

D. Krenytska, stud.,
N. Raksha, Ph. D.,
O. Savchuk, Dr. Sc.
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

ANALYSIS OF PEPTIDE COMPONENT OF TISSUES UNDER THE CONDITION OF EXPERIMENTAL OBESITY IN RATS

Obesity is characterized by a certain pathological imbalance in the mechanisms of proteolysis, which results in an increase in the number of degraded protein molecules, their fragments and the peptide pool in the tissues. Despite a significant number of literature on the biochemistry of obesity, the issue of the participation of proteolytic processes in the pathogenesis of obesity, their features and potential effects on metabolism is not well understood. At the same time, the appearance in the bloodstream of atypical protein molecules can be an important component of this pathology. Studying the processes of formation of these molecules can be very useful in planning strategies for correcting the development of this pathological condition, and the molecules described can be used as marker molecules for the development of obesity. The results of this work are the identification of changes in the quantitative and qualitative composition of the peptide component of the fraction of medium-weight molecules in rat tissues under experimental obesity. Chromatography, which separates by size, shows changes in the number of peaks and molecular weight of the peptide molecules in homogenates of obese rat tissue. The results indicate a certain imbalance in the proteolysis system with the development of obesity caused by the consumption of high-calorie diets, which in turn can be a potential cause of the appearance of certain non-physiological mechanisms in the functioning of metabolism in this pathology. This, in turn, can be triggers for the development of concomitant pathology and complicate the correction of the metabolic profile in the development of obesity. Further studies of the characteristics of changes in the peptide pool in rat tissues can contribute to a better understanding of biochemical processes in the context of this pathology, which is important for the development of approaches for the diagnosis and treatment of obesity. The study of potential mechanisms for the development of a dysfunction of the proteolysis system and methods for its correction can be successfully applied when working out strategies for treating various pathological conditions of the body, where a certain imbalance in the functioning of this system occurs.

Keywords: medium weight molecules, obesity, high-calorie diet, peptide pool.

УДК:612.741 + 612.816

DOI 10.17721/1728_2748.2020.81.59-63

О. Колосова, здобувач

Національний університет фізичного виховання та спорту України, Київ, Україна

МОДУЛЯЦІЙНІ ВПЛИВИ СТОМЛЕННЯ НА Н-РЕФЛЕКС КАМБАЛОПОДІБНОГО М'ЯЗА В УМОВАХ ПАРНОЇ СТИМУЛЯЦІЇ ВЕЛИКОГОМІЛКОВОГО НЕРВА В НЕТРЕНОВАНИХ ТА ТРЕНОВАНИХ ЛЮДЕЙ

Зміни параметрів спинального моносинаптичного Н-рефлексу, пов'язані з адаптацією до довготривалого фізичного навантаження, можуть доповнити інформацію щодо механізмів пластичності нервової системи людини. У статті досліджено модуляційні впливи стомлення на Н-рефлекс камбалоподібного м'яза в умовах парної стимуляції великогомілкового нерва з міжімпульсним інтервалом 500 мс у групах нетренираних людей (10 осіб, середній вік $25,3 \pm 1,6$ років) та кваліфікованих спортсменів, тренуваних до фізичного навантаження (10 осіб, середній вік $20,5 \pm 0,5$ років). Реєструвалися тестові Н-відповіді (на стимуляцію першим імпульсом із пари) та кондиційовані Н-відповіді (на стимуляцію другим імпульсом із пари) у стані спокою: до та після періоду розвитку стомлюючого статичного скорочення триголового м'язу литки, що становило 75 % максимального довільного скорочення, тривалістю 6–9 хв. Гомосинаптична постактиваційна депресія (ГПАД), пов'язана з парною стимуляцією великогомілкового нерва, призводила до пригнічення Н-рефлексу на 56 % у нетренираних та на 51 % у тренуваних осіб у стані спокою. Після стомлення амплітуда як тестового, так і кондиційованого Н-рефлексу істотно знижувалася (імовірно, внаслідок активації аферентних волокон груп III і IV, викликані метаболічними і механічними змінами у м'язі), а надалі поступово поверталася до початкового рівня, при цьому у тренуваних осіб відновлення відбувалося швидше. Спостерігалось збільшення інтенсивності гальмування Н-рефлексу під впливом ГПАД, на 20 % у нетренираних та на 15 % у тренуваних осіб, через 90 с після періоду стомлюючого зусилля. Показано, що сукупний вплив стомлення та гомосинаптичної постактиваційної депресії більше виражений у нетренираних осіб порівняно із тренуваними, що може бути пов'язаним з адаптацією спортсменів до тривалого фізичного навантаження.

Ключові слова: Н-рефлекс, стомлення, гомосинаптична постактиваційна депресія, адаптація до фізичного навантаження.

Вступ. Пластичність центральної нервової системи організму людини залучена у виникненні та закріпленні біологічно корисних змін структурно-функціональної та метаболічної організації під впливом тривалого фізичного навантаження [13]. Такі морфофункціональні зміни забезпечують розширення функціональних можливостей, збільшення працездатності спортсмена [1]. З іншого боку, відомо, що стомлення, яке виникає внаслідок навантаження, може обмежувати дієздатність людини; однак нині механізми цього феномена є недостатньо дослідженими. Р. Енока та інші вчені вважають, що це значною мірою пов'язано з неспроможністю сучасної термінології описати велику кількість факторів, які супроводжують стомлення, а також із нестачею дієвих експериментальних моделей [8].

Дослідження динаміки спинального моносинаптичного Н-рефлексу під впливом стомлення дозволяє визначити індивідуальну організацію гальмівних і збуджувальних процесів внутрішньосегментарних систем і характер низхідних впливів із вищих відділів центральної

нервової системи на мотонейронний пул [5]. У літературі повідомлялося про зменшення амплітуди Н-рефлексу, що відводиться від камбалоподібного м'яза (*m. soleus*) людини, впродовж стомлення, що виникало внаслідок переривчастого довільного м'язового скорочення невеликої інтенсивності [14]. Однак при цьому не було отримано детальної характеристики часового перебігу змін Н-рефлексу у відновлювальному періоді після стомлення. Попередні дослідження парної стимуляції камбалоподібного м'яза показали, що міжстимульний інтервал має значний ефект на амплітуду другого Н-рефлексу, нормовану відносно першого; другий Н-рефлекс пригнічувався майже повністю при інтервалі в кілька мілісекунд, а потім поступово відновлювався, досягаючи контрольної амплітуди через 10–12 с [6, 11]. Механізмом такої довготривалої гомосинаптичної постактиваційної депресії Н-рефлексу (ГПАД) прийнято вважати зниження ймовірності вивільнення медіатора синаптичної передачі з аферентних нервових волокон,

пов'язане з їхньою попередньою активацією [9]. У наших попередніх роботах була детально досліджена динаміка відновлення Н-рефлексу після стомлюючого скорочення камбалоподібного м'яза людини у нетренованих та тренуваних людей [3], а також вплив стомлення на динаміку Н-рефлексу в умовах парної стимуляції великогомілкового нерва (*n. tibialis*) у здорових нетренованих осіб [4]. Однак при цьому не був досліджений вплив м'язового стомлення на реалізацію гальмівних процесів, що модулювали амплітудні показники Н-рефлексу, у нетренованих та тренуваних людей. А зміни параметрів Н-рефлексу, пов'язані з адаптацією до довготривалого фізичного навантаження, можуть доповнити інформацію щодо механізмів пластичності нервової системи людини.

Мета дослідження – детальне вивчення впливу стомлення, викликаного тривалим довільним скороченням камбалоподібного м'яза, на динаміку Н-рефлексу в умовах парної стимуляції великогомілкового нерва у нетренованих і тренуваних людей.

Матеріали і методи. Дослідження було проведено за участю 20 обстежуваних обох статей, без ознак неврологічної патології на момент обстеження. Усі учасники були ознайомлені із процедурою тестів і дали інформовану згоду. Обстежуваних розділили на дві

групи: нетреновані (10 осіб, середній вік $25,3 \pm 1,6$ років) та тренувані особи (кваліфіковані спортсмени, кандидати в майстри спорту з легкої атлетики, 10 осіб, середній вік $20,5 \pm 0,5$ років).

У дослідженні було використано методику Н-рефлексометрії камбалоподібного м'яза литки (*m. soleus*), що детально описана в нашій попередній роботі [3]. Обстежуваний перебував у положенні сидючи, поставивши праву ступню на закріплену педаль, тензометричний датчик якої реєстрував зусилля, що розвивалося при довільному статичному скороченні триголового м'яза литки (*m. m. gastrocnemius-soleus*) із силою, рівною 75 % від максимальної, упродовж 6–9 хв до появи в обстежуваного об'єктивних ознак втоми (нездатність підтримувати необхідний стабільний рівень зусилля, тремор досліджуваного м'яза). Н-рефлекс викликали біполярною черезшкірною стимуляцією *n. tibialis* у підколінній ямці (поодиноким імпульсом тривалістю 1 мс) та відводили парною стандартних поверхневих електродів за допомогою нейродіагностичного комплексу Nicolet Biomedical Viking Select (Viasys Health care, USA). Парну стимуляцію *n. tibialis* здійснювали з інтервалом 500 мс між тестовим (першим із пари) та кондиційованим (другим із пари) імпульсами (рис. 1).

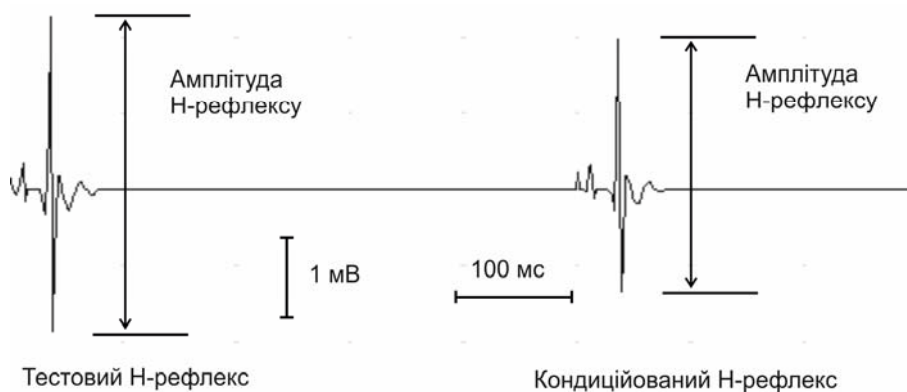


Рис. 1. Реєстрація тестового та кондиційованого Н-рефлексу камбалоподібного м'яза в умовах парної стимуляції великогомілкового нерва

Реєстрацію Н-рефлексу проводили у вихідному стані (до розвитку стомлюючого зусилля), безпосередньо після періоду цього зусилля (0 с), через 45 с, 90 с, 135 с, а також через 5 хв та 10 хв після його закінчення. У певному стані для кожної особи отримували Н-відповіді на 10–12 стимулів (у періоді 0–135 с – відповіді на три стимули), що пред'являли з інтервалом 15 с. Амплітуди Н-відповідей нормували для кожного тестованого, розраховуючи у відсотках відносно індивідуальних показників у стані спокою. Для оцінки впливу умов тесту на досліджувані показники проводили дисперсійний аналіз з повторними вибірками після підтвердження нормальності розподілу даних; для оцінки відмінності показників між їхніми парами в певних умовах тесту проводили аналіз post-hoc на основі тесту Bonferroni за допомогою програми SPSS 17.0.

Результати та їхнє обговорення. Аналіз отриманих даних засвідчив, що гомосинаптична постактиваційна депресія (пов'язана із парною стимуляцією *n. tibialis*, а саме стимуляцією другим імпульсом із пари) викликала гальмування Н-рефлексу *m. soleus* у стані спокою приблизно на 56 % у нетренованих та на 51 % у тренуваних осіб. Після періоду розвитку зусилля, що стомлювало

м'яз, амплітуда як тестового, так і кондиційованого Н-рефлексу знижувалася порівняно з відповідним показником у вихідному стані, а надалі поступово поверталася до початкового рівня.

Для того, щоб оцінити сукупні гальмуючі впливи ГПАД та стомлення на Н-рефлекс, амплітуди як тестового, так і кондиційованого Н-рефлексу були виражені у відсотках від контрольної амплітуди тестового Н-рефлексу у стані спокою, до періоду розвитку зусилля, що стомлювало м'яз (рис. 2). Для оцінки впливу умов тесту на досліджувані показники (амплітуду тестової та кондиційованої Н-відповіді) проводили трифакторний дисперсійний аналіз із повторними вибірками (внутрішньогруповий фактор F_1 – час реєстрації, що відображав вплив стомлення; внутрішньогруповий фактор F_2 – кондиціювання, що відображав вплив ГПАД; міжгруповий фактор F_3 – тренуваність). На його підставі було виявлено, що стомлення та ГПАД мали статистично значущий вплив на зазначені вище показники ($F_1 = 55,705$, $p = 0,000$, $F_2 = 261,232$, $p = 0,000$), взаємодія факторів часу та кондиціювання була також статистично значущою ($F_1 \cdot F_2 = 88,111$, $p = 0,000$). Значення міжгрупового фактора $F_3 = 1,736$, $p = 0,195$, тобто тренуваність

не мала статистично значущого впливу на досліджувані показники, проте взаємодія факторів часу та тренуваності, а також часу, кондиціонування та тренуваності

були також статистично значущими ($F1 \cdot F3 = 791,723$, $p = 0,026$, $F1 \cdot F2 \cdot F3 = 1186,791$, $p = 0,008$).

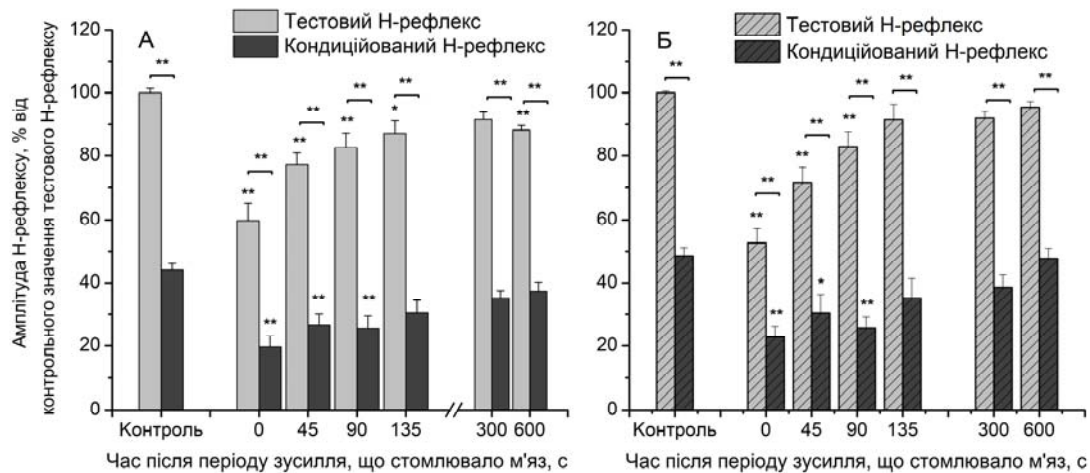


Рис. 2. Зміни тестового та кондиційованого Н-рефлексу камбалоподібного м'язу в умовах парної стимуляції великогомілкового нерва після довготривалого стомлюючого зусилля

Примітки: А – група нетренованих осіб; Б – група тренуваних осіб; * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$ порівняно з відповідним контрольним значенням Н-рефлексу; ** з дужкою – $p < 0,01$ при порівнянні поточних значень тестового та кондиційованого Н-рефлексу.

Можна зауважити, що динаміка амплітуд тестового і кондиційованого Н-рефлексу виявилася подібною в групах нетренованих і тренуваних людей. Це загалом узгоджується з результатами Racinais Setal, що досліджували температурнозалежні зміни відновлення Н-рефлексу камбалоподібного м'язу людини при збільшенні міжстимульних інтервалів в умовах ГПАД; автори виявили, що, хоча амплітуда Н-рефлексу знижується під впливом підвищення температури середовища, час відновлення Н-рефлексу та співвідношення кондиційованого Н-рефлексу до тестового залишалися незмінними [12]. Потрібно підкреслити, що у групі тренуваних осіб амплітуда тестового Н-рефлексу вже через 135 с після закінчення періоду стомлюючого зусилля не мала значущої різниці з контрольним показником, тоді як амплітуда тестового Н-рефлексу у групі нетренованих осіб навіть через 10 хв після закінчення періоду стомлюючого зусилля ще не відновилися і була відмінною від контрольного значення. Це узгоджується з нашими попередніми дослідженнями, за результатами яких у групі осіб, тренуваних до фізичного навантаження, гальмування Н-рефлексу під впливом стомлення було меншим і за амплітудою, і за часом, на відміну від групи нетренованих [3]. Вважається, що активація аферентів груп III і IV, викликана метаболічними і механічними змінами внаслідок фізичного навантаження та стомлення, може бути причиною істотного пригнічення Н-рефлексу (імовірно, шляхом пресинаптичного гальмування передачі від аферентів Ia) [7, 10]. Ураховуючи, що при виконанні стандартного фізичного навантаження нижча концентрація лактату у крові свідчить про вищий рівень тренуваності спортсмена [2], можна

припустити, що менш виражене пригнічення Н-рефлексу у групі тренуваних осіб пов'язане з меншим накопиченням і швидшою нейтралізацією метаболітів після м'язового стомлення внаслідок адаптації до тривалого фізичного навантаження.

Для оцінки інтенсивності гальмування Н-рефлексу під впливом ГПАД обчислювали коефіцієнт інтенсивності гальмування, $K_i = (H_m - H_k)/H_m$, де H_m і H_k – значення амплітуд тестового і кондиційованого Н-рефлексів, відповідно (рис. 3). Показники K_i в різні моменти часу нормували відносно контрольного стану. Проводили двофакторний дисперсійний аналіз з повторними вибірками (внутрішньогруповий фактор $F1$ – час реєстрації; міжгруповий фактор $F2$ – тренуваність). На його підставі було виявлено, що інтенсивність гальмування під впливом ГПАД статистично значуще змінювалася в часі ($F1 = 2,738$, $p = 0,001$). Значення міжгрупового фактора $F = 2,805$, $p = 0,103$, тобто тренуваність не мала статистично значущого впливу на інтенсивність ГПАД, проте взаємодія факторів часу та тренуваності була статистично значущою ($F1 \cdot F2 = 1,976$, $p = 0,025$). Різниця значень K_i через 90 с після періоду стомлення щодо контрольного показника була статистично значущою у групі нетренованих осіб ($p = 0,020$) та близькою до значущості у групі тренуваних осіб ($p = 0,087$) за критерієм Dunnett. Окрім цього, безпосередньо після закінчення періоду стомлюючого зусилля величина K_i у нетренованих осіб була більше статистично значущою, ніж у тренуваних ($p < 0,05$). Такі зміни K_i можуть свідчити про збільшення інтенсивності ГПАД після періоду розвитку стомлюючого зусилля, більше виражене у нетренованих осіб порівняно із тренуваними.

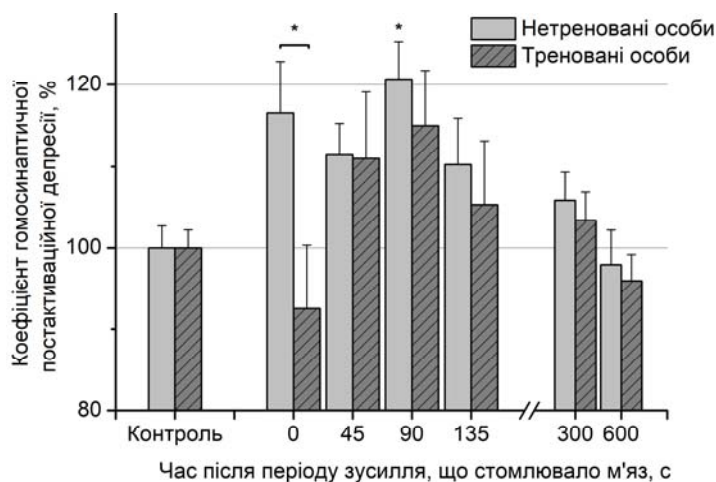


Рис. 3. Зміни інтенсивності пригнічення Н-рефлексу, викликаного парною стимуляцією великогомілкового нерва, після довготривалого стомлюючого зусилля

Примітки: * – $p < 0,05$ порівняно з відповідним контрольним значенням коефіцієнта ГПАД; * з дужкою – $p < 0,05$ при порівнянні поточних значень коефіцієнта ГПАД у нетренованих і тренуваних осіб.

Отже, за результатами наших досліджень, у кваліфікованих спортсменів, тренуваних до довготривалого фізичного навантаження, гальмування Н-рефлексу внаслідок комплексної дії стомлення та гомосинаптичної постактиваційної депресії в умовах парної стимуляції великогомілкового нерва є менше вираженням порівняно з нетренованими людьми, що може бути пов'язаним із виявом адаптаційних реакцій нервової та м'язової систем до фізичного навантаження. Отримані результати можуть допомогти у розкритті механізмів регуляції м'язової діяльності при стомленні та відновленні після стомлюючого зусилля у м'язі, супрасегментарних структурах і сегменті спинного мозку, а також механізмів пластичності нервової системи людини.

Висновки:

- Гомосинаптична постактиваційна депресія, викликана парною стимуляцією великогомілкового нерва, призводила до пригнічення Н-рефлексу камбалоподібного м'яза у стані спокою у нетренованих та тренуваних людей.
- У групі тренуваних осіб відновлення тестового (першого з пари) Н-рефлексу, загальмованого під впливом стомлення, було швидшим порівняно із групою нетренованих, що може бути пов'язаним з адаптацією спортсменів до тривалого фізичного навантаження.
- Динаміка амплітуд тестового і кондиційованого (другого з пари) Н-рефлексу під впливом м'язового стомлення була подібною, однак спостерігалось збільшення інтенсивності гальмування Н-рефлексу під впливом ГПАД, найбільш виражене у нетренованих осіб через 90 с після періоду стомлюючого зусилля.
- Показано, що сукупний вплив стомлення та гомосинаптичної постактиваційної депресії більш виражений у нетренованих осіб порівняно з тренуваними.

Передбачається проведення подальшого дослідження гальмівних нервових процесів, що відбуваються на рівні спинного мозку при м'язовому стомленні, зокрема і пресинаптичного гальмування, викликаного стимуляцією малоомілкового нерва у нетренованих осіб та тренуваних осіб із різним рівнем адаптації до фізичного навантаження.

Список використаних джерел:

- Андриянова Е. Ю. Механизмы двигательной пластичности спинномозговых нервных цепей на фоне долговременной адаптации к спортивной деятельности / Е. Ю. Андриянова, О. В. Ланская // Физиология человека. – 2014. – Т. 40, № 3. – С. 73–85.
- Запорожанов В. А. Контроль в спортивной тренировке / В. А. Запорожанов. – Киев: Здоров'я, 1988. – 139 с.
- Колосова О. В. Взаємозв'язок змін Н-рефлексу камбаловидного м'язу людини, викликаних стомленням, та рівня адаптації до фізичного навантаження / О. В. Колосова // Вісник Черкаського університету. – 2016. – № 1. – С. 59–66.
- Колосова О. В. Модуляція Н-рефлексу камбалоподібного м'язу людини, пов'язана зі стомленням, за умов гомосинаптичної постактиваційної депресії при парній стимуляції великогомілкового нерву / О. В. Колосова // Вісник Київського нац. ун-ту імені Тараса Шевченка. Сер.: Біологія. – 2017. – Т. 74, № 2. – С. 55–59.
- Команцев В. Н. Методические основы клинической электромиографии / В. Н. Команцев. – СПб, 2006. – 349 с.
- Crone C. Methodological implications of the post activation depression of the soleus H-reflex in man / C. Crone, J. Nielsen // Exp Brain Res. – 1989. – Vol. 78. – P. 28–32.
- Dercherchi P. Role of metabosensitive afferent fibers in neuromuscular adaptive mechanisms / P. Dercherchi, E. Dousset // Can. J. Neurol. Sci. – 2003. – Vol. 30, N 2. – P. 91–97.
- Enoka R. M. Translating Fatigue to Human Performance / R. M. Enoka, J. Duchateau // Med Sci Sports Exerc. – 2016. – Vol. 48, N 11. – P. 2228–2238.
- On the mechanism of the post-activation depression of the H-reflex in human subjects / H. Hultborn, M. Illert, J. Nielsen et al. // Exp. Brain Res. – 1996. – Vol. 108. – P. 450–462.
- Laurin J. Modulation of the Spinal Excitability by Muscle Metabosensitive Afferent Fibers / J. Laurin, E. Dousset, P. Decherchi // J Neurosci Res. – 2010. – Vol. 88, N 12. – P. 2755–64. doi: 10.1002/jnr.22432
- Magladery J. W. Some mechanisms in man suppressing spinal motoneuron excitability / J. W. Magladery, R. D. Teasdale, A. M. Park // Trans. Am. Neurol. Assoc. – 1952. – № 56. – P. 100–105.
- Racinais S. Temperature affects maximum H-reflex amplitude but not homosynaptic postactivation depression / S. Racinais, A. G. Cresswell // Physiol Rep. – 2013. – Vol. 1, N 2. – P. 1–7. doi:10.1002/phy2.19
- Tahayori B. Activity-dependent plasticity of spinal circuits in the developing and mature spinal cord / B. Tahayori, D. M. Walton, R. A. Kuchinad, T. D. Ivanova, S. J. Garland // Eur J Appl Physiol. – 2002. – Vol. 87. – P. 462–468. doi: 10.1007/s00421-002-0670-9
- Walton D. M. Reflex inhibition during muscle fatigue in endurance-trained and sedentary individuals / D. M. Walton, R. A. Kuchinad, T. D. Ivanova, S. J. Garland // Eur J Appl Physiol. – 2002. – Vol. 87. – P. 462–468. doi: 10.1007/s00421-002-0670-9

References:

- Andriyanova E. Yu., Lanskaya O. V. Motor plasticity mechanisms of spinal cord nervous chains in conditions of longterm adaptation for sport performance. Human Physiology. 2014; 40(3): 73–85.
- Zaporozhanov V. A. Control in sport training. Kiev: Zdorovya; 1988. 139 p.

3. Kolosova O. V. The relationship of fatigue-induced changes of human soleus Hoffmann reflex and level of adaptation to physical exercise. *Bulletin of Cherkasy University*. 2016; 1: 59–66.
4. Kolosova O. V. Fatigue-induced modulation of human soleus Hoffmann reflex under conditions of homosynaptic post activation depression due to pair tibial nerve stimulation. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Series: Biology*. 2017; 74(2): 55–9.
5. Komantsev V. N. Methodical bases of clinical electromyography. Saint Petersburg; 2006. 349 p.
6. Crone C., Nielsen J. Methodological implications of the post activation depression of the soleus H-reflex in man. *Exp Brain Res*. 1989; 78: 28–32.
7. Dercherchi P., Dousset E. Role of metabosensitive afferent fibers in neuromuscular adaptive mechanisms. *Can. J. Neurol. Sci.* 2003; 30(2): 91–7.
8. Enoka R. M., Duchateau J. Translating Fatigue to Human Performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2016 Nov.; 48(11): 2228–2238.
9. On the mechanism of the post-activation depression of the H-reflex in human subjects / H. Hultborn, M. Illert, J. Nielsen et al. *Exp. Brain Res*. 1996; 108: 450–462.
10. Laurin J., Dousset E., Decherchi P. Modulation of the Spinal Excitability by Muscle Metabosensitive Afferent Fibers *J Neurosci Res*. 2010 Sep.; 88(12): 2755–2764. doi: 10.1002/jnr.22432.

11. Magladery Jw., Teasdale Rd., Park Am., Languth Hw. Some mechanisms in man suppressing spinal motoneuron excitability. *Trans Am Neurol Assoc*. 1952; 56: 100–105.
12. Racinais S., Cresswell A. G. Temperature affects maximum H-reflex amplitude but not homosynaptic postactivation depression. *Physiol Rep*. 2013; 1(2): 1–7. doi:10.1002/phy2.19.
13. Tahayori B., Koceja D. M. Activity-dependent plasticity of spinal circuits in the developing and mature spinal cord. *Neural Plast*. 2012; 2012: 1–12. doi: 10.1155/2012/964843.
14. Walton D. M., Kuchinad R. A., Ivanova T. D., Garland S. J. Reflex inhibition during muscle fatigue in endurance-trained and sedentary individuals. *Eur J Appl Physiol*. 2002; 87: 462–8. doi: 10.1007/s00421-002-0670-9.

Надійшла до редколегії 18.05.2020
Отримано виправлений варіант 19.06.2020
Підписано до друку 19.06.2020

Received in the editorial 18.05.2020
Received a revised version on 19.06.2020
Signed in the press on 19.06.2020

Е. Колосова, соискатель

Национальный университет физического воспитания и спорта Украины, Киев, Украина

МОДУЛЯЦИОННЫЕ ВЛИЯНИЯ УТОМЛЕНИЯ НА Н-РЕФЛЕКС КАМБАЛОВИДНОЙ МЫШЦЫ В УСЛОВИЯХ ПАРНОЙ СТИМУЛЯЦИИ БОЛЬШЕБЕРЦОВОГО НЕРВА У НЕТРЕНИРОВАННЫХ И ТРЕНИРОВАННЫХ ЛЮДЕЙ

Изменения параметров спинального моносинаптического Н-рефлекса, связанные с адаптацией к длительной физической нагрузке, могут дополнить информацию о механизмах пластичности нервной системы человека. Цель работы – исследование модуляционных влияний утомления на Н-рефлекс камбаловидной мышцы в условиях парной стимуляции большеберцового нерва с межимпульсным интервалом 500 мс в группах нетренированных людей (10 человек, средний возраст $25,3 \pm 1,6$ лет) и квалифицированных спортсменов, тренируемых к физической нагрузке (10 человек, средний возраст $20,5 \pm 0,5$ лет). Регистрировались тестовые Н-ответы (на стимуляцию первым импульсом из пары) и кондиционированные Н-ответы (на стимуляцию вторым импульсом из пары) в состоянии покоя: до и после периода развития утомляющего статического сокращения трехглавой мышцы голени с усилием, составляющим 75 % максимального произвольного сокращения, длительностью 6–9 мин. Гомосинаптическая постактивационная депрессия (ГПАД), связанная с парной стимуляцией большеберцового нерва, приводила к подавлению Н-рефлекса на 56 % у нетренированных и на 51 % у тренированных участников в состоянии покоя. После утомления амплитуда как тестового, так и кондиционированного Н-рефлекса значительно снижалась (вероятно, вследствие активации афферентных волокон групп III и IV, вызванной метаболическими и механическими изменениями в мышце), а далее постепенно возвращалась к исходному уровню, при этом у тренированных людей восстановление происходило быстрее. Наблюдалось увеличение интенсивности торможения Н-рефлекса под влиянием ГПАД на 20 % у нетренированных и на 15 % у тренированных людей, через 90 с после периода утомляющего усилия. Показано, что комплексное влияние утомления и гомосинаптической постактивационной депрессии больше выражено у нетренированных людей по сравнению с тренированными, что может быть связано с адаптацией спортсменов к длительной физической нагрузке.

Ключевые слова: Н-рефлекс, утомление, гомосинаптическая постактивационная депрессия, адаптация к физической нагрузке.

O. Kolosova, Ph. D. stud.

National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Kyiv, Ukraine

FATIGUE-INDUCED MODULATION OF HUMAN SOLEUS H-REFLEX IN CONDITIONS OF PAIR TIBIAL NERVE STIMULATION IN UNTRAINED AND TRAINED PEOPLE

Monosynaptic reflex indices peculiarities, concerned with adaptive reactions to the long-term physical exercise, might add new data about mechanisms of human nervous system plasticity. The objective of the research was to investigate the influence of fatigue on human soleus H (Hoffmann) reflex in conditions of pair stimulation of tibial nerve with inter stimulus interval 500 m sin tenun trained people (age: $M = 25,3$, $SE = 1,6$ years) and ten trained athletes (age: $M = 20,5$, $SE = 0,5$ years). H-reflex study was performed using neurodiagnostic complex Nicolet Biomedical Viking Select (Viasys Health care, USA) at rest: before and after long-lasting isometric voluntary contraction of calf muscle, which caused the soleus muscle fatigue; the muscle force was equal to 75 % of maximal voluntary contraction. Test and conditioned responses (by means of stimulation with first and second impulses from pair) were registered. Homosynaptic postactivation depression (HPAD), associated with pair stimulation of tibial nerve, led to 56 % and 51 % inhibition of H-reflex in untrained and trained people at rest, respectively ($p < 0,05$). After fatiguing voluntary contraction the amplitudes of test and conditioned soleus H-reflex were both reduced approximately in half. Then both H-reflex amplitudes subsequently recovered, more rapidly in trained people. Soleus H-reflex inhibition might be due to the activation of the groups III and IV afferent nerves under the influence of mechanical and metabolic changes in the muscle. It was also found that HPAD H-reflex inhibition intensity increased by 20 % in untrained people and by 15 % in trained ones at 90 s after fatiguing voluntary contraction ($p < 0,05$). It is assumed that complex influence of fatigue and homosynaptic postactivation depression was more pronounced in untrained people in comparison with trained ones. It can be ascribed to athletes adaptation to the long-term physical exercise.

Keywords: Hoffmann reflex, fatigue, homosynaptic post activation depression, adaptation to physical exercise.