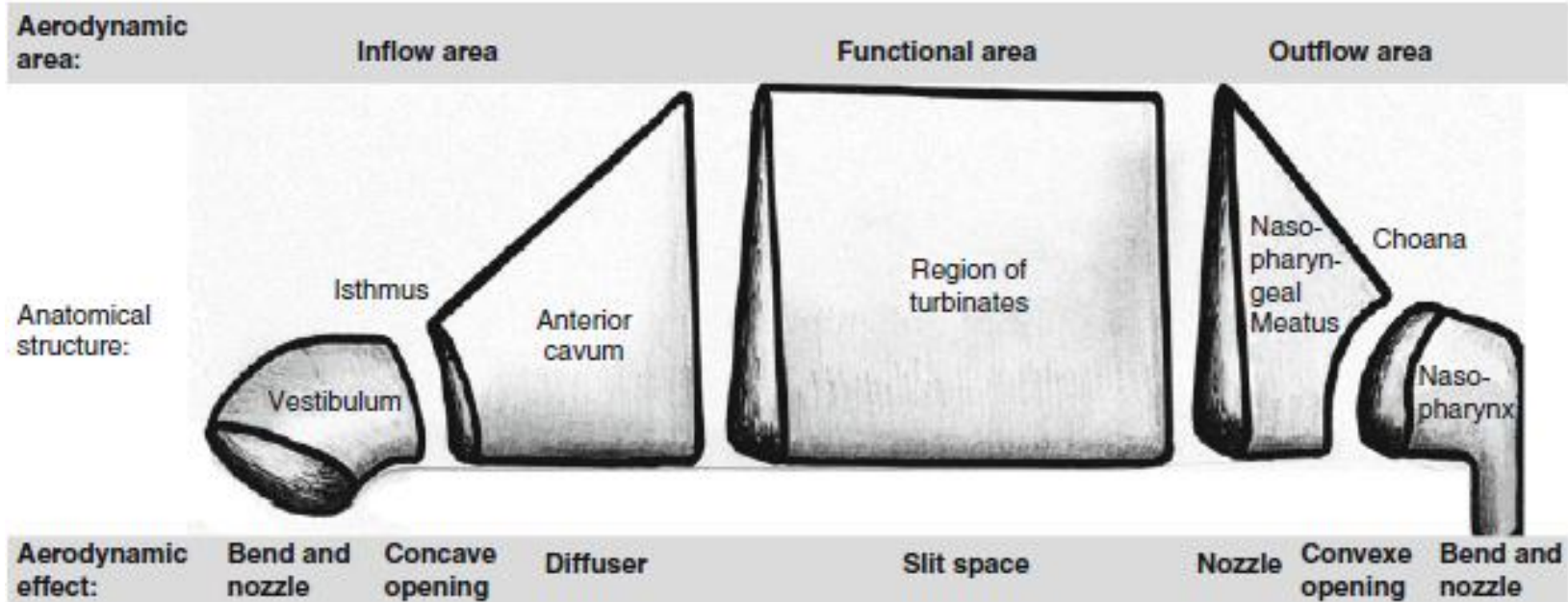


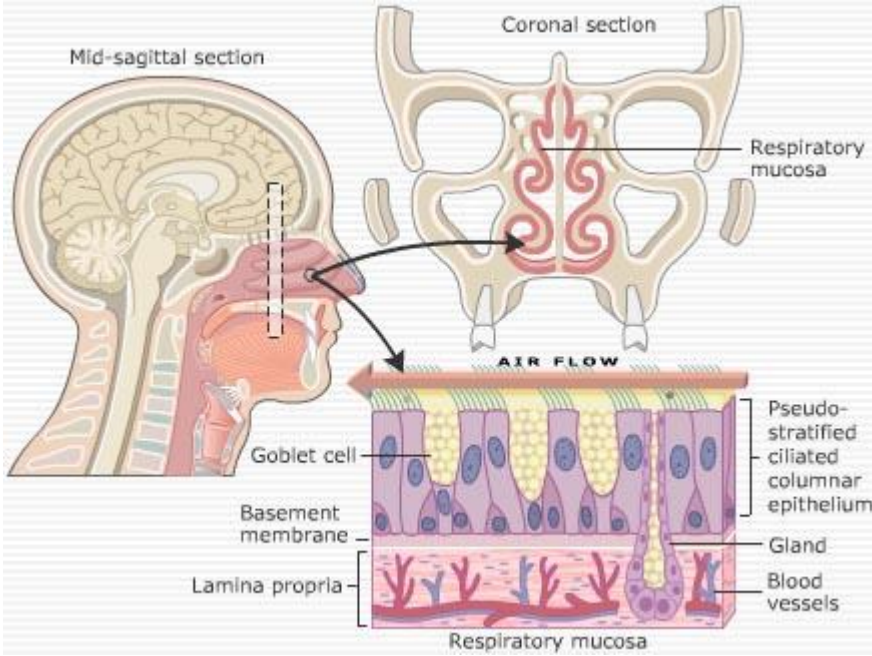
Fig. 20.5 Schematic representation of dividing the nose into regions and comparative form elements in the inspiratory flow direction

İNSPİRASYON SONRASI HAVANIN UYGUN FORMA GETİRİLMESİ

Humidifikasyon

Isı regülasyonu

Humidifikasyon-nemlendirme



- Hava akciğer geçtiğinde nemlendirilmiş olmalıdır
- Günlük ~1 lt su kullanılır, ekspirasyon sırasında sıvı kaybı soğutulma ile azaltılır
- İnsanda günlük 250-300 ml/gün
- Nem oranı % 98

Teichgraeber, J. F. Management of the nasal airway.
Dallas Rhinoplasty Symposium 15: 213, 1998

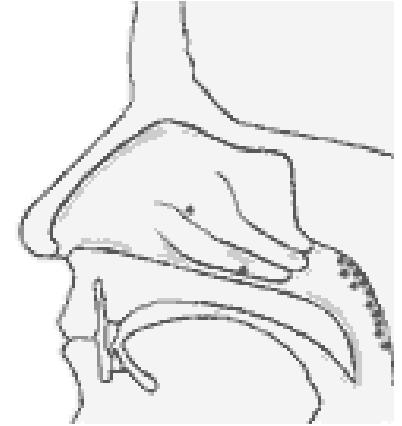
Isı regülasyonu

- Hava larinkse ulaşmadan vücut sıcaklığına getirilir.
- Dış sıcaklık 5°C- vücut sıcaklığı 31°C - 37°C değişimi : 70-100 kal/gün
- Ekspirasyon sırasında ısı kaybı oluşur.
- Ekspirasyon aynı zamanda vücut ısısını düşürme yöntemlerinden biridir.
- Burunda ısı regulasyonu ve nemlendirmeyi arttırmak amacıyla NO sentezi ve vazodilatasyon olur
- Konkalar bol damarlı erektil organlardır.
- Bu özellikleri ile siklik büyüme ve küçülme periodları gösterir ve burun tıkanmalarına sebep olarak burun fonksiyonlarını bozabilirler. (MacKenzie ~1990)



Havanın temizlenmesi-filtrasyonu

- Nasal kavite havayı temizlemek için farklı yöntemler uygular
- **1-Impingement-:** havada bulunan partiküllerin duvarda toplanması: **interior nasal valf ve posterior nasofarinkste partiküller birikir**
- 5 μ ve daha büyük partiküllerin % 85-90 i bu bölgelerde birikir
- **2- Elektrostatik yük:** Negatif elektriksel yüke sahip partiküller pozitif yüklü mukosilier alanlara yönelir.



Havanın temizlenmesi-filtrasyonu

- **3-Vibrissae** bölgesinde büyük moleküler tutulur
- **4-Mukosiliar örtü-blanket** ince yapışkan, hafif asidik bir bölgedir. Goblet hücrelerden seröz ve mukoz sıvı üretir (250 ml/gün).
- Mukosilier aktivite 1 cm/dk temizleme yapar.

Filtration methods of nose:

- Impingement
- Electrostatic charge
- Vibrissae
- Mucociliary blanket

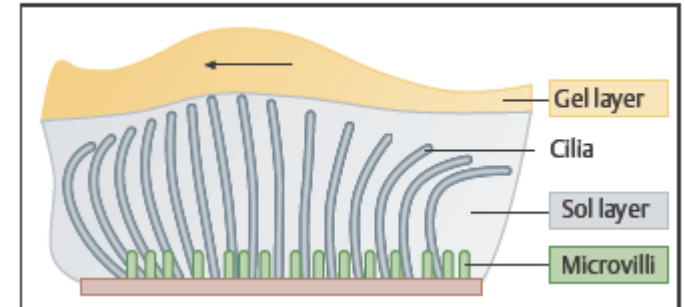
NASAL MUKOZANIN KORUYUCU FONKSİYONLARI

Solunum sistemi açık organdır

Nonspesifik koruyucu mekanizmalar

- 1. Mekanik defans (mukosilier apparatus)**
- 2. Nonspesifik koruyucu faktörler** (*Interferon, Proteazlar, Proteaz inhibitörleri, lizozim, antioksidantlar vs*)
- 3. Hücresel defans (immün hücreler, fagositik sistem)**

Fig.1.9 Mucociliary transport

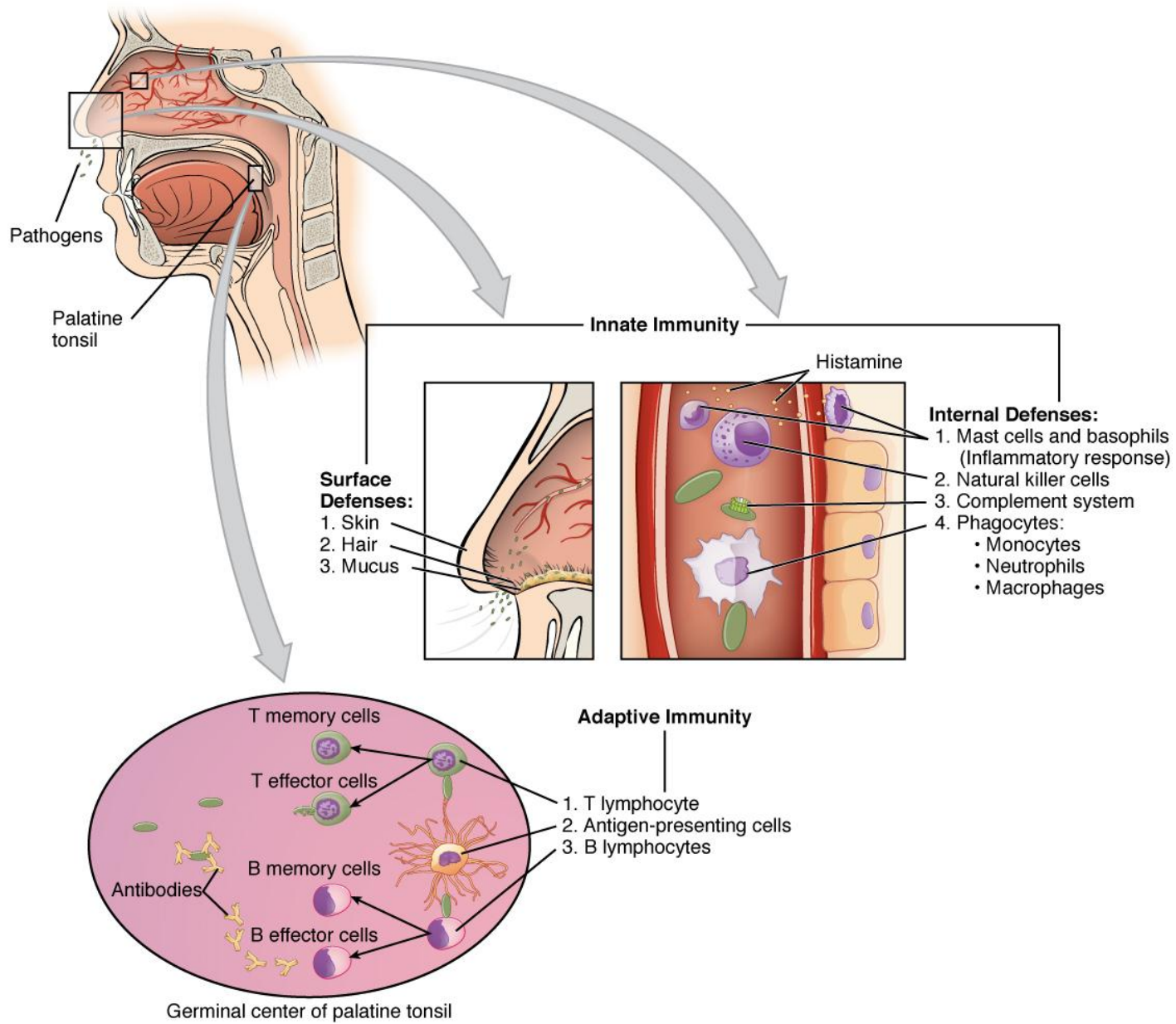


NASAL MUKOZANIN KORUYUCU FONKSİYONLARI

Spesifik immun cevap

1. Humoral immun cevap
2. Hücresel immun cevap
3. Mukozal immunité-sekretuar Ig ve moleküller (BALT-MALT) tear duct-associated lymphoid tissue (TALT).
4. Endotel hücreleri
5. Epitel hücreleri

Mukusun jel oluřturmasında MUC5AC, MUC5B, ve MUC2

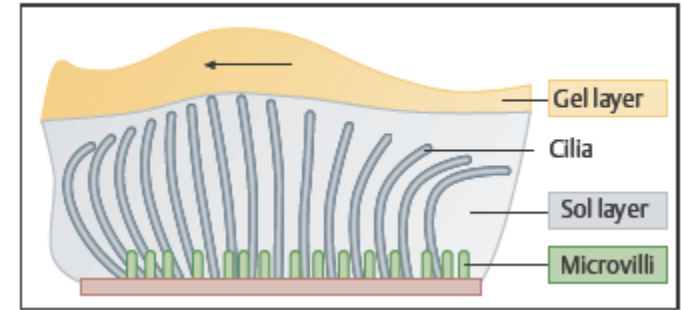


NASAL MUKOZANIN KORUYUCU FONKSİYONLARI

Spesifik immun cevap

1. Humoral immun cevap
2. Hücresel immun cevap
3. Mukozal immunitite-sekretuar Ig ve moleküller
4. Endotel hücreleri
5. Epitel hücreleri

Fig.1.9 Mucociliary transport



Nasal mukozası

- **Burun boşluğu iki tip mukozası ile örtülüdür;**
- **a- Solunum mukozası :** Septum nazinin alt 2/3 kısmını, burun lateral duvarını, üst konka alt kısmının ve burun boşluğu tabanını kaplar. Siller kolumnar epiteldir. Siller hücreleri arasında bulunan goblet hücreleri mukus salgılar.
- **b- Koku mukozası :** Septum nazinin 1/3 üst kısmında, burun tavanında, lateral duvar üst kısmında ve üst konkanın üst kısmındadır. Seröz Bowman bezleri ihtiva eder. Koku epiteli bipolar koku hücreleri, destek hücreleri ve sarı pigment ihtiva eden bezler içerirler.
- Lamina propria da 2 tip bez bulunur: burunun anterior bölgesinde ~100,000 küçük seromucous bez ($8/\text{mm}^2$) 3 ve 250 büyük serous bezler

Nasal mukozası

- Sinirsel uyarımı: mukozal uyarımdan çok vasküler uyarım dominant ve belirleyicidir
- **Sempatik sistem** : α -adrenoceptorler: düz kas kontraksiyonu,
- ve β -2 adrenoceptorler, düz kas gevşemesi. Sempatik sistemin uyarımı vazokonstriksiyonla sonuçlanır : α -adrenoceptor dominans
- Antihipertansif adrenoceptor blokörleri _ kuru burun, artmış resistans
- **Parasempatik sistem :**
- **Ach, VIP, histamin-Vazodilatasyon, mukozal hipereaktivite, refleksler**
- substance P, neurokinin A, and calcitonin gene-related peptide.
- **Ağrı iletimi-trigeminus**

Konuřmanın oluřumu

Sesin ve fonasyonun oluřmasında pek çok organ sistemleri devreye girer:

- Glottis,
- Supraglotik vokal kord ,
- Santral sinir sistemi
- **Hiponasal konuşma (rhinophonia clausa)** : Partial veya tam nasal obstruksiyonun olduğu durumlarda veya nasofarinkste kitle olduğu durumlarda ortaya çıkan üstte yer alan 3 sistemin ses oluşumuna katkısının azaldığı durumdur
- **Hipernasal konuşma (rhinophonia aperta)**: aNazofarinks ve nazal kaviteler ses oluşumuna fazla aktıldığında ortaya çıkan durumdur. Yarık damak gibi durumlarda olabilir

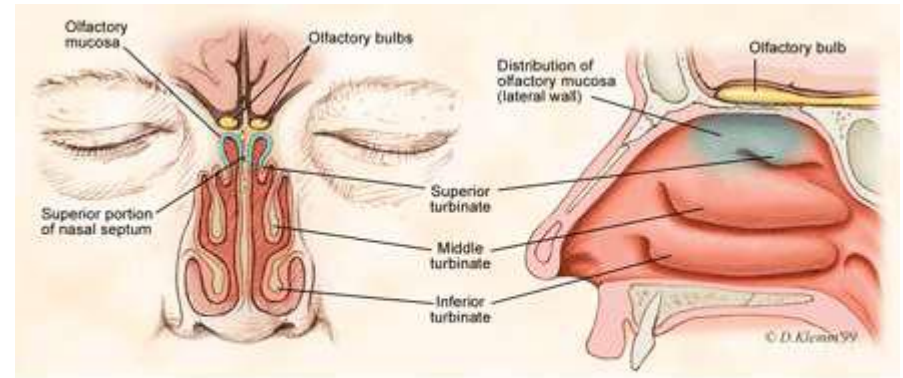
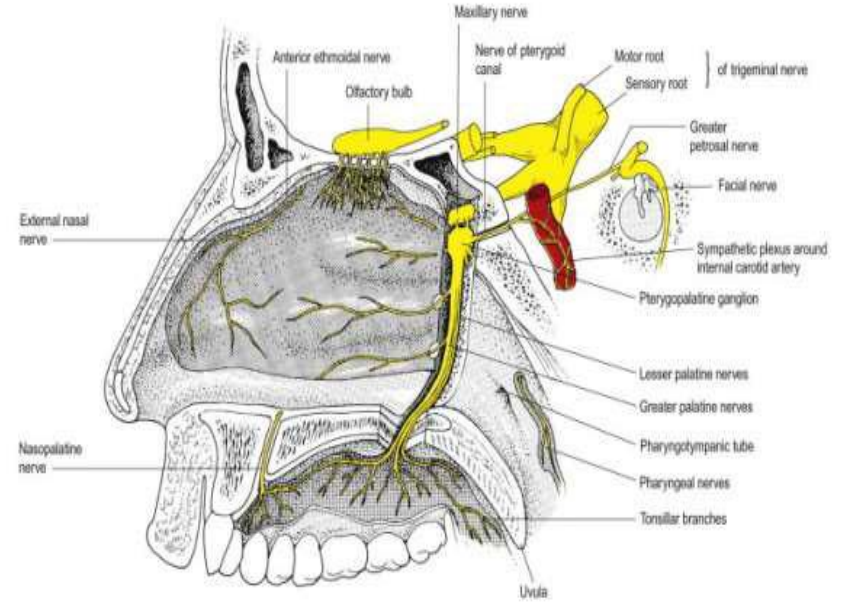
Olfaktor sistem-KOKU

- > 10.000 koku tanınabilir
- > 5.000 farklı koku ayırt edilebilir
- Olfaktör sistem;
 1. Intranasal olfaktör mukoza
 2. Primer olfaktör bölge
 3. Sekonder olfaktör merkez
 4. Tertiar olfaktör merkez



Nasal anatomi ve koku

- Koku algısı:
 - Olfaktör sinir (CN I)
 - Trigeminal sinir (CN V)
 - Glossofaringeal sinir (CN IX)
 - Vagus sinir (CN X)
-
- Kokunun algılanması için retronasal hava akımı gereklidir.
 - Solunum sırasında ortonasal akım olur

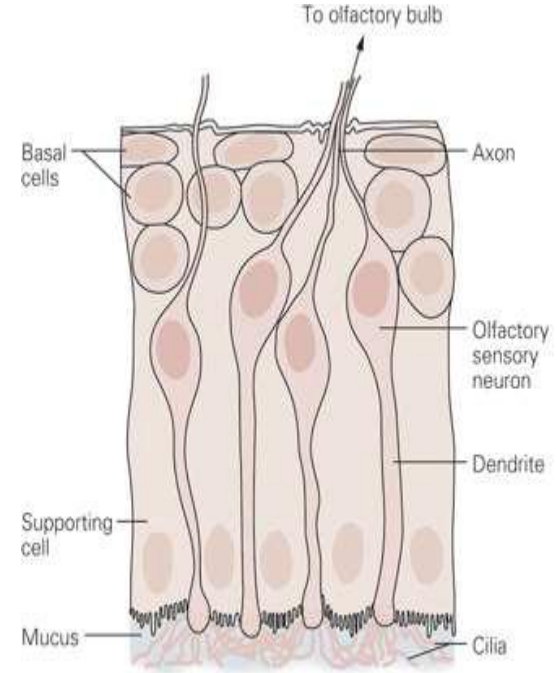


Source: Longo DL, Fauci AS, Kasper DL, Hauser SL, Jameson JL, Loscalzo J: *Harrison's Principles of Internal Medicine, 18th Edition*: www.accessmedicine.com

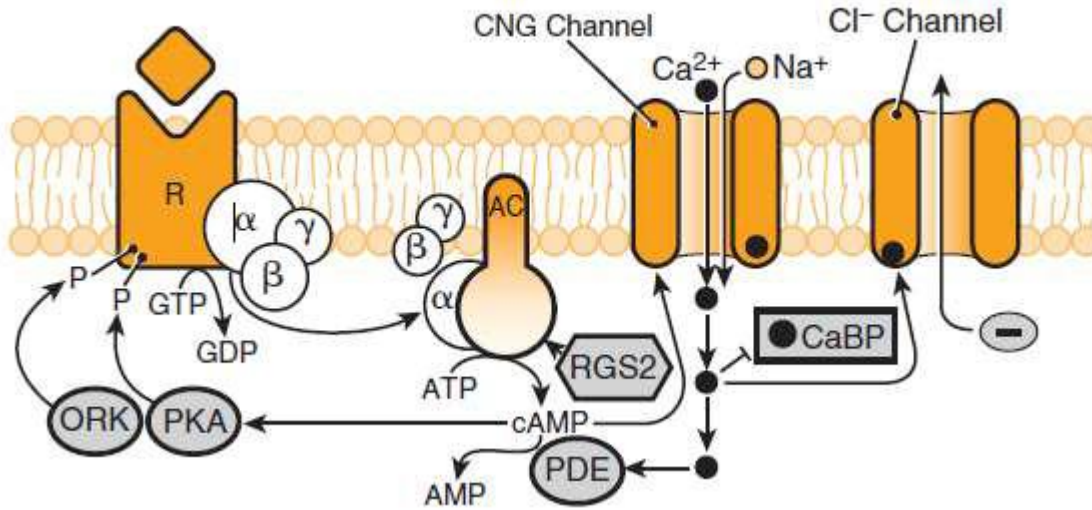
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

koku

- Olfaktör muko-epitel bölgesinin “ISLAK” olması gerekir
- Islaklık hem algı hem de önceki kokunun temizlenmesi için gereklidir.
- Olfaktör nöro- epitel- bipolar
- Olfaktör reseptör hücreleri
> 1,000 farklı sayıda-her kokuya ayrı reseptör
- Olfaktör reseptör proteinleri Golf uyarır (stimulatory guanine nucleotide-binding protein)



Source: Barrett KE, Barman SM, Baitano S, Brooks H: *Ganong's Review of Medical Physiology*, 23rd Edition: <http://www.accessmedicine.com>



Olfaktör sinyal yolu

- cAMP ve IP3 primer sinyal yollarıdır.
- Golf : G protein olfaktör epitelde yaygın bulunur
- cAMP ; Na, Ca ion kanallarına bağlanır ve hücreyi depolarize ederek aksiyon potansiyeli oluşturur
- Tip 1a Pseudohipoparatiroidizm de sGolf kaybı vardır

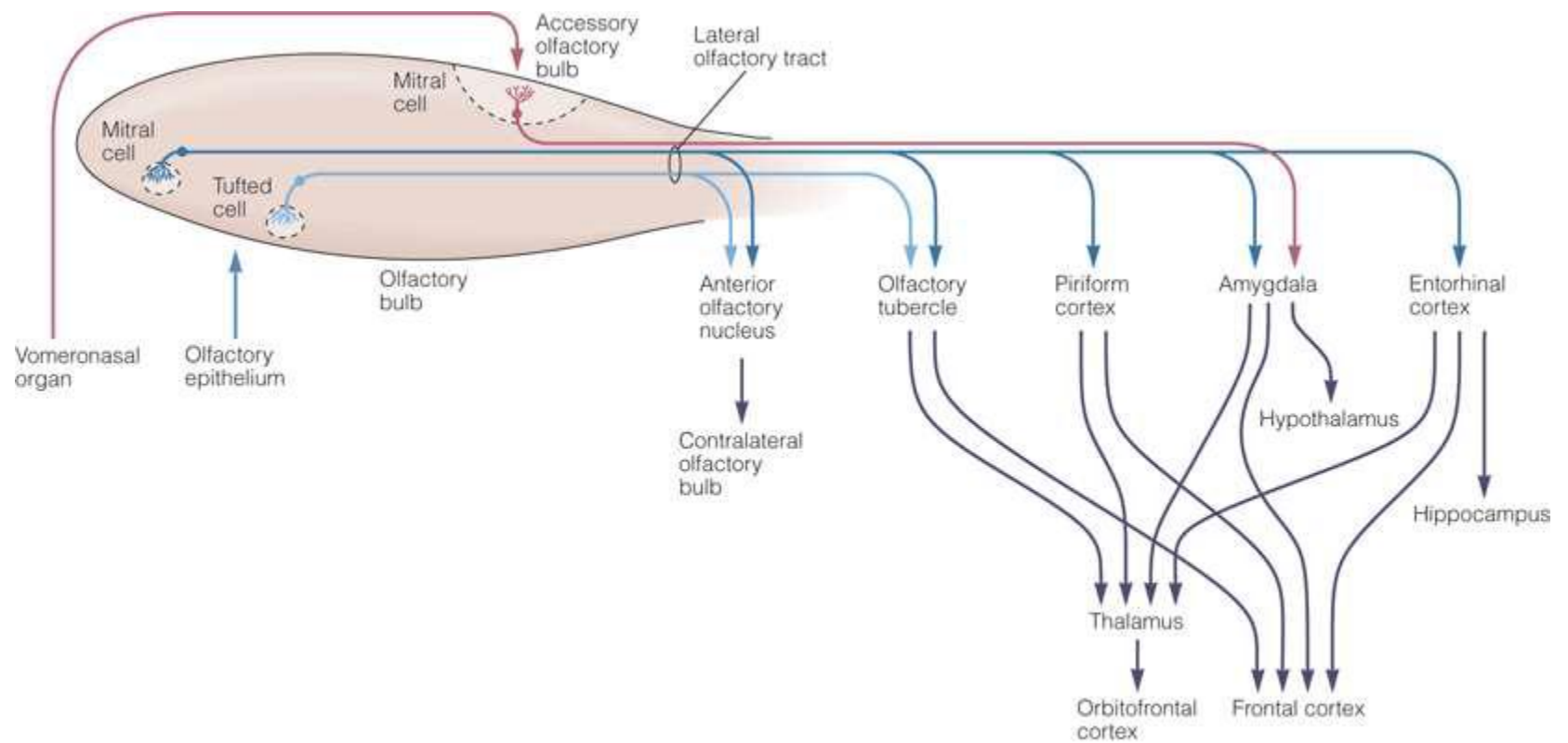
koku

- Olfaktör silia: dynein kolları yoktur- motilite yok !!!!
 - İnsanda 22 cm² köpeklerde 700 cm²
- Olfaktör epitel
 - sustentakular hücreleri destekler
 - Mukus sekresyonunun içeriğinin düzenlenmesine yardımcı olur
 - Supporting or sustentacular cell: contain microvilli and
 - Odoranların deaktivasyonuna yardım eder
 - Epiteli yabancı cisimlerden korur
- Mikrovillar hücreler
- Ayrıca horizontal ve bazal hücreler de vardır

S. Clark et al. (eds.), The Sensory Evaluation of Dairy Products, 2009

- Vomeronasal Organ
- nasal septumun anteroinferior bölgesinde bulunur
- kemosensitif hücreler bulundurur
- çoğu hayvanda CNS ile bağlantısı olmasına rağmen insanda Jacopson organının CNS bağlantısı yoktur
- nöroendokrin organ gibi davranabilir
- cerrahi sırasında gereklilik yoksa zedelenmemesi gerekir

- Olfactory Bulb
- Frontal kortekste, anterior fossada bulunur
- koku yolunun ilk gecikme istasyonudur.



Source: Barrett KE, Barman SM, Boitano S, Brooks H: *Ganong's Review of Medical Physiology*,
 23rd Edition: <http://www.accessmedicine.com>

- Olfaktör bağlantılar- santral bölge
- Olfaktör tüberkül
- Prepiriform korteks
- Amygdaloid nuclei
- terminal stria

- Bu yapılar pek çok uyarımdan sinyal alır
 - Yemek yeme
 - Isı regulasyonu
 - Uyku siklusu
 - Görme
 - Hafıza
 - İşitme
 - Tat

- OLFAKTÖR ALGILAMA
- Geçmiş tecrübe
- Kültürel farklılık
- Koku hafızası 1 yıl (görme birkaç ay)
- Koku hafızası nazal uyarımla artıyor
- Tek taraflı burun tıkanıklıkları koku hafızasını da zayıflatıyor

● **Pheromones**

- kimyasal maddeler, farklı türlerde farklılık gösterir
- Kokuların insanlarda da hayvanlarda olduğu gibi iletişimi, ruhsal durumu etkilediği gösterilmiş
- kadınlarda ~5 ay menstrual senkronizasyon gözlenmekte



- DİNLEDİĞİNİZ İÇİN TEŞEKKÜR EDERİM