

Com la covariància evolutiva ens va fer respirar malament

Linus Hernandez Ris i Paula Mei Varela Blanco

Introducció

Precedents

Anteriorment s'ha suggerit que la morfologia i mida dels individus de les poblacions humanes presenta una correlació amb el clima i el gradient latitudinal. Seguint la regla d'Allen, per tal d'evitar la transferència de calor amb l'entorn, en latituds més equatorials els humans tendeixen a ser alts i esvelts, mentre que als pols és el contrari per tal de conservar la calor corporal.

En relació amb aquesta idea, la morfologia de la cavitat nasal també seguiria aquesta teoria i estaria vinculada a la forma en la qual se condiona l'aire per arribar al pulmó en condicions òptimes de temperatura i humitat. Els individus en climes freds i/o secs haurien de tenir una major superfície de la mucosa nasal en relació amb el volum d'aire de les fosses nasals que els individus en climes càlids i humits, ja que les superfícies més grans afavoreixen l'intercanvi de calor amb l'aire que entra, escalfant-lo.

Es teoritza que, a mesura que les primeres poblacions d'Homo es van traslladar cap als climes més freds d'Euràsia, els nassos van evolucionar per escalfar l'aire inhalat, fent-se més prim i estrets.

Malgrat això, estudis recents han trobat que la cavitat nasal en si mateixa pot no ser suficient per condicionar l'aire que entra als pulmons, pot ser la morfologia nasal podria no estar seleccionada amb el gradient ecològic sinó amb l'evolutiu. Si és així, com es fa l'aire condicionat a l'Homo de cara plana? I hi ha un motiu conegut per al canvi de forma del nas?

Paraules clau

Cavitat nasal: és la primera part del sistema respiratori, on es produeix primer l'aire condicionat.

Aire condicionat: procés on l'aire inhalat és temperat i humidificat, de manera que arribi als pulmons en condicions òptimes.

Evolució dels homínids: estudia els processos evolutius que van tenir lloc en el llinatge humà a partir dels primats.

Selecció vinculada al clima: selecció de caràcters per factors ambientals, especialment la temperatura i la humitat atmosfèriques.

Dinàmica de fluids computacional (CFD): la física que explica el flux de fluids mitjançant mètodes i algorismes numèrics.

Objectius

Hipòtesis

La morfologia nasal humana és menys adequada per tenir un aire condicionat adequat en comparació amb altres primats. Per tant, el condicionament s'ha de fer en un altre lloc.

Metodologia

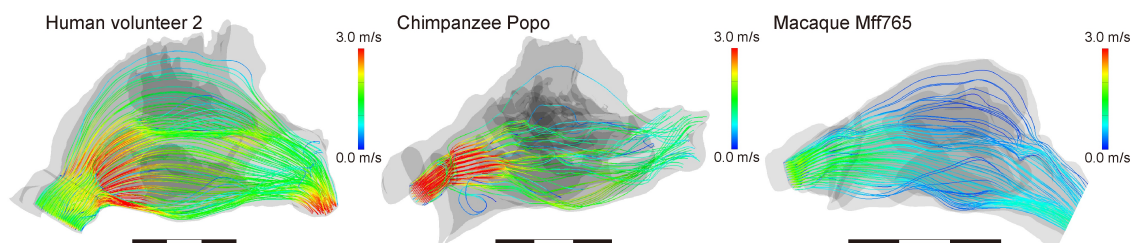
Un grup de recerca va realitzar un estudi comparant l'aire condicionat amb humans, ximpanzés i macacos. Van escanejar la morfologia de molts subjectes de diferents espècies. Posteriorment, mitjançant simulacions CFD, es van provar les capacitats d'aire condicionat. L'estudi s'ha dut a terme en diferents condicions: variació de la temperatura d'entrada de l'aire i la humitat; i amb diferents subjectes de diferents espècies, amb diferent topologia.

Resultats

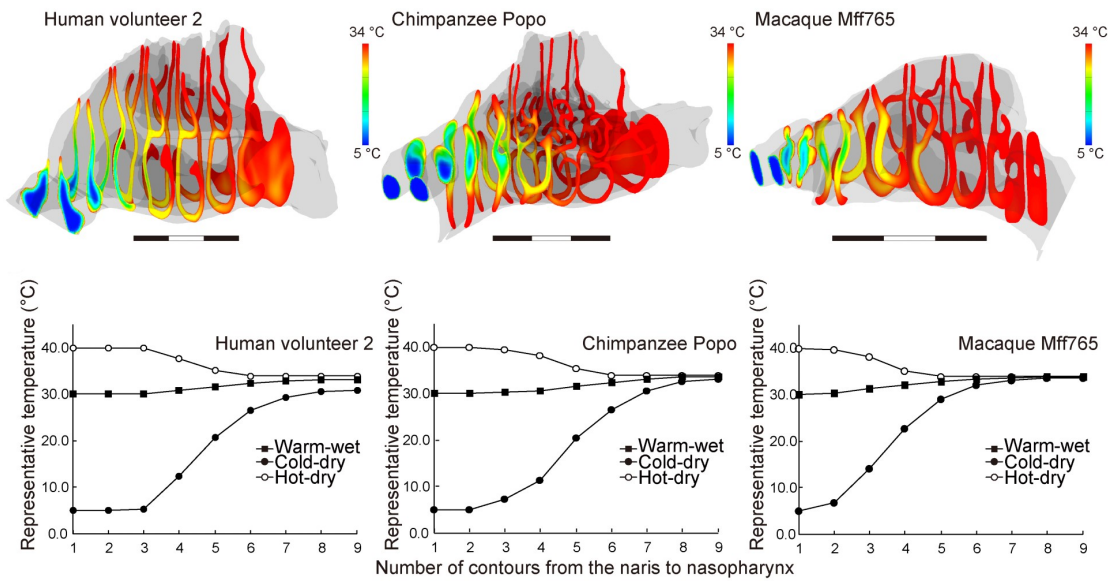
En els humans, l'aire inhalat pren un camí corbat i ascendent, a causa de la regió vestibular vertical. En ximpanzés, macacos i altres primats, en canvi, el flux és més horitzontal i directe. El volum i velocitat per on circula l'aire perifèric és significativament diferent en l'espècie humana.

Segons les simulacions, l'aire que surt de la regió nasofaríngia en humans no està totalment ajustat a les condicions adequades, sobretot pel que fa a la humitat. Pel que sembla, funciona millor amb aire càlid que amb aire fred. En comparació, en ximpanzés i macacos està ben condicionat, fins i tot en condicions extremes.

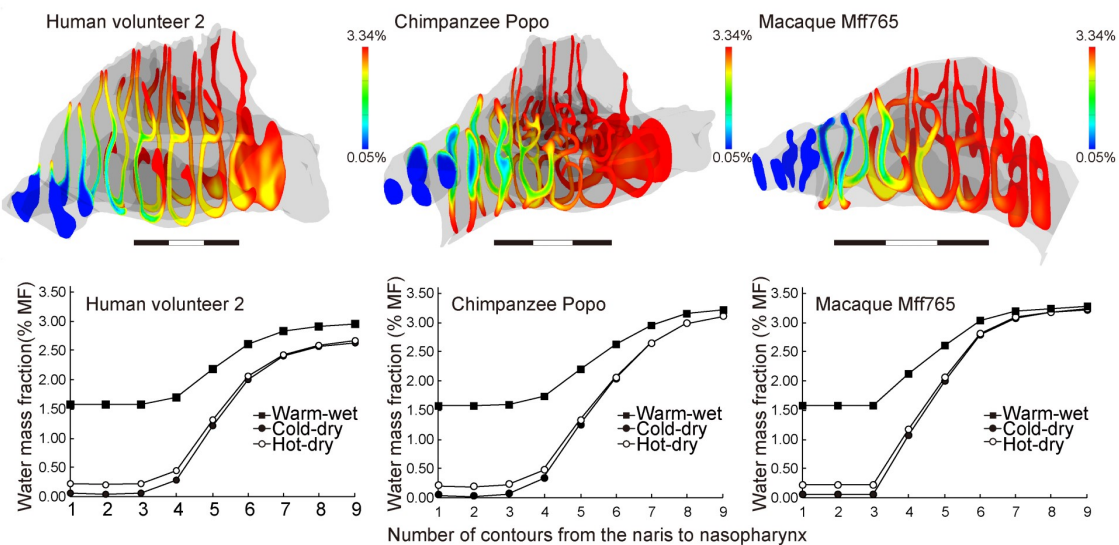
Altres resultats demostren que no hi ha variació significativa en els índexs nasals de les poblacions humanes africanes amb europees.



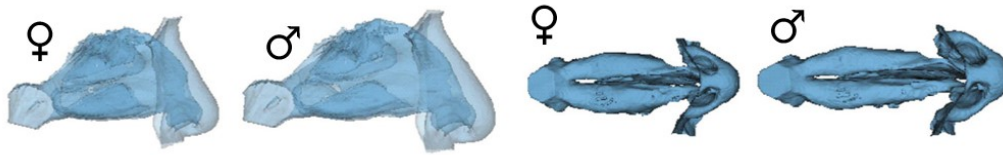
Flux d'aire i velocitat del flux al pas nasal. Les línies de corrent indiquen la direcció del flux d'aire i les distribucions de velocitat a través del pas nasal. El nombre de línies de corrent reflecteix el volum relatiu del flux d'aire per a un subjecte determinat. (Nishimura et al, 2016)



Distribució de la temperatura al pas nasal. Diagrama de flux d'aire simulat en condicions Cold-Dry. En els nassos humans, l'aire no està totalment condicionat. (Nishimura et al, 2016)



Distribució de la fracció de massa d'aigua al pas nasal. Diagrama de flux d'aire simulat en condicions Cold-Dry. En els nassos humans, l'aire no està totalment condicionat. (Nishimura et al, 2016).



Formspace mostra les malles 3D reescalades que representen la variació de la forma. Els dos de la dreta són a la vista lateral, els dos de l'esquerra són a la vista inferior. (Bastir et al, 2020)

Discussió

L'aire condicionat a la cavitat nasal humana és pitjor que altres primats, tal com mostren els resultats, els ximpanzés i macacos condicionen completament l'aire inhalat en la regió anterior. Pot ser que en algun moment de l'evolució humana, a causa de la reorganització facial, la cavitat nasal es va allargar verticalment, canviant el flux d'aire.

Els primers homínids diferents del gènere Homo tenien un conducte nasal d'una forma anàloga als ximpanzés en lloc dels humans, probablement tenien rendiment efectiu de l'aire condicionat com es veu als primats no humans.

Es creu que la regió nasal no és un nòdul molt important en l'evolució de la morfologia facial. A mesura que canviava la resta de la cara (provocada per l'engrandiment del cervell) el nas canviava de manera passiva; i el deteriorament de l'aire condicionat no va ser suficient per evitar la modificació evolutiva. Durant l'evolució de la cara moderna d'Homo (cara plana), va aparèixer un compromís entre l'aire condicionat nasal i la reorganització del crani. Les modificacions facials van superar la morfologia nasal necessària per a una correcta climatització. El deteriorament dels canvis en la morfologia nasal i, per tant, l'aire condicionat es deuen a la covariància amb altres caràcters facials.

Tot i això, s'ha de fer aire condicionat per protegir els pulmons de l'aire sec i fred. En els humans, l'aire està totalment condicionat a la cavitat faríngia vertical. Durant l'evolució humana, la faringe es va allargar, guanyant noves funcions, com ara l'aire condicionat, però perdent-ne d'altres.

Els canvis a la faringe podrien haver-se produït a finals del Pliocè, abans que les poblacions humanes es traslladessin fora d'Àfrica. Durant aquests períodes, el clima va fluctuar molt, passant cap a un ambient més fred i sec. Els canvis a les regions nasal i faríngia van ser necessaris per sobreviure a les condicions més dures.

Sobre el dimorfisme sexual en la funcionalitat del nas de l'Homo sapiens, alguns estudis recents han determinat que les diferències en els teixits tous i la morfologia general són menors, i no significatives pel que fa a l'aire condicionat. Les úniques diferències morfològiques entre individus no són importants per a la fisiologia.

Conclusions

En humans, l'aire no està totalment condicionat a la cavitat nasal, per tant, s'ajusta a través de la cavitat faríngia. L'aplanament i la reorganització facial han reduït la mida de la cavitat bucal i nasal horitzontal, reduint la superfície per ajustar les condicions de l'aire. Tanmateix, també va empènyer la llengua cap a la faringe, allargant la cavitat faríngia vertical, actuant en els humans com a superfície condicionant.

Els canvis cranials relacionats amb els canvis de la regió nasal i faríngia poden haver contribuït en part a com els homínids de cara plana (Homo) van sobreviure a les fluctuacions climàtiques abans de les expansions primerenques del Plistocè fora d'Àfrica per explorar els climes més durs a Euràsia.

Bibliografia:

Nishimura, T., Mori, F., Hanida, S., Kumahata, K., Ishikawa, S., Samarat, K., ... & Matsuzawa, T. (2016). Impaired air conditioning within the nasal cavity in flat-faced Homo. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1004807>

Yokley T. R. (2009). Ecogeographic variation in human nasal passages. American journal of physical anthropology, 138(1), 11–22. <https://doi.org/10.1002/ajpa.20893>

Franciscus, R. G., & Long, J. C. (1991). Variation in human nasal height and breadth. American journal of physical anthropology, 85(4), 419–427. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330850406>

Keyhani, K., Scherer, P. W., & Mozell, M. M. (1995). Numerical simulation of airflow in the human nasal cavity. Journal of biomechanical engineering, 117(4), 429–441. <https://doi.org/10.1115/1.2794204>

Schreck, S., Sullivan, K. J., Ho, C. M., & Chang, H. K. (1993). Correlations between flow resistance and geometry in a model of the human nose. Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985), 75(4), 1767–1775. <https://doi.org/10.1152/jappl.1993.75.4.1767>

David Elad, Michael Wolf, Tilman Keck, (2003) Air-conditioning in the human nasal cavity, Respiratory Physiology & Neurobiology, Volume 163, Issues 1–3, Pages 121-127, ISSN 1569-9048, <https://doi.org/10.1016/j.resp.2008.05.002>.

Bastir, M, Megía, I, Torres-Tamayo, N, García-Martínez, D, Piqueras, FM, Burgos, M. Three-dimensional analysis of sexual dimorphism in the soft tissue morphology of the upper airways in a human population. Am J Phys Anthropol. 2020; 171: 65– 75. <https://doi.org.sire.ub.edu/10.1002/ajpa.23944>.