

AZ ORR MICROVASCULATÚRÁJÁNAK ANATÓMIÁJA

Absztrakt

Az orr fiziológiájának, illetve a gátolt orrlégzésből eredő panaszok szempontjából különösen fontos az orr érhálózatának, annak működésének megismerése. A katonai szolgálat során a különféle stressz helyzetek, klíma viszonyok jelentősen megváltoztatják az orrnyálkahártya állapotát, ezen keresztül az orrüreg méretét. Az orrnyálkahártyán lejátszódó változásokat katonai bevetés során neurogén gyulladással magyarázhatjuk.

Az orr keringését az alábbi struktúrák biztosítják: 1) kapillárisok sűrű subepithelialis hálózata az endothelialis sejtek közötti fenestrációkkal. Ez a hálózat táplálja az epitheliumot és a mirigyeket. Lehetővé teszi a víznek az orrüreg felé történő áramlását, párologtatás során szabályozza a belélegzett levegő hőmérsékletét. 2) capacitance erek más néven sinusok hálózata. Vérbőségük szűkíti az orr lumenét, ellenkező esetben az orrlégzés szabad. A sinusok térfogatának változásai befolyásolják az orr szűrő és légkondicionáló szerepét. 3) arteriovenosus anastomosisok (AVA) révén az orrnyálkahártya vércseréje igen gyors lesz. Fontos szerepük van a légkondicionálásban. Visszáramlási mechanizmus révén akadályozzák meg az agy túlhevülését száraz meleg időben.

A struktúrák közötti kölcsönhatás idegi és humorális szabályozás alatt áll. Neurogén gyulladás során az érzőideg végződésének ingerlése helyi mediátorok pl. substantia P felszabadulásával jár, amely axon reflex kialakulásához vezet. Ezek a szenzoros neuropeptidok felelősek a vasodilatációért, a vérbőségért, a folyadék kiáramlásáért a postkapillaris vénulákból, a mirigy secretio növekedéséért. A folyamat eredménye a gátolt orrlégzés.

The microvasculature of the nose consists of: 1) A dense sub epithelial, network of capillaries, with fenestrations between the endothelial cells. This network provides nutrients to the epithelium and glands, and allows passage of water into the lumen for evaporation and air-conditioning. 2) A system of capacitance vessels or sinuses, which when they distend, block the nasal lumen, and when they empty, open the nasal passages. Changes, in their volume will affect the filtering and air-conditioning functions of the nose. 3) Arteriovenous anastomoses which allow rapid passage of blood through the mucosa. They are probably important in air-conditioning, and in the countercurrent mechanisms that tend to keep the brain cool in a hot dry climate. The anatomical interrelationships between these different systems are not well understood, nor is their differential control in terms of actions of mediators and nerves. In neurogenic inflammation sensory nerves are excited and release local mediators such as substance P via axon reflexes. These sensory neuropeptides will cause vasodilatation, vascular congestion and extravasation of liquid from the postcapillary venules, with resultant oedema and exudate. They may also cause secretion from the submucosal glands.

Kulcsszavak: *capacitance erek, resistance erek, arteriovenosus anastomosisok, neuropeptidok*

¹ orvos őrnagy, Magyar Honvédség Radó György Honvéd Egészségügyi Központ

Bevezetés

Az ornyálkahártya vérellátása különbözik a légút más részeinek vérellátásától. Itt nagy számban vannak jelen a capacitance erek vagy sinusok. Vérbőségük az ornyálkahártya duzzanatával jár, amely az orr lumenének szűkületét okozza.

Az orr érhalózata sok AVA-t tartalmaz, ez az ér típus sem fordul elő a légút más részén. Az érhalózat speciális szabályozása az ornyálkahártya vérbőségének ciklikus változását eredményezi, ez a nasalis ciklus. Az alsóbb légutakra ez a ciklikusság nem jellemző.

Ezek a funkcionális és strukturális sajátosságok biztosítják a belélegzett levegő filtrációját, kondicionálását, a testhőmérséklet és vízháztartás szabályozását.

Kapillárisok

Az orr, közvetlenül az epithelium alatt sűrű kapillaris rendszerrel rendelkezik. (1. ábra)

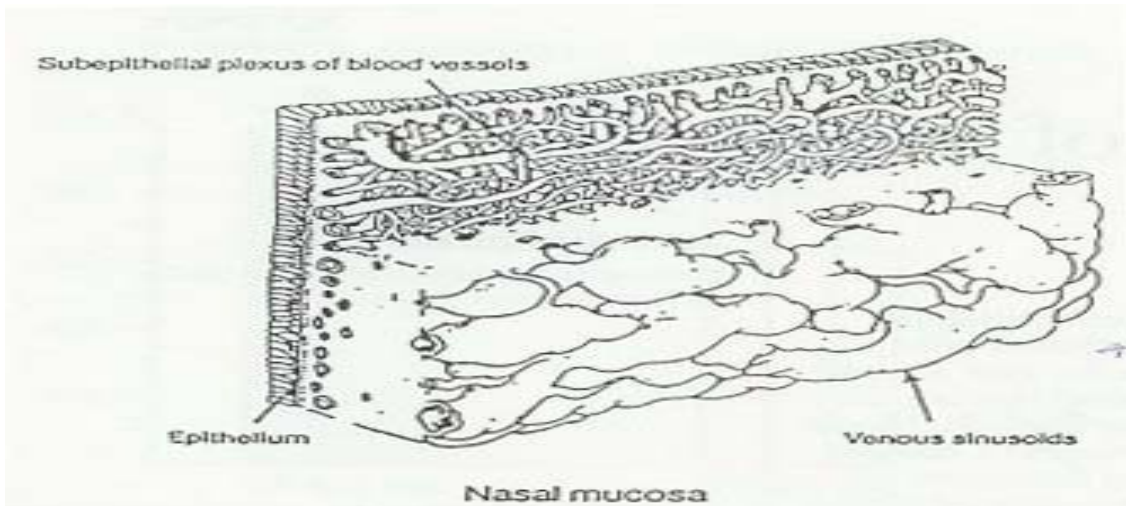
A kapillárisok sűrűsége biztosítja a nagy anyagcsere igényű epithelium oxigénnel és tápanyaggal való ellátását.

Az orrnak az a fontos funkciója, hogy párologtatás révén szabályozza a levegő hőmérsékletét, a kapillárisok vízáteresztő képességén múlik.

Az osmosis értékeinek változása folyamán a subepithelialis kapillárisok endotheliumfelé eső oldalán elhelyezkedő fenestrációkon keresztül jut a víz az orrüregbe.

Több kapillaris rendszer működik. A mucosa mélyebb rétegeiben a sinusoidok vénás plexusokat alkotnak. Ez az erekli érhalózat különösen kifejezett az alsó orrkagylókban.

Az alsó légutakban fenestrációk a BALT és a neuroepithelium kapillárisaiban találhatóak.



1. ábra

Capacitance erek

Capacitance erek más néven sinusok az ornyálkahártya speciális véredényei.

A sinusok vérteltsége szűkíti az orr lumenét, így segítve elő a hatékonyabb levegőszűrést és kondicionálást. A sinusok kiürülésével az ornyálkahártya összehúzódik, ezáltal a légúti ellenállás csökken.

A sinusok falában elhelyezkedő izomréteg összehúzódásának, illetve elernyedésének folyamata vezet a bennük lévő vér mennyiségének változásához.

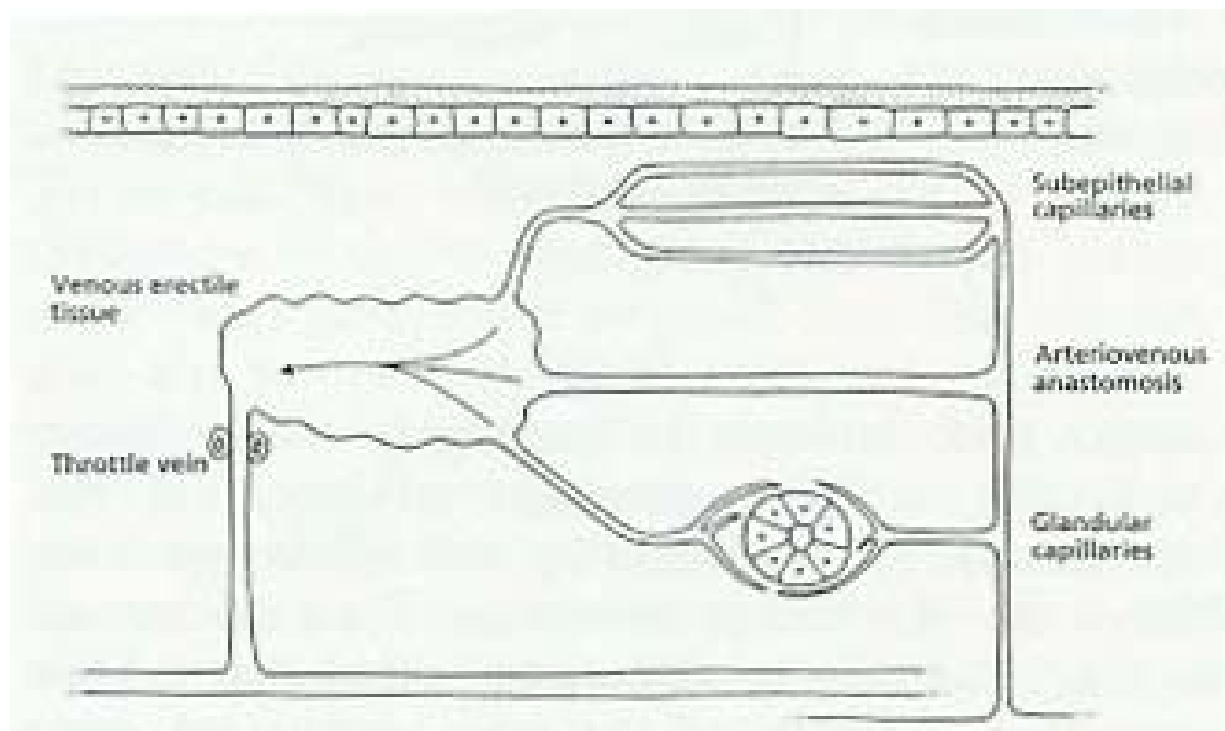
Ezen kívül a sinusok vérteltségét még két másik folyamat is befolyásolja.

A sinusok kijáratánál az ún. throttle vénák összehúzódása, illetve a sinusok bejáratánál az AVA-k lumenének növekedése a sinusok duzzanatát okozza. (2. ábra)

A sinusok átmérőjének változását tehát ez a három „izom” mechanizmus határozza meg, mely idegi és humorális szabályozás alatt áll.

A capacitance erekben lévő vér térfogata ciklikusan változik, ez a nasalis ciklus.

A légáramlás és nasalis resistencia szempontjából a két orr fél nyálkahártyájának vastagsága reciproksszerűen változik.



2. ábra

Postkapillaris venulák

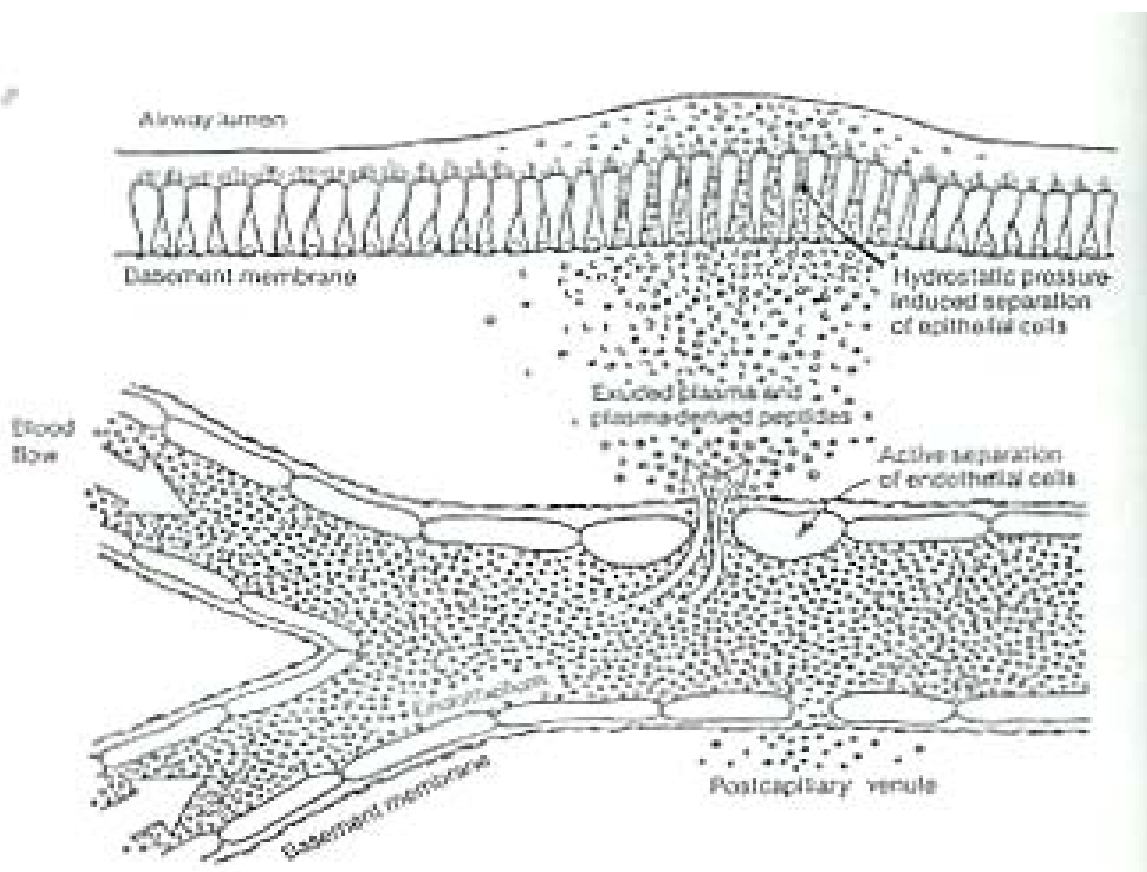
Az ornyálkahártya gyulladása során a postkapillaris venulák falát alkotó endothel sejtek közötti réseken át plazma kiáramlás (extravasatio) jön létre. (3. ábra)

Ez az intersticiális folyadék térfogatának és nyomásának növekedéséhez vezet, amely mint exudatum jelenik meg az orrüregben. A plazma kiáramlásért elsősorban a postkapillaris venulákban létrejövő nyomásfokozódás felelős. A nyomás fokozódást a a resistencia erek más néven arteriolák tágulása okozza.

A plazma kiáramlását elsősorban humorális mediátorok, mint a hisztamin, bradykinin, prosztaglandinok, neuropeptidek, substantia P váltják ki.

A hisztamin kettős hatással bír. Az arteriolák dilataciója következtében megnöveli a posztkapillaris venulákban lévő nyomást, valamint réseket nyit az endothelialis sejtek intercelluláris összeköttetéseinél.

Beta receptor agonista hatóanyagok csökkenthetik a plazma extravasatiót az intercelluláris rések nyitásának gátlásával.



3. ábra

Arteriovenosus anastomosisok (AVA)

Az AVA-k szerepe a hő- és vízháztartás szabályozása. Az orrban kétféle visszaáramlási mechanizmus működik.

Hidegben az orr elülső részén a nyálkahártya lehül, a hátravezetődő, hideg vénás vér lehűti az orrba belépő artériás vért. Ez azt eredményezi, hogy a kilélegzett levegő alacsonyabb hőmérsékletű lesz a belélegezethetnél, a hideg nyálkahártyáról a víz nem párolog el, hanem ott lecsapódik így a hő visszamarad a szervezetben.

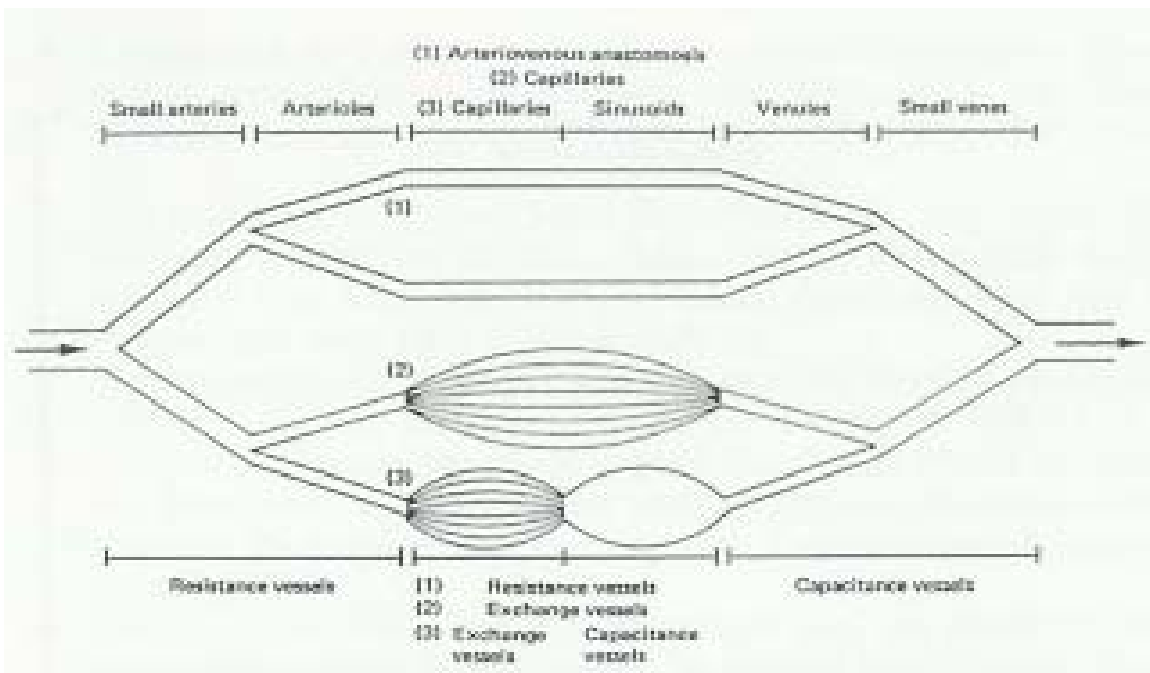
Meleg, száraz környezetben paradox módon az orrnyálkahártya lehül. Ezt az okozza, hogy az elpárolgó víz hő elvonó hatására az orr nyálkahártya hűvösebb lesz, mint a belélegezett levegő hőmérséklete.

Az orrban lehült vér szoros kapcsolatban áll az agyat ellátó erekkel, így az agy hőmérséklete mindig alacsonyabb lesz néhány fokkal a test hőmérsékleténél.

Fontos tényező, hogy az AVA-k kapcsolatban vannak a capacitance erekkel, mivel az AVA-k arteriolákat kötnek össze vénulákkal.

Meleg környezetben az AVA-k nyitott állapotban vannak, feltöltik vérrel a sinusokat. A sinusok vérbősége az orr nyálkahártya duzzanatát eredményezi. A folyamat mégsem jár a légúti ellenállás növekedésével. A magyarázat az, hogy egy másik érhálózatban a vér rövidebb úton kering az AVA-kon keresztül, így hozva létre a véráramlás növekedését, ez azonban nem befolyásolja az orr dugultságát. (4. ábra)

Ennek a három érrendszernek - arteriolák vagy resistance erek, sinusok vagy capacitance erek, AVA-k - humorális és idegi szabályozása folyamatos kutatás tárgya



4. ábra

Az érhálózat működésének szabályozása

Az orr érhálózata főként symphaticus, az exocrin mirigyeké parasympathicus beidegzésű, ennek köszönhetően a nasalis obstructióhoz vezető nyálkahártya-oedema a symphaticus, míg a mirigysecretio a parasympathicus tónus függvénye. A nyálkahártya beidegzésében nem-adrenerg, nem cholinerg (NANC) innervatio is érvényesül, aktivációja fokozza a gyulladós folyamatot.

A submucosa goblet sejtjei által termelt nasalis váladék sűrű, tapadós, a seromucosus mirigyek váladéka kevésbé viscosus.

A légutak adrenerg kontrollját a noradrenalin felszabadító symphaticus idegek, a keringő catecholaminok, valamint az alfa- és béta-adrenerg receptorok biztosítják. Az orr érhálózatának simaizom sejtjei gazdagok alfa-adrenerg receptorokban. A receptorok stimulálása vasoconstrictiót okoz. A capacitance és resistance erek alfa receptorokat tartalmaznak, melyek stimulálása folytán azok összehúzódnak, így csökken bennük az átfolyó vér mennyisége. Ez a légúti ellenállás csökkenéséhez vezet.

A béta₂ receptorok ingerlésekor az arteriolák és capacitance erek tágulnak. Ez a parasympathicus ingerlés vasodilatációt eredményez, amely nem blokkolható cholinerg antagonistával. Ez más mediátorok pl. VIP jelenlétével, hatásával magyarázható.

A vazomotoros szabályozás centruma a hypothalamusban helyezkedik el.

A hisztamin és a bradykinin nagymértékben növelik a vaszkuláris és légúti resistenciát, míg a prosztoglandinok csökkentik.

A légutak autonóm beidegzése a nervus vagus közvetítésével döntően parasympathicus jellegű. Az orrnyálkahártya submucosus mirigyei különböző mértékben a nervus vagus közvetítésével cholinerg beidegzés alatt állnak. A postganglionalis cholinerg idegvégződéseken felszabaduló acetylcholin aktiválja a légúti sejtek muscarin receptorait nyák hypersecretiót eredményezve.

A nem adrenerg gátló rendszer neurotransmitterei a vasoactiv intestinalis peptid és a nitrogén monoxid. A légutak erei, mirigyei gazdagon ellátottak VIP tartalmú idegrostokkal. A VIP erős értágító.

Neurogen gyulladás

A neurogén gyulladás az orr nyálkahártya válasza a szenzoros idegvégződésekre (myelin hüvely nélküli rostok) ingerlésére. Ez az orr fontos védekező mechanizmusa.

A receptorokat irritáló anyagok és mediátorok aktiválhatják, mint cigarettafüst, capsaicin, bradykinin, hisztamin, prosztoglandinok.

A receptorok aktiválódása axon reflexhez vezet. Ennek hatására az idegvégződésekből neuropeptidok, mint SP, neurokinin A, CGRP szabadulnak fel. Felszabadulásuk fokozza a submucosa mirigy secretióját, vasodilatációt és orrdugulást okoznak. Hatásukra jelentősen tágulnak a resistance arteriolák és capacitance sinusok. Fokozzák a plazma extravasációját a postkapilláris vénulákból, így hozva létre az exudációt és az oedémát az orr nyálkahártyán.

A szenzoros idegek C rostjaiból felszabaduló neurotransmitterek a P anyag (SP), a neurokinin A (NKA) és a calcitonin gén-rokon peptid (CGRP). Közülük az SP és az NKA a tachikinin peptid család tagjai, a kapszaicin érzékeny elsődleges afferens idegek egy részében található meg. A tachikininnek különböző stimulusok hatására (kapszaicin, elektromos ingerlés, alacsony pH, aether, formalin, izocionát, histamin, bradykinin, PG-k, LT-k, stb.) szabadulnak fel a szenzoros idegekből. A neuropeptideket a szenzoros neuronok szintetizálják, majd az axoncollaterálisok terminális részében tárolódnak.

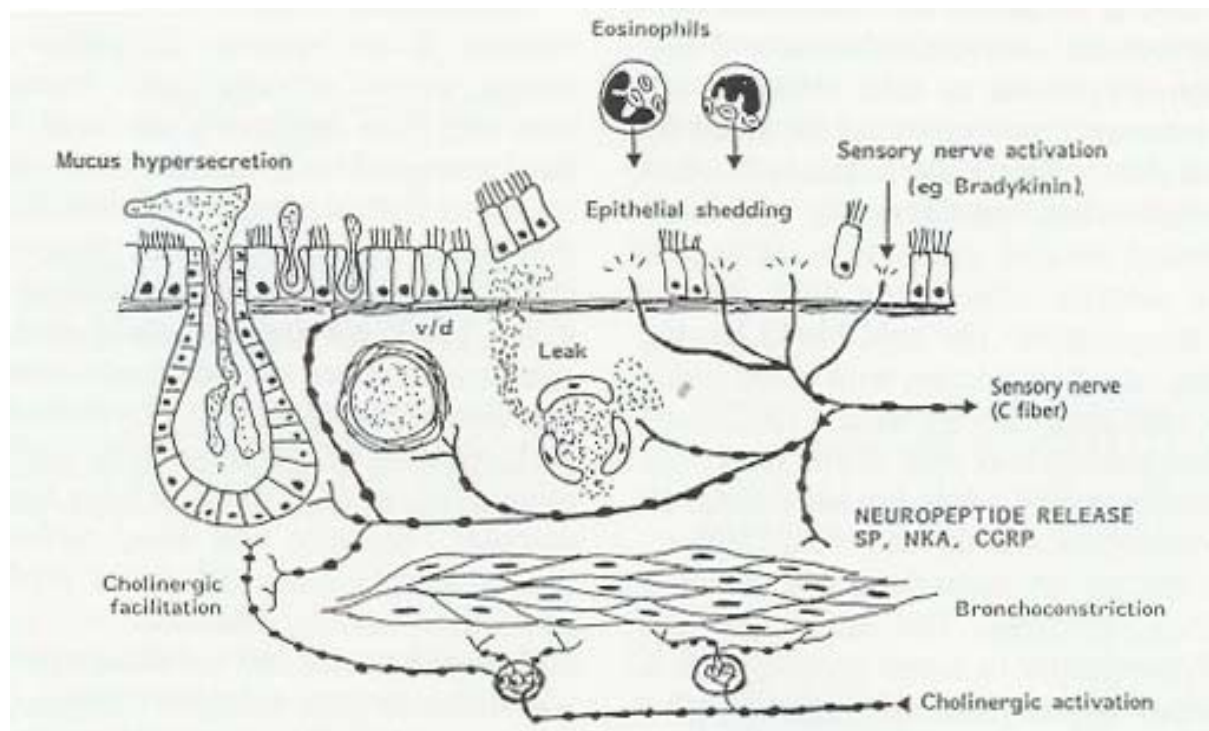
Az SP és NKA vasodilatációt okoznak, fokozzák a nyáksecretiót, a légúti microvasculatura permeabilitását és a plasma exudációját. Stimulálják a cholinerg idegeket, a hízósejteket, B- és T- lymphocytákat és a macrophagokat, a gyulladós sejtekre chemotacticus hatásúak, a hízósejtek és az eozinophilek degranulációját okozzák.

A tachikininek biológiai hatásai a három tachikinin receptor (NK1, NK2, NK3) egyikén hatva alakulnak ki. E receptorok a légúti ereken, mirigyekben, időszakosan az idegeken és a gyulladós sejteken (lymphocyták, macrophagok, hízósejtek) találhatóak meg.

A NANC idegi mechanizmusok különleges neuroregulációs folyamatot képviselnek. Az érző idegrostok kapszaicin-érzékeny csoportja, tekintve, hogy afferens rostjai neuropeptideket tárolnak és szabadítanak fel, efferens funkciókat is ellát, amelyeknek kialakulásához nem feltétlenül szükséges a gerincvelői axonalis vezetés.

A légutakban ún. axonreflexekkel, a szenzoros idegek axoncollateralisain keresztül is létrejöhetnek a tachikininek indukálta gyulladós folyamatok.

A légúti hám felszínének sérülése miatt szabaddá válnak a szenzoros idegvégződések, ezek ingerlése az axonreflexek útján vezet a gyulladást fokozó neuropeptidek felszabadulásához. (6. ábra)



6. ábra

Összegzés

Az orr érhálózata összetett, sok eleme a légút más részén nem található meg. Elemeinek anatómiai kapcsolata, szimpatikus, paraszimpatikus és autonóm beidegzése határozza meg az orr működését. E bonyolult folyamat ismerete segít a gátolt orrlégzésből eredő panaszok megértéséhez.

Irodalom

1. M. Yamagiva, O. Hilberg: Evaluation of the effect of localized Skin cooling on nasal airway volume by acoustic rhinometry. AM REV RESPIR DIS 1990. 141: 1050-1054
2. J. Widdicome: Microvascular anatomy of the nose. Allergy 1997: 52: 7-11
3. Herjavec Irén: Légúti allergológia, Melánia Bp.2004. 271-273
4. M. Jessen: Definition, prevalence and development of nasal obstruction. Allergy 1997: 52: 3-6
5. Magyar Pál: Az allergiás rhinitis patomechanizmusa, Allergiás rhinitis Szakorvosi továbbképző füzetek EGIS 2004.