

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертацията **“Ефекти на централните и периферните фактори върху електромиографските оценки при мускулна умора”**, представена от **Владимир Георгиев Димитров**, асистент в Института по биофизика и биомедицинско инженерство – БАН, докторант на свободна подготовка, за получаване на научна и образователна степен “доктор”. Професионално направление Биологически науки, шифър 4.3 (научна специалност: биофизика).

Рецензент: чл.-кор. Андон Радев Косев, Институт по биофизика и биомедицинско инженерство – БАН.

Владимир Георгиев Димитров е роден през 1975 г. и завършва биология (бакалаварски курс) в Софийския университет „Св. Климент Охридски“ през 2003 г., а през 2006 г. завършва и магистърската програма „Физиология на животните и човека“. Димитров завършва магистърския курс със среден успех от изпитите отличен 5,91 и оценка на дипломната работа отличен 6,00.

От есента на 2005 г. Вл. Димитров е специалист биолог в Централната лаборатория по биомедицинско инженерство – БАН, а от август 2006 г. е научен сътрудник III степен (съответно асистент от 2008 г.) в Института по Биофизика – БАН.

В дисертационния труд са включени и обобщени изследванията на Димитров, публикувани в 3 статии на английски език. Две от тях са публикувани в реномирани международни списания с импакт фактор – *Journal of Electromyography and Kinesiology* (IF-2.372) и *European Journal of Applied Physiology* (IF-2.214). Една от статиите е публикувана в национално научно списание *Scientific Research Journal of South-West University*, като материал от IX конгрес на Българското дружество за физиологични науки, Благоевград, 2007. Освен на този конгрес части от дисертацията са докладвани

през 2009 г. и на Юбилейна научна сесия по повод на 80 годишнина на видните български физиолози А. Гидиков, А. Пенчев и С. Белчева, както и на Националния конгрес с международно участие “Bioprocess Engineering – BM & BPE, 2009 г..

Дисертацията е написана на общо 101 страници и е илюстрирана с 14 фигури и 5 таблици и има традиционна структура – увод, литературен обзор, цели и задачи, методи, обсъждане, изводи, приноси и литература.

В дисертационния труд с методите на математическото моделиране и компютърната симулация се изследват промените в амплитудните спектралните характеристики на миоелектричните сигнали при настъпването на мускулна умора. Проведени са и експериментални изследвания на промените на електромиографския (ЕМГ) спектър и скоростта на разпространение на възбуждението по мускулните влакна при умора. Целта на изследванията е да се повиши информационната стойност на неинвазивните ЕМГ методи за оценка на неврофизиологическите механизми, съпътстващи мускулната умора. По принцип адекватността на използваните ЕМГ методи, както и въпросът за повишаването на тяхната информационна стойност са важни актуални проблеми на съвременната клинична неврофизиология, на спортната и трудова физиология.

Литературния обзор е доста кратък – 25 страници. Считам, че обзора на литературата би могъл да бъде подобрен чрез отразяване на резултатите от някои по-скорошни изследвания на мускулната умора, включително и тези с използване на транскраниална магнитна стимулация. Независимо от това обзорът в настоящия си вид води до очертаване на основните проблеми, свързани с оценката на участието на различни централни и периферни фактори върху амплитудните и честотните характеристики на ЕМГ сигналите при мускулна умора. Става ясно, че много фактори повлияват отведения ЕМГ

сигнал, което затруднява интерпретацията на експерименталните резултати. Несъмнено е, че при тези условия методът на компютърната симулация и провеждането на числови експерименти са един адекватен подход. В този смисъл целта на проведените изследвания – подобряване и улесняване на интерпретацията на експерименталните ЕМГ изследвания е логично изведена. Формулираните конкретни задачи за постигането на тази цел също следват логично, както от целта, така и от предложения преглед на литературата. Формулирани са три основни задачи, като в първите две чрез методите на компютърното симулиране се цели изследването на промените съответно в амплитудните и в спектралните характеристики на ЕМГ сигнали при мускулна умора. Третата задача е експериментален анализ на промените в спектралните характеристики на ЕМГ сигналите при поддържане на максимални волеви мускулни усилия.

В частта „Методи” (18 страници) е разгледан моделът използван за компютърната симулация. В първия раздел на тази част е дадена достатъчна информация за подхода при симулация на мускулната морфология, моделиране на промените в трансмембрания потенциал на действие, моделиране на интерферентната ЕМГ и ефекта от промяната на честотата на импулсация на двигателните единици (ДЕ). Във втория раздел на частта е отделено внимание на използваните подходи за симулация, на промените в спектралните характеристики свързани с промяна в синхронизацията в активността между отделните ДЕ и на промените, свързани с промените в профила на трансмембраните потенциали на действие. В последния раздел на „Методи” е представена достатъчно адекватно и експерименталната част от изследванията. Считам, че частта „Методи”, е написана добре, като са цитирани и съответните литературни източници.

В първия раздел на частта „Резултати” са представени изследванията, свързани с оценка на промените в амплитудните характеристики (интеграл на ЕМГ сигнал – I_{EMG} и средноквадратична стойност на ЕМГ - RMS_{EMG}) на повърхностно, отведените интерферентни ЕМГ сигнали в резултат на централни и периферни промени. Показано е, че амплитудните характеристики, както и симулирания М-отговор, нарастват с настъпването на умора, но разделянето на централните механизми (нарастване на честотата на импулсация на ДЕ) от периферните (нарастване продължителността на трансмембрания потенциал на действие и намаляване на скоростта на разпространение на възбуждението по мускулните влакна) е практически невъзможно (този резултат формира и първия извод от изследванията). В опит да се премахне ефектът от периферните фактори при настъпване на умора е използвано нормиране на амплитудните характеристики на ЕМГ към съответните стойности на М-отгвора (I_M и RMS_M). Получените резултати показват, че това нормиране действително намалява ефекта от периферните фактори (втори извод от изследванията), като при повърхностно отвеждане, когато разстоянието между електрода и активните мускулни влакна е голямо, е по-добре да се използва частното RMS_{EMG}/RMS_M , отколкото частното I_{EMG}/I_M , за да се намали ефекта на периферните фактори (третия извод от изследванията).

Във втория раздел на тази част са представени изследванията свързани с промени в спектралните характеристики на ЕМГ сигнал, отведен монополярно, вътремускулно или повърхностно (монополярно и биполярно) и при отвеждане belly-tendon. Резултатите от тези изследвания показват, че е практически невъзможно при настъпване на умора разделянето на ефекта от централните механизми от ефекта от промените на трансмембрания потенциал на действие (четвъртия извод от изследванията). Установено е, че при значителни промени в трансмембрания АП, спектралните характеристики на повърхностно отведените ЕМГ сигнали са чувствителни не

само към промените в скоростта на разпространение на потенциала на действие, но и към промените в трансмембрания потенциал на действие (последния пети извод от изследванията).

Третия раздел от частта „Резултати” е озаглавен „Анализ на спектъра на мощността на експериментални ЕМГ сигнали”. Заглавието не отразява адекватно използвания експериментален подход, който представлява едновременна оценка на спектралните характеристики и скоростта на провеждане на възбуждението по мускулните влакна. Идеята на едни и същи лица по време на един и същи експеримент да се направи оценка на развитието на мускулната умора чрез скоростта на разпространение на възбуждението по мускулните влакна и чрез спектрални индекс изглежда наистина атрактивна и обещаваща. За съжаление резултатите са представени и обсъдени едностранчиво (говори се главно за спектралния индекс). В раздела има някои интересни находки, които би трябвало да се дискутират. Установена е значителна корелация между скоростта на разпространение на възбуждането по мускулните влакна и нормализирания спектрален индекс в 8, 12 и 14 s, но такава корелация липсва в 8 и 20 с. Не е направен дори и опит да се обясни тази находка, а според мен тя е доста любопитна. На стр. 73 в частта «Обсъждане» се твърди «Увеличената вариабилност на индекса може да отразява, както и централни, така и периферни промени». В тази връзка моя въпрос е: какви периферни механизми биха довели до увеличаване на вариабилността? Аз лично не се сещам за такива. Напротив, от представените резултати при паралелното разглеждане на промените в скоростта на провеждане на възбуждението и на спектралния индекс, може да се направи извод, че повишената вариабилност се дължи на централни механизми. Тук е мястото да се спомене, че изобщо липсва извод свързан с тази експериментална част на изследванията.

Направените пет извода следват логично резултатите, свързани с компютърната симулация и числените експерименти. Може да се направи

извода, че това е силната част на дисертацията. Представените приноси са повторение на изводите с незначителна редакция. В обсъждането на резултатите са направени някои обобщения, които с незначителна редакция биха оформили 2-3 приноса.

Авторефератът отразява добре съдържанието на дисертацията.

Трябва да отбележа, че познавам от близо работата на Владимир Димитров и за мен не буди съмнение неговия личен принос в разработването ѝ. За това говори и факта, че той е самостоятелен автор на едната публикация и е първи автор на една от двете основни публикации.

Заключение: Цялостното ми впечатление от дисертацията е добро. Нямам критични забележки, които по същество да повлияят високата ми оценка на дисертационния труд. Актуалността на тематиката не буди съмнение. За това говорят и забелязаните 30 цитирания (всичките от чужди автори) на публикациите, свързани с дисертацията. Изпълнени са и формалните изисквания към дисертационния труд. Всичко това ми дава основание да препоръчам на уважаемите членове на журито да присъди на **Владимир Георгиев Димитров** научната и образователна степен “доктор”.

28.04.2014 г. , София

Рецензент:

/чл.-кор. Андон Р. Косев/