

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Абрамович Тетяни Ігорівни** на тему «Активация м'язів рук людини у перебігу повільних двосуглобових рухів», поданої на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.13 – фізіологія людини і тварин

Актуальність роботи. На сучасному етапі в фізіології рухів інтенсивне розвиваються напрями, що пов'язані з дослідженнями центральної регуляції довільних рухів. В цих дослідженнях отримані результати стосовно організації периферичних механізмів управління рухами і зроблена спроба аналізу центральної регуляції найпростіших стереотипних рухів. Однак, слід зазначити, що в цих роботах часто не приділялось належної уваги біомеханічним компонентам рухових реакцій. В основному, це було пов'язано з обмеженістю методичних можливостей експерименту. Внаслідок цього ще недостатньо були вивчені фізіологічні процеси, що лежать в основі регуляції динаміки периферичних елементів рухової системи.

В останні роки з'явилося багато робіт, присвячених проблемі центрального моторного контролю рухами кінцівок людини, проте слід визнати, що загальноприйнятих уявлень у даній області досі не сформовано. Незважаючи на інтенсивне вивчення проблеми керування моно- і багатосуглобовими рухами кінцівки людини, в межах цієї проблеми залишається значна кількість невирішених питань. Ще більше подібних питань виникає щодо механізмів керування бімануальними рухами. Бімануальна координація є предметом інтенсивного дослідження останніх десятиліть. По-перше, складні бімануальні рухи – це приклади для вивчення вищих когнітивних функцій. По-друге, вони представляють собою окремий випадок багатозадачності, інформуючи нас про те, як ЦНС впорядковує організацію декількох потоків команд. По-третє, бімануальні завдання є корисними інструментами для виявлення моторних дисфункцій взагалі і процесів латералізації і асиметрії, зокрема, після нейродегенеративних захворювань і інших патологій головного мозку.

Перераховані питання обумовили необхідність проведення досліджень особливостей активації м'язів руки людини під час реалізації довільних двосуглобових циклічних рухів руки з постійним зовнішнім навантаженням, а також синхронних бімануальних рухів.

Абрамович Т. І. дослідила процеси координації центральних моторних команд (ЦМК), які надходять до м'язів рук людини під час реалізації двосуглобових циклічних рухів руки з постійним зовнішнім навантаженням та синхронних бімануальних рухів руки людини. Визначила організацію ЦМК, що надходять до м'язів плечового поясу та плеча людини під час виконання повільних кругових рухів у горизонтальній площині, та синхронних бімануальних рухів типу "веслування". Виявлено, що ЦМК в двосуглобових рухах переважно пов'язані зі змінами моментів сили суглобів і модулюються відповідно до ексцентричного або концентричного характеру м'язових скорочень на різних ділянках траєкторії руху. Дослідила особливості функціональної взаємодії м'язів при скоординованих переміщеннях плечових

ланок та передпліч в умовах реалізації тест-рухів.

Отже, робота Абрамович Т. І. «Активация м'язів рук людини у перебігу повільних двосуглобових рухів» є актуальною, бо дозволяє дати відповіді на низку питань сучасної фізіології м'язового скорочення.

Ступінь обґрунтованості та достовірності положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Обґрунтованість наукових положень, сформульованих у дисертації, забезпечена адекватністю мети та завдань, вибором методичних підходів, а також достатнім обсягом проведених досліджень. Усі результати отримані та проаналізовані автором самостійно, або за її безпосередньої участі спільно з науковим керівником. Участь Абрамович Т. І. та співробітників у виконанні фрагментів роботи детально представлена у дисертації та авторефераті. Проведені дослідження двосуглобових рухів правої руки людини на шести добровольцях-чоловіках і бімануальних рухів людини, що імітують парне веслування, на дев'яти спортсменах-веслувальниках академічної греблі. Розроблені оригінальні експериментальні установки для дослідження двосуглобових кругових і бімануальних рухів в горизонтальній площині. Обрані електроміографічні та біомеханічні методи дослідження дозволили вирішити поставлені завдання, зробити обґрунтовані висновки з отриманих результатів. Достовірність результатів підкріплена математичним аналізом та статистичними методами обробки експериментальних даних. Результати роботи у достатній мірі представлені рисунками, які дають чітку уяву про особливості досліджуваних процесів. Авторкою проведено детальне обговорення положень дисертації із використанням відомостей, що є у сучасній літературі. Отже, наукові положення і висновки дисертаційної роботи є обґрунтованими.

Наукова новизна одержаних результатів. Дисертанткою вперше визначено організацію ЦМК, що надходять до м'язів плечового поясу та плеча людини під час виконання повільних кругових рухів у горизонтальній площині, та синхронних бімануальних рухів типу "веслування". Виявлено, що ЦМК в двосуглобових рухах переважно пов'язані зі змінами моментів сили суглобів і модулюються відповідно до ексцентричного або концентричного характеру м'язових скорочень на різних ділянках траєкторії руху. Патерни усередненої ЕМГ-активності м'язів визначаються точками зміни напрямку зовнішньої сили, а інтенсивність хвиль ЕМГ залежить від напрямку переходів між скороченням та подовженням м'язів. Доведено, що в обох групах м'язів (перша група – згиначі ліктьового і розгиначі плечового суглобів, друга – розгиначі ліктьового і згиначі плечового суглобів) динамічні компоненти ЕМГ істотно залежать від швидкості руху; в той же час фактори латералізації і навантаження, а також комбінації різних факторів, істотно впливають тільки на ЦМК до м'язів першої групи.

Теоретичне і практичне значення результатів дослідження. Робота виконана на високому науковому та методичному рівнях. У результаті проведених досліджень авторкою встановлено достатню кількість нових фактів, важливих для розвитку сучасних уявлень про механізми центральної активації м'язів, котрі забезпечують виконання двосуглобових рухів руки та бімануальних рухів людини. Отримані оригінальні результати можуть у

подальшому виступати теоретико-методологічним підґрунтям для інших наукових робіт у цьому напрямку і бути корисними при розробці та виборі реабілітаційних засобів в клініці захворювань опорно-рухового апарату, для моделювання рухів людини, у галузях спортивної медицини та фізіології праці, розробки інноваційних технологій тренування спортсменів, а також у викладанні курсу фізіології для спеціалістів та студентів біологічних та медичних спеціальностей.

Повнота викладу результатів у наукових публікаціях. Одержані експериментальні дані достатньо повно висвітлені у наукових статтях, зокрема: у фаховому виданні України - Нейрофізіологія (2015-2017); у фаховому журналі, які індексуються у наукометричній базі Scopus – Front. Physiol. (2015, 2016).

Основні положення дисертаційної роботи були представлені для обговорення на Міжнародному симпозіумі «Актуальні проблеми біофізичної медицини» (Київ, 12-15 травня 2016р.), XII Міжнародній науковій конференції студентів та аспірантів «Молодь і поступ біології» (Львів, 19-21 квітня 2016р., та 20-24 квітня 2015р.), Міжнародній науковій конференції «Механізми функціонування фізіологічних систем» (Львів, 15-17 жовтня 2014р.), XX-му з'їзді Українського фізіологічного товариства ім. П. Г. Костюка з міжнародною участю, присвяченого 95-річчю від дня народження академіка П. Г. Костюка (Київ, 27-30 травня 2019р.), VII Всеукраїнській науково-практичній конференції «Біологічні дослідження – 2016» для молодих учених і студентів (Житомир, 10-11 березня 2016р.).

Зміст автореферату повністю відповідає основним положенням дисертації.

Аналіз структури і змісту дисертації. Дисертація чітко структурована, що в цілому сприяє цілісному розумінню окремих фрагментів роботи, написана грамотно. Застосована у роботі наукова термінологія є загальноновизнаною, стиль викладення результатів досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їхнього сприйняття та використання.

Дисертаційна робота Абрамович, Т. І. структурно повністю відповідає вимогам ДАК МОН України і включає усі відповідні розділи. Вона викладена на 130 сторінках, складається зі вступу, огляду літератури, матеріалів та методів досліджень, результатів досліджень, аналізу та узагальнень результатів досліджень, висновків, списку використаних джерел. Робота ілюстрована 10 таблицями та 24 рисунками. Список використаних джерел містить 222 найменувань

У «ВСТУПІ» розкрито актуальність теми, сформульовані мета і завдання дослідження, представлено наукову новизну, теоретичне і практичне значення одержаних результатів. Крім цього, наведено загальну кількість публікацій, описана структура і обсяг дисертації.

«ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ» містить аналіз наявних літературних наукових даних, належним чином висвітлює стан вибраної дисертанткою проблематики, написаний логічно і послідовно, що свідчить про здатність авторки до критичного осмислення і теоретичного узагальнення різномірних даних. У 4 розділах огляду викладені відомості стосовно двох типів м'язових скорочень,

концентричного і ексцентричного, проаналізована література щодо моно- і бімануальних рухів, обговорені синергічний принцип контролю м'язової активності, загальні принципи моторного контролю і основні гіпотези у цій області (гіпотеза рівноважної точки, гіпотеза неконтрольованого різноманіття і ідея синергії, заснована на принципі моторного достатку).

У розділі «МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ» описані експериментальні установки для дослідження двосуглобових кругових і бімануальних рухів в горизонтальній площині, методи реєстрації електроміографічної активності та її аналізу, надані умови проведення експерименту у вигляді протоколів по створенню повільних двосуглобових рухів в близькому до ізотонічного режиму, відтворенню синхронних бімануальних рухів, що імітують парне веслування з різним рівнем зовнішнього навантаження і напрямком, а також генерації різних типів бімануальних рухів, методи математичного та статистичного аналізу результатів.

У розділі «РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ» наведено оригінальні результати, що отримані в експериментах під час активації м'язів плечового поясу та плеча і реалізації кругових рухів верхньої кінцівки з різними комбінаціями напрямків руху та зовнішнього навантаження, і під час активації м'язів в перебігу бімануальних двосуглобових рухів. В результаті проведених експериментів показано: параметри ЦМК команд, що надходять до м'язів плечового поясу та плеча у перебігу кругових двосуглобових рухів руки, переважно пов'язані зі змінами моментів сили м'язів, що діють на плечовий і ліктьовий суглоби. Ці команди модулюються відповідно до ексцентричного або концентричного характеру м'язових скорочень на різних ділянках траєкторії руху; усереднені ЕМГ істотно виходять за межі зон, що визначаються точками зміни напрямку зовнішньої сили на відповідні м'язи і це, ймовірно, пов'язано, зі спільною активацією м'язів-антагоністів і/або з більшою складністю реальної геометрії суглобів в порівнянні зі спрощеним модельним розглядом, що використовувався для вирахування суглобових кутів і моментів сили; при синхронних переміщеннях обох рук в імітації парного веслування залучені м'язи можна поділити на дві групи - до першої увійшли згиначі ліктьового і розгиначі плечового суглобів, які генерують залежні від швидкості рухів динамічні компоненти ЕМГ під час прямих і зворотних рухів, а також формують помітну статичну активність під час фаз утримання найбільшого розгинання, а до другої увійшли м'язи, які скорочуються разом із першою групою під час фаз руху і знижують активність на фазі утримання. Проведений багатofакторний ANOVA аналіз-усереднених ЕМГ при бімануальних рухах показав, що в обох групах м'язів динамічні компоненти ЕМГ істотно залежать від швидкості тест-рухів; в той же час як фактори латералізації і навантаження, а також комбінації різних факторів, істотно впливають тільки на ЦМК до м'язів першої групи, в той же час, рівень синхронізації ЕМГ-активності однойменних м'язів лівої та правої руки у рухах «веслування» демонструє тенденцію до зниження в умовах наявності зорового зворотного зв'язку, це дозволяє припустити, що когнітивний вплив посилює керування рухами «веслування» і такі рухи наближуються за характером центрального керування до дискретних цілеспрямованих візуально контрольованих.

Нарешті, у розділі «АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ» автор інтерпретує результати власних досліджень з позицій загально прийнятих у фізіології руху положень, співставляє їх з даними інших вчених. Виокремлені дискусійні положення основних результатів роботи, їх наукова і практична значущість.

Дисертанткою зібраний достатній фактичний матеріал, тому не викликають сумніву зроблені на їх основі висновки. Робота виконана за особистою участю автора.

Основний зміст дисертації опублікований у 5 наукових працях та зроблені доповіді на фізіологічних з'їздах і конференціях.

Окремі дискусійні питання і зауваження до дисертації. Принципових зауважень до дисертації не маю. Однак, вважаю за необхідне висловити деякі дискусійні питання та зауваження, та, можливо, висловити побажання деяких поліпшень методичних підходів до дослідження проблеми у майбутньому.

1. Для силових навантажень в роботі використовувалась розтягнені еластичні гумові стрічки, тому дозування зовнішніх зусиль, що прикладались до м'язів залежало від ступеню їх розтягнення. Втім, в дослідях використовувались високоамплітудні рухи. Яким чином ви враховували зміни сили між початком та кінцем траєкторій руху? Чи впливали суттєво ці зміни на досліджувану м'язову активність?

2. Яким чином вибирали кути початку та кінця кругових рухів? Чи існувала методична складність відпрацювання кінцевих позицій на експериментальній установці? Чому ви також використовували радіальну складову при візуальному відстеженню кругової траєкторії руху?

3. Фактично, в роботі ви оперували поняттям «центрально команд» щодо усередненої ЕМГ активності. Чи можна у якості «центрально команд» розглядати висхідні записи неопрацьованої ЕМГ для аналізу рухової активності людини?

4. При дослідженні бімануальних рухів веслування ви отримали дещо парадоксальний результат. Так при рухах, які відстежувалися в режимі "biofeedback", рівень синхронізації сигналів ЕМГ від однойменних м'язів лівої та правої руки був статистично достовірно нижчим, ніж в рухах в зручному і максимальному темпі без зорового контролю. Які на вашу думку тут могли бути задіяні центральні механізми?

Вищевказані зауваження і питання до здобувача в значній мірі торкаються інтерпретації отриманих даних і не применшують якість і значення виконаної роботи.

Узагальнення та висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам. Виходячи із зазначеного, кандидатська дисертація Абрамович Тетяни Ігорівни ««Активізація м'язів рук людини у перебігу повільних двосуглобових рухів»» є завершеним і актуальним дослідженням. При виконанні цієї роботи дисертанткою із застосуванням адекватних сучасних методів були одержані нові оригінальні результати, які є важливими для розвитку сучасних уявлень про фізіологічні процеси, що лежать в основі регуляції динаміки периферичних елементів рухової системи, а також мають теоретичне і практичне значення для спортивної медицини, фізіології праці та клініки захворювань опорно-рухового

апарату. Тому вважаю, що дисертаційна робота Абрамович Тетяни Ігорівни відповідає вимогам п.п. 11,12,13 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України №567 від 24.07.2013р. (зі змінами, внесеними згідно з Постановами Кабінету Міністрів України №656 від 19.08.2015р., №1159 від 30.12.2015р. та №567 від 27.07.2016р.), що висуваються до кандидатських дисертацій, а її авторка заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата біологічних наук зі спеціальності 03.00.13 – фізіологія людини і тварин.

Офіційний опонент:

професор кафедри медико-біологічних дисциплін
Національного університету фізичного виховання і спорту України,
д.б.н., професор

В. М. Ільїн

Підпис В. М. Ільїна засвідчую.
Проректор з науково-педагогічної роботи
11.03.2021р.



О. В. Борисова