

**Надлишок енергій** у меридіанах проявляється болями в спині і плечах, надмірно теплою шкірою, контрактурою м'язів пояса верхньої кінцівки і плеча, теплими на дотик долонями, теплим потовим, лихоманкою, тонзилітом, мокрим кашлем, збільшеним виділенням слизу слизовими оболонками дихальних шляхів, бронхіальною астмою, припливами крові до голови, гіпертонією, спазмом м'язів обличчя, обмеженим сечовипусканням, порушенням сну, нервозністю, неспокійністю, лагідністю та ейфорією.

**Недостача енергій** у меридіані проявляється болями у ділянці грудини, відсутністю відчуття в руках, похолодінням рук і спини, підвищеним відчуттям холоду, сухістю в горлі, сухим кашлем, збільшеним потовим, хворобами шкіри, свербінням, запамороченням, слабкістю, зниженим артеріальним тиском, локальною нерухомістю м'язів обличчя, поліурією, порушенням сну, меланхолією і депресією.

Ці прояви є симптомами, які вказують на необхідність нормалізації структурно-функціонального стану меридіанів легень і їх автономної системи інформаційно-енергетичних каналів. Достатній вплив на меридіани легень забезпечує необхідний терапевтичний ефект при лікуванні хвороб дихальної системи, серця, малого кола кровообігу, діафрагми, шлунка, поперечної частини товстої кишки, шкіри та інших органів. Про це свідчить п'ятитисячолітня практика, сучасні клінічні спостереження і наукові дослідження.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Васильчук А.Л. Функціональна анатомія інформаційно-енергетичних каналів тонкоматеріальних тіл людини. Львів: „Каменярь”, 2003. – 376 с. + 34 арк. вклейок.
2. Васильчук А.Л. Атлас функціональної анатомії тонкоматеріальних тіл людини. Львів: „Каменярь”, 2003. – 648 с.
3. Васильчук А. Л. Система інформаційно-енергетичних каналів тонкоматеріальних тіл людини. – Здоровий спосіб життя: Зб. наукових статей – Львів, 2006, 13 випуск. с. 8 – 18.
4. Васильчук А. Л. Структурно-функціональна характеристика меридіанів (утворення меридіанів). – Здоровий спосіб життя: Зб. наукових статей – Львів, 2006, 14 випуск. с. 8 – 11.
5. Васильчук А. Л. Структурно-функціональна характеристика меридіанів (основа і додаткові структури меридіанів – продовження з випуску 14/2006) – Здоровий спосіб життя Зб. наукових статей – Львів, 2006, 15 випуск. с. 7 – 17.
6. Васильчук А. Л. Структурно-функціональна характеристика меридіанів (власні меридіанові структури – продовження з випуску 14 – 15/2006) – Здоровий спосіб життя Зб. наукових статей – Львів, 2007, 16 випуск. с. 6 – 11.

Л.С. ВОВКАНИЧ

### РОЛЬ ГІПЕРПЛАЗІЇ В АДАПТАЦІЇ СКЕЛЕТНИХ М'ЯЗІВ ДО ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

(міні-огляд за матеріалами закордонної наукової періодики)

*У даній статті проведений аналіз публікацій закордонних авторів, присвячених проблемі важливості процесу гіперплазії скелетних м'язів під час адаптації до фізичних навантажень та його значення у процесі тренувань.*

*В данній публікації виконаний аналіз публікацій зарубіжних авторів, присвячених проблемі наявності процесу гіперплазії скелетних м'язів во время адаптації к фізическим навантаженням и его значення в процессе тренировки.*

*The analysis of foreign authors articles, devoted to the problem of the role of hyperplasia in the process of muscle adaptation to the physical loadings and its importance in the coaching process has been performed.*

Надзвичайно актуальною проблемою сучасної фізіології спорту є вивчення механізмів збільшення об'єму та маси скелетних м'язів за умов фізичного навантаження різного характеру та тривалості. Не менш важливим завданням є пошук шляхів інтенсифікації цього процесу для максимально швидкого досягнення необхідного результату.

На сьогодні відомо, що існують різні шляхи адаптивних змін у м'язовій тканині під впливом фізичних навантажень. Зокрема, не викликає сумніву наявність процесів гіпертрофії м'язів під впливом фізичних навантажень [8, 9, 18, 21, 27]. Гіпертрофія – це збільшення маси чи об'єму органу

за рахунок зростання маси чи об'єму його складових частин, тобто клітин. Можна виділити два крайні типи робочої гіпертрофії – саркоплазматичний та міофібрилярний. Саркоплазматична гіпертрофія – це потовщення м'язового волокна за рахунок збільшення об'єму саркоплазми, тобто нескоротливої частини, під час якого спостерігається збільшення вмісту нескоротливих білків та метаболічних резервів волокна (креатинфосфату, міоглобіну і ін). Гіпертрофія такого типу характерна для волокон I типу, вона не супроводжується значним зростанням сили м'язів, проте значно зростає їх витривалість. Міофібрилярна гіпертрофія пов'язана із збільшенням числа і об'єму міофібрил, тобто скоротливого апарату волокна. Вона призводить до значного зростання сили м'язів, та характерна для волокон II типу. Як правило, робоча гіпертрофія – змішаний процес, у якому представлені обидва типи гіпертрофії. На сьогодні відомо, що у залежності від характеру виконуваної роботи той чи інший тип гіпертрофії може переважати. Зокрема, тренування витривалості супроводжується зростанням загальної площі поперечного перерізу волокон типу I та IIA, у той час як силове тренування призводить до збільшення площі волокон типу IIB.

Таким чином, на сьогодні основним механізмом наростання площі поперечного перерізу м'яза під впливом фізичних навантажень вважається гіпертрофія. Існують проте дані [2, 14], які вказують на те, що наростання об'єму м'язів за певних умов може відбуватись також і за рахунок гіперплазії. Під гіперплазією розуміють збільшення об'єму чи маси органу за рахунок збільшення кількості клітинних елементів.

Докази наявності процесів гіперплазії скелетних м'язів під впливом фізичних навантажень отримані як у досліджах на лабораторних тваринах, так і у спостереженнях (за допомогою непрямих методів) на людях. Одним із перших досліджень, що дозволили виявити гіперплазію у випадку тварин були дослідження О.Сола із співавт., виконані у 1973 р. [24]. У своїх досліджах автор використовував курчат, здійснюючи постійне навантаження (10% маси тіла) на одне із крил. Інше крило використовувалось як контроль. Було встановлено, що таке навантаження призводило до зростання кількості міоцитів у м'язах дослідного крила на 16% у порівнянні з контрольним. Подібні результати були отримані С.Олвеєм із співавт. [1], які показали, що 30-денне постійне навантаження призводило до зростання маси м'язу на 172%, та збільшення кількості м'язових волокон на 52-75%. Окремі автори отримували у подібних досліджах збільшення маси м'язів понад 300% при 90% зростанні кількості міоцитів [3-5]. Слід, проте, зазначити, що навантаження, використані у цих дослідженнях, мали регіональний та постійний (без відпочинку) характер, що рідко зустрічається у природі та у практиці спорту.

У зв'язку з цим іншими авторами були проведені дослідження впливу динамічних фізичних навантажень на масу і клітинний склад м'язів. У цих дослідженнях як піддослідні тварини використовувались переважно ссавці (коти та щурі). Зокрема, В. Гоней із співавт. одними з перших виявили зростання кількості м'язових волокон на 9-20%, у випадку динамічних фізичних навантажень на одну із кінцівок kota. [11-13]. У тій же лабораторії виявили, що амплітуда наростання м'язової маси залежала від швидкості руху кінцівки з вантажем [19]. Зокрема, у випадку повільного підйому наростання маси було більшим.

У дослідженнях японських вчених було показано, що в результаті фізичних навантажень у щурів спостерігалось зростання кількості м'язових волокон на 14% [14]. Було також виявлено, що в гіпертрофованих м'язах з'являлись окремі тонкі м'язові волокна [10, 29]. Можливо, що ці волокна виникли під час навантажень і не встигли за час експерименту досягнути значного діаметру, тобто їхня наявність є доказом гіперплазії. Виконаний Д.Келлі мета-аналіз [14] літературних джерел свідчить, що у більшості проаналізованих досліджень (1966-1994 рр.) виявлено гіперплазію м'язів, причому наростання об'єму волокон більш ніж вдвічі перевищувало (до 318%), зростання їх кількості (до 82%). За даними цього мета-аналізу гіперплазія була більш виражена в птахів у порівнянні з ссавцями, а також у випадку застосування постійних регіональних перевантажень. Таким чином, наявні дані вказують на можливість м'язової гіперплазії у тварин.

Подібні дослідження у випадку організму людини стикаються із суттєвими експериментальними обмеженнями. Проте існує ряд непрямих підходів, що дозволяють оцінити вірогідну гіпертрофію чи гіперплазію м'язів. Зокрема, існують дослідження, що вказують на те, що зростання на 19-27% об'єму м'язів кваліфікованих важкоатлетів (пауерліфтери і бодібілдери) не супроводжується зміною діаметру їхніх міоцитів [15, 18, 29], що може бути результатом гіперплазії. Е.Нігаард і Е.Нільсен [20] встановили також, що у кваліфікованих плавців діаметр ряду м'язових волокон виявився меншим, ніж у нетренованих людей. Результати цих досліджень свідчать, що більший об'єм м'язів кваліфікованих спортсменів може обумовлюватись збільшенням числа волокон. Пояснити це явище можна або генетичними чинниками, або наявністю стимульованих інтенсивним

фізичним навантаженням процесів гіперплазії. Існують окремі публікації, що вказують на можливість гіперплазії у нетренованих осіб під впливом фізичних навантажень [16, 22]. Таким чином, проведені дослідження вказують на те, що не можна відкидати можливості гіперплазії м'язів людини під впливом фізичних навантажень.

На сьогодні відомо про два основні механізми гіперплазії волокон м'язів. Перш за все, це механізм розщеплення вихідного волокна на дві частини, внаслідок чого відбувається формування двох тонших м'язових волокон [3, 25]. Другий механізм – активація клітин-супутників, які є сповбуровими клітинами м'язової тканини [7, 10, 28] та активуються при пошкодженні м'язів [10, 28]. Активація клітин-супутників можлива також на початкових етапах постнатального розвитку [26], після фізичних навантажень [6, 17] та під впливом анаболічних стероїдів [24]. Новоутворені клітини можуть зливатись з наявними міоцитами, що веде до гіпертрофії, або окремі міобласти можуть перетворюватись на нові м'язові волокна, що і лежить в основі гіперплазії.

Багатьма дослідженнями показано [2], що фізичні навантаження із використанням ексцентричних м'язових скорочень супроводжуються значним наростанням маси і обводу м'язів. Можна припустити, що ексцентричні скорочення шляхом контрольованого пошкодження м'язової тканини запускають подвійний механізм гіпертрофія-гіперплазія м'язів [2]. Слід підкреслити, що для ефективного наростання м'язів необхідне дозоване, контрольоване пошкодження, з обов'язковою наявністю періоду регенерації м'язової тканини.

Таким чином, проаналізовані дані вказують на можливість гіперплазії м'язових волокон у тварин під впливом фізичних навантажень. Явище гіперплазії більш виражене в умовах постійного регіонального перевантаження, що, очевидно, веде до пошкодження тканини м'язів та активації клітин-супутників. Існують також окремі непрямі дані про можливість гіперплазії скелетних м'язів у нетренованих та спортсменів. Більша вірогідність гіперплазії існує у кваліфікованих спортсменів, що використовують навантаження швидко-силового характеру, причому переважно ексцентричного типу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Alway S.E., Winchester P.K., Davis M.E., Gonyea W.J. Regionalized adaptations and muscle fiber proliferation in stretch-induced enlargement // *J. Appl. Physiol.* – 1989. – V. 66, N 2. – P. 771-781.
2. Antonio J. Muscle fiber hypertrophy vs. hyperplasia: has the debate been settled? / <http://home.hia.no/~stephens/hypplas.htm>
3. Antonio J., Gonyea W.J. Muscle fiber splitting in stretch-enlarged avian muscle // *Med. Sci. Sports Exerc.* – 1994. – V. 26, N 8. – P. 973-977.
4. Antonio, J., Gonyea W.J. Progressive stretch overload of avian muscle results in muscle fiber hypertrophy prior to fiber hyperplasia // *J. Appl. Physiol.* – 1993. – V. 75, N 3. – P. 1263-1271.
5. Antonio J., Gonyea W.J. Ring fibers express ventricular myosin in stretch overloaded quail muscle // *Acta. Physiol. Scand.* – 1994. – V. 152. – P. 429-430.
6. Appell H.J., Forsberg S., Hollmann W. Satellite cell activation in human muscle after training: evidence for muscle fiber neoformation // *Int. J. Sports. Med.* – 1988. – V. 9 (4). – P. 297-299.
7. Bischoff R. Interaction between satellite cells and skeletal muscle fibers // *Development.* – 1990. – N 109. – P. 943-952.
8. Costill D.L., Coyle E.F., Fink W.F., Lesmes G.R., Witzmann F.A. Adaptations in skeletal muscle following strength training // *J. Appl. Physiol.* – 1979. – V. 46, N 1. – P. 96-99.
9. D'Antonia G., Lanfranconi F. et al. Skeletal muscle hypertrophy and structure and function of skeletal muscle fibers in male body builders // *J. Physiol.* – 2006. – V. 570, N 3. – P. 611-627.
10. Giddings, C. J., Gonyea W. J. Morphological observations supporting muscle fiber hyperplasia following weight-lifting exercise in cats. // *Anat. Rec.* – 1992. – V. 233. – P. 178-195.
11. Gonyea W.J., Ericson G.C. An experimental model for the study of exercise-induced muscle hypertrophy // *J. Appl. Physiol.* – 1976. – V. 40. – P. 630-633.
12. Gonyea W.J. Role of exercise in inducing increases in skeletal muscle fiber number // *J. Appl. Physiol.* – 1980. – V. 48, N 3. – P. 421-426.
13. Gonyea W.J., Sale D.G., Gonyea F.B., Mikesky A. Exercise induced increases in muscle fiber number // *Eur. J. Appl. Physiol.* – 1986. – V. 55. – P. 137-141.
14. Kelly G. Mechanical overload and skeletal muscle fiber hyperplasia: a meta-analysis // *J. Appl. Physiol.* – 1996. – V. 81, N 4. – P. 1584-1588.
15. Larsson L., Tesch P.A. Motor unit fibre density in extremely hypertrophied skeletal muscles in man // *Eur. J. Appl. Physiol.* – 1986. – V. 55. – P. 130-136.

16. McCall G.E., Byrnes W.C., Dickinson A., Pattany P.M., Fleck S.J. Muscle fiber hypertrophy, hyperplasia, and capillary density in college men after resistance training // J. Appl. Physiol. – 1996. – V. 81 (5). – P. 2004-2012.
17. McCormick K.M., Thomas D.P. Exercise-induced satellite cell activation in senescent soleus muscle // J. Appl. Physiol. – 1992. – V. 72, N 3. – P. 888-893.
18. MacDougall J.D., Sale D.G., Alway S. E., Sutton J.R. Muscle fiber number in biceps brachii in bodybuilders and control subjects // J. Appl. Physiol. – 1984. – V. 57. – P. 1399-1403.
19. Mikesky A.E., Matthews W., Giddings C.J., Gonyea W. J. Muscle enlargement and exercise performance in the cat // J. Appl. Sport Sci. Res. – 1989. – N 3. – P. 85-92.
20. Nygaard E., Nielsen E. Skeletal muscle fiber capillarisation with extreme endurance training in man. In Eriksson B, Furberg B (Eds). Swimming Medicine IV(vol. 6, pp. 282-293). University Park Press, Baltimore, 1978.
21. Schantz P., Randall Fox E., Norgen P., Tyden A.. The relationship between mean muscle fiber area and the muscle cross-sectional area of the thigh in subjects with large differences in thigh girth // Acta Physiol. Scand. – 1981. –V. 113. – P. 537-539.
22. Sjostrom M., Lexell J., Eriksson A., Taylor C.C. Evidence of fibre hyperplasia in human skeletal muscles from healthy young men // Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol. – 1991. – V. 62 (5). – P. 301-304.
23. Sinha-Hikim I., Roth S.M., Lee M.I. Bhasin S. Testosterone-induced muscle hypertrophy is associated with an increase in satellite cells number in healthy, young men // Am. J. Physiol Endocrinol Metab. – 2003. – V. 285. – P. E197-E205.
24. Sola O.M., Christensen D. L., Martin A.W. Hypertrophy and hyperplasia of adult chicken anterior latissimus dorsi muscles following stretch with and without denervation // Exp. Neurol. – 1973. – V. 41. – P. 76-100.
25. Tamaki T., Uchiyama S., Nakano S. A weight-lifting exercise model for inducing hypertrophy in the hindlimb muscles of rats // Med. Sci. Sports Exerc. – 1992. – V. 24, N 8. – P. 881-886.
26. Tamaki T., Akatsuka A., Yoshimura S., Roy R.R., Edgerton V.R. New fibres formation in the intestinal spaces of rat skeletal muscles during postnatal growth // J. Histochem. Cytochem. – 2002. – V. 50 (8). – P. 1097-1111.
27. Tesch P.A., Larsson L. Muscle hypertrophy in bodybuilders. // Eur. J. Appl. Physiol. – 1982. – V. 49. – P. 301-306.
28. Winchester, P.K., Gonyea W. J. Regional injury and terminal differentiation of satellite cells in stretched avian slow tonic muscle // Dev. Biol. – 1992. – V. 151. – P. 459-472.
29. Yamada S., Buffinger N., Dimario J., Strohman R.C. Fibroblast growth factor is stored in fiber extracellular matrix and plays a role in regulating muscle hypertrophy // Med. Sci. Sports Exerc. – 1989. – V. 21, N 5. – P. S173-S180.

**М.Р. ГЖЕГОЦЬКИЙ, О.С. ЗАЯЧКІВСЬКА,  
О.І. МЕЛЬНИК, О.Г. МИСАКОВЕЦЬ**

#### **AB EXPERIMENTO AD CLINIKAM: ВЧОРА, СЬОГОДНІ, ЗАВТРА**

*Стаття присвячена історичним віхам кафедри нормальної фізіології Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького, основним завданням, вирішенням яких займається сьогодні, та планами на найближчу перспективу. Як одне з найважливіших завдань розглядається впровадження результатів експериментальних досліджень у навчальний процес та практичну медицину.*

*Статья посвящена историческим вехам кафедры нормальной физиологии Львовского национального медицинского университета имени Данила Галицкого, приоритетным заданиям, решением которых кафедра занимается сегодня, и планам на ближайшую перспективу. Как одно из важнейших заданий рассматривается внедрение результатов экспериментальных исследований в учебный процесс и практическую медицину.*

*The article is devoted to the historical pages of the normal physiology department of Danylo Halytskyi Lviv Medical University, its main targets and future career. Application of the results of experimental researches into educational process and practical medicine is one of the most important targets.*