

Відгук

офіційного опонента на дисертацію Колосової Олени Вікторівни “Модуляційні впливи на Н-рефлекс у фізично нетренованих та тренуваних людей”, подану до спеціалізованої вченої ради Д 26.198.01 при Інституті фізіології ім. О. О. Богомольця НАН України на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.13 – фізіологія людини і тварин

1. Актуальність обраної теми.

Рухи тварин і людини привертали увагу дослідників уже зі стародавніх часів. Адже ми можемо взаємодіяти з навколишнім середовищем та впливати на нього тільки за допомогою своїх скелетних м'язів. М'язи дозволяють нам здійснювати найрізноманітніші рухи – від ходьби та бігу до таких найскладніших рухових актів, як письмо, мова, міміка, жести, за допомогою котрих є змога передавати відтінки думок та емоцій. У літературі накопичено великий об'єм експериментальних даних, що відносяться до різних проявів рухової функції. У сучасній нейрофізіології актуальною є проблема встановлення механізмів формування програм, запуску рухів та їх контролю. Це питання залишається мало вивченим. Значними віхами в розвитку цього напрямку були роботи Ч.С.Шеррінгтона, Р.Магнуса, М.О.Бернштейна. Бернштейн вивів суттєвий для теорії керування рухами постулат про неможливість точного керування об'єктом зі змінними характеристиками шляхом використання тільки завчасно складених команд і сформулював уявлення про безперервні сенсорні корекції як необхідний елемент побудови цілеспрямованого руху.

Положення теорії Бернштейна отримали підтримку в дослідженнях Гельфанда, Гурфінкеля, Рокотової, Шапкова, Беркінбліта, Кропотова, Пономарьова, Костюкова.

Складними для розуміння є механізми взаємодії моторної активності верхніх і нижніх кінцівок, особливо під час рухової діяльності людини, що пов'язано з вертикальним положенням тіла, особливою роллю рук у маніпуляційній діяльності та посиленням ролі кортико-спінальних шляхів у моторному контролі. Ще складнішими завданнями для нейрофізіологів є встановлення ролі втоми в координації усіх механізмів, що забезпечують моторну функцію. Адекватним методом для вирішення

таких завдань є вивчення динаміки модуляції спінальних рефлексів при розвитку стомлення за допомогою реєстрації Н-рефлексу. Такі підходи використовують авторитетні дослідницькі колективи (Костюков, Сливко, Ceballos-Villegas, Garland). Однак, у дослідників з цілого ряду питань існують протиріччя, неоднозначне трактування отриманих результатів. Автори при оцінці отриманих результатів формують протилежні висновки.

Особливий інтерес представляють дослідження змін амплітуди Н-рефлексу камбалоподібного м'яза людини після закінчення довільного скорочення триголового м'яза гомілки, що викликає стомлення цього м'яза.

Метою роботи Колосової Олени Вікторівни стало вивчення у фізично нетренованих та тренуваних осіб саме характеристик та ймовірних фізіологічних механізмів змін Н-рефлексу, що відводився від камбалоподібного м'яза в умовах розвитку стомлення триголового м'яза гомілки.

Отже, представлена здобувачкою наукова робота заслуговує схвалення вже за самою постановкою проблеми. Крім того, відповіді на поставлені в меті роботи фундаментальні питання фізіології здобувачка отримала за допомогою досліджень, у котрих об'єднала фізіологічний підхід з методами математичного аналізу.

Таким чином, важливість встановлення характеристик Н-рефлексу *m. soleus*, його змін в умовах формування стомлення *m. triceps surae* у нетренованих та тренуваних людей, а також статеві та вікові особливості параметрів Н-рефлексометрії у тренуваних людей та недостатній рівень вивчення цих питань зумовлюють актуальність представленої до захисту роботи.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність і новизна, повнота їх викладу в опублікованих працях.

Дослідження виконано на високому науковому рівні. Під час його здійснення отримано **науково обґрунтовані теоретичні нові результати**, які в сукупності допомагають пояснити фізіологічні механізми змін Н-рефлексу, відведеного від камбалоподібного м'яза людини, що обумовлені розвитком стомлення триголового м'яза гомілки, у фізично нетренованих та тренуваних осіб.

Дисертаційне дослідження є фрагментом науково-дослідних робіт відділу фізіології рухів Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця НАН України за темою «Дослідження центральних та периферичних механізмів рухового контролю у ссавців» (наукова робота № III-10-19, номер державної реєстрації 0118U007349), а також науково-дослідних проектів Науково-дослідного інституту Національного університету фізичного виховання і спорту України за темами: «Критерії оцінки функціонального потенціалу спортсменів високого класу» (2014-2016 рр., номер державної реєстрації 0114U001482), «Технологія прогнозування емоційного стресу в умовах напруженої діяльності» (2017-2018 рр., номер державної реєстрації 0117U002385), «Технологія оцінки ризику травматизму спортсменів за електронейроміографічними та психофізіологічними показниками» (2019-2020 рр., номер державної реєстрації 0119U000307).

Матеріал дисертації отримано в достатній кількості досліджень і на високому методичному рівні з використанням сучасних методик, комплексне використання яких відповідає поставленим завданням і забезпечує **достовірність** отриманих результатів.

Отриманий матеріал та дані літератури дозволили Колосовій Олені Вікторівні здійснити теоретичне узагальнення та нове вирішення науково-практичного завдання, яке полягає у встановленні фізіологічних механізмів змін Н-рефлексу, відведеного від камбалоподібного м'яза людини, що обумовлені розвитком стомлення триголового м'яза гомілки, у фізично нетренованих та тренуваних осіб.

Наукова новизна одержаних результатів дисертації полягає в тому, що авторкою під час виконання дисертаційної роботи на основі системного підходу розглянуті та суттєво розширені існуючі на теперішній час уявлення про особливості змін Н-рефлексу *m. soleus* людини в умовах розвитку стомлення *m. triceps surae* після його довготривалого довільного скорочення; встановлено, що динаміка відновлення Н-рефлексу має двофазний характер та істотно відрізняється в осіб з різним рівнем тренуваності. Встановлено також, що внаслідок поєднання ефектів м'язового стомлення та гомосинаптичної постактиваційної депресії пригнічення Н-рефлексу більше виражене в нетренованих осіб у порівнянні з тренуваними, що вказує на

менший ступінь втома-залежного накопичення метаболітів у м'язовій тканині в тренованих осіб. Доведено, що нервові шляхи сегментарного гальмування Н-рефлексу *m. soleus* від Ia-аферентів нерва до м'язів-антагоністів (*n. peroneus communis*) переважно не перекриваються зі шляхами впливу м'язового стомлення. Вперше продемонстрована наявність вікових та статевих відмінностей параметрів Н-рефлексу в тренованих осіб; ці особливості можуть бути пов'язані з відповідними відмінностями антропометричних параметрів. Суттєво розширені уявлення про відмінності відновлення сегментарних рефлекторних реакцій після м'язового стомлення в тренованих та нетренованих осіб; встановлені межі референтних значень амплітуд Н-рефлексу та М-хвилі в різних статевих та вікових групах.

У висновках викладено найбільш важливі наукові результати, одержані в дисертаційній роботі, значення їх для науки й практики; наголошено на якісних та кількісних показниках здобутих результатів, обґрунтовується достовірність результатів. Узагальнюючі дані відповідають отриманому фактичному матеріалу. Сформульовані у дисертації **наукові положення та висновки обґрунтовані** отриманими даними. Сформульовано рекомендації щодо наукового та практичного використання здобутих результатів.

Матеріали дисертації оприлюднено на провідних наукових зібраннях з проблем, що вивчались: Всеукраїнській науковій конференції «Сучасні питання фізіології та медицини» (Дніпропетровськ, 2007), XVIII З'їзді Українського фізіологічного товариства (Одеса, 20-22 травня 2010), Міжнародній науковій конференції КНУ ім. Тараса Шевченка «Психофізіологічні та вісцеральні функції в нормі і патології» (Київ, 2017), Міжнародній науково-практичній конференції Київського університету ім. Бориса Грінченка «Здоров'я, фізичне виховання і спорт: перспективи та кращі практики» (Київ, 15 травня 2018) та міжнародних конгресах нейронаук (Society for Neuroscience, San Diego, CA, USA, 2018 та Chicago, IL, USA, 2019).

Основні результати дисертації повністю викладені в 13 наукових працях, з яких сім статей у наукових фахових журналах, що рекомендовані МОН України, та

шість тез доповідей на конференціях. Зміст проведеного дослідження в опублікованих працях відображено повністю.

3. Теоретичне та практичне значення результатів дослідження.

Дисертація Колосової Олени Вікторівни “Модуляційні впливи на Н-рефлекс у фізично нетренованих та тренуваних людей” є завершеним науковим дослідженням, містить незахищені наукові положення, **відноситься до фундаментальних досліджень**, оскільки проблема встановлення нейрофізіологічних механізмів, що забезпечують гальмування Н-рефлексу в спинному мозку людини в умовах м’язового стомлення залишається однією з **актуальних** у фізіології, а отримані данні значно **розширюють існуючі уявлення** з цих питань. Дисертаційне дослідження спрямоване не тільки на вирішення важливих теоретичних проблеми, але й представляє **практичне значення**, оскільки встановлені наукові результати можуть бути використані для теоретичного обґрунтування та розробки методів діагностики функційного стану нервово-м’язового апарата осіб різного віку та статі, а також рівня тренуваності спортсменів. Результати дослідження можуть бути використані не тільки спортивною медициною, а й у фізіології праці, при викладанні фізіології, неврології, реабілітації у ВНЗ медико-біологічного профілю.

4. Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому та ідентичності змісту автореферату й основних положень дисертації.

Дисертація складається з анотації, вступу, чотирьох розділів (огляд літератури, матеріали та методи досліджень, результати досліджень та їх обговорення та узагальнення) а також із висновків та списку використаних літературних джерел, який нараховує 215 посилань. Робота викладена на 155 сторінках, ілюстровано 24 рисунками та 7 таблицями. Дисертацію та автореферат оформлено відповідно до Державного стандарту. Слід відмітити досить високу якість технічного оформлення дисертації, інформативність та чіткість рисунків і таблиць, які не дублюють текст, маючи власне інформаційне значення.

Структура й зміст **анотації та вступу** відповідає останнім вимогам ДАК МОН України. Обґрунтовано актуальність обраної теми та необхідність проведення

наукового дослідження в напрямку, який був обраний. Сформульована мета, яка відповідає назві роботи. Завдання роботи чіткі та послідовні. Об'єкт і предмет дослідження визначені цілком коректно. Методи дослідження адекватні та репрезентативні. Статистичний аналіз даних проводили за допомогою програм Origin 8.5 та SPSS Statistics 17.0.

При розгляді дисертації необхідно відмітити наступні найсуттєвіші моменти.

В аналітичному огляді літератури (розділ 1) наведено системні уявлення про фізіологічні механізми, які лежать в основі програмування, ініціації та контролю рухів та пози людини. Авторка детально на аналітичному рівні розглядає сучасні тенденції проблеми збуджуючих та гальмівних нейрофізіологічних процесів в нервово-м'язовій системі людини у звичних умовах та під час фізичного навантаження з розвитком стомлення. Підкреслює той факт, що Н-рефлекс обґрунтовано розглядається як інструмент дослідження функційного стану сегментарного нейронного апарата спинного мозку та супрасегментарних структур нервової системи. Огляд даних літератури в цілому висвітлює сучасний стан проблеми.

Отже, необхідним та обов'язковим компонентом наукових досліджень, що розглядають зазначену проблему, є розроблення підходів, спрямованих на детальне дослідження змін амплітуди Н-рефлексу камбалоподібного м'яза людини після закінчення довільного скорочення триголового м'яза гомілки, що викликає стомлення цього м'яза. Цей факт і обумовлює головні напрямки досліджень, які заплановано було провести.

У другому розділі “Методи досліджень” описано сучасні методи досліджень: відведення Н- та М-відповідей камбалоподібного м'яза нижньої кінцівки; тензометрично контрольоване підошовне згинання ступні до розвитку м'язового стомлення. Усього проведено чотири серії досліджень 85 здорових осіб обох статей віком від 16 до 34 років. Статистичний аналіз даних проводили за допомогою програм Origin 8.5 та SPSS Statistics 17.0.

У 3 розділі власних досліджень представлено наступне.

Описано зміни Н-рефлексу камбалоподібного м'яза, обумовлені стомленням, викликаним довготривалим довільним скороченням триголового м'яза литки, у фізично нетренованих та тренуваних осіб. Встановлено, що в обох групах обстежуваних осіб амплітуда Н-рефлексу знижувалася після періоду розвитку зусилля, що стомлює м'яз (у групі нетренованих складала 60 %, а в групі тренуваних – 85 % від вихідної); надалі цей параметр поступово повертався до початкового рівня. У групі тренуваних пригнічення Н-рефлексу під впливом стомлення було меншим і за амплітудою, і за часом.

Вивчено зміни Н-рефлексу камбалоподібного м'яза, кондиційованого парною стимуляцією нерва до м'язів-агоністів (великогомілкового нерва, *n. tibialis*), в умовах стомлення, обумовленого тривалим довільним скороченням триголового м'яза гомілки, у фізично нетренованих та тренуваних осіб. Досліджено вплив парної стимуляції *n. tibialis* на динаміку Н-рефлексу *m. soleus* у стані спокою та після тривалого довільного стомлюючого скорочення цього м'яза в групах нетренованих та тренуваних осіб. Гомосинаптична постактиваційна депресія у стані спокою викликала пригнічення Н-рефлексу *m. soleus* на 56 % у нетренованих та на 51 % у тренуваних осіб. Для оцінки впливу умов тесту на досліджувані показники (амплітуду тестової та кондиційованої Н-відповіді) проводили трифакторний дисперсійний аналіз з повторними вибірками. Доведено, що інтенсивність гальмування Н-рефлексу під впливом гомосинаптичної постактиваційної депресії мала тенденцію до зростання після зусилля, що стомлювало м'яз, а потім поверталася до вихідних значень. Різниця значень K_i через 90 с після періоду стомлення відносно контрольного показника була статистично значущою в групі нетренованих ($p=0,020$) та близькою до значущості в групі тренуваних ($p=0,087$) за критерієм Dunnett. Окрім цього, безпосередньо після закінчення періоду стомлюючого зусилля величина K_i в групі нетренованих була статистично значуще більше, ніж у тренуваних ($p<0,05$).

Досліджено зміни сегментарного гальмування Н-рефлексу камбалоподібного м'яза людини, обумовленого стимуляцією нерва до м'язів-антагоністів (іпсілатерального малогомілкового нерва, *n. peroneus communis*) в умовах стомлення,

викликаного тривалим довільним скороченням триголового м'яза гомілки, у фізично нетренованих осіб. У стані спокою стимуляція *n. peroneus communis*, яка передувала стимуляції *n. tibialis*, викликала гальмування Н-рефлексу приблизно на 24 %. Після періоду розвитку зусилля, що стомлювало м'яз, амплітуда як тестового, так і кондиційованого Н-рефлексу знижувалася в порівнянні з відповідним показником у вихідному стані, а надалі поступово поверталася до початкового рівня. Амплітуда тест-Н-рефлексу знижувалася в середньому по групі до $65,4 \pm 4,0$ % вихідної ($p < 0,01$), а середня амплітуда кондиційованого Н-рефлексу – до $48,2 \pm 4,5$ % контрольного значення тест-Н-рефлексу. Динаміка амплітуд тестового й загальмованого Н-рефлексу виявилася подібною. Зменшення амплітуди кондиційованого Н-рефлексу протягом всього періоду відновлення після стомлення було пропорційним зменшенню тестового Н-рефлексу (у середньому по групі); зменшення ж амплітуди кондиційованого Н-рефлексу безпосередньо після періоду розвитку зусилля, що стомлювало м'яз, було пропорційним зменшенню тестового Н-рефлексу як для середніх по групі, так і для індивідуальних показників.

Дисертанткою встановлено статеві та вікові особливості параметрів Н-рефлексометрії камбалоподібного м'яза та антропометричних показників у тренуваних осіб з високим рівнем адаптації до фізичного навантаження. Здійснено аналіз порогів виникнення Н- та М-відповідей, амплітуди максимальних Н- та М-відповідей. У групі обстежуваних осіб ЕМГ-параметри знаходилися в межах норми, що корелювало з суб'єктивними відчуттями – відсутністю болю та рухових обмежень. Трифакторний дисперсійний аналіз не виявив значущої залежності величин усіх вимірюваних показників від сторони відведення Н-рефлексу. На величини порогів виникнення Н- та М-відповідей впливав лише фактор статі; у жінок середні значення даного параметра були більшими. Фактор віку в даному разі не був статистично значущим; не була значущою і взаємодія факторів статі та віку. У жінок середні значення амплітуди Н-рефлексу були меншими. Амплітуда М-відповіді була вищою у чоловіків та у дорослих спортсменів.

У розділі 4 «Аналіз та узагальнення результатів дослідження» авторкою проведено детальне обговорення результатів дослідження, отримані результати власних досліджень зіставленні з раніше відомими дослідженнями інших авторів.

Висновки дисертаційної роботи є інформативними, логічними, повними, такими, що засвідчують високу цінність роботи на державному та галузевому рівнях.

Такі, коротко, головні досягнення Колосової Олени Вікторівни. Хочу підкреслити, що дисертантка підтвердила відомі та отримала ряд нових даних. Виконано цінне дослідження.

5. Рекомендації щодо подальшого використання результатів дисертації в практиці.

Наукові результати роботи, що викладені в дисертації, авторефераті й наукових публікаціях можуть бути використані для теоретичного обґрунтування та розробки методів діагностики функційного стану нервово-м'язового апарата осіб різного віку та статі, а також рівня тренуваності спортсменів. Результати дослідження можуть бути використані не тільки спортивною медициною, а й у фізіології праці, при викладанні фізіології, неврології, реабілітації у ВНЗ медико-біологічного профілю.

6. Дискусійні питання та пропозиції.

Аналізуючи основні результати проведеного наукового дослідження, на наш погляд, необхідно звернути увагу здобувача на певні неточності, побажання та зауваження.

Зокрема, незважаючи на ретельне технічне опрацювання рукопису, потрібно відзначити наявність значної кількості складних супідрядних речень, що ускладнює їх сприйняття.

Є й ряд запитань до Олени Вікторівни, на які хотілось би почути відповідь:

1. Як Ви, Олено Вікторівно, можете максимально коротко окреслити невирішені іншими дослідниками питання і визначити своє місце у розв'язанні проблеми?
2. З використанням трифакторного дисперсійного аналізу Ви не виявили залежності величин усіх вимірюваних показників від сторони відведення Н-рефлексу. Чи визначали Ви в дослідженнях домінування кінцівок?

3. У чому полягає сутність методу трифакторного дисперсійного аналізу з повторними вибірками, який використовувався Вами при вивченні змін Н-рефлексу камбалоподібного м'яза, кондиційованого парною стимуляцією нерва до м'язів-агоністів, в умовах стомлення, обумовленого тривалим довільним скороченням триголового м'яза гомілки, у фізично нетренованих та тренуваних осіб?
4. Олено Вікторівно, у висновках Ви вказуєте на виявлені статеві та вікові відмінності параметрів Н-рефлексу та М-хвилі *m. soleus* у тренуваних осіб з високим рівнем адаптації до фізичного навантаження. Такі відмінності пов'язуєте з відмінностями антропометричних параметрів досліджуваних осіб. У чому, на Вашу думку, полягають механізми розвитку подібних відмінностей?
5. Які Ви, Олено Вікторівно, можете дати рекомендації сімейному лікарю, викладачу кафедри нормальної фізіології?

Такі зауваження та запитання до здобувача. Вони головним чином торкаються інтерпретації отриманих даних і не применшують цінність і значення виконаних досліджень. Висловлені під час рецензування зауваження, запитання і побажання носять дискусійний характер і в цілому не знижують загальне позитивне враження від роботи.

7. Висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам.

Дисертаційна робота Колосової Олени Вікторівни “Модуляційні впливи на Н-рефлекс у фізично нетренованих та тренуваних людей” що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 03.00.13 – фізіологія людини і тварин, є завершеним кваліфікованим науковим дослідженням, в якому наведене теоретичне узагальнення та нове вирішення наукового завдання щодо встановлення характеристики та фізіологічних механізмів змін Н-рефлексу, відведеного від камбалоподібного м'яза людини, що обумовлені розвитком стомлення триголового м'яза гомілки, у фізично нетренованих та тренуваних осіб.

Сформульовані в дисертації наукові положення та висновки науково обгрунтовані та повністю викладені в опублікованих працях. Дослідження виконано

на достатній кількості спостережень і на адекватному методичному рівні з використанням сучасних методик, комплексне використання яких відповідає поставленим завданням і забезпечує достовірність отриманих результатів, обґрунтованість наукових положень, висновків і практичних рекомендацій. Достовірність підтверджується також змістом опублікованих робіт та оприлюдненням матеріалів дисертації на наукових форумах. Структура й зміст дисертації та автореферату, їх оформлення відповідають основним вимогам. Зміст автореферату ідентичний основним положенням дисертації.

Отже, робота Колосової Олени Вікторівни “Модуляційні впливи на Н-рефлекс у фізично нетренованих та тренуваних людей” за актуальністю, об’ємом проведеного дослідження, теоретичним і практичним значенням, науковою новизною одержаних даних відповідає вимогам пп. 9 та 10 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 року (зі змінами). Зміст дисертації відповідає спеціальності 03.00.13 – фізіологія людини і тварин, за якою вона представлена до захисту.

Офіційний опонент –

Заслужений працівник освіти України,
завідувач кафедри нормальної фізіології

Вінницького національного медичного

університету ім. М. І. Пирогова,

доктор медичних наук, професор



М. В. Йолтухівський

24 березня 2021 р.

