

РЕЦЕНЗИЯ

от доцент д-р Пламен Георгиев Гатев дм

за дисертационния труд на гл. ас. Владимир Георгиев Димитров озаглавен „Ефекти на централните и периферните фактори върху електромиографските оценки при мускулна умора” представен за присъждане на образователна и научна степен “ДОКТОР”.

Представеният труд е посветен на важния и актуален проблем за оценката на мускулната умора посредством електромиографски оценки записани предимно с повърхностна електромиография /ЕМГ/. Това е един евтин неинвазивен метод, който позволява мониторирането на мускулната умора на място, в реално време, на определен мускул, заедно с изпълнението на двигателната задача и който корелира с физиологичните, биохимичните и кинетични промени в мускулите при умората.

Мускулната умора е комплексен физиологичен феномен, изучаването на който е важно за спортните науки, ергономиката, трудовата хигиена, биороботиката, рехабилитацията и др. и затова създаването на методи и устройства за нейното автоматизирано предсказване, откриване и проследяване е крайно необходимо. Факторите, които обуславят умората се делят на централни-от мозъчната кора до моторните плочки /или неврониалните синапси/ и периферни-след тях, като някои автори обособяват зоната на моторните плочки или на нервномускулното предаване като междинна. Към централните фактори се прибавят и когнитивни като липса на мотивация, усещане за умора и др. Интерпретацията на ЕМГ промените при умора отразява не само тези фактори но и фактори на самото изследване като електродната конфигурация на отвеждане, мястото на нейното поставяне спрямо: зоната на моторните плочки; сухожилието; ръба на мускула; посоката на мускулните влакна, експерименталните условия като стабилността на интерфейса между електродите и подлежащата тъкан,

артефакти като: движения на електродите; премествания на електродите; мрежови шумове и др. В допълнение са и промените: в интрамускулното налягане; в мускулния кръвоток, в обемите на влакната и мускула, в наличието на кожа и подкожна мастна тъкан, които променят дистанцията до генератора и хомогенността на обемния проводник, външната, телесната и вътремускулна температури, филтриращите low pass свойства на обемния проводник и диференциращи свойства на биполярното отвеждане, наличието на стоящи вълни като терминалните фази на акционните потенциали и локалните потенциали на моторните плочки, наслагването на акционните потенциали с погасяване на противоположните фази, честотната лента на записващите устройства и др., които се прибавят към централните и периферни фактори. Взаимодействието между доста от факторите прави картината сложна за интерпретация, което води до редица грешки. Гореизброеното ясно обосновава целта на автора да улесни тази интерпретация, към което бих обаче добавил и да я уточни, защото целта не бива да е да се очисти влиянието на периферните фактори за да се видят по-ясно по-важните за много учени централни фактори или обратното да се очисти влиянието на централните фактори за да се види значението на по-важните за други учени периферни фактори а да се претегли значението на всички фактори при определена задача и условия. Това прави и докторантът в математическия си модел или числени експерименти, който е основата на дисертационния му труд. Не бих наричал обаче като него този модел компютърен защото компютърът е само инструмент за проиграването на модела и то вече тривиален инструмент, който не става за пиар, след като и децата си имат компютри за моделиране. Моделът използва добре известни в литературата времеви променливи-интеграл и RMS на ЕМГ и М-отговора, които авторът нарича амплитудни характеристики както и характеристики в честотната област като средната (F_{mean}) и медианна честота (F_{med}) на спектъра и спектралния индекс на умората (F_{insmK}).

Намираме този избор за правилен имайки предвид тежестта на целта и задачите, тъй като дисертантът може да получи значителна методична помощ от литературата и учени около себе си както и от двамата си консултанти но считаме за недостатъци: липсата на методична част в литературния обзор, която да обоснове този избор както и недостатъчната дискусия по получените резултати в този аспект. Целта и задачите които си поставя докторанта са атакувани с редица модерни методи като вълничков анализ, fuzzy подход за които също има специалисти наоколо и свръхмодерни като soft computing и swarm intelligence и много други и авторът би могъл да помогне с обзора си на тези които ще навлязат след него в проблема. Основно преимущество на модела е че той изследва четири типа отвеждане на ЕПГ сигналите – три неинвазивни и един инвазивен. Изборът на тези видове обаче се нуждае от определена обосновка особено за изследването на биполярно повърхностно отвеждане с надлъжен единично диференциращ електрод, което е специфично за повърхностни селективни електроди с късо междуелектродно разстояние и поради това с намален обхват на извадката от двигателни единици /ДЕ/. Допусканията за модела са приемливи от гледна точка на експерименталните данни в литературата. Допускането че трансмембранните акционни потенциали /АП/ на всички видове ДЕ се променят еднакво базирано на исхемия, както и липсата на моделиране на рекрута дава на запознатия с проблема да се досети какво има предвид дисертантът когато говори за интензивни натоварвания / усилие над 50-60% от максималното / и каква е връзката на модела с експеримента с максимално волево усилие но тези пояснения би трябвало да бъдат явно дадени в дисертацията и да се подчертае че работата е насочена основно към анаеробната умора. Липсва и обяснение защо е избрана такава висока честота на виртуална дискретизация от 100 kHz, което е свързано с ресурсоемкостта на модела и устойчивостта на решението.

Към математическия модел е прибавено експериментално изследване на спектъра на мощността при максималното волево изометрично усилие на супинация на предмишницата и определяне на скоростта на разпространение на АП. Това изследване по мое мнение е оригинално, както и резултатите от него, макар че това не е споменато в декларацията за приносите и в дисертационния труд. Изследването на максимална изометрична супинация по този начин до спад в усилието с 30% срещам за първи път в литературата особено с приложението на сравнително нов спектрален индекс на умората и определянето на скоростта по начин сравнително рядко употребяван преди това. За съжаление описанието на методиката не е пълно, например липсват антропометрични данни за изследваните лица като тегло, средна възраст, колко жени и колко мъже и др, липсва и позицията на предмишницата при усилието – пълна пронация или полупронация или друга. Буди недоумение горната граница на честотната лента на усилвателя от 10 kHz което е типично за иглова а не за повърхностна електромиография, при която едва ли има полезен сигнал над 400-500 Hz, което междувпрочем личи и от резултатите в дисертационния труд, не е упомената честотната лента на магнетофона. При подобни изследвания добре е да се измери и кожна гънка на мишницата /разстояние до генераторите/ както и да се измери обиколката на мишницата преди и след усилието тъй като има данни че тя се увеличава с 1 см /увеличаване на диаметъра на мускулните влакна поради оток/ при максимална волева изометрична флексия в лакътя на предмишницата в максимална супинация. При определянето на скоростта тригерирането за усредняването е осъществено от проксималния разклонен електрод, по 2/3 от максималната амплитуда на отведената ЕМГ но не е уточнено от коя амплитуда-позитивната или негативната. Изследванията на максимално волево усилие са много ценни и би трябвало да намерят място в обзора тъй като те изследват целия двигателен път, умората се развива за

секунди, силата на съкращение пада почти веднага а така наречения interpolation twitch-електрично предизвикана добавка на максималното усилие при умора, която е мерило за дефицита на моторния драйв или централната умора се увеличава.

Дисертационния труд е от 101 стр. заедно с литературата, от които заглавна страница, съдържание и списък на съкращенията -4 стр., Увод-2 стр., Литературен обзор 23 стр., Цел и задачи -1 стр., Методи – 18 стр., Резултати- 16 стр., Дискусия- 8 стр., Изводи- 1 стр., Приноси 1 стр., Литература- 192 заглавия на латиница- 21 стр. , Списък на публикациите .1 стр., Списък на цитиранията – 30 цитирания-5 стр..

Дисертационния труд е илюстриран с 14 фигури и 5 таблици. Забелязани са 17 печатни грешки, от които най -досадни са две еднакви в първи и трети принос. В автореферата грешката в първия принос е коригирана, така че има положено усилие от страна на дисертанта. На Фиг. 2 липсва надписа –нервен терминал, сравни с Фиг. 3

Съдържанието на автореферата отговаря на това на дисертационния труд.

Макар че обзора заема малко по-голяма пропорция от дисертационния труд от обичайното, това е очаквано и се дължи на над 100 годишната изпълнена с противоречия история на изследване на комплексните проблеми на мускулната умора. Той би могъл да се допълни съответно с горепосочените препоръки също и с анализ на възможностите на ЕМГ за неинвазивно изследване на периферно ниво корелиращо с биохимичните промени в мембраната като понижаването на P_h , увеличаването на H^+ и дебалансирането на равновесието на Na^+/K^+ , които могат да бъдат свързани с намалението на възбудимостта на мембраната, влизането на Ca^{++} в мускулното влакно и промяната на свързването му с тубуларния апарат довеждаща до намаление на силата на мускулното съкращение. Глава 4 от обзора е посветена на приложни проблеми, които не се коментират в дискусията и може да отпадне.

В резултат на дисертационния си труд авторът е достигнал до важни за интерпретацията на мускулната умора изводи като тези че както времевите-интеграл и RMS на ЕМГ /извод 1/ така и честотните /извод 4/ характеристики на ЕМГ сигналите се повлияват значително от един периферен фактор като промените в профила на трансмембрания потенциал при мускулна умора и са съизмерими с тези причинени от централни фактори което може да доведе до свръхоценка на централните фактори. За намаляване на грешката в посока на тази свръхоценка авторът предлага нормирането на амплитудните характеристики на ЕМГ сигналите, които зависят както от централни така и от периферни фактори, с амплитудните характеристики на един чисто периферен ЕМГ сигнал като М-отговора /извод 2/. Нещо повече, при големи разстояние до генераторите на повърхностната ЕМГ авторът дава преимущество на така нормализирания RMS на повърхностната ЕМГ пред нормализираната интегрална ЕМГ с което подкрепя привържениците на RMS_{EMG} , като отразяващ мощността на повърхностната ЕМГ /извод 3/. Извод 5 е контрареакция на захласването на много учени от най-цитирания технически доклад в тази научна област, фаворизирането на скоростта на разпространение по мускула лесно мерена по много начини с ЕМГ и подценяването на трудно измервания профил на трансмембрания потенциал /виж извод 4/ забравяйки че именно предния му фронт прави разпространението на АП по мембраната на мускулното влакно възможна. С това не искам да отида в другата крайност тъй като и двата периферни фактора зависят от състоянието на мембраната. Този извод е демонстрация на преимуществата на математическия модел пред експеримента, които авторът изтъква добре в дисертационния труд.

В приносите няма формулирана авторска претенция и затова ги приемам като потвърдителни. Съжалявам че авторът не е направил извод от така оригиналния реален експеримент и го съветвам да обърне внимание на резултатите в Таблица 5, които

показват ясен обрат в намалението на корелационния коефициент между скоростта и спектралния индекс сочещ за инфлексна точка характерна за анаеробната умора, което е оригинален резултат и лесно може да бъде доказан след съответна статистическа обработка.

Дисертационния труд е основан на 1 самостоятелна статия с ISSN, без импакт фактор и на две статии с импакт фактор над 2, в които докторантът е съответно на второ и на първо място. Първата от тези статии от 2010 година е цитирана 29 пъти и има скорост на цитиране близо 10 пъти на година, което прави прогнозно да бъде след 7 години с над 100 цитирания или бестселър. Втората е по-нова от 2012 година има вече 1 цитиране. Така авторът отговаря на завишените критерии на ИБФБМИ-БАН и даже ги надхвърля.

Претегляйки минусите и плюсовете на дисертационния труд на Владимир Георгиев Димитров решавам да гласувам ЗА присъждането му на образователната и научна степен “ ДОКТОР ”

София

доцент д-р Пламен Георгиев Гатев д.м.

28.04.2014