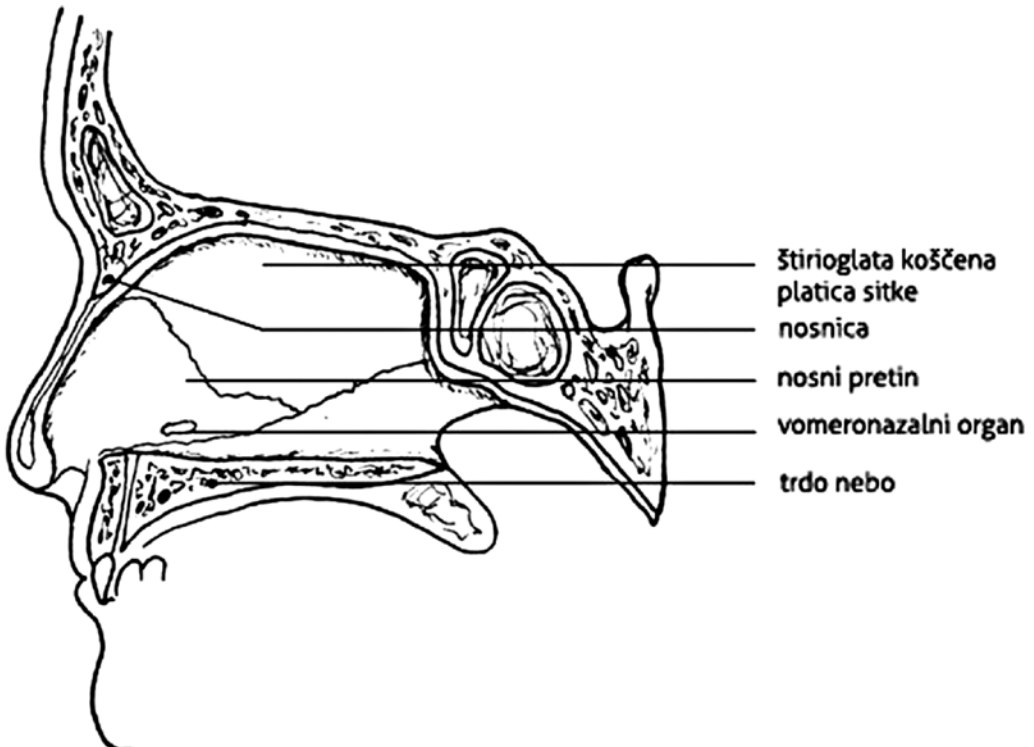


Vomeronazalni organ. Še vedno dolga pot raziskovanja, preden bomo razumeli kemično komunikacijo pri ljudeh

Mateja Rakuša

Vomeronazalni organ ima pri živalih vlogo pri sporazumevanju med istimi živalskimi vrstami in pri spolnem vedênju. Organ vsebuje specializirane nevroepiteljske vohalne čutilne celice (nevroepitelij je povrhnjica iz čutnih celic), ki učinkujejo kot sprožilni dražljaj pri spolnem vedênju živali. Čeprav je njegova povezava z razmnoževalnim vedênjem pri živalih povsem pojasnjena, o njegovi funkcionalnosti pri ljudeh še vedno razpravljajo. Nekateri avtorji opisujejo vomeronazalni organ pri ljudeh in tudi sposobnost zaznavanja feromonov, drugi avtorji ga opisujejo kot rudimentarni organ.

*Shematski prikaz notranje (sredinske) stene nosne votline z mestom vomeronazalnega organa. Nosni pretin (latinsko septum nasi osseum) razdeli nosno votlino v levo in desno nosno votlino. Sredinsko steno nosne votline sestavljajo vomer, štiriogлата koščena platica sitke (latinsko lamina perpendicularis ossis ethmoidalis), hrustanec nosnega pretina (latinsko cartilago septi nasi), sluznica (mukoza) in koža. Sluznica in koža na sliki nista označeni. Vomeronazalni organ je rudimentaren pri človeku, shematsko je označen vomeronazalni žleb (latinsko ductus vomeronasalis). Slika je povzeta po: Wessels, Q., Hoogland, P. V. J. M., Vorster, W., 2014: Anatomical Evidence for an Endocrine Activity of the Vomeronasal Organ in Humans. *Clinical Anatomy*, 27: 856-860.*



Vomeronazalni organ: kemosenzorični ali rudimentarni organ?

Vomeronazalni organ ali tudi Jakobsonov organ (latinsko *organum vomeronasale*, *Jacobsoni*) je obrobni parni organ pod nosno votlino pri večini sesalcev. Pri ljudeh je na vomeronazalni organ prvi opozoril nizozemski anatom Frederik Ruysh (1703-1724), danski anatom in kirurg Ludwig Lewin Jacobson (1783-1843) pa ni ne odkril niti ne ovrigel njegovega obstoja pri ljudeh. Z novejšimi raziskavami so prisotnost vomeronazalnega organa pri ljudeh potrdili, vendar se njegova občasna pojavnost pri odraslih močno razlikuje od študije do študije zaradi različnih raziskovalnih metod in pristopov. Vomeronazalni organ je pri vretenčarjih, ne pa tudi pri človeku, periferni (obrobni) čutilni organ. Pri odraslem človeku je vomeronazalni organ zakrnel, prisoten je samo njegov cevasti del, vomeronazalni duktus (latinsko *ductus vomeronasalis*). Prav zato še ni povsem pojasnjeno, ali to pomeni tudi popolno odsotnost naloge organa.

Nekaj dni po rojstvu vomeronazalni organ izgubi anatomski in fiziološki razvoj

Vomeronazalni organ se pri ljudeh nahaja v sprednjem spodnjem delu nosne pregrade. Nastane v prvem trimesečju zarodkovnega razvoja z uvihanjem povrhnjice pod nosno votlino. Pred nedavnim objavljena raziskava je pokazala, da vomeronazalni organ obstaja pri plodu in pri odraslih ljudeh. Poučeni smo, da je vomeronazalni organ neizoblikovani in zakrneli (rudimentarni) organ pri odraslih ljudeh. O rasti vomeronazalnega organa je prav tako znanega zelo malo. Raziskovalci so z računalniško rekonstrukcijsko metodo preučevali spremembe v dolžini in prostornini vomeronazalnega organa pri desetih ženskih in šestnajstih moških zarodkih. Ugotovili so, da se dolžina in prostornina sicer večata s starostjo zarodka, a do nadaljnjega izoblikovanja z rojstvom ne pride. Med razvojem zarodka se povrhnjica vomeronazalnega organa vse bolj tanjša

in zaradi preoblikovanja anatomskih struktur nosne votline organ izginja. V epiteliju vomeronazalnega organa bi se naj že pred rojstvom specializirane čutnice za vonj ali receptorne celice preoblikovale in izgubile stik za izmenjavo sporočil z živčnimi vlakni vohalne poti, ki se konča v vohalnem območju skorje velikih možganov na spodnji strani čelnega režnja. Vomeronazalni organ je domnevno brez značilno specializiranih celic, ki jih najdemo pri drugih vrstah vretenčarjev in mogoče še pri človeških zarodkih v prvih tednih življenja. Te celice imajo namreč v notranjosti ali na celični membrani živčno strukturo (receptor), ki se odziva na določeni kemični dražljaj iz okolice. Feromoni (hormonom podobne snovi) so tisti, ki aktivirajo celice vomeronazalnega organa, te pa pošljejo sporočila v možgane. Pomembnost takega odziva je sprememba v obnašanju in v spolnem vedenju pri živalih. Sprožilni dražljaji v nekaterih vedenjskih vzorcih pri ljudeh niso povezani z vomeronazalnim organom.

Raziskovalci razmišljajo hitreje in drugače

Številni raziskovalci še nadalje zagovarjajo nazadovanje rasti vomeronazalnega organa s starostjo in z razvojem zarodka. Tki vo nosne pregrade pri ljudeh, starih od 2 do 86 let, so primerjali s tkivom odraslih lemurjev (*Microcebus murinus*) in odraslih voluharic (*Microtus pennsylvanicus*, *Microtus ochrogaster*). Pri sesalcih, ki imajo funkcionalni vomeronazalni organ, vomeronazalni organ s pripadajočimi živci, žlezami in rahlim vezivnim tkivom ovija ovojnica iz čvrstega veziva. Cevastomešičkasta žleza (tubuloalveorna žleza) svoje izločke izloča neposredno v okolno tkivo vomeronazalnega organa. Izločki olajšajo sprejemanje kemičnih dražljajev. Pri ljudeh je v primerjavi z drugimi sesalci vomeronazalni organ v obliki parnih žleznih izvodil iz enovrstne visokoprizemske ali enoskladne visokoprizemske povrhnjice. Iz njega se lahko sicer

razvijejo tudi žleze. Visokoprizmatske celice imajo na površju migetalke in so morfološko in histokemično bolj podobne večvrstni visokoprizmatski povrhnjici z migetalkami in čašicami, ki obloga večino dihalnih poti. Epitelijska (povrhnjična) izvodila so glede na položaj in glede na smer izločanja izločka lahko razvrščena zelo različno, vsa pa se končujejo v hrustancu nosne pregrade, so po zgradbi enostavna in se razlikujejo od razvejenih cevastomešičkastih žlez v sluznici vohalnega območja. Prav tako nimajo nobene histološke (tkivne) podobnosti s sestavljenimi cevastomešičkastimi žlezami, ki izločajo mukoidno (sluzasto) tekočino kot mešane sekrecijske (izločevalne) dele v sestavi opisanega vomeronazalnega organa pri vretenčarjih. Dobro razviti vomeronazalni organ imajo glodalci (miši, podgane, zlati hrčki), dvoživke, plazilci (kače in kuščarji), konji, govedo, psi, mačke in dihurji. Pri šimpanzih je vomeronazalna povrhnjica enovrstna kot pri človeškem zarodku.

Občutno povečanje zaznavanja feromonov pri ženskah

Prisotnost ali odsotnost feromonov pri ljudeh je neodvisna od obstoja in/ali delovanja vomeronazalnega organa. Vedénjski, hormonski in avtonomni odziv na vonj in s tem spremembe v razpoloženju imajo dobre povezave z možgansko skorjo. Pa vendar so zanimivi in puščajo odprta razmišljanja primeri usklajenega menstruacijskega ciklusa pri ženskah, ki bivajo skupaj, in nasprotno primeri neusklajenega in pospešenega menstruacijskega ciklusa v prisotnosti moških. So za to krivi feromoni? Če drži, da vomeronazalni organ ni neizoblikovan, če so nevreceptivne celice (celice, ki z živci sprejemajo dražljaje) res prisotne v vomeronazalnem organu pri ljudeh, so mogoče res feromoni tisti, ki sporočila prinašajo v dele možganske skorje, ki vonje analizirajo in sprožijo raznolike odzive. To bi lahko vodilo do spremembe v počutju, izražanju čustev ali v družbenem vedénju pri ženskah. Ker ni

dokazano, da je to res verjetno ali resnično, so le ugibanja o kemosenzorni (kemično-čutilni) povezavi med celicami vomeronazalnega organa in vohalnimi celicami pri ljudeh ter nadalje z deli možganske skorje, ki analizirajo sporočila, ki jih prinašajo feromoni.

Zakaj smo tako očarani nad vomeronazalnim organom?

Pri živalih je organ občutljiv za zunanje dražljaje. Presnovki androgenih hormonov (moških spolnih hormonov) in estrogenih hormonov z vezavo na specifične beljakovine na površini celic vomeronazalnega organa izzovejo reakcije v celicah, ki se na ta način aktivirajo. Rezultat so vedénjske spremembe.

Kot zanimivost naj navedem še vpliv vitamina D, ki ima v telesu različne biološke funkcije, med drugim tudi zaščitni učinek na živčne celice. Snovi s podobno strukturo in funkcijo vitamina D (ustreznice vitamina D) so našli v žlezah vomeronazalnega organa pri podganah. Presnovki vitamina D so spodbudili najprej celice vomeronazalnega organa, nadalje pa so z vzpostavljenimi povezavami in aktivnostmi med živčnimi vlakni vohalne povrhnjice in vohalnim središčem v možganih spodbudili različne dele možganske skorje. To je pri podganah povzročilo vedénjske spremembe in spremembe spolnega vedénja.

Kaj pa ljudje? Se naše vedénje, privlačnost, ki jo čutimo ob določeni osebi, tudi spreminja zaradi feromonov, ki jih zaznamo z vonjem? Se med nami vzpostavljajo stiki zaradi kemičnih molekul? Tako kot z raziskovanjem mreže živčnih celic pri zapletenih miselnih nalogah dobivamo podrobna pojasnila, lahko s preučevanjem feromonov pri ljudeh dobimo podrobna pojasnila o predvidljivem in stereotipnem odzivu in vedénju. Si želimo odgovoriti na zamegljeno in skrito vlogo kemičnih snovi, ko gre za fizično privlačnost med dvema osebama? Ali se bomo čustvenemu vedénju zgolj prepusti-

li? En odgovor na to vprašanje je v tem, da vemo, da ima vomeronazalni organ bistveno vlogo pri nadzoru instinktivnih (nagonskih, podzavestnih) odločitev. Vomeronalni organ pa je pri odraslih ljudeh zakrnel. Tudi celice na prvotnem mestu vomeronazalnega organa spominjajo po sestavi bolj na celice, ki oblagajo zgornje dihalne poti. Na vpliv čutilnih izkušenj in epigenetskih sprememb prav tako ne smemo pozabiti. Razumevanje kemičnih molekul, ki spodbujajo celice vomeronazalnega organa, genetski vplivi in prepletena živčna vlakna, ki so ključna pri obdelavi vseh prejetih sporočil, so nam zagotovo lahko v izživ ali pa zgolj v namig, kako je še lahko nadzorovano spolno in družbeno vedenje. Pri tem so fiziologija in funkcija v vzpostavljanju kemičnega sporazumevanja (sporazumevanja s feromoni) v kombinaciji s podrobnimi analizami na celičnem in molekularnem področju lahko prednost, da bomo razumeli kemična sporočila pri ljudeh.

Literatura::

- Chamero, P., Leinders Zufall, T., Zufall, F., 2012: *From genes to social communication: molecular sensing by the vomeronasal organ*. *Trends in Neurosciences*, 35 (10): 597-606.
- Meredith, M., 2001: *Human Vomeronasal Organ Function: A critical Review of Best and Worst Cases*. *Chemical Senses*, 26: 433-445. doi.org/10.1093/chemse/26.4.433.
- Rodewald, A., Gebhart, V. M., Oebring, H., Jirikowski, G. F., 2017: *The rat vomeronasal organ is a vitamin D target*. *Journal of Chemical Neuroanatomy*, 81: 42-47.
- Roslinski, D. L., Bhatnagar, K. P., Burrows, A. M., Smith, T. D., 2000: *Comparative Morphology and Histochemistry of Glands Associated With the Vomeronasal Organ in Human, Mouse Lemur, and Voles*. *The Anatomical Record*, 260: 92-101.
- Smith, T. D., Siegel, M. I., Mooney, M. P., Burdi, A. R., Burrows, A. M., Todhunter, J. S., 1997: *Prenatal Growth of the Human Vomeronasal Organ*. *The Anatomical Record*, 247: 447-455.
- Smith, T. D., Bhatnagar, K. P., 2019: *Anatomy of the olfactory system*. *Handbook of Clinical Neurology*, 164: 17-28. doi:10.1016/B978-0-444-63855-7.00002-2.
- Trotier, D., 2011: *Vomeronasal organ and human pheromones*. *European Annals of Oto-rhino-laryngology, Head and Neck diseases*, 128 (4): 184-190. doi.org/10.1016/j.anorl.2010.11.008.
- Villamayor, P. R., Cifuentes, J. M., Fdz-de-Troconiz, P., Sanchez-Quinteiro, P., 2018: *Morphological and immunohistochemical study of the rabbit vomeronasal organ*. *Journal of Anatomy*, 233 (6): 814-827. doi.org/10.1111/joa.12884.
- Wessels, Q., Hoogland, P. V. J. M., Vorster, W., 2014: *Anatomical Evidence for an Endocrine Activity of the Vomeronasal Organ in Humans*. *Clinical Anatomy*, 27: 856-860.
- Witt, M., Wozniak, W., 2003: *Structure and function of the vomeronasal organ*. *Advances in Oto-Rhino-Laryngology*, 63: 70-83. doi.org/10.1159/000093751.