

비강 통기도 개선이 유산소 운동능력에 미치는 영향

건양대학교 의과대학 이비인후과학교실,¹ 복지스포츠헌과²
김종엽¹ · 윤정희¹ · 조남식¹ · 이호진¹ · 김찬호¹ · 강경환²

Evaluating the Effectiveness of Improved Nasal Patency on Aerobic Exercise Capacity

Jong-Yeup Kim, MD¹, Jung-Hee Yoon, MD¹, Nam-Sik Joe, MD¹,
Ho-Jin Lee, MD¹, Chan-Ho Kim, MD¹ and Kyung-Hwan Kang²

¹Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, College of Medicine;

²Department of Sports and Leisure Study, Konyang University, Daejeon, Korea

—ABSTRACT—

Background and Objective : In previous studies, there were few reports about little relationship between the degree of nasal patency and physical power. However, previous studies failed to consider the parameter of excise and physical performance. This study was therefore designed to evaluate the relationship between nasal patency and parameters of excise (heart rate, respiratory rate, oxygen saturation) and also, athletic performance. **Methods and Methods** : 21 healthy men free from nasal pathologic conditions on the physical examination and medical history, were selected for this study. To analyze the relationship between nasal patency and aerobic exercise capacity, time taken to run 1500 meters was measured as athletic performance. Eleven persons (group 1) were applied with nasal decongestant by nasal aerosol and ten persons (group 2) were applied with nasal aerosol with normal saline as the control. Before and after exercise, nasal patency, heart rate, respiratory rate and oxygen saturation was measured in both groups. The relationship between nasal patency and parameter of exercise was evaluated by Visual Analogue Scale (VAS). **Results** : Before athletic exercise, nasal patency significantly improved with nasal spray in group 1. But after exercise, we couldn't find any statistically significant difference between group 1 and group 2, and also couldn't find any relationship between increase in the feeling of exercise capacity and athletic performance. **Conclusions** : The improvement of nasal patency by applying a topical nasal decongestant had no significant effect on aerobic exercise capacity. This suggests that improvement of nasal patency by exercise masked the effect of the topical nasal decongestant on nasal patency. (J Clinical Otolaryngol 2009;20:34-39)

KEY WORDS : Nasal cavity · Acoustic rhinometry · Athletic performance.

서 론

비정상적으로 감소된 비강통기도가 운동능력을 저하시키는 것은 누구나 평소에 경험하게 되며, 이에 대한 객관적 원

인에 대해서도 연구된 바 있다.^{1,2)} 이는 구강호흡만으로는 유산소운동에 필요한 충분한 산소량을 흡기할 수 없게 되어 기인한다. 때문에 정상적인 비강통기도를 보이는 경우에 추가적으로 비강통기도를 증가시키는 처치가 과연 운동능력 향상으로 연결될 지에 대해서 수년전부터 많은 연

논문접수일 : 2009년 2월 4일 / 논문수정일 : 2009년 3월 31일 / 심사완료일 : 2009년 4월 10일
교신저자 : 김종엽, 302-718 대전광역시 서구 가수원동 685 건양대학교 의과대학 이비인후과학교실
전화 : (042) 600-9215 · 전송 : (042) 543-8959 · E-mail : jinmedi@hanmail.net

구가 진행되어왔다. 그러나 이전의 연구들이 모두 운동능력을 비교하기 위한 기준으로 시간당 산소소모량이나 운동 중 심박수, 호흡수 등을 비교한 실험들이었기 때문에 유산소 운동능력에 대해 직접적인 상관관계가 있다고 하기에는 비약의 소지가 적지 않다. 또한 이와 같은 대부분의 연구에서 비강통기도의 증가가 유산소 운동능력 향상에 도움이 되지 않는다고 보고되고 있으나,^{3,4)} 아직도 외부 이완용 테일(External nasal dilator strip)을 착용하고 경기에 임하는 선수들을 간혹 볼 수 있다. 때문에 본 연구에서는 비점막 수축제등의 비강통기도를 증가시키기 위한 처치가 운동 전후에 비강통기도에 미치는 영향에 대해서 확인해보고자 하였으며, 이와 더불어 유산소 운동능력 향상에 대한 부분을 유산소운동 기록 평가와 Visual analogue scale(VAS)을 통해 분석해 보았다.

재료 및 방법

본교 생활체육학과 학생들을 대상으로 지원자를 모집하였다. 비강에 특이소견이 없는 18세부터 25세에 해당하는 지원자 24명을 대상으로 실험을 구성하였다. 여자의 경우는 생리기간이 비강통기도에 변화를 줄 것을 고려하여 대상자 전원은 남자로 모집되었다. 연구기간 중 감기를 포함한 비강통기도에 변화를 주는 질환이 발견된 대상자 3명은 둘째 날 실험에서 제외하였다. 21명의 대상자는 난수표를 이용한 임의 선택을 통해 실험군과 대조군으로 나누었다.

실험 첫째날

실험군 11명과 대조군 10명 모두는 1,500 m 실외 트랙 달리기를 시행하여 기초 체력 테스트를 시행하였으며, 달리기 전후 두 번에 걸쳐 음향비강통기도검사를 시행하였다.

실험 둘째날

두 그룹 모두 음향비강통기도검사를 먼저 시행하여 운동전 상태의 비강용적을 측정하였으며, 휴식상태에서의 심박수, 호흡수, 산소포화도를 측정하여 기록하였다. 이후 비강통기도의 거짓감각을 위한 멘솔향 사탕을 먹었다. 10분 뒤 음향비강통기도검사를 시행하여 사탕에 의한 비강용적의 변화를 확인하였다. 이후, 실험군에는 비점막 수축제

(0.05% xylometazoline hydrochloride)를 코에 분무하였으며, 대조군에는 생리식염수를 코에 분무하였다. 다시 15분의 시간이 흐른 뒤 음향비강통기도검사를 재시행하여 비강용적의 변화를 측정하였다. 이후 1,500 m 실외 트랙 달리를 시행하였으며, 달리기 직후 마지막 음향비강통기도검사와 이와 동시에 심박수, 호흡수, 산소포화도를 재측정 하였다. 모든 실험이 끝난 뒤에는 실험군과 대조군에게 운동능력향상에 대한 주관적 느낌을 Visual analogue scale(VAS)를 이용하여 평가하였다.

통계학적 검증

통계학적 검증은 Window용 SPSS version 12.0을 이용하였다. 자료에 대한 분석은 repeated measurement ANOVA를 이용하였고, 통계는 p값이 0.05 이하인 경우를 통계학적으로 유의한 것으로 판정하였다.

결 과

비강용적변화 비교

비강용적은 비주기를 통해 좌, 우측의 크기가 교차하

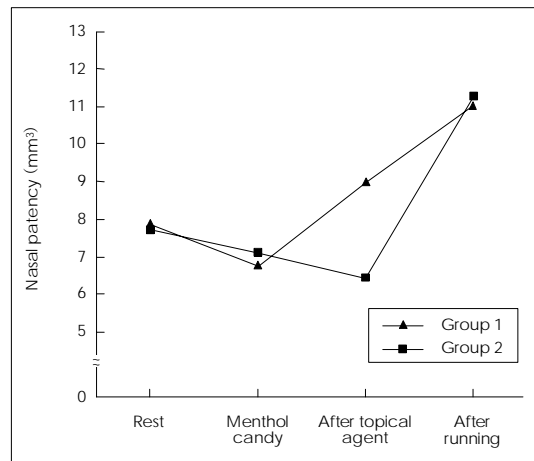


Fig. 1. There is a statistical difference in nasal patency between the rest state and after eating menthol candy ($p < 0.05$). The effect of topical agent explains the difference in nasal patency between the persons who applied the topical nasal decongestant (Group 1) and the persons who applied normal saline (Group 2) before running of 1,500 meters. But after running 1,500 meters, there was no difference between Group 1 and Group 2 in nasal patency.

는 양상을 가지게 된다. 때문에 실험군과 대조군의 비강 용적을 비교하기 위하여 음향비강통기도 검사를 통해 얻어진 좌, 우측 비강용적의 평균을 이용하였다. 실험군의 평상시 비강용적은 8.05 mm³, 대조군의 평상시 비강용적은 7.86 mm³으로 두 그룹간의 유의한 차이가 없음을 확인하였다. 이후, 멘솔향 사탕을 먹은 뒤, 측정된 비강용적에서, 실험군에서는 6.95 mm³, 대조군에서는 7.25 mm³로 두 그룹 모두 감소하는 양상을 확인할 수 있었다(p<0.05). 다시 실험군에게는 약물을 비강에 분무하고 대조군에는 생리식염수를 분무한 뒤 측정된 비강용적에서, 실험군에서는 9.14 mm³로 대조군에서는 6.59 mm³로 확인되었다. 실험군에서의 증가가 대조군에 비해 유의하게 큰 결과였다(p<0.000). 하지만 1,500 m 실외 트랙 달리기 실시 이후 측정된 비강용적에서는 실험군은 11.17 mm³, 대조군은 11.41 mm³으로 변화하여 두 그룹 간에 유의한 차이가 사라지는 양상을 확인하였다(Fig. 1).

심박수, 호흡수, 산소포화도의 변화 비교

심박수는 실험군에서 운동전 평균 분당 77회에서 운동 후 분당 181회로 증가하였으며, 대조군에서는 운동전

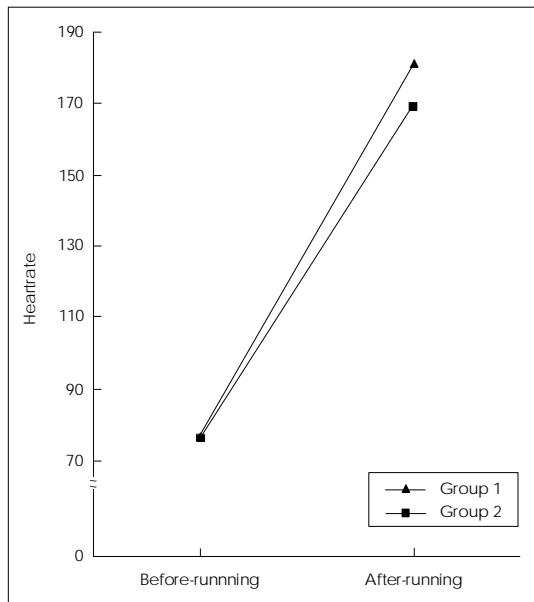


Fig. 2. No significant difference in heart rate was found between persons who applied topical nasal decongestant (Group 1) and persons who applied normal saline (Group 2) before and after running of 1,500 meters.

분당 76회에서 운동 후 분당 169회로 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다(p=0.359) (Fig. 2).

호흡수에서는 실험군에서 운동전 20초당 호흡수 7.0회에서 운동 후 16.4회로 증가하였고, 대조군에서는 운동전 20초당 호흡수 7.5회에서 운동 후 16.6회로 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다(p=0.832) (Fig. 3).

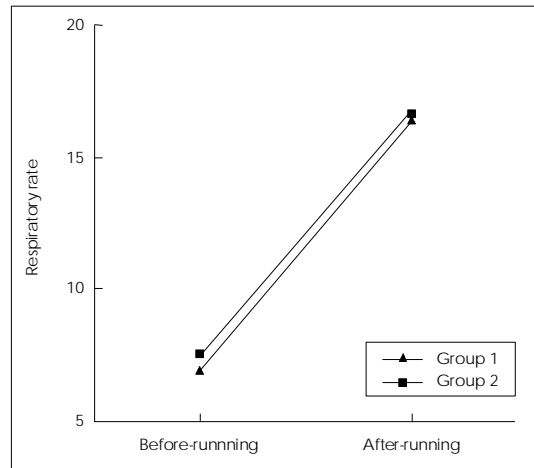


Fig. 3. No significant difference in respiratory rate was found between persons who applied topical nasal decongestant (Group 1) and persons who applied normal saline (Group 2) before and after running of 1,500 meters.

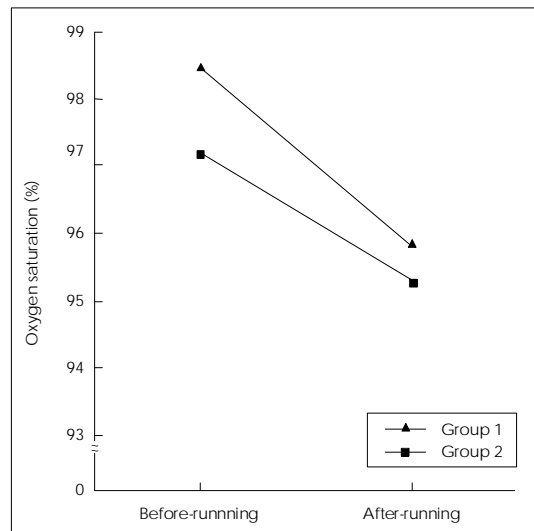


Fig. 4. No significant difference in oxygen saturation was found between persons who applied topical nasal decongestant (Group 1) and persons who applied normal saline (Group 2) before and after running of 1,500 meters.

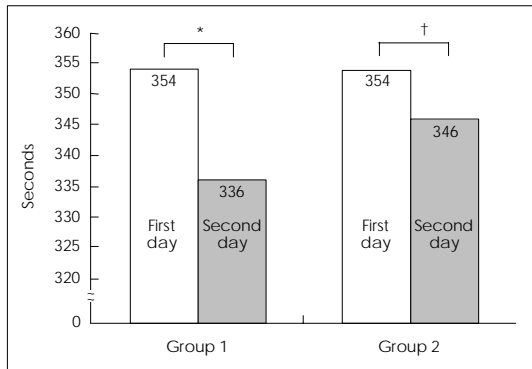


Fig. 5. No significant difference in athletic performance between Group 1 and Group 2 was found after applying nasal spray. Topical nasal decongestant applied group (* >0.05), Normal saline applied group ($\dagger >0.05$). Y-axis "seconds" means seconds taken to complete 1,500 m -running.

산소포화도에서는 실험군의 경우 운동전 평균 97.9%에서 운동 후 95.3%로 감소하였으며, 대조군에서는 운동전 평균 96.6%에서 운동 후 94.7%로 감소하는 양상을 보였으나 통계적인 차이는 없었다($p=0.702$) (Fig. 4).

Visual analogue scale(VAS) 비교

운동능력향상에 대한 주관적 느낌을 비교하기 위하여 실시한 100 mm VAS 결과에서는 실험군에서는 23.4 ± 28.7 , 대조군에서는 20.9 ± 20.3 으로 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p=0.823$).

실험 첫째날과 둘째날간의 1,500 m 기록 비교

운동능력향상에 대한 주관적 느낌이 기록에 영향을 미치는지 확인하기 위해 첫째 날과 둘째날간의 기록변화를 비교하였다. 둘째 날의 경우 대부분의 대상자들이 VAS 상 주관적인 향상을 진술하였으나, 기록에서의 통계학적 유의한 차이는 발견할 수 없었으나, 두 그룹 모두 1,500 m 달리에 소요된 시간이 감소되어 기록이 향상되는 경향을 보였다($p>0.05$) (Fig. 5).

고 찰

유산소 운동을 시행함에 있어 체내 산소 공급은 매우 중요한 부분이다. 이때 산소 공급의 경로는 비강경로와 구

강경로로 구분될 수 있다. 그 중 비강경로의 저항에 따른 비중은 전체 총 호흡기 저항의 약 50~60%에 해당한다.⁵⁾ 운동으로 인해 산소에 대한 필요량이 증가하게 되면, 이에 따른 생리적 반응이 나타나게 된다. 그 중 대표적인 반응이 비강통기도의 증가와,⁶⁻⁸⁾ 기관지확장이다.⁹⁾ 비강내 기쪽 점막벽(nasal lateral mucosal wall)의 수축으로 인한 비강통기도의 증가는 시간 내 산소 흡입량의 증가를 가져오고, 기관지확장으로 인한 총 후두면적의 증가는 이를 수용하여 운동 시에 필요한 산소량을 충족시킨다. 때문에 비강통기도의 증가가 유산소운동능력에 긍정적 효과를 보이는지에 대한 의문으로 인해 몇몇 연구들이 보고된 바 있다.

1992년 Michael 등은 oxymetazoline hydrochloride를 비점막수축제로 이용한 연구에서 비강통기도의 증가와 유산소 운동 능력간에는 유의한 상관관계가 없다고 보고하였다.³⁾ 또한, 2008년 Boggs 등은 운동선수들이 경기 중 착용하는 외용 비강수축용 테이프(External nasal dilator strip)을 이용한 연구에서, 비강통기도의 증가가 혈중 젖산 농도에 유의한 영향을 미치지 않는다고 보고한 바 있다.⁴⁾ 본 연구에서는 유산소 운동 기록 자체를 비교해 보았으며, 이와 더불어 VAS 점수를 이용해 비강통기도의 증가가 주는 정신적 지지 효과가 기록에 영향을 미치는지도 확인해보았다.

본 연구에서 음향비강통기도검사를 통하여 피실험자의 비강통기도를 측정하였다. 음향비강통기도검사는 1989년 Hilberg 등에 의해 처음 도입된 방법으로, 반사된 음향파를 분석하여 비강의 구조를 파악하는 장비이다.⁵⁾ 이 장비를 통해 비강의 단면적과 부피가 장치 내의 공식에 의해 산출된다. 이 장치는 기타 장비들에 비해 빠르고 재현성이 높으며, 비침습적인 장점들이 있다.^{11,12)}

또한, 본 연구에서는 실험군과 대조군에게 비강통기도에 대한 거짓감각을 주기 위해 멘솔향 사탕을 이용하였다. 비강기류에 대한 감각은 삼차신경에 의해 감각 지배를 받는 비강 내의 찬감각 수용체(Cold receptor)를 통해 이루어진다.^{13,14)} 멘솔은 신경세포막을 통과하는 칼슘이온의 전도에 변화를 주어 찬감각 수용체의 활동에 영향을 미친다고 알려져 있으며,¹⁵⁻¹⁷⁾ 이를 통해 멘솔을 섭취하거나 흡입하는 것만으로, 사실상의 변화 없이 비점막이 수축되고 비강기류가 증가한 것 같은 거짓 감각을 가지게 해준다고

보고되고 있다.^{18,19)}

이렇게 설계된 실험을 통해 분석해 본 결과, 실험군과 대조군 사이에서 스프레이 후 비강통기도에서 유의한 차이가 있었음에도 운동 후 비강통기도에서는 그 차이가 없어짐을 확인할 수 있었다. 이는 운동 그 자체가 가지는 비저항 감소 및 비강통기도 증가 효과에 의한 소견으로 보인다. 때문에 비점막 수축제의 사용은 운동으로 인한 비강통기도의 증가를 추가로 더 올려주는 효과는 없다고 생각된다. 이번 연구에서 예전 보고된 연구들과 차이를 보였던 부분은 멘솔 사탕을 복용한 후의 비강통기도의 감소였다. 비점막수축제의 효과를 가리기 전까지의 유산소운동능력은 멘솔이 비강 내 찬감각 신경에 작용하여 비강통기도 증가에 대한 거짓감각은 주지만 실제 비저항에는 유의한 차이가 없었다는 예전 연구와 상반되는 부분이었다.^{18,19)} 하지만 실험당일 첫번째 비강통기도 검사가 선수들이 검사실에 도착한 직후 실시되었던 점과 멘솔 사탕을 섭취하면서 휴식시간을 가지고 설문을 작성하는 동안 선수들의 교감신경 향진이 감소하고 부교감신경이 상대적으로 향진되어 발생한 결과일 수 있다고 보인다.

운동에 의한 비강통기도의 증가 효과가 비점막 수축제로 인한 증가 효과를 가리기 때문에, 실험군과 대조군 사이에서의 운동 후 결과 차에서 유의한 차이가 발생하지 않았다고 판단된다. 그러나 운동에 의한 비강통기도의 증가가 발생하기 전까지의 유산소 운동능력에 두 그룹 간에 차이가 있을 지에 대해서는 명확치 않다. 추후 연구에서는 이번 연구에서 시행한 1,500 m보다 짧은 시간의 유산소운동을 통해 이에 대한 규명이 필요할 것으로 보인다.

첫째 날과 둘째 날 사이의 기록을 비교해 볼 때, 양일간의 기록에서 유의한 차이가 보이지 않았다. 이는 둘째 날 두 그룹 모두 실험군 11명 중 10명, 대조군 10명 중 7명의 대다수의 선수들이 VAS 점수에서 양의 값, 즉 비강통기도 증가에 따른 정신적 지지 효과를 가졌음을 뜻하나, 그로 인한 기록의 차이가 발생하지는 않았음을 의미한다. 이는 선수들이 외용 비강수축용 테이프(External nasal dilator strip)를 착용 시 경기력 향상에 대한 느낌을 가지게는 되지만, 통제된 연구를 통해 비교한 결과에서는 외용 비강수축용 테이프로 인한 비강통기도의 증가가 있음에도 유산소운동능력에 차이가 발생하지는 않았다는 예전 연구 내용과도 부합되는 결과였다.⁴⁾

결론

비점막 수축제를 이용한 비강통기도의 증가는 유산소 운동 시작 초기에는 영향을 미칠 수 있으나, 운동 중에는 운동 자체로 인한 비강통기도 증가에 가려져 그 영향이 운동 결과에 영향을 미치지 못한다고 판단된다. 마찬가지로, 비강통기도 증가로 인해 갖게 되는 선수들의 정신적 지지 효과 또한 경기 기록에는 영향을 미치지 못하였다. 그러나 운동으로 인한 비강통기도의 증가가 비점막수축제의 효과를 가리기 전까지의 운동시간에 있어서 유산소운동능력의 차이가 발생하는지에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

중심 단어 : 비개존성 · 유산소 능력 · 운동수행능력.

■ 감사문

대회가 얼마 남지 않은 상황임에도 본 연구를 위해 최선을 다해 실험에 응해준 북지스포르츠학과 선수들에게 감사의 마음을 전한다.

REFERENCES

- 1) Ogura JH, Harvey JE. *Nasopulmonary mechanics-Experimental evidence of the influence of the upper airway upon the lower.* Acta Otolaryngol 1971;71 (2):123-32.
- 2) Ogura JH, Nelson JR, Suemitsu M, Kavamoto S. *Relationship between pulmonary resistance and changes in arterial blood gas tension in dogs with nasal obstruction, and partial laryngeal obstruction.* Ann Otol Rhinol Laryngol 1973;82 (5):668-83.
- 3) Benninger MS, Sarpa JR, Ansari T, Ward J. *Nasal patency, aerobic capacity, and athletic performance.* Otolaryngol Head Neck Surg 1992;107 (1):101-4.
- 4) Boggs GW, Ward JR, Stavrianeas S. *The external nasal dilator: style over function?* J Strength Cond Res 2008;22 (1):269-75.
- 5) Griffin JW, Hunter G, Ferguson D, Sillers MJ. *Physiologic effects of external nasal dilator.* Laryngoscope 1997;107 (9):1235-8.
- 6) Merty JS, McCaffrey TV, Kern EB. *Role of the nasal airway in regulation of airway resistance during hypercapnea and exercise.* Otolaryngol Head Neck Surg 1984;92 (3):302-7.
- 7) Forsyth RD, Cole P, Shephard RJ. *Exercise and nasal patency.* J Appl Physiol 1983;55 (3):860-5.
- 8) Richerson HB, Seebohm PM. *Nasal airway response to exercise.* J Allergy 1968;41 (5):269-84.
- 9) Jackson RT. *Nasal-cardiopulmonary reflexes: a role of the larynx.* Ann Otol Rhinol Laryngol 1976;85 (1 pt 1):65-70.
- 10) Hilberg O, Jackson AC, Swift DL, Pedersen OF. *Acoustic rhinometry: evaluation of nasal cavity geometry by acoustic*

- rhinometry. J Appl Physiol* 1989;66(1):295-303.
- 11) Cole P. *Acoustic rhinometry and rhinomanometry. Rhinol Suppl* 2000;16:29-34.
 - 12) Roithman R, Cole P, Chapnik J, Zamel N. *Reproducibility of acoustic rhinometry measurements. Am J Rhinol* 1995;9:263-7.
 - 13) Eccles R. *Effects of menthol on nasal sensation of airflow. In: Green BG, editor. Chemical senses: "Irritation" New York ;1990. p. 275.*
 - 14) Clarke RW, Jones AS. *Nasal airflow sensatio. Clin Otolaryngol Allied Sci* 1995;20(2):97-9.
 - 15) Isenberg C, Schafer K, Braun HA. *The effect of menthol on discharge pattern of cold receptors. Pflugers Arch* 1984;400:17.
 - 16) Schafer K, Braun HA, Isenberg C. *Effect of menthol on cold receptor activity. J Gen Physiol* 1986;88(6):757-76.
 - 17) Eccles R. *Menthol and related cooling compounds. J Pharm Pharmacol* 1994;46(8): 618-30.
 - 18) Eccles R, Jones AS. *The effect of menthol on nasal resistance to airflow. J Laryngol Otol* 1983;97(8):705-9.
 - 19) Eccles R, Jawad MS, Morris S. *The effect of oral administration of (-)-menthol on nasal resistance to airflow and nasal sensation of airflow in subjects suffering from nasal congestion associated with the common cold. J Pharm Pharmacol* 1990;42(9):652-4.