

МАГЛЮВАННИЙ Анатолій Васильович,
доктор біологічних наук, професор,
Львівський національний медичний університет
імені Данила Галицького
ORCID ID: 0000-0002-1792-597X

КУНИНЕЦЬ Ольга Богданівна,
кандидат біологічних наук, доцент,
Львівський національний медичний університет
імені Данила Галицького
ORCID ID: 0000-0002-1270-4123

ХОМИШИН Володимир Павлович,
кандидат біологічних наук, доцент,
Львівський національний медичний університет
імені Данила Галицького
ORCID ID: 0000-0002-5899-5501

МАРУСЯК Соломія Володимирівна,
асистент,
Львівський національний медичний університет
імені Данила Галицького
ORCID ID: 0000-0003-1694-3313
Україна

УМОВИ ВИНИКНЕННЯ БРОНХОСПАЗМУ ФІЗИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ В ОСІБ, ЩО ЗАЙМАЮТЬСЯ РІЗНИМИ ВИДАМИ СПОРТУ

Виникнення бронхоспазму в результаті фізичного навантаження, є актуальним як у спорті високих досягнень так і серед осіб, що ведуть активний спосіб життя. Бронхоспазм фізичного навантаженням (БФН), виникає внаслідок зменшення об'єму форсованого видиху, та є формою гіперчутливості дихальних шляхів. Існує імовірність, що бронхоспазм БФН виникає у спортсменів саме через надмірні навантаження. На формування пост навантажувального бронхоспазму впливає тривалість навантаження, а не його інтенсивність. Найчастіше напади ядухи виникають в основному в аеробних видах спорту: хода, біг (особливо тривалий), велоспорт, деякі спортивні ігри. Саме тому, фізичне навантаження може провокувати процес запалення в дихальних шляхах, пов'язане з синтезом цистеїнілових лейкотрієнів, та лейкоцитарною інфільтрацією слизової оболонки. Ризик виникнення даної патології підвищується при повторному впливі факторів

зовнішнього середовища, таких як холодне повітря (зимові види спорту, регбі, футбол, тощо), органічних сполук хлору (водний спорт). Дослідження Дж.Вейлера показали, що спричинена фізичним навантаженням бронхоконстрикція є раннім проявом гіперреактивності дихальних шляхів і причиною розвитку астми. Можна зробити припущення, що розвиток бронхоконстрикції може спричинити зниження аеробної працездатності, та викликати патологічні зміни в дихальній системі. В механізмах розвитку БФН важливу роль відіграють медіатори запалення. Простагландини (ПГ) і лейкотрієни (ЛТ) є основними факторами, що визначають як ступінь важкості, так і тривалість симптомів патології. Осмотичний градієнт, який створюється, стимулює вивільнення медіаторів запалення, включаючи гістамін, цитокіни та лейкотрієни. Ці медіатори, разом із зневодненням дихальних шляхів, викликають надмірну відповідь, що призводить до БФН. Пошкодження епітелію дихальних шляхів, еозинофілія, надмірна експресія цистеїну і лейкотрієнів, порівняно низький захист простагландину E₂, є імунопатологічними ознаками астми з БФН. У спортсменів, що активно тренуються з БФН відбувається помітне збільшення екскреції ЛТ E₄ і 9 α , 11 β -простагландину F₂ з сечею, показників ЛТ C₄ і V₄ в плазмі крові після інтенсивного фізичного навантаження. Застосування навантажувального тестування для виявлення бронхоспазму, індукованого фізичним навантаженням, має високу прогностичну значимість. Відомо, що фізичні вправи можуть викликати респіраторні симптоми у спортсменів¹. Насправді фізичні вправи вважаються найбільш поширеним тригером гострого нападу астми у спортсменів, в яких була клінічно діагностована астма, відомо, що дихальні шляхи більшості людей хворих на астму гіперреагують на фізичні навантаження.

Бронхоконстрикція, спричинена фізичним навантаженням, — це стан звуження дихальних шляхів під час і після фізичного навантаження, що виникає у відповідь на посилення вентиляції. Клінічні прояви можуть включати свистяче дихання, кашель, задишку, стиснення в грудній клітині. Надмірне утворення слизу, може виникнути у людей з астмою або без неї². Необхідно зазначити, що БФН і бронхіальна астма (БА), виступають

1 Weiler J.M., Bonini S., Coifman R., et al. American academy of allergy, asthma & immunology work group report: exercise-induced asthma. *J Allergy Clin Immunol.* 2007;119:1349-1358.

2 Iftikhar I.H., Greer M., Jaiteh A. A meta-analysis of diagnostic test agreement between eucapnic voluntary hyperventilation and cardiopulmonary exercise tests for exercise-induced bronchoconstriction. *Lung.* 2019 Aug; 197(4)

різними станами, оскільки в першому випадку йдеться про епізоди обструкції, спровоковані виключно фізичним навантаженням, в той час як у другому – хронічним запальним захворюванням, при якому симптоми пов'язані з іншими факторами впливу³.

Вивченню механізмів формування БФН присвячено багато досліджень останніх років. Проте як і раніше не існує загальної точки зору і достатньо обґрунтованих пояснень феномена ізольованого БФН. Існує декілька гіпотез щодо виникнення даної патології. Сучасне розуміння патофізіології БФН полягає в тому, що гіпервентиляція під час фізичних вправ спричиняє втрату тепла та висихання дихальних шляхів, що призводить до дегідратації клітин дихальних шляхів і підвищення внутрішньоклітинної осмолярності. Осмотичний градієнт, який утворюється, стимулює вивільнення медіаторів запалення, включаючи гістамін, цитокіни та лейкотрієни⁴. Згідно з термальною гіпотезою, інтенсивніше охолодження слизової бронхів при виконанні фізичних вправ (за рахунок більшої вентиляції) супроводжується її швидким компенсаторним розігрівом, збільшенням проникності судинної стінки і набряком, розширенням судин, що сумарно веде до звуження просвіту дихальних шляхів. Синдром бронхоспазму, викликаного фізичним навантаженням (БФН), характеризується раптово виникаючим транзиторним звуженням дихальних шляхів, які трапляються під час виконання навантаження або після його завершення⁵. Фактори навколишнього середовища, включаючи стан вдихуваного повітря, також відіграють важливу роль⁶, в тому випадку, коли імунні та нейронні впливи відіграють переважно модулюючу роль. Якість повітря, що вдихається, залежить від типу виконуваних фізичних вправ (у приміщенні чи на відкритому повітрі) та специфічних умов заняття спортом (зимові, водні види спорту). Зовнішні фактори разом із внутрішніми мають спільний вплив на спортивні результати. Характеристикою підтвердження БФН є зниження показника об'єму форсованого видиху (ОФВ1) після фізичного

3 Midulla F. Respiratory syncytial virus, human bocavirus and rhinovirus bronchiolitis in infants / F. Midulla, C. Scagnolari, E. Bonci [etal.] // Arch. Dis. Child. – 2010. – V. 95. – P. 35-41. 10, 15, 16, 20, 31.

4 Anderson S.D., Kippelen P. Airway injury as a mechanism for exercise-induced bronchoconstriction in elite athletes. J Allergy Clin Immunol. 2008;122(2):225-235

5 Parsons J.P., Mastrorade J.G. Exercise induced bronchoconstriction in athletes. Chest 2005; 128: 3966-3974.

6 Rundell K.W., Anderson S.D., Sue-Chu M, Bougault V, Boulet L.P. Air quality and temperature effects on exercise-induced bronchoconstriction. Compr Physiol. 2015;5:579.

навантаження на $\geq 10\%$, що визначається в двох послідовних вимірах. Для точної реєстрації зниження ОФВ1 використовують прямі (провокаційний тест з метахолином, гістаміном) і непрямі методи (тест з дозованим фізичним навантаженням, тест з інгаляцією маннітола), для реєстрації БФН перевага надається непрямим методам⁷. Поширеність БФН серед спортсменів значно вище, ніж в осіб, що не займаються спортом і становить близько 25% у порівнянні з 5%. Було припущено, що вплив алергенів за наявності мікросудинного витоку та ексудації плазми, спричиненого пошкодженням епітелію, що виникло в наслідок посилення вентиляції під час фізичного навантаження, може спричинити «сенсibiliзацію» дихальних шляхів⁸. Ця, так звана, «пасивна сенсibiliзація» може виникнути у спортсменів без захворювання на астму, у яких присутня атопія, тому що вони, мають більше тучних клітин і більше медіаторів, їх мікроциркуляторне русло більш проникне. За даними літературних джерел, частота астми фізичного напруження коливається від 30% до 90% залежно від критеріїв визначення хвороби та методів дослідження⁹. На БАФН страждають до 90% хворих на БА та 40% пацієнтів з алергічним ринітом; серед спортсменів поширеність коливається від 6% до 13%. Велика кількість симптомів БФН є неспецифічними і можуть спостерігатися при багатьох інших захворюваннях. Зібраний в повному обсязі анамнез і фізикальне обстеження допоможуть попередити клініцистів про можливі інші причини або супутні захворювання. Хронічні захворювання легенів, астма, інші серцево-судинні розлади та загальне погіршення стану, слід запідозрити на підставі анамнезу, фізикального огляду та результатів тестування легеневої функції. Гіперпное з холодним сухим повітрям, при заняттях спортом, є значним чинником навколишнього середовища, що викликає стрес. І раніше було відомо, що вплив холодного повітря викликає парасимпатичну стимуляцію дихальних шляхів, сприяючи БФН. Одне з проведених досліджень показало, що БФН реєструвалось у 60% плавців і 29% спортсменів у холодну погоду порівняно з лише 17% групи осіб, що не займалися спортом¹⁰. Спортсмени,

7 Rundell K.W., Slee J.B. Exercise and other indirect challenges to demonstrate asthma or exercise induced bronchoconstriction in athlete. *J. Allergy Clin. Immunol.* 2008;122 (2): 238–246.

8 Anderson S.D., Kippelen P. Exercise-induced bronchoconstriction: pathogenesis. *Curr Allergy Asthma Rep.* 2005;5:116-122.

9 Midulla F. Respiratory syncytial virus, human boca virus and rhinovirus bronchiolitis in infants / F. Midulla, C. Scagnolari, E. Bonci [etal.] // *Arch. Dis. Child.* – 2010. – V. 95. – P. 35-41.10, 15, 16, 20, 31.

10 Bougault V, Turmel J, Boulet L-P. Bronchial challenges and respiratory symptoms in elite swimmers and winter sport athletes. *Chest.* 2010;138:31-37.

які займаються водними та зимовими видами спорту, окрім характерних епізодів гіперпное, піддаються впливу потенційно специфічних шкідливих подразників навколишнього середовища. Спостерігається збільшення кількості нейтрофілів у мокроті як у плавців, так і у спортсменів зимових видів спорту, причому вони корелювали з кількістю годин тренувань на тиждень в обох групах. Поширеність БА та БФН також висока серед бігунів на довгі дистанції¹¹. У цій групі спортсменів БА+БФН було встановлено у 14 % обстежених. Слід відзначити, високу поширеність БФН і астми серед представників атлетичних видів спорту, що виникає через збільшення хвилиної вентиляції легень під час тренувань, в умовах якої відбувається інтенсивна повторна експозиція в легені аероалергенів, а також, фізичними характеристиками повітря яке вдихається (вологість, температура). При поясненні індивідуального ризику бронхоконстрикції у спортсмена, слід враховувати генетичну сприйнятливість, чутливість епітелію та нейрогенні механізми. Існує декілька змін у генах, які можуть захищати спортсменів від БА, деякі з яких уже були зазначені та потребують подальшого дослідження: активація гена PPT-1, з якого походить субстанція P, і над-експресія рецепторів NK-182; функціональні поліморфізми аквапорину водного каналу, які можуть сприяти захисту реактивності дихальних шляхів на неспецифічний стимул¹².

Отже, зміни в зовнішньому диханні, які виникають в процесі адаптації спортсмена до фізичного навантаження, досить різноманітні. Несвоечасне виявлення БФН може мати несприятливі наслідки не лише для спортивної продуктивності, але і для здоров'я спортсмена. Профілактика виникнення БФН має на меті забезпечити безпеку спортсменів під час тренувань, а також допомогти покращити їхню продуктивність. Критеріями ефективності профілактичних заходів є рівень фізичної працездатності (PWC), показники функції легень, зниження реактивності бронхів. ЛФК та дихальна гімнастика можуть виступати як метод неспецифічної терапії та мають важливе значення в покращенні якості життя спортсмена. Незважаючи на підвищений ризик розвитку БФН, вплив занять спортом на організм залишається в значній мірі позитивним.

11 Thole R.T., Sallis R.E., Rubin A.L. et al. Exercise-induced bronchospasm prevalence in collegiate cross-country runners. *Med Sci Sports Exerc.*, 2001; 33 (10): 1641-6.

12 Park C., Stafford C., Lockette W. Exercise-induced asthma may be associated with diminished sweat secretion rates in humans. *Chest.* 2008;134:552-558.