

Levitska S. A., Gozhenko A. I., Shuhtin V. V., Bobrik L. M., Babalik O. Ph. Носове дихання і терморегуляція (огляд літератури) = Nasal breathing and thermoregulation (review of the literature). Journal of Education, Health and Sport. 2015;5(3):303-310. ISSN 2391-8306. DOI: [10.5281/zenodo.16496](https://doi.org/10.5281/zenodo.16496)
<http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/2015%3B5%283%29%3A303-310>
<https://pbn.nauka.gov.pl/works/552272>
<http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.16496>
Formerly Journal of Health Sciences. ISSN 1429-9623 / 2300-665X. Archives 2011 – 2014
<http://journal.rsw.edu.pl/index.php/JHS/issue/archive>

Deklaracja.

Specyfika i zawartość merytoryczna czasopisma nie ulega zmianie.
Zgodnie z informacją MNiSW z dnia 2 czerwca 2014 r., że w roku 2014 nie będzie przeprowadzana ocena czasopism naukowych; czasopismo o zmienionym tytule otrzymuje tyle samo punktów co na wykazie czasopism naukowych z dnia 31 grudnia 2014 r.

The journal has had 5 points in Ministry of Science and Higher Education of Poland parametric evaluation. Part B item 1089. (31.12.2014).

© The Author (s) 2015;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland and Radom University in Radom, Poland Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited. The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper. Received: 20.01.2014. Revised 27.02.2015. Accepted: 12.03.2015.

НОСОВЕ ДИХАННЯ І ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

NASAL BREATHING AND THERMOREGULATION (REVIEW OF THE LITERATURE)

С. А. Левицька, А. І. Гоженко, В. В. Шухтін, Л. М. Бобрик, О. Ф. Бабалик
S. A. Levitska, A. I. Gozhenko, V. V. Shuhtin, L. M. Bobrik, O. Ph. Babalik

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці
НДІ медицини транспорту, м. Одеса

Bukovinian state medical university, Chernivtsi
Ukrainian Research Institute for Medicine of Transport, Odesa

Article

In the article modern literature data on the role of nasal breathing in air conditioning processes and thermoregulation.

Keywords: nasal breathing, thermoregulation.

Резюме

У статті наведені сучасні дані літератури про роль носового дихання в процесах кондиціонування повітря і терморегуляції.

Ключові слова: носове дихання, терморегуляція.

Носова порожнина (НП) і навколоносові пазухи (ННП) відносяться до верхніх дихальних шляхів (ВДШ) і являють собою початок шляху проходження повітря, що вдихається [3]. Газообмін в ВДШ не відбувається, що дало підстави віднести останні до мертвого анатомічного дихального простору. Проте, функція носового дихання вкрай важлива для організму, оскільки саме при проходженні повітря через НП відбуваються процеси кондиціонування повітря - зігрівання, зволоження і очищення до параметрів, оптимальних для ефективного газообміну в легенях [23].

Складний процес терморегуляції дозволяє вважати НП не просто «зігрівачем» повітря, а оптимальним кондиціонером організму із вражаючими технічними характеристиками [19]. Так, за добу наш організм вдихає 10-15 тисяч літрів повітря, яке очищається на поверхні слизової носової порожнини, площею 100-200 см² [18]. Незалежно від температури оточуючого середовища в носоглотці температура повітря складає 34°C і не відрізняється від температури слизової оболонки НП [18]. Якщо врахувати, що при спокійному диханні швидкість току повітря складає 2,4км/год, на зігрівання повітря на десятки градусів ніс витрачає декілька секунд [20].

Загально визнаним є роль носових раковин в зігріванні повітря, що вдихається [15]. Підвищення температури повітря відбувається за рахунок теплообміну з кров'ю, при цьому носова порожнина працює як теплообмінник із протилежними напрямками рухів потоків: повітря прямує з ніздрів до хоан, а кров в зворотному напрямку. Збудження холодних рецепторів в носовій порожнині призводить до розширення венозних судин і збільшення розмірів носових раковин. При цьому чим вужчими стануть носові ходи, тим потужнішим буде процес нагрівання повітря, що вдихається [24].

Зростання температури повітря, що вдихається, відбувається у вигляді логарифмічної функції із максимальним градієнтом в ділянці носового клапану [4].

Зміна температури повітря, що проходить по ВДШ, веде до зміни температури слизової оболонки НП: при вдиханні повітря слизова оболонка охолоджується, при видиханні – нагрівається [18]. Процес охолодження повітря, що видихається, значно менш інтенсивний, температура повітря, що видихається, в носоглотці і в ділянці носового клапана практично не відрізняється і складає 34°C. Змішування холодного повітря, що

вдихається, із теплим повітрям, що видихається, в ділянці носового клапану вважають однією з важливих складових кондиціонувальної функції носа [34].

Не зважаючи на велику кількість робіт з фізіології носового дихання питання теплообміну в дихальних шляхах все ще не можна вважати вивченим.

З огляду на те, що підігрів і зволоження повітря в НП відбувається за декілька секунд на відносно невеликій площі поверхні слизової оболонки, кондиціонувальну функцію носа не можна пояснити виключно теплообміном між слизовою оболонкою і повітрям, не приймаючи до уваги аеродинамічні особливості НП, форму і характеристики потоків повітря в ВДШ [5]. Проте, аеродинаміка НП досі залишається практично невивченою.

Так, якщо зігрівання повітря переважно відбувається в носовій порожнині, то виключення або утруднення носового дихання повинно привести до потрапляння в ротоглотку і гортань холодного повітря. Проте, дослідження D.Paczynski і співавт. довели, що при ротовому типі дихання температура повітря в ротоглотці лише на півградуса відрізняється від температури повітря в носоглотці при носовому типі дихання, хоча зігрівання і зволоження повітря при носовому типі дихання відбувається в 1,5-2 рази швидше [8].

В той же час підтвердженням важливості носового дихання в процесах теплообміну повітря є дослідження W.M.Thorstensen і співавт., які доводять зростання опірності гортані, трахеї і бронхів в декілька разів при виключенні носового дихання [32]. Таке зростання опірності необхідно для виграшу додаткового часу на зігрівання і зволоження повітря.

Важливе значення носу в фізіології дихання зумовлено не тільки фізичними процесами, які відбуваються з повітрям, котре проходить по носовим ходам, але й рефлекторними впливами з носової порожнини [10].

Активация холинергичних і чутливих рецепторів НП, яка відбувається, призводить до компенсаторної вазоконстрикції в слизовій оболонці нижніх дихальних шляхів, збільшення опірності бронхів, проявів холодового риніту [9]. Анестезія НП призводить до зникнення описаних реакцій і свідчить про важливу роль носового дихання в реалізації компенсаторних реакцій з відновлення гомеостазу слизової оболонки дихальних шляхів в процесі зігрівання і зволоження холодного і сухого повітря [22].

З позицій фізіології терморегуляції розвиток холодової гіперреактивності бронхів і холодового риніту у пацієнта є свідченням недосконалості або гіперергічності компенсаторних реакцій при вдиханні холодного і сухого повітря [28].

Вдихання холодного і сухого повітря вимагає більшої втрати тепла і вологи з поверхні слизової оболонки ВДШ [7]. Для зволоження повітря організм продукує 600мл рідини [25]. Останнє відбувається за рахунок шару слизу, що вкриває епітелій носової порожнини [12]. Під час видиху приблизно 20% водяних парів конденсуються і приймають участь в новому дихальному акті, 80% - виводяться з організму в оточуюче середовище. Таким чином, втрати з перспірацією за добу для організму становлять близько 500мл [31].

Дослідження, проведені в умовах Крайньої Півночі доводять, що для оптимальної роботи нижніх дихальних шляхів і ефективного газообміну має більше значення вологість повітря, а не його температура [1]. Саме вдихання сухого холодного повітря призводить до різкого зростання опірності дихальних шляхів і при умовах тривалого знаходження в таких кліматичних умовах до розвитку хронічних бронхолегеневих захворювань і патологій, так званого «синдрому полярного напруження» [2]. При цьому роль носового дихання є ключовою, адже саме носове дихання дозволяє подати в легені ідеально підігрите і зволене повітря.

Як справжній кондиціонер, носова порожнина працює не тільки як нагрівач повітря, але й як охолоджувач слизової оболонки дихальних шляхів і головного мозку. Венозна кров, що тече в НП, нагріває повітря, що вдихається, і тим самим охолоджується і призводить до охолодження слизової оболонки ВДШ.

І хоча фізіологічний механізм виникнення відчуття проходження повітряного струменю через ніс досі остаточно не з'ясований, центральна роль у створенні цього відчуття відводиться активації холодних терморекторів трійчастого нерва, розташованих в слизовій оболонці НП [29].

Холодові терморектори пов'язані із респіраторними центрами головного мозку і їх подразнення може істотно вплинути на показники дихання [11].

Покращання самопочуття пацієнтів після операцій на ВДШ із усунення назальної обструкції пояснюється саме більш інтенсивним охолодженням слизової оболонки НП під час проходження повітря, що вдихається [26].

Венозними колекторами судин НП є мозкові синуси. Завдяки функціонуванню носового дихання і охолодження слизової оболонки НП, в порожнину черепа поступає охолоджена кров. Процеси метаболізму, які активно проходять в мозковій тканині, в переважній більшості є реакціями екзотермічними і супроводжуються вивільненням значної кількості теплової енергії [30]. В той же час мозкова тканина надзвичайно чутлива до перегріву [27]. Природних отворів в черепі недостатньо для виведення зайвого тепла з огляду на співвідношення розмірів отворів і мозку. Тому одним з шляхів охолодження

мозкової тканини до оптимальної температури є його омивання охолодженою венозною кров'ю [13] завдяки існуванню системи охолодження головного мозку (brain cooling system). В склад останньої входять емісарні і кутові вени, ВДШ, барабанна порожнина і спинномозкова рідина. Ефективність системи охолодження мозку підвищується при інтенсивному потовиділенні через шкіру голови і при диханні через ніс [17]. При цьому найбільше значення в локальному охолодженні мозку повинні мати задні решітчасті клітини і сфеноїдальний синус – додаткові колектори холодного повітря, відділеного тонкими кістковими стінками від мозкової тканини чи великих судин.

Система локального охолодження головного мозку детально вивчена у птахів і деяких ссавців, її існування у людини не можна вважати доведеним науковим фактом. В той же час опосередкованими доказами ролі носового дихання в функціонуванні головного мозку можна вважати зниження працездатності, пам'яті, концентрації уваги у хворих із аденоїдними вегетаціями, хронічними синуситами, що супроводжуються тривалою назальною обструкцією [6, 21].

Публікації останніх років дозволяють припустити, що в основі розвитку таких важких захворювань, як розсіяний склероз [33], мігрень [16] тощо [14] може бути порушення процесів охолодження структур мозку внаслідок венозної дисциркуляції.

Висновки

1. Накопичені дані щодо значення носового дихання в процесах терморегуляції залишаються неоднозначними, потребують перевірки і додаткових досліджень.

Перспективи подальших досліджень. Дослідження ролі носової порожнини і навколоносових пазух в процесах терморегуляції дозволить покращити уявлення про функції навколоносових пазух і поглибити знання щодо фізіології носового дихання.

Література

1. Величковский Б.Т. Молекулярные механизмы нарушения газообменной функции легких на Крайнем Севере // Пульмонология.–2005.–№ 5. – С. 1–4.
2. Луценко М.Т. Хронические заболевания легких в условиях севера России / М.Т.Луценко, А.Б.Пирогов // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 4. – С. 74-79.
3. Alterations in maxillary sinus volume among oral and nasal breathers / K.S.Agacayak, B.Gulsun, M.Koparal [et al.] // Med. Sci Monit. – 2015. – Vol. 2, №21. – P.18-26.
4. Baroody F.M. Nasal and paranasal sinus anatomy and physiology/ F.M.Baroody // Clin Allergy Immunol. – 2007. - Vol.19. – P.1-21.
5. Betlejewski S. The influence of nasal flow aerodynamics on the nasal physiology / S.Betlejewski, A.Betlejewski // Otolaryngol Pol. – 2008. - Vol.62(3). – P.321-325.

6. Camelo-Nunes I.C. Allergic rhinitis: indicators of quality of life / I.C.Camelo-Nunes, D.Solé // *J Bras Pneumol.* – 2010. - Vol.36(1). – P.124-33.
7. Carlsen K.H. Sports in extreme conditions: the impact of exercise in cold temperatures on asthma and bronchial hyper-responsiveness in athletes / K.H.Carlsen // *Br. J. Sports Med.* – 2012. - Vol.46(11). - 796-799.
8. Comparison of ability to humidification of inspired air through the nose and oral cavity using dew point hygrometer / D.Paczesny, P.Rapiejko, J.Weremczuk [et al.] // *Otolaryngol Pol.* – 2007. - Vol.61(4). – P.554-558.
9. Cruz A.A. Epithelial shedding is associated with nasal reactions to cold, dry air / A.A.Cruz, R.M.Naclerio, D.Proud, A.Togias // *J. Allergy Clin. Immunol.* – 2006. - Vol.117(6). – P.1351-1358.
10. Cruz A.A. Upper airways reactions to cold air / A.A.Cruz, A.Togias // *Curr. Allergy Asthma Rep.* – 2008. - Vol.8(2). – P.111-117.
11. Effect of inspired air temperature on genioglossus activity during nose breathing in awake humans / R.C.Basner, J.Ringler, S.Berkowitz [et al.] // *J. Appl. Physiol.* – 1990. - Vol.69(3). – P.1098-1103.
12. Elad D. Air-conditioning in the human nasal cavity / D.Elad, M.Wolf, T.Keck // *Respir Physiol Neurobiol.* – 2008. - Vol. 30,163. – P.1-3.
13. Gallup A.C. Human paranasal sinuses and selective brain cooling: a ventilation system activated by yawning? / A.C.Gallup, G.D.Hack // *Med Hypotheses.* – 2011. - Vol.77(6). – P.970-973.
14. Gallup A.C. Yawning and thermoregulation / A.C.Gallup, G.G.Gallup Jr. // *Physiol Behav.* – 2008. - Vol. 3,95(1-2). – P.10-16.
15. Humidity and temperature profile in the nasal cavity / T.Keck, R.Leiacker, A.Heinrich [et al.] // *Rhinology.* – 2000. - Vol. 38(4). – P.167-171.
16. Horváth C. Alterations in brain temperatures as a possible cause of migraine headache / C.Horváth // *Med Hypotheses.* – 2014. - Vol.82(5). – P.529-534.
17. Irmak M.K. Selective brain cooling seems to be a mechanism leading to human craniofacial diversity observed in different geographical regions / M.K.Irmak, A.Korkmaz, O.Erogul // *Med Hypotheses.* – 2004. - Vol.63(6). – P.974-979.
18. Keck T. Numerical simulation an nasal air-conditioning / T.Keck, J.Lindemann // *GMS Curr Top Othorhinolaryngol Head Neck Surg.* – 2010. – Vol.9, published Online Apr 27, 2011.
19. Kent D.T. Environmental factors that can affect sleep and breathing: allergies / D.T.Kent, R.J.Soose // *Clin Chest Med.* – 2014. - Vol.35(3). – P.589-601.

20. Kim S.K. Patient specific CFD models of nasal airflow: overview of methods and challenges / S.K.Kim, Y.Na, J.I.Kim, S.K.Chung // *J Biomech.* – 2013. - Vol. 18;46(2). – P.299-306.
21. Kurnatowski P. Neurocognitive abilities in children with adenotonsillar hypertrophy / P.Kurnatowski, L.Putyński, M.Lapienis, B.Kowalska // *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* – 2006. - Vol. 70(3). – P.419-424.
22. Le Merre C. Effects of cold dry air nasal stimulation on airway mucosal blood flow in humans / C.Le Merre, J.Isber, A.D.Chediak, A.Wanner // *Arch Physiol Biochem.* – 2003. - Vol.111(4). – P.327-329.
23. Naclerio R.M. Observations on the ability of the nose to warm and humidify inspired air / R.M.Naclerio, J.Pinto, P.Assanasen, F.M.Baroodly // *Rhinology.* – 2007. - Vol.45(2). – P.102-111.
24. Numerical flow simulation in the post-endoscopic sinus surgery nasal cavity / G.Xiong, J.Zhan, K.Zuo [et al.] // *Med Biol Eng Comput.* – 2008. - Vol. 46(11). – P.1161-1164.
25. Sahin-Yilmaz A. Anatomy and physiology of the upper airway / A.Sahin-Yilmaz, R.M.Naclerio // *Proc. Am. Thorac. Soc.* – 2011. – Vol.8(1). – P.31-39.
26. Perception of better nasal patency correlates with increased mucosal cooling after surgery for nasal obstruction / C.D.Sullivan, G.J.Garcia, D.O.Frank [et al.] // *Otolaryngol Head Neck Surg.* – 2014. - Vol.150(1). – P.139-147.
27. Safety evaluation of nasopharyngeal cooling (RhinoChill®) in stroke patients: an observational study / S.Poli, J.Purrucker, M.Priglinger [et al.] // *Neurocrit Care.* – 2014. - Vol. 20(1). – P.98-105.
28. Short-time cold dry air exposure: a useful diagnostic tool for nasal hyperresponsiveness / L.Van Gerven, G.Boeckxstaens, M.Jorissen [et al.] // *Laryngoscope.* – 2012. - Vol.122(12). – P. 2615-2207.
29. Sozansky J. The physiological mechanism for sensing nasal airflow: a literature review / J. Sozansky, S.M.Houser // *Int Forum Allergy Rhinol.* – 2014. - Vol.4(10). – P.834-838.
30. Springborg J.B. First clinical experience with intranasal cooling for hyperthermia in brain-injured patients / J.B.Springborg, K.K.Springborg, B.Romner // *Neurocrit Care.* – 2013. - Vol.18(3). – P.400-405.
31. Tawhai M.H. Modeling water vapor and heat transfer in the normal and the intubated airways / M.H.Tawhai, P.J.Hunter // *Ann Biomed Eng.* – 2004. - Vol.32(4). – P.609-622.
32. The determining factors of peak nasal inspiratory flow and perception of nasal airflow in asthmatics / W.M.Thorstensen, M.Sue-Chu, V.Bugten [et al.] // *Rhinology.* – 2014. - Vol.52(4). – P.348-354.

33. Vucic S. Fatigue in multiple sclerosis: mechanisms and management / S.Vucic, D.Burke, M.C.Kiernan // Clin Neurophysiol. – 2010. - Vol.121(6). – P.809-817.

34. Warming inhaled air in the nose / T.Keck, R.Leiacker, D.Meixner [et al.] // HNO. – 2001. - Vol.49(1). – P.36-40.