

УДК 612.592:612.225:616.5-001.18

ВЛИЯНИЕ ЛОКАЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ КОЖИ НА НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

© 2007 г. О. Н. Попова

Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск

Система дыхания — одна из функциональных систем, активно вовлекаемых в ответ организма на охлаждение. В физиологических механизмах терморегуляции внешнее дыхание, наряду со специфической функцией доставки кислорода и выведения углекислого газа, выполняет терморегуляторную функцию.

Известны работы, указывающие на изменения регуляции дыхания под влиянием раздражения периферических терморецепторов при локальном воздействии [13–15]. Установлена особая роль терморецепторов верхних дыхательных путей и кожи лица, холодовая стимуляция которых приводит к существенному изменению внешнего дыхания [1, 2, 10–12, 16, 17]. Так, кратковременное холодовое воздействие на эти термосенсоры приводит к удлинению экспираторной фазы, снижению чувствительности к гиперкапнии, а также может вызвать спазм бронхов у больных бронхиальной астмой.

В ряде работ [3–6, 8] показано, что локальное охлаждение кожи кисти или предплечья сопровождается изменением не только показателей внешнего дыхания (минутный объем дыхания, дыхательный объем, частота дыхания, потребление и коэффициент использования кислорода), но и спирометрических показателей. Проведенные исследования выявили, что холодовая стимуляция терморецепторов кожи в области кисти и предплечья приводит к ограничению максимальной вентиляционной способности легких, снижению жизненной емкости легких и скоростных показателей выдоха.

В реальных климатических условиях Севера локальному холодовому воздействию у человека могут подвергаться не только верхние дыхательные пути и лицо, но и кисти, а также нередко стопы.

Литературных данных по исследованию влияния локального охлаждения кожи стоп на функцию внешнего дыхания нами не обнаружено. Кроме того, все результаты воздействия локального охлаждения кисти на систему дыхания были получены при обследовании только мужчин-добровольцев и сведения о реакции системы внешнего дыхания на локальное охлаждение у женщин отсутствуют.

В связи с этим в данной работе была поставлена задача изучить изменения в системе внешнего дыхания при локальном охлаждении кистей и стоп у молодых мужчин и женщин трудоспособного возраста и оценить их функциональное значение.

Методика исследования

В качестве испытуемых было обследовано по 35 здоровых молодых мужчин и женщин в возрасте 18–23 лет, родившихся и постоянно проживающих на Европейском Севере, не имеющих хронических заболеваний органов дыхания и не перенесших за последние три месяца

Исследовано влияние локального охлаждения кожи кисти и стопы на некоторые показатели функции внешнего дыхания. В качестве испытуемых было обследовано по 35 здоровых молодых мужчин и женщин в возрасте 18–23 лет. Для локального охлаждения использовалась проба с погружением на одну минуту кисти или стопы в сосуд с водой, температура которой колебалась от 6 до 11 °С. Установлено, что локальное охлаждение кожи кисти и стопы приводит к значительным и статистически достоверным изменениям спирометрических показателей, бронхиальная проводимость при этом не нарушается. Наибольшие изменения наблюдаются при охлаждении стоп. Женщины, по сравнению с мужчинами, более реактивны к локальному охлаждению.

Ключевые слова: локальное охлаждение, кисть, стопа, внешнее дыхание.

каких-либо острых заболеваний. Вначале каждый испытуемый проводил 20 мин, спокойно сидя в помещении при температуре воздуха 20–22 °С, затем производили дыхательные маневры с применением спирографа СМП-21/01-“Р-Д”. При помощи специально разработанного нами устройства (рац. предложение № 6/92 от 23.03.92) отбирали выдыхаемый воздух и анализировали его состав газоанализаторами ПГА-КМ и ПГА-ДУМ для последующего расчета показателей газообмена, которые приводились к системе STPD.

Для локального охлаждения использовалась проба, предложенная Г. А. Орловым [7]. Одна рука погружалась до дистальной части предплечья в сосуд с водой, температура которой колебалась от 6 до 11 °С. Время охлаждения (1 мин) регистрировалось по секундомеру. Затем осторожными прикосновениями избыточная влага убиралась марлевыми тампонами, проводилась спирография и анализировался состав выдыхаемого воздуха.

Через 25–30 мин (время полного восстановления инфракрасного излучения после холодовой пробы [7]) у испытуемых осуществлялось локальное охлаждение стопы. Порядок проведения пробы был таким же, как при охлаждении кисти.

Результаты и их обсуждение

Локальное охлаждение кожи кисти и стопы у мужчин не привело к значительным изменениям показателей легочных объемов и емкостей, а также легочной вентиляции, за исключением повышения величины резервного объема выдоха (РОВ_{вд}) и уменьшения общей емкости вдоха (Евд) (табл. 1). В большей степени изменились показатели, отражающие проходимость бронхов: время форсированной жизненной емкости легких (ТФЖЕЛ), объем форсированного выдоха за первые 0,5 сек. выдоха (ОФВ_{0,5}) и время постоянной объемной скорости выдоха (Т ПОС). Кроме того, возросла величина потребления кислорода (ПО₂). Необходимо подчеркнуть, что при охлаждении стопы произошли более выраженные изменения показателей деятельности внешнего дыхания, чем при охлаждении кисти.

Таблица 1
Реакция системы внешнего дыхания на локальное охлаждение
кожи у мужчин, М ± m

Показатель	Исходное состояние (до охлаждения)	После локального охлаждения кисти (1), стопы (2)	
		1	2
РОВ _{вд} , л	2,8±0,1	2,9±0,1	3,2±0,1**
Евд, л	2,9±0,1	2,8±0,1	2,6±0,1*
ОФВ _{0,5} , л	3,14±0,14	2,94±0,15	3,43±0,11*
ТФЖЕЛ, с	1,20±0,06	1,42±0,07*	1,34±0,07
Т ПОС, с	0,22±0,02	0,21±0,04	0,16±0,02**
ПО ₂ , мл/мин	498,2±29,4	556,6±30,2	599,6±30,1*

Примечание. Различия достоверны по сравнению с исходным состоянием: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$.

У женщин, по сравнению с мужчинами, локальное охлаждение кожи вызвало более значительные изменения со стороны внешнего дыхания (табл. 2). Так, помимо увеличения, как и у мужчин, перечисленных выше показателей, у женщин произошло значительное увеличение легочной вентиляции: величина минутного объема дыхания (МОД) возросла на 22,5 % ($p < 0,05$), в основном за счет увеличения дыхательного объема (ДО). При этом, как и у мужчин, у женщин большие изменения функции внешнего дыхания наблюдаются при охлаждении стопы.

Таблица 2
Реакция системы внешнего дыхания на локальное охлаждение
кожи у женщин, М ± m

Показатель	Исходное состояние (до охлаждения)	После охлаждения кисти (1), стопы (2)	
		1	2
РОВ _{вд} , л	2,39±0,12	2,14±0,12	2,61±0,54
Евд, л	1,90±0,14	2,07±0,15	2,16±0,13
ОФВ _{0,5} , л	2,05±0,15	2,32±0,12	2,42±0,12**
Т ПОС, с	0,37±0,07	0,22±0,04*	0,22±0,04*
ОФВ ₁ /ЖЕЛ, %	70,3±3,9	81,1±1,9*	80,7±3,1*
ПО ₂	394,3±24,1	463,4±30,6	495,5±32,5**
МОД	10,2±0,7	12,5±1,0*	12,6±1,0*
ДО	0,61±0,04	0,68±0,05	0,70±0,05

Примечание. Различия достоверны по сравнению с исходным состоянием: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$.

Меньшая выраженность реакций при температурной стимуляции кистей по сравнению со стопами, очевидно, связана с тем, что в обычной жизни стопы являются закрытой частью тела и подвергаются меньшим термическим воздействиям, чем кисти. Кисть же, как открытая часть тела, чаще и в большей степени подвергается внешним холодным температурным воздействиям, поэтому и реакция ее на охлаждение снижена.

Известно, что функционально система внешнего дыхания может быть разделена на три компонента: легочную ткань, воздухоносные пути и грудную клетку, которая выполняет роль мехов. Любой из этих компонентов может стать причиной изменений функции внешнего дыхания. Интегральным показателем бронхиальной проходимости и усилия, развиваемого дыхательными мышцами, является величина ОФВ.

Локальное охлаждение кожи кисти и стопы привело к возрастанию ОФВ_{0,5}, более того, отмечается повышение пробы Тиффно. Это означает, что воздействие такого рода не вызывает развития бронхоспастической реакции. К такому же выводу пришли J. L. Berk et al. [9], исследовавшие прямым плетизмографическим методом влияние охлаждения различных участков кожи на бронхиальную проходимость, и Т. В. Козырева с соавт. [6] при анализе воздействия локального охлаждения кожи кисти и предплечья.

Полученные результаты отражают, по всей видимости, активирующее влияние центра терморегу-

ляции на дыхательный центр. Можно полагать, что холодовое раздражение терморецепторов кисти и стопы вызывает возбуждение центра терморегуляции, который, в свою очередь, оказывает влияние на дыхательный центр.

Таким образом, локальное охлаждение кожи кисти и стопы приводит к значительным и статистически достоверным изменениям спирометрических показателей, бронхиальная проходимость при этом не нарушается. Наибольшие изменения наблюдаются при охлаждении стоп. Женщины, по сравнению с мужчинами, более реактивны к локальному охлаждению.

Список литературы

1. Глебовский В. Д. Раздражение тригеминальных рецепторов слизистой оболочки носа дыхательными потоками воздуха / В. Д. Глебовский, А. В. Баев // Физиол. журн. СССР. — 1984. — Т. 70, № 4. — С. 1534–1537.
2. Гришин О. В. Легочная вентиляция и газообмен при дыхании воздухом разных температур / О. В. Гришин, Т. Г. Симонова // Физиология человека. — 1998. — Т. 24, № 5. — С. 44–48.
3. Козырева Т. В. Влияние локального охлаждения кожи на спирометрические показатели человека / Т. В. Козырева, Т. Г. Симонова, О. В. Гришин // Бюл. СО РАМН. — 2002. — № 1 (103). — С. 71–73.
4. Козырева Т. В. Модулирующее влияние терморецепторов на дыхание человека / Т. В. Козырева, Т. Г. Симонова // Вестник РАМН. — 1998. — № 9. — С. 14–18.
5. Козырева Т. В. Реакция системы дыхания на быстрые локальные охлаждения / Т. В. Козырева, Т. Г. Симонова // Физиология человека. — 1994. — Т. 20, № 4. — С. 177–179.
6. Козырева Т. В. Температурная рецепция и показатели дыхания человека в норме и при локальном охлаждении / Т. В. Козырева, Т. Г. Симонова // Физиол. журн. — 1991. — Т. 37, № 3. — С. 48–51.
7. Орлов Г. А. Хроническое поражение холодом / Г. А. Орлов. — М.: Медицина, 1978. — С. 45–55.
8. Симонова Т. Г. Изменение спирометрических показателей при локальном обогреве кожи предплечья и кисти / Т. Г. Симонова, Т. В. Козырева // Физиология человека. — 2003. — Т. 29, № 6. — С. 97–100.
9. Berk J. L. Cold-induced bronchoconstriction: role of cutaneous reflexes vs direct airway effects / J. L. Berk, K. A. Lenner, E. R. McFadden // J. Appl. Physiol. — 1987. — Vol. 63. — P. 659–704.
10. Burgess K. P. Effect of nasal cold receptors on the pattern of breathing / K. P. Burgess, W. A. Whitelaw // Ibid. — 1988. — Vol. 64. — P. 371–377.
11. Davies S. M. Facial sensitivity to rates of temperature change: neurophysiological and psychological evidence from cats and humans / S. M. Davies, G. E. Goldsmith, R. F. Hellon, D. Mitchell // J. Physiol. (GB). — 1983. — Vol. 344. — P. 161–165.
12. Koskela H. O. The diagnostic value of cold air hyperventilation in adults with suspected asthma / H. O. Koskela, S. H. Rasanen, H. O. Tukiainen // Resp. Med. — 1997. — Vol. 91. — P. 470–474.
13. Le Blanc J. Autonomic nervous system and adaptation to cold in man / J. Le Blanc, S. Dulac, J. Cote, B. Gyrard // J. Appl. Physiol. — 1975. — Vol. 39, N 2. — P. 181–184.
14. Muchtar M. R. Face immersion prolongs maximal breath-holding in man / M. R. Muchtar, J. M. Patrick // J. Physiol. (GB). — 1985. — Vol. 361. — P. 67–69.
15. Simonova T. G. Effect of forearm and hand skin cooling on spirometric parameters in man / T. G. Simonova, T. V. Kozyreva; / eds. Werner J., Hexamer M. — Aachen. Shaker Verlag, Germany, 2000. — P. 173–175.
16. Josenhaus W. T. The effect of facial stimulation on airway conductance in healthy man / W. T. Josenhaus, G. N. Melville, W. T. Ulmer // Can. J. Physiol. Pharmacol. — 1969. — Vol. 47, N 5. — P. 453–457.
17. Vecchiet L. Effects of cold stimulus on the chest wall on bronchial resistance / L. Vecchiet, L. Flaccol, I. Marini et al. // Respiration. — 1985. — Vol. 47. — P. 253–255.

IMPACT OF SKIN LOCAL COOLING ON SOME INDICES OF HUMAN EXTERNAL RESPIRATION

O. N. Popova

Northern State Medical University, Arkhangelsk

Impact of local cooling of hand and foot skin on some indices of the function of external respiration has been studied. 35 healthy men and 35 healthy women at the age 18–23 y. o. have been examined. For local cooling, there was used a test with immersion for one minute of a hand or a foot into a vessel with water which temperature varied from 6 to 11 °C. It has been established that local cooling of hand or foot skin caused significant and statistically reliable changes in spirometric indices. At the same time, bronchial conduction was not broken. The biggest changes were observed during foot cooling. The women were more reactive to local cooling in comparison with the men.

Key words: local cooling, hand, foot, external respiration.

Статья поступила 30.11.2006 г.

Контактная информация:

Попова Ольга Николаевна — кандидат медицинских наук, заведующая научно-организационным отделом Северного государственного медицинского университета

Адрес: 163000, г. Архангельск, пр. Троицкий, д. 51

Тел. (8182) 21-12-52; e-mail: kon@nsmu.ru