

## Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies

ISSN 2519–268X print  
ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet9119  
<http://nvlvet.com.ua/>

UDC 796.071:616.233-007.271-038-084

### Risk of occurrence and prophylaxis of bronchospasm in representatives of athletic kinds of sports

V.P. Khomyshyn, A.O. Solomonko, O.O. Novytskyy, O.B. Romaniuk

*Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine*

#### Article info

Received 05.09.2018  
Received in revised form  
05.10.2018  
Accepted 08.10.2018

Danylo Halytsky Lviv  
National Medical University,  
Pekarska str., 69, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-067-339-92-21  
E-mail: personaplus@ukr.net

***Khomyshyn, V.P., Solomonko, A.O., Novytskyy, O.O., & Romaniuk, O.B. (2018). Risk of occurrence and prophylaxis of bronchospasm in representatives of athletic kinds of sports. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 20(91), 92–96. doi: 10.32718/nvlvet9119***

The problem of bronchospasm caused by physical activity is relevant both, in the sport of high achievements and for those who lead an active way of life. The high prevalence of BFL in the sport of high achievements is due to intense physical activity, the influence of climatic factors and the conditions of the training process. However, athletes who regularly do sports and have BFL, experience symptoms of obstruction all the time. Moreover, physical activity can provoke inflammation of the respiratory tract with the synthesis of cysteine leukotrienes, leukocytic infiltration of the mucosa and some other features. Mediators play an important role in the mechanisms of development of BFN. Prostaglandins and leukotrienes (LT) are the main factors that determine both severity and duration of symptoms of asthma. Cisteinil LT contribute to the development of bronchospasm, the greatest biological activity is characterized by LT C4, which is further transformed into a metabolite of LT E4 through the LT D4. A number of studies have found that the presence of clinical symptoms of difficult breathing, according to the results of the survey, is not a reliable indicator of BFN and requires objective confirmation in the form of an examination of the function of external respiration after exercise. It is known that athletes actively training with PFN there is a significant increase in the excretion of LT E4 and 9 $\alpha$ , 11 $\beta$ -prostaglandin F2 in the urine, as well as the indicators of LT C4 and B4 in blood plasma after intense physical activity. In addition, physical activity has a powerful stimulating effect on cysteine luteum production, enhancing the expression of genes encoding the 5-lipoxygenase transformation pathway of arachidonic acid. 30% athletes of athletic sport show BFL availability. The exercise test should be conducted under certain conditions. During the test, a high level of ventilation of the lungs should be maintained. The use of load testing to detect bronchoconstriction induced by FN has a high predictive value. The article presents the results of the study of respiratory system in athletes engaged in athletic sports (powerlifting, arm wrestling, weightlifting and weight training). We studied the parameters of spirometry and pneumothachometry in a state of rest, after the simulation of physical activity, as well as in the process of recovery. Using the analysis of the obtained indicators and their statistical processing, the probability of the occurrence of bronchospasm of physical activity was established, which may complicate the ventilation of the lungs. Preventive measures of the BFL from persons regularly engaged in sports are an important part of the training process. LFK complexes consist of daily aerobic workloads and follow-up breathing exercises. The criteria for the effectiveness of preventive measures are indicators of lungs function, level of physical capacity (PWC), optimization of ventilatory response to physical activity, reduction of bronchial reactivity. Methods of exercise therapy and respiratory gymnastics are directly relevant to improving the quality of life, and can act as a method of nonspecific therapy.

**Key words:** *spirometry, pneumotachometry, exercise-induced bronchospasm, respiratory system.*

### Ризик виникнення та профілактика бронхоспазму фізичного навантаження у представників атлетичних видів спорту

В.П. Хомишин, А.О. Соломонко, О.О. Новицький, О.Б. Романюк

*Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, м. Львів, Україна*

Проблема бронхоспазму, викликаного фізичним навантаженням, є актуальною як у спорті високих досягнень, так і для осіб, що ведуть активний спосіб життя. Висока поширеність БФН в спорті високих досягнень обумовлена інтенсивним фізичним навантаженням, впливом кліматичних факторів і умов тренувального процесу. Разом з тим спортсмени, які регулярно займаються спортом і мають БФН, відчувають симптоми обструкції постійно. Більше того, фізичне навантаження може провокувати запалення дихальних шляхів з синтезом цистеїнілових лейкотрієнів, лейкоцитарною інфільтрацією слизової і деякими іншими ознаками. В механізмах розвитку БФН важливу роль також відіграють медіатори. Простагландини і лейкотрієни (ЛТ) є основними факторами, що визначають як ступінь тяжкості, так і тривалість симптомів БА. Цистеїнілові ЛТ сприяють розвитку бронхоспазму, найбільшою біологічною активністю характеризується ЛТ С<sub>4</sub>, який в подальшому через ЛТ D<sub>4</sub> перетворюється в метаболіт ЛТ E<sub>4</sub>. У ряді досліджень встановлено, що наявність клінічних симптомів утрудненого дихання, за результатами опитування, не є достовірним показником БФН і вимагає об'єктивного підтвердження у вигляді дослідження функції зовнішнього дихання після виконання фізичного навантаження. Відомо, у спортсменів, що активно тренуються з БФН, відбувається достовірне збільшення екскреції ЛТ E<sub>4</sub> і 9 $\alpha$ , 11 $\beta$ -простагландину F<sub>2</sub> з сечею, а також показників ЛТ С<sub>4</sub> і V<sub>4</sub> плазми крові після інтенсивного фізичного навантаження. Крім того, фізичне навантаження дає потужний стимулюючий вплив на продукцію цистеїнілових ЛТ, посилюючи експресію генів, що кодують 5-ліпоксігеназний шлях трансформації арахідонової кислоти. 30% спортсменів атлетичних видів спорту демонструють наявність БФН. Тест з фізичним навантаженням повинен проводитися при певних умовах. При проведенні тесту треба підтримувати високий рівень вентиляції легень. Застосування навантажувального тестування для виявлення бронхоспазму, індукованого ФН, має високу прогностичну значущість. В статті подано результати дослідження системи дихання у спортсменів, що займаються атлетичними видами спорту (пауерліфтингом, армрестлінгом, важкою атлетикою та гирьовим спортом). Вивчалися показники спірометрії та пневмотахометрії в стані спокою, після моделювання фізичного навантаження, а також у процесі відновлення. За допомогою аналізу отриманих показників та їх статистичної обробки встановлювалась вірогідність виникнення бронхоспазму фізичного навантаження (БФН), який може ускладнювати вентиляцію легень. Профілактичні засоби БФН у осіб, що систематично займаються спортом є важливою складовою тренувального процесу. Комплекси ЛФК складаються з щоденних аеробних навантажень і подальшої дихальної гімнастики. Критеріями ефективності профілактичних заходів є показники функції легень, рівень фізичної працездатності (PWC), оптимізація вентиляторної відповіді на фізичне навантаження, зниження реактивності бронхів. Методи ЛФК та дихальної гімнастики мають безпосереднє значення в поліпшенні якості життя та можуть виступати як метод неспецифічної терапії.

**Ключові слова:** спірометрія, пневмотахометрія, бронхоспазм фізичного навантаження, дихальна система.

## Вступ

Причина виникнення бронхоспазму фізичного навантаження (БФН) досі залишається недостатньо вивченою. Його діагностування актуальне у категорії осіб, що займаються спортом, оскільки їхня діяльність пов'язана з інтенсивними регулярними фізичними навантаженнями (Klapchuk et al., 2012). Бронхоспазм, спричинений фізичним навантаженням, обумовлений раптовим звуженням дихальних шляхів, що виникають під час тренування. Найбільш частими симптомами його виникнення є кашель, свистяче дихання, відчуття стискання в грудній клітці під час, або після тренування. Також варто зазначити, що БФН і бронхіальна астма (БА), ймовірно, є різними станами, оскільки в першому випадку мова йде про епізоди обструкції, спровоковані виключно фізичним навантаженням, тимчасом як у другому – хронічним запальним захворюванням, при якому симптоми пов'язані з іншими чинниками (Midulla et al., 2010). Бронхоспазм, викликаний фізичним навантаженням (Exercise-induced bronchospasm, EIB) – це бронхообструкція і спазм, що виникають у відповідь на фізичне навантаження у людини з нормальною функцією легень у спокої. У низці досліджень встановлено, що наявність клінічних симптомів утрудненого дихання, за результатами опитування пацієнтів, не є достовірним показником БФН і вимагає об'єктивного підтвердження у вигляді дослідження функції зовнішнього дихання після виконання фізичного навантаження. Вивченню патофізіологічних механізмів формування БФН було присвячено багато досліджень останніх років. Проте, як і раніше, немає загальноприйнятої точки зору і досить обґрунтованих дослідженнями пояснень феномена ізольованого БФН. У сучасній літературі подано дві гіпотези виникнення БФН. Згідно з термальною гіпотезою, більш інтенсивне охолодження слизо-

вої бронхів при виконанні фізичних вправ (за рахунок більшої вентиляції) супроводжується її швидким компенсаційним розігрівом, розширенням судин, збільшенням проникності судинної стінки і набряком, що сумарно веде до звуження просвіту дихальних шляхів. Осмотична передбачає, що під час фізичного навантаження відбувається випаровування вологи з поверхні повітроносних шляхів, за рахунок чого рідина, що залишилася на поверхні бронхів набуває гіперосмолярних властивостей. Своєю чергою збільшення осмолярності тканин супроводжується дегрануляцією тучних клітин, що призводить до скорочення гладкої мускулатури бронхів. Синдром бронхоспазму, викликаного фізичним навантаженням (БФН), характеризується раптовим транзиторним звуженням дихальних шляхів, що виникають під час виконання навантаження або (частіше) після його завершення (Parsons and Mastronarde, 2005). Об'єктивним показником підтвердження БФН є зниження показника об'єму форсованого видиху (ОФВ1) після фізичного навантаження на  $\geq 10\%$ , що визначається в двох послідовних вимірах. Однак ряд захворювань і патологічних станів (дисфункція голосових зв'язок, серцева недостатність, первинна легенева гіпертензія, гіпертрофічна кардіоміопатія, аритмія) мають подібну симптоматику як відповідь на навантаження (Weiler et al., 2010). Для достовірної реєстрації зниження ОФВ1 використовують прямі (провокаційний тест з метахолином, гістаміном) і непрямі методи (тест з дозованим фізичним навантаженням, тест з інгаляцією маннітола), причому для реєстрації БФН перевага надається непрямим методам (Rundell and Slee, 2008). Відомі факти високого рівня розповсюдження БФН серед спортсменів атлетичних видів спорту високих досягнень (Belda et al., 2008). Фактична поширеність даного синдрому значна, оскільки поряд з клінічно вираженими формами існують й субклінічні варіанти перебігу БФН, діагностика

яких можлива тільки при використанні сучасних тестів. Поширеність БФН серед спортсменів значно вище, ніж в осіб, що не займаються спортом, і становить близько 25% порівняно з 5%. Можливо, це є безпосереднім наслідком великих фізичних навантажень або ретельнішого медичного обстеження (більш активна провокація і велика ймовірність реєстрації бронхіальної обструкції). За літературними даними, частота астми фізичного напруження коливається від 30% до 90% залежно від критеріїв визначення хвороби та методів дослідження (Midulla et al., 2010). На БАФН страждають до 90% хворих на БА та 40% пацієнтів з алергічним ринітом; серед спортсменів поширеність коливається від 6% до 13%. Часто БАФН залишається не виявленою. Приблизно 9% хворих на БАФН не мають жодних клінічних ознак астми або алергії. Незалежно від того, чи поставлений діагноз астми, БФН у спортсменів є дуже частим станом (11–50%), що, безумовно, може істотно обмежувати фізичну працездатність і спортивні результати. У низці досліджень встановлено, що наявність клінічних симптомів утрудненого дихання, за результатами опитування, не є достовірним показником БФН і вимагає об'єктивного підтвердження у вигляді дослідження функції зовнішнього дихання після виконання фізичного навантаження (Klapchuk et al., 2012). Заняття спортом в умовах низьких температур є одним з факторів, що провокує розвиток БА+БФН. Так, обстеження спортсменів США, які брали участь в зимових Олімпійських іграх 1998 року, виявило наявність БФН у 23% (26% – жінки, 18% – чоловіки) (Weiler and Ryan, 2000). Найбільша поширеність БФН зареєстрована серед лижників стаєрів (Wilber et al., 2000). За даними (Nystad et al., 2010) – 10% норвезьких атлетів мають БА і БФН порівняно з 6,9% в загальній популяції. На підставі цих даних можна зробити висновок про те, що БА+БФН переважає у спортсменів, що займаються зимовими видами спорту, що, однак, не заважає їм успішно брати участь в змаганнях найвищого рівня. Поширеність БА і БФН висока серед бігунів на довгі дистанції (Thole et al., 2001). У цій групі спортсменів БА+БФН було встановлено у 14% обстежених. Варто звернути увагу, також на високу поширеність БФН і астми серед представників атлетичних видів спорту, що пов'язана з багаторазовим збільшенням хвилинової вентиляції легень під час тренувань, в умовах якої відбувається інтенсивна повторна експозиція в легені аероалергенів і поллютантів, а також фізичними характеристиками повітря, яке вдихається (вологість, температура).

Потрібно зазначити, що в доступних літературних джерелах ми не знайшли даних про ризики виникнення БФН у відповідь на фізичні навантаження, характерні для занять такими видами спорту, як атлетична гімнастика, гирьовий спорт, армрестлінг.

*Метою нашого дослідження* стало вивчення функції зовнішнього дихання у студентів, що займаються атлетичними видами спорту, зокрема пауерліфтингом, армрестлінгом, гирьовим спортом.

#### *Завдання дослідження:*

1. Встановити показники ЖЕЛ та ФЖЕЛ в учасників дослідження до фізичного навантаження, після нього та в процесі відновлення.
2. Визначити швидкості повітряного потоку при форсованих видиху і вдиху, потужності видиху і вдиху (ПТМ вдиху, ПТМ видиху) до фізичного навантаження, після та в процесі відновлення.
3. Провести аналіз показників, що характеризують вірогідність прояву БФН.
4. Запропонувати рекомендації, спрямовані на профілактику БФН у спортсменів, що тренуються з атлетичних видів спорту.

#### **Матеріал і методи досліджень**

Дослідження проводилось в групі чоловіків віком 18–21 рік, що займаються атлетичними видами спорту (пауерліфтинг, гирьовий спорт, армрестлінг, – I розряд, КМСУ, МСУ), всього 24 особи. Вимірювалась життєва ємність легень (ЖЕЛ), розраховувалась фактична життєва ємність легень (ФЖЕЛ), та швидкості максимального (пікового) повітряного потоку в дихальних шляхах при форсованих видиху і вдиху з допомогою пневмотахометрії (ПТМ вдиху, ПТМ видиху), до фізичного навантаження, після фізичного навантаження та через 5 і 10 хвилин після виконання тестування. Фізичне навантаження моделювалось за допомогою степ-тесту, який виконувався протягом 5 хвилин з частотою 30 разів за хвилину. Результати оброблялись статистично.

#### **Результати та їх обговорення**

Дані дослідження показали, що в обстежуваних осіб у стані спокою показники функції зовнішнього дихання, а саме, ЖЕЛ та ПТМ вдиху та видиху знаходились в межах норми. Показники ЖЕЛ та ФЖЕЛ статистично між собою не відрізнялись. Одразу після виконання фізичного навантаження були проведені повторні вимірювання. Результати динамічної спірометрії показали: у 12 осіб ЖЕЛ практично не змінилась, в 4 досліджуваних зниження показників ЖЕЛ становило понад 200 мл, що може свідчити про незадовільний функціональний стан системи зовнішнього дихання. У 8 студентів показники ЖЕЛ суттєво збільшились, що можна оцінити як позитивну реакцію.

Вимірювання максимальної об'ємної швидкості повітряного потоку показало, що величини ПТМ вдиху та видиху та ФПТМ вдиху та видиху обстежуваних перебували в межах норми, тобто відмінність між цими показниками не перевищувала  $\pm 15\%$ .

Після фізичного навантаження у 19 обстежуваних не викликало суттєвих змін у показниках ПТМ вдиху та видиху порівняно зі станом спокою. У п'ятьох обстежуваних спостерігалось зниження показників ПТМ як вдиху так і видиху, що свідчить про зниження бронхіальної прохідності. Відомо, що її величина впливає на енергетичні витрати та вентиляцію легень.

Для ідентифікації БФН показники ПТМ видиху та ФЖЕЛ вимірювались також через 5 та 10 хвилин після фізичного навантаження. Результати свідчать,



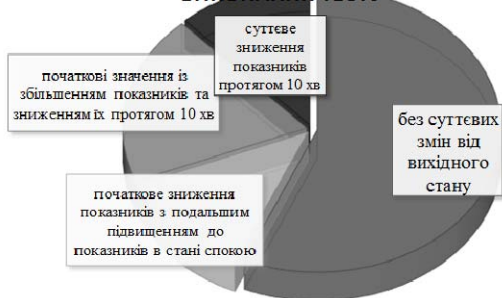
що показники ПТМ видиху та ФЖЕЛ після виконання степ-тесту в шістнадцяти осіб суттєво не відрізнялось як на першій хвилині після виконання навантаження, так і після 5 та 10 хвилин відпочинку.

ПТМ одразу після виконання тесту



У шести обстежуваних спостерігалось зниження ФЖЕЛ на 16% на першій хвилині з подальшим підвищенням на 5 та 10 хвилині до показника в стані спокою. У трьох обстежуваних показник ФЖЕЛ знижувався після 5 хвилини на 25% та на 18% після 10 хвилини порівняно з показником у стані спокою. Один обстежуваний мав суттєве зниження ФЖЕЛ, як одразу після виконання фізичного навантаження, так і через 5 та 10 хвилин, відповідно на 16%, 20% та 18%. Відомо, що падіння рівня на 15% і більше порівняно з вихідним показником може виступати одним із діагностичних критеріїв БФН (за умови, що обстежуваний не приймає інгаляційних або системних бронходилататорів): зменшення на 15–24% вважається легким, на 25–49% – середнім і на 50% та більше – вираженим. При виникненні БФН в більшості випадків відбувається зниження показників вже в перші 10 хвилин після припинення тесту, відновлення відбувається протягом 30 хвилин відпочинку. Відхилення цих показників від норми дозволяють виявити вентиляційну дихальну недостатність і зорієнтуватись у визначенні головних її механізмів (рестрикція, бронхіальна обструкція), а дослідження динаміки виявлених відхилень дає можливість провести патогенетичний аналіз дихальних порушень (Fetisova, 2008).

ПТМ ТА ФЖЕЛ ЧЕРЕЗ 5 ТА 10 ХВИЛИН ПІСЛЯ ВИКОНАННЯ ТЕСТУ



### Висновки

Варто зазначити, що зміни в апараті зовнішнього дихання, які виникають в процесі адаптації спортсмена до підвищеного фізичного навантаження, надзвичайно різноманітні. Статичні навантаження, що виконуються при затримці дихання, ускладнюють вентиляцію легень. Невчасне виявлення БФН може мати несприятливі наслідки не лише для спортивної продук-

тивності та кар'єри, а й для здоров'я спортсмена. В сучасних знаннях про патогенез БФН у спортсменів, як і раніше, залишається багато прогалин. Немає чіткого розуміння можливості застосування терапевтичних підходів, прийнятих, для профілактики та лікування БФН. З метою профілактики БФН важливо не лише правильно визначити рівень фізичного навантаження, а й підібрати спеціальні фізичні вправи. Поряд із загальнозміцнюючою дією фізичних вправ на організм пацієнта (Duliba et al., 2003), велике значення має і місцева дія за допомогою спеціальних фізичних вправ: для збільшення легеневої вентиляції, полегшення видиху (Bogdanov and Popova, 2003). Використання різних вихідних положень, що сприяють поліпшенню легеневої діяльності – збільшення екскурсії грудної клітки, легеневої вентиляції, гнучкості, рухомості з'єднань грудної клітки. Дихальні вправи повинні бути простими для виконання. Між дихальними вправами, доцільно включати вправи з довільним диханням та на розслаблення м'язів. Для профілактики застосовують, також, різні види дихальної гімнастики та ін. (Tverdohlib, 2005; Tryniak and Medynskyi, 2005; Marhitich and Klapchuk, 2008). Все це необхідно враховувати при розробці тактики тренувального процесу і профілактичних заходів в спортивній діяльності. Правильне тренування системи зовнішнього дихання та відповідна морфофункціональна перебудова в ньому є важливим фактором підвищення спортивної працездатності.

### References

- Belda, J., Ricart, S., Casan, P. et al. (2008). Airway inflammation in the elite athlete and type of sport. *Br. J. Sports Med.*, 42, 244–248. doi: 10.1136/bjism.2007.036335.
- Bogdanov, V.V., & Popova, S.N. (2003). Valeologija i rehabilitacija pry bronho-legenevyh zahvorjuvannjah. K.: Dija (in Ukrainian).
- Duliba, O., Mahlovanyi, A., & Khomyshyn, V. (2003). Kharakterystyka vplyvu rivnia fizychnoi pidhotovlenost na dynamiku pokaznykiv rozumovoi pratsezdattosti studentok. *Moloda sportyvna nauka Ukrainy: Zb. nauk. prats z haluzi fizykh. kult. ta sportu. Lviv: NVF "Ukrainski tekhnolohii"*, 2, 246–249 (in Ukrainian).
- Fetisova, V.V. (2008). Likars'kij kontrol' pri vidnovnih fizychnih trenuvannjah visokokvalifikovanih plavciv pislja gostrih respiratornih zahvorjuvan': avtoref. dis. Na zdobuttja nauk. stupenja kand. med. nauk: spec. 14.01.24 "Likoval'na fizkul'tura ta sportivna medicina" Dnipropetrovs'k (in Ukrainian).
- Klapchuk, V.V., Fetisova, V.V., & Samoshkin, V.V. (2012). Tolerantnist' do fizychnogo navantazhennja: diagnostyka i trenuvannja v klinici ta sporti. *Visnyk Zaporiz'kogo nacional'nogo universytetu*, 1(7), 147–158 (in Ukrainian).
- Marhitich, S.V., & Klapchuk, V.V. (2008). Sposib profilaktyky bronkhospazmu Patent na korisnu model' № u200806095. Opubl. 27.10.2008. *Bjul. № 20*. <http://uapatents.com/4-36383-sposib-profilaktiki-bronkhospazmu.html> (in Ukrainian).

- Midulla, F., Scagnolari, C., Bonci, E., et al. (2010). Respiratory syncytial virus, human bocavirus and rhinovirus bronchiolitis in infants. *Arch. Dis. Child*, 95, 35–41. doi: 10.1136/adc.2008.153361.
- Nystad, W., Harris, J., & Borgen, J.S. (2000). Asthma and wheezing among Norwegian elite athletes. *Med Sci Sports Exerc.*, 32(2), 266–270. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10694105>.
- Parsons, J.P., & Mastrorade, J.G. (2005). Exercise induced bronchoconstriction in athletes. *Chest*, 128, 3966–3974. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16354868>.
- Rundell, K.W., & Slee, J.B. (2008). Exercise and other indirect challenges to demonstrate asthma or exercise-induced bronchoconstriction in athlete. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 122(2), 238–246. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18678339>.
- Thole, R.T., Sallis, R.E., Rubin, A.L., & Smith, G.N. (2001). Exercise-induced bronchospasm prevalence in collegiate cross-country runners. *Med Sci Sports Exerc.*, 33(10), 641–646. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11581546>.
- Tryniak, M.H., & Medynskyi, S.V. (2005). Sposib vidnovlennia pry peretrenuvanni Deklaratsiinyi patent na korysnu model № 7A61V5/02. Opubl. 15.03.2005. *Bjul. № 3*. <http://uapatents.com/4-5326-sposib-vidnovlennya-pri-peretrenuvanni.html> (in Ukrainian).
- Tverdohlib, O.F. (2005). *Netradycijni vydy ozdorovchoi' fizychnoi' kul'tury. Asany – ciljushhi polozhennja tila: navch. posib. K.: IVC “Vydavnytvo “Politehnika”: Vydavnycha kompanija “Volja”* (in Ukrainian).
- Weiler, J.M., & Ryan, E.J. (2000). Asthma in United States Olympic athletes who participated in the 1998 Olympic Winter Games. *J Allergy Clin Immunol.*, 106(2), 267–271. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10932069>.
- Weiler, J.M., Anderson, S.D., Randolph, C., et al (2010). Pathogenesis, prevalence, diagnosis, and management of exercise induced bronchoconstriction: a practice parameter. *Ann. Allergy Asthma Immunol.*, 105(6), 1–47. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21167465>.
- Wilber, R.L., Rundell, K.W., Szmedra, L. et al. (2000). Incidence of exercise-induced bronchospasm in Olympic winter sport athletes. *Med Sci Sports Exerc.*, 32(4), 732–737. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10776890>.