

ОСОБЛИВОСТІ ІНТЕРФЕРЕНЦІЙНОЇ ЕЛЕКТРОМІОГРАМИ ЛИТКОВОГО М'ЯЗА У КВАЛІФІКОВАНИХ ФУТБОЛІСТІВ У ВПРАВІ «ЗГИНАННЯ ГОМІЛКИ ЛЕЖАЧИ»

Павло СІРЕНКО

ФК «Металіст», Національний фармацевтичний університет

Анотація. Дослідження полягало в визначенні оптимального кута положення гомілки відносно стегна у вправі «згинання гомілки лежачи» стопа зігнута; стопа розігнута, для прояву максимальної біоелектричної активності *m.gastrocnemius* (*caput mediale*, *caput laterale*). Під час дослідження 17 гравців ФК «Металіст» віком 22 – 33 роки ми опрацювали й визначили експериментальним шляхом оптимальні кути для прояву максимальної біоелектричної активності внутрішньої та зовнішньої головок литкового м'яза у вправі «згинання гомілки лежачи» у максимальному зусиллі впродовж п'яти секунд на нерухомий важіль тренажера.

Положення які ми дослідили, знаходяться в межах конструктивних особливостей тренажера. Прояви біоелектричних можливостей означеного м'яза залежать від співвідношення положень колінного й гомілковостопного суглобів, що передбачають натягування *m.gastrocnemius*, при положенні прямої ноги й розігнутої стопи і, навпаки, зближення в положенні зігнутого коліна та стопи. Кут 125 градусів згинання гомілки (з досліджуваних нами) і розігнутої стопи; кут згинання гомілки 180 градусів і зігнутої стопи є оптимальними для прояву максимальної біоелектричної активності *m.gastrocnemius* (*caput mediale*, *caput laterale*).

Ключові слова: електроміографія, кут прикладеного зусилля, згинання гомілки лежачи, футбол, литковий м'яз.

ОСОБЕННОСТИ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЙ ЭЛЕКТРОМИОГРАММЫ ИКРОНОЖНОЙ МЫШЦЫ У КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ФУТБОЛИСТОВ В УПРАЖНЕНИИ «СГИБАНИЕ ГОЛЕНИ ЛЕЖА»

Павел СІРЕНКО

ФК «Металіст»,

Національний фармацевтичний університет

Аннотация. Исследование состояло в определении оптимального угла положения голени относительно бедра в упражнении «сгибание голени лежа» стопа согнута; стопа разогнута, для проявления максимальной биоэлектрической активности *m.gastrocnemius* (*caput mediale*, *caput laterale*). В процессе исследования 17 игроков ФК «Металлист» в возрасте 22-33 года мы проработали и экспериментальным путем определили оптимальные углы для проявления максимальной биоэлектрической активности внутренней и внешней головок икроножной мышцы в упражнении «сгибание голени лежа» на основании максимального усилия в течение пяти секунд на неподвижный рычаг тренажера.

Исследованы нами положения находятся в пределах конструктивных особенностей тренажера. Проявления биоэлектрических возможностей определённых мышц находятся в зависимости от соотношения положений коленного и голеностопного суставов, предусматривающие натяжение *m.gastrocnemius*, при положении прямой ноги и разогнутой стопы и, наоборот, сближение, в положение согнутого колена и стопы. Угол 125 градусов сгибания голени (из исследуемых нами) и разогнутой стопы; угол сгибания голени 180 градусов и согнутой стопы являются оптимальными

FEATURES OF THE INTERFERENCE EMG M.GASTROCNEMIUS FOR SKILLED PLAYERS IN THE EXERCISE "BENDING LEG IN PRONE POSITION"

Pavlo SIRENKO

FC "Metalist",

National University of Pharmacy

Abstract. The researching was to determine the optimum angle of position shin relatively hips in exercise "bending leg in prone position", to exhibit a maximum of bioelectrical activity of the *m.gastrocnemius* (*caput mediale*, *caput laterale*).

During the research we worked EMG of 17 players of FC «Metalist» at the age of 22 – 33 years old for five seconds maximal isometric contraction of inner and outer head of the gastrocnemius muscle. Studied positions are within the design features of the simulator. Through the analysis of our research should be noted manifestations of bioelectric activity marked muscle depends on mutual ratio of the knee and ankle joints, allowing its tension at the straight position of leg and unbending position of foot and, conversely, rapprochement in the position of flexed knee and foot. Ratio of mobile segments of the provisions that were considered, allow to state: the angle of 125 degrees position of shin relatively thigh and unbent foot; the angle of 180 degrees position of shin relatively thigh and bent foot are optimal for the manifestation of a maximum of bioelectric activity of *m.gastrocnemius* (*caput mediale*, *caput laterale*).

Keywords: electromyography, the angle of the applied force, bending leg in prone position, football, *m.gastrocnemius*.

для проявлення максимальної біоелектричної активності *m.gastrocnemius (caput mediale, caput laterale)*.

Ключевые слова: електромиографія, угол приложенного усилия, сгибание голени лежа, футбол, икроножная мышца.

Вступ. Головною метою тренування футболіста є розвиток фізичних якостей технічних навичок роботи з м'ячем. Можливості гравця швидко пробігати дистанцію на полі хв тривало підтримувати необхідний рівень працездатності прийнято позначати як якісні характеристики його рухової діяльності (С.Ю. Тюленьков, 1996) [16, 17]. Серед цих якостей, залежно від їх ролі в здійсненні рухової діяльності, можна виокремити загальні та спеціальні (В.Н. Платонов, 1997; Carnevale, 1998) [10, 20]. Оскільки результат фізичного впливу на литковий м'яз можна відзначити в переважній більшості специфічних рухів, підтриманні статокінетичної рівноваги під час протиставлення чи виконанні певних технічних елементів, залученні його силових проявів при переміщенні тіла в сагітальній та вертикальній площинах тощо, складаються передумови для детального вивчення контрактильних властивостей цього м'яза в контексті виконання спеціальної вправи.

Від того, як ми розуміємо фізичні властивості, багато в чому залежить і спосіб, що обирається для їх розвитку. Для цього необхідно привести у відповідність об'єктивні експериментальні дані і наше уявлення про форми прояву фізичних якостей у футболістів, приділяючи при цьому увагу змістовному сенсу, який має першорядне значення для управління змістом спеціальної фізичної підготовки (Г.М. Гаджиев, 1984; К.І. Бесков, 1991; М.А. Годік, 2006) [5, 2, 6]. Виконуючи вправи на механічних тренажерах ми прагнемо моделювати специфічний елемент, даючи навантаження на м'язи які активно використовуються футболістами під час навчально-тренувального процесу та змагальної діяльності [13].

У нашому дослідженні розглянемо двосуглобові м'язи задньої групи гомілки (рис. 1) які згинають гомілку і стопу, забезпечують рух тіла спортсмена вперед, стрибки, втримання положення тіла під час виконання певного технічного елементу чи контактної протидії щодо іншого гравця (П.О. Сіренко, С.В. Королінська, Ю.П. Сіренко, 2013) [14, 15].

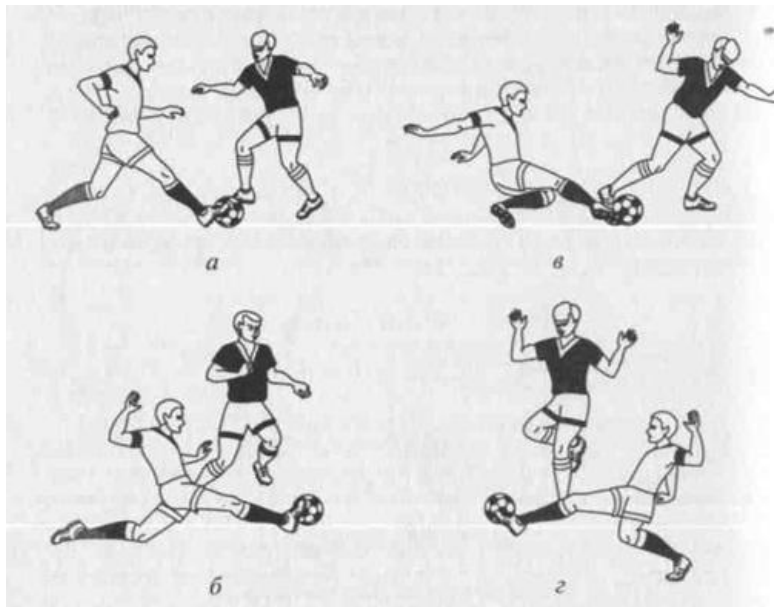


Рис. 1. Відбір м'яча (Ю.Д. Железняк, Ю.М. Портнов, В.П. Савін, А.В. Лексаков, 2004)

Примітка: а – в випаді; б – в шпагаті; в, г – в підкаті.

Тривалий час основним прийомом дослідження рухів людини була зміна та реєстрація різного роду механічних проявів роботи м'яза, але на сьогодні вивчення м'язової діяльності кваліфікованих спортсменів вимагає застосування різних сучасних прийомів, пов'язаних з ре-

естрацією електричних процесів які відбуваються в контрактильних системах під час виконання спеціальної вправи (П.О. Сіренко, С.В. Королінська, Ю.П. Сіренко, 2013) [14, 15]. Нині при визначенні взаємного положення рухомих сегментів, у нашому випадку положення зігнутої гомілки відносно стегна, в якому м'язи задньої групи стегна можуть проявити свою максимальну біоелектричну активність і відповідно до досліджень А.М. Gordon, А.Ф. Huxsley, F.J. Julian (1966), В. М. Заціорського (1981), Luca de C. J. (1997) [23, 7, 24], максимальне зусилля стає елементом, що потребує детального вивчення.

Тому першочерговим стає визначення взаємного положення рухомих сегментів, в яких м'язи можуть проявити свою максимальну біоелектричну активність і максимальне зусилля [23, 7, 24].

Розглядаючи означені вище чинники пошуку нових і вдосконалення відомих систем організації навчально-тренувального процесу, виникає необхідність застосування автоматизованих систем вимірювання та обробки медико-біологічної інформації за допомогою сучасних програмних засобів. Отримана інформація дасть можливість точніше з'ясувати сутності м'язового скорочення в контексті спеціальної вправи, що передбачає розвиток контрактильних властивостей сегмента, який постійно використовується в контексті специфічної діяльності.

До основних методик електроміографічних досліджень належить аналіз (поверхневих, сумарних) електроміограм, оскільки великий розмір і віддаленість від м'язової тканини поверхневого електрода дозволяють реєструвати з його допомогою тільки сумарну активність м'язів, що становить собою інтерференцію потенціалів дії багатьох сотень і навіть тисяч м'язових волокон (С.Г. Николаев, 2003, 2010; Л. Вовканич, Б. Виноградський, В. Ткачек, 2012) [8, 9, 4.]. Електроміографічні дослідження дозволяють визначити оптимальний кут взаємного співвідношення рухомих сегментів для прояву максимальної біоелектричної активності певної моторної ділянки (П.О. Сіренко, С.В. Королінська, Ю.П. Сіренко, 2013) [14, 15].

Згинання гомілки в положенні лежачи відбувається на підставі скорочення *m.biceps femoris*, *m.semitendinosus*, *m.semimembranosus*, *m.gastrocnemius (caput mediale)* і *m.gastrocnemius (caput laterale)* та ін. (Р.Д. Синельников, 1967) [12]. А.М. Gordon, А.Ф. Huxsley, F.J. Julian (1966) [23] дослідили взаємозв'язок сили, що проявляється контрактильними компонентами і довжиною м'яза (у нашому дослідженні елемент згинання гомілки відбувається за умови розігнутого чи зігнутого положення стопи).

На наш погляд та думку інших фахівців (А. Morecki, J. Ekiel, K. Fidelus (1971), прояви контрактильних можливостей литкового м'яза залежать від його двосуглобової будови та взаємного співвідношення колінного й гомілковостопного суглобів, що передбачають його натягування при положенні прямої ноги й розігнутої стопи і, навпаки, зближення в положення зігнутого коліна та стопи [25]. А. Morecki, J. Ekiel, K. Fidelus (1971) запропонували називати частину м'яза, волокна якого розташовано так, що моменти сили які ним створюються відносно суглоба, завжди збігаються за напрямком, «актоном». «Клас актону» називають на підставі кількості суглобів в яких розвивається момент сили. Кількість функцій актону – це «число ступенів свободи» в суглобах, відносно яких актон створює момент сили. Цю тезу підтвердив своїми електроміографічними дослідженнями І.П. Ратов (1972) [11], установив, що деякі двосуглобові м'язи, які мають перисту будову, можуть скорочуватися незалежно своїми проксимальним і дистальним кінцями.

Luca de C.J. (1997) встановив при одночасній реєстрації довжини саркоміра, сили тяги й перекриття актиноміозинових філаментів у саркомірі, що сила контрактильних компонентів максимальна при найбільшому перекритті цих ділянок. А.М. Gordon, А.Ф. Huxsley, F.J. Julian (1966) [23] дослідили взаємозв'язок сили, що проявляється контрактильними компонентами й довжиною м'яза, зауважуючи те, що вона найбільша в певній середній довжині. Установили при одночасній реєстрації довжини саркоміра, сили тяги й перекриття актиноміозинових філаментів у саркомірі, що сила контрактильних компонентів максимальна при найбільшому перекритті цих ділянок. Певна середня довжина, в якій контрактильні компоненти м'яза можуть проявляти найбільше зусилля, називається *довжиною спокою* (В.М. Заціорський, 1981)

[6]. При зменшенні чи збільшенні довжини м'яза величина перекриття (і відповідно кількість поперечних містків) та сила зменшується (В.Ф. Антонов, 2001) [1].

Розглядаючи певну скоротливу здатність сегмента необхідно відзначити, що якщо довжина розтягнутого м'яза в два рази переважатиме його довжину в спокої, продукування сили практично дорівнюватиме нулю (D.L. Costill, W.J. Fink, M. Flynn, J. Kirwan., 1987) [21]. Однак, імовірно, що сила м'язових волокон залежатиме від кількості поперечних містків, що дотикаються з актиновими філаментами (Л.Я.Васильєва-Линецкая, В.Ф. Деменко, Г.А. Черепашук и др. 2002) [3]. Зменшення площі перекривання цих філаментів скорочує кількість поперечних містків, які необхідні для утворення сили (P.D. Gollnick, D.R. Hodson, 1986) [22]. При зменшенні чи збільшенні довжини м'яза величина перекриття змінюється, сила зменшується (И.П. Ратов, 1972; В.М. Зациорский, 1981) [11, 7].

Нині в літературі недостатньо висвітлено тему щодо прояву біоелектричної активності литкового м'яза в співвідношенні взаємного положення гомілки та стопи у вправі «згинання гомілки лежачи». Детальний опис біоелектричної активності *M.gastrocnemius*, в структурі спеціальної вправи дасть змогу в комплексі з дослідженнями, що ми провели, оптимізувати навчально-тренувальний процес на підставі детального обґрунтування скоротливих можливостей цього м'яза.

Мета, завдання роботи. Метою дослідження є визначення експериментальним шляхом оптимального кута для прояву максимальної біоелектричної активності *m.gastrocnemius* (*caput mediale, caput laterale*) у вправі «згинання гомілки лежачи» у положенні стопа зігнута (рис. 3); «згинання гомілки лежачи» у положенні стопа розігнута (рис. 2).

Методи та організація досліджень. У дослідженні взяло участь 17 гравців основного та дублювального складу ФК «Металіст» віком 22 – 33 роки. Дослідження проводили на навчально-тренувальній базі ФК «Металіст» у першій половині дня за допомогою комп'ютерного електронейроміографа науково-виробничого підприємства ДХ-Системи «М-ТЕСТ», що відповідає технічним умовам ТУУ33.1-30428373-004-2004 та призначений для реєстрації й аналізу ЕМГ. Використовували електроди Ag/AgCL Skintact easitabs RT34 з клейкою основою. Відповідно до даних С.Г. Ніколаєва (2003, 2010) [9, 10] ми використовували електроди з довільною міжелектродною відстанню, стандартизуючи її відповідно до умов нашого дослідження: активний електрод кріпили в зоні іннервації – над черевцем (повздовж) м'яза, у проекції рухової зони, а референтний – на ділянці сухожильної частини. Відстань між активним і референтним електродами для кожного з м'язів є однаковою, оскільки зміни цього чинника можуть вплинути на зміни показників реєстрації електроміограми. А наявність у безпосередній близькості до електродів інших м'язів передбачає сувору регламентацію розташування їх на шкірі, оскільки ймовірно «затікання» біоелектричних імпульсів з інших м'язів – muscle cross talk (J.V. Basmajian, 1978) [19]. Заземлювальний електрод розташовуємо на дистальній частині протилежної кінцівки. Його приєднуємо до відповідної клеми на електродній панелі електроміографа (С. Г. Ніколаєв, 2003) [9].

Визначали такі показники: максимальна амплітуда (мкВ) – максимальна амплітуда, що спостерігається на цій ділянці інтерференційної міограми; середня амплітуда (мкВ) – середня амплітуда цієї ділянки аналізу інтерференційної міограми; середня частота – середня частота даної ділянки аналізу інтерференційної міограми; порівняльний коефіцієнт – відношення середньої амплітуди до середньої частоти даної ділянки аналізу інтерференційної міограми.

У табл. 1–4 внесено середній показник із сімнадцяти досліджуваних, мінімальний і максимальний показники враховано як хибні й не прийнято в систему підрахунку. У своєму дослідженні ми встановили швидкість просування «стрічки» в межах 200 мс/см, підсилення (амплітуду що відображається) сигналу 5 мВ/см, при поточному значенні швидкості відкликів 40 мс/см, і поточному значенні посилення відкликів 0,9 мВ/см.

Визначення кутів між досліджуваними сегментами проводили за допомогою фотогоніометрії. При визначенні кута згинання гомілки точка «0» (осі обертання кутоміра) розташована на рівні латерального надвиростка стегнової кістки; положення проксимальної осі (проксима-

льної бранші кутоміра) – великий вертлюг; положення дистальної осі (дистальної бранші кутоміра) – латеральна кісточка (Г.С. Юмашев, 1983) [18]. Положення стопи регламентовано індивідуально можливим чинником положення зігнутої чи розігнутої стопи.

Безпосередньо перед обстеженням ми провели розминку на еліпсоїдному степпері впродовж 10 хвилин із поступовим підвищенням навантаження від 30 до 120 Вт з темпом 80 кроків на хвилину й наступним відпочинком 5 хвилин, виконанням вправ для розвитку гнучкості.

Виконуючи вправу «згинання гомілки лежачи» у положенні стопа зігнута або «згинання гомілки лежачи» у положенні стопа розігнута із можливістю зміни розташування важеля (змінюючи кут положення гомілки щодо стегна) правою та лівою ногою по чергово на підставі ваги що не дає змогу зрушити важіль тренажера під кутами відхилення від площини стегна (див рис. 5, 6 – 180 градусів; рис. 7, 8 – 165 градусів; рис. 9, 10 – 145 градусів; рис. 11, 12 – 125 градусів), передбачає застосування досліджуванним максимального зусилля на нерухомий важіль протягом п'яти секунд.

Отримані показники аналізували методами статистики з використанням програми Microsoft Excel 2007.

Виклад основного матеріалу. Ми врахували, що при положенні зігнутої стопи згинання гомілки вкорочує відстань між проксимальними і дистальною ділянкою кріплення литкового м'яза, тим самим зближує міофіламенти в саркомірі, зменшуючи їхню скоротливу здатність. Положення розігнутої стопи та прямої ноги з початкового положення максимального розтягнення й мінімізації контрактильних властивостей литкового м'яза у міру згинання гомілки зближує ділянки його кріплення, тому відповідно передбачаємо, що в певному середньому положенні набуде максимальної біоелектричної активності.



Рис.2. Положення «стопа розігнута»



Рис. 3. Положення «стопа зігнута»

Оскільки досліджувані нами м'язи є двосуглобовими ми, згідно з дослідженнями А. Morecki, J. Ekiel, K. Fidelus (1971) [25] стосовно функцій «актонів», припустили, що при зміні положення стопи (згинання чи розгинання) м'язи відповідно скоротяться чи розтягнуться, зміняться кути прояву максимальної біоелектричної активності означених контрактильних ділянок.

Також необхідно враховувати, що у вправі згинання гомілки ми можемо спостерігати біоелектричні імпульси не лише литкового, але й односуглобових розміщених нижче м'язів, які втримують положення стопи. У нашому дослідженні зауважуємо, що при зміні положення гомілки ми спостерігаємо відповідну зміну прояву біоелектричних характеристик литкового м'яза, що дає змогу стверджувати про незначний вплив згаданого явища на рестраційні показники, оскільки зміна кута положення гомілки щодо стегна не може подіяти на скоротливі характеристики односуглобових м'язів, що проходять повз гомілковостопний суглоб.

Стандартизуючи умови виконання заданої вправи, ми передбачаємо виконання вправи з положенням розігнутої чи зігнутої стопи та розташування пальців у площині паралельній сагітальній. При згинанні гомілки й умові зміни спрямування пальців у сторону (гомілка супінується) чи досередини (гомілка пронується) ми відповідно спостерігаємо перерозподіл біо-

лектричної активності м'язів на зовнішню (рис. 4) та внутрішню головки литкового м'яза. Регламентация кута прикладеного зусилля й відстань важеля протидії від осі обертання регламентована конструктивними особливостями тренажера, та є стандартною для всіх досліджуваних.

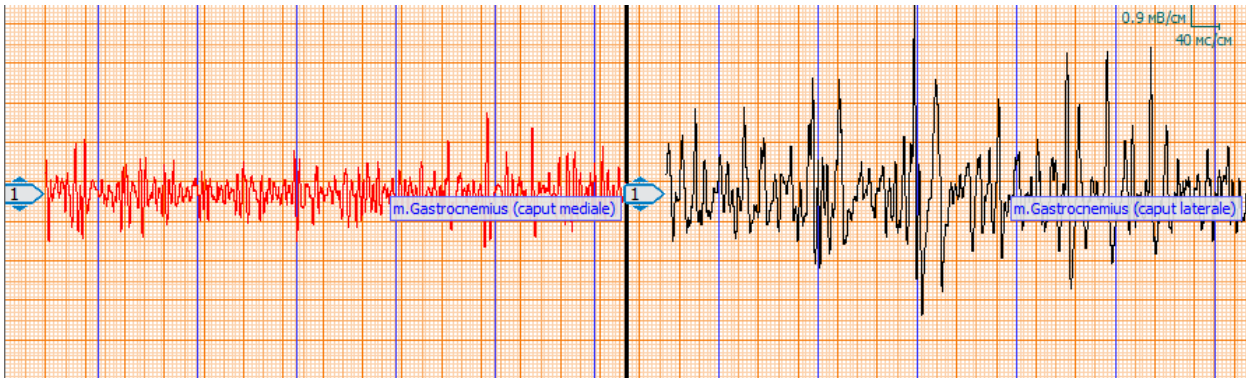


Рис. 4. Згинання супінованої гомілки, стопа зігнута (кут 165 градусів)

Таблиця 1

Показники інтерференційної електроміограми *m.gastrocnemius* у положенні нога пряма, у двох положеннях стопи (n=15, p=0,95)

Показник	Розігнута		Зігнута	
	caput mediale	caput laterale	caput mediale	caput laterale
Права нога				
Амплітуда макс. (мкВ)	2891,52±264,3	2147,80±207,7	5683,84±570,1	7032,96±693,7
Амплітуда сер. (мкВ)	523,45±51,4	317,14±28,9	446,73±45,0	695,02±68,3
Частота сер. (Гц)	153,7±14,4	194,7±18,5	279,4±27,2	203,7±19,5
Порівняльний коеф. (мкВ·с)	3,40±0,30	1,63±0,18	1,60±0,16	3,41±0,33
Ліва нога				
Амплітуда макс. (мкВ)	2684,15±270,1	1938,43±189,5	5328,57±529,9	6547,36±661,0
Амплітуда сер. (мкВ)	493,15±48,7	310,05±30,9	426,65±41,2	677,01±66,4
Частота сер. (Гц)	161,2±15,7	183,3±19,0	280,5±27,1	187,4±19,0
Порівняльний коеф. (мкВ·с)	3,05±0,31	1,69±0,16	1,52±0,49	3,61±0,35

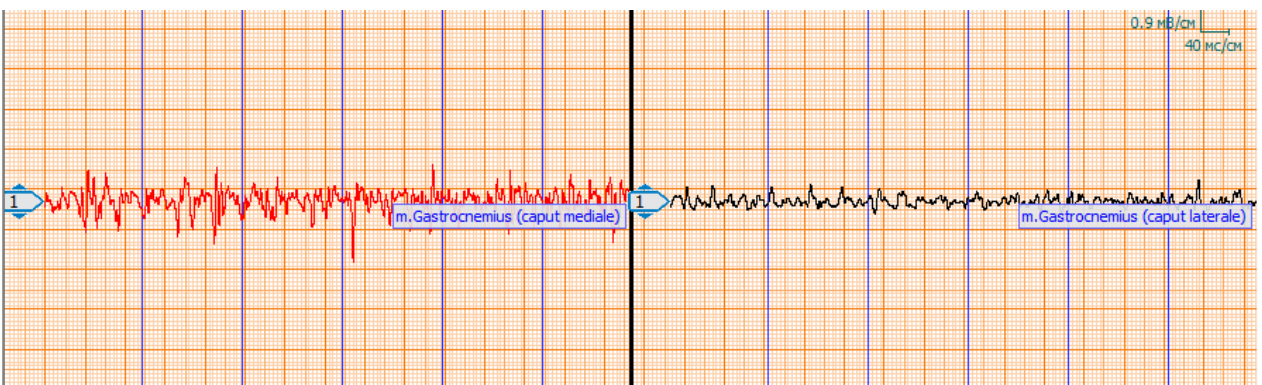


Рис. 5. Фрагмент інтерференційної міограми (згинання гомілки, кут 180 градусів; стопа розігнута)

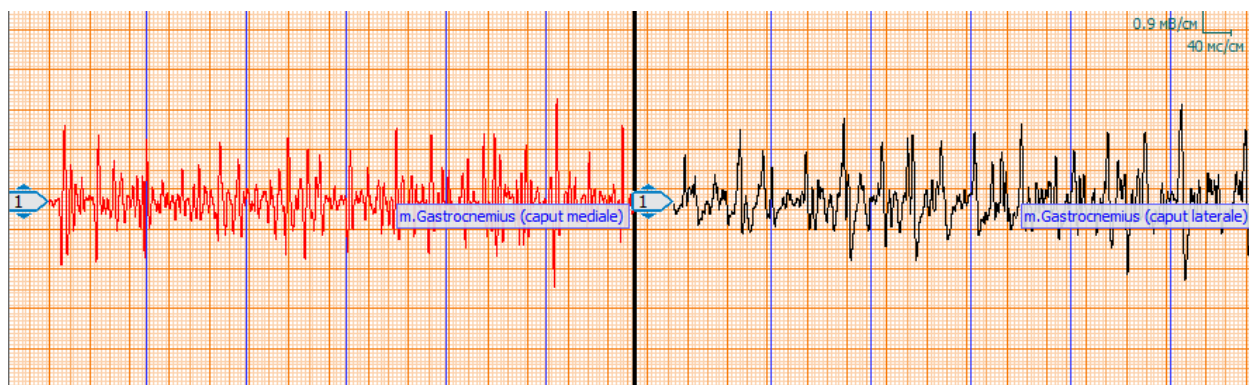


Рис. 6. Фрагмент інтерференційної міограми (згинання гомілки, кут 180 градусів; стопа зігнута)

Таблиця 2

Показники інтерференційної електроміограми *m.gastrocnemius*, кут згинання гомілки 165 градусів, у двох положеннях стопи (n=15, p=0,95)

Показник	Розігнута		Зігнута	
	caput mediale	caput laterale	caput mediale	caput laterale
Права нога				
Амплітуда макс. (мкВ)	3371,04±329,5	2533,12±248,7	5045,76±501,1	6801,60±647,4
Амплітуда сер. (мкВ)	627,33±63,02	444,81±43,2	402,5±36,7	620,38±61,9
Частота сер. (Гц)	150,3±13,3	201,2±19,6	317,1±27,5	193,4±17,8
Порівняльний коеф. (мкВ·с)	4,14±0,39	2,21±0,21	1,27±0,11	3,20±0,30
Ліва нога				
Амплітуда макс. (мкВ)	3137,25±299,9	2295,50±215,6	4815,12±461,7	6476,5±660,8
Амплітуда сер. (мкВ)	607,17±57,7	403,74±41,0	387,14±37,9	600,43±56,6
Частота сер. (Гц)	129,7±13,1	181,05±15,4	310,2±30,07	205,6±19,7
Порівняльний коеф. (мкВ·с)	4,17±0,36	2,22±0,21	1,25±0,12	2,92±0,25

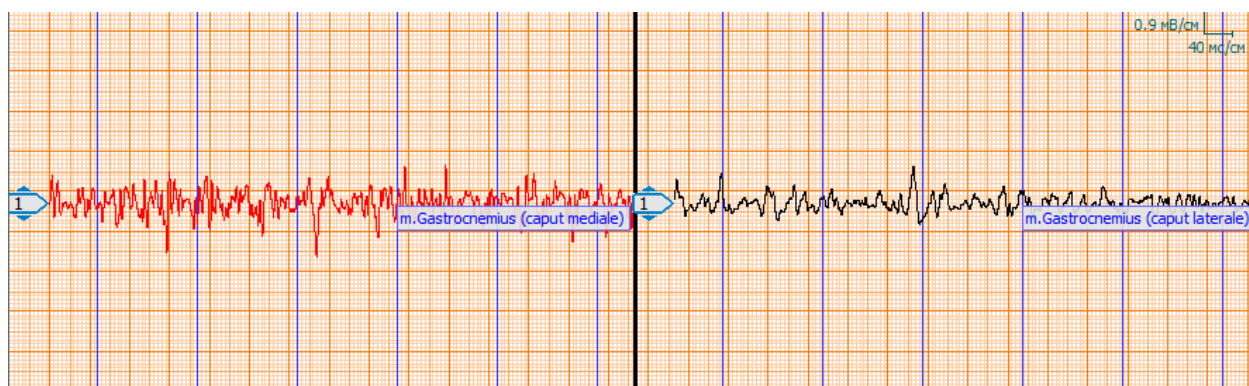


Рис. 7. Фрагмент інтерференційної міограми (згинання гомілки, кут 165 градусів; стопа розігнута)

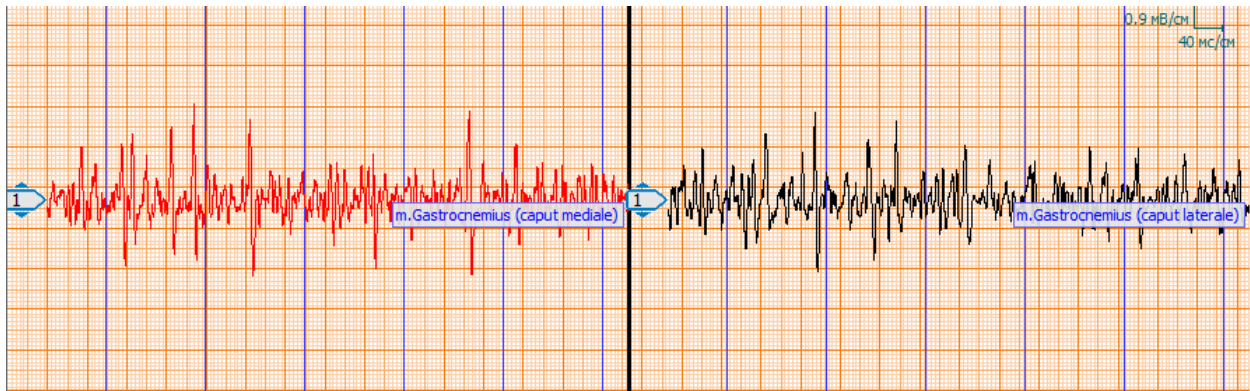


Рис. 8. Фрагмент інтерференційної міограми
(згинання гомілки, кут 165 градусів; стопа зігнута)

Таблиця 3

Показники інтерференційної електроміограми *m.gastrocnemius*,
кут згинання гомілки 145 градусів, у двох положеннях стопи (n=15, p=0,95)

Показник	Розігнута		Зігнута	
	caput mediale	caput laterale	caput mediale	caput laterale
Права нога				
Амплітуда макс. (мкВ)	3958,52±381,7	2943,68±288,6	4157,12±419,7	4970,24±467,8
Амплітуда сер. (мкВ)	652,67±65,4	500,41±46,7	350,21±35,07	560,13±54,08
Частота сер. (Гц)	136,8±13,1	174,9±16,9	390,7±38,1	231,1±22,6
Порівняльний коеф. (мкВ·с)	4,77±0,39	2,86±0,27	0,9±0,09	2,42±0,23
Ліва нога				
Амплітуда макс. (мкВ)	4050,73±397,6	2815,17±271,8	4003,14±388,9	4520,61±460,2
Амплітуда сер. (мкВ)	662,29±651,3	487,15±481,1	320,01±310,7	547,86±53,8
Частота сер. (Гц)	101,1±9,8	132,4±12,6	319,2±30,7	257,4±26,0
Порівняльний коеф. (мкВ·с)	6,55±0,64	3,67±0,37	1,00±0,10	2,12±0,20

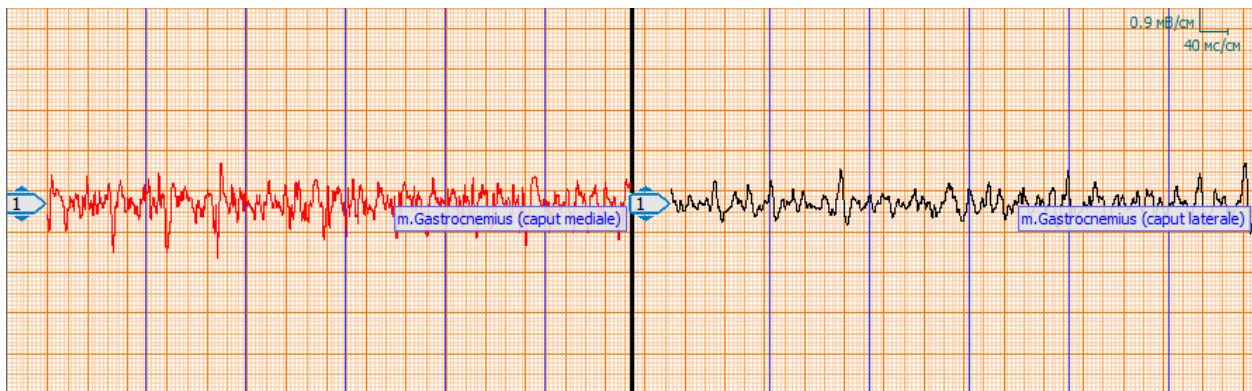


Рис.9. Фрагмент інтерференційної міограми
(згинання гомілки, кут 145 градусів; стопа розігнута)

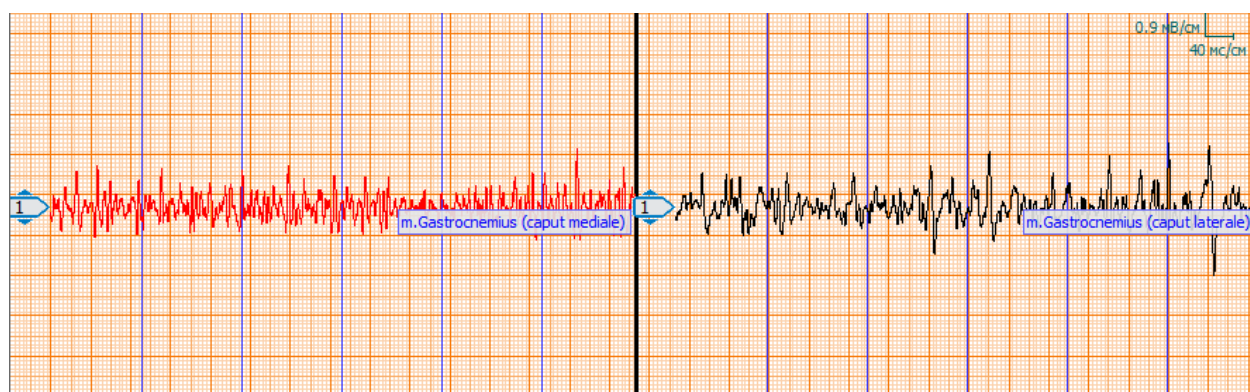


Рис. 10. Фрагмент інтерференційної міограми
(згинання гомілки, кут 145 градусів; стопа зігнута)

Таблиця 4

Показники інтерференційної електроміограми *m.gastrocnemius*,
кут згинання гомілки 125 градусів, у двох положеннях стопи (n=15, p=0,95)

Показник	Розігнута		Зігнута	
	caput mediale	caput laterale	caput mediale	caput laterale
Права нога				
Амплітуда макс. (мкВ)	4833,60±471,2	3728,32±364,4	3256,32±315,5	4048,40±378,2
Амплітуда сер. (мкВ)	728,21±70,7	573,69±56,6	309,98±26,3	504,47±48,7
Частота сер. (Гц)	109,2±9,45	125,6±10,09	420,1±4,16	270,1±24,8
Порівняльний коеф. (мкВ·с)	13,3±1,14	4,56±0,40	0,81±0,07	1,61±0,12
Ліва нога				
Амплітуда макс. (мкВ)	4659,18±458,2	3837,91±371,4	3134,12±299,9	3936,87±400,04
Амплітуда сер. (мкВ)	691,1±68,8	510,1±47,9	293,1±29,6	481,7±48,2
Частота сер. (Гц)	90,1±8,7	105,5±9,9	343,8±33,3	301,4±29,8
Порівняльний коеф. (мкВ·с)	7,67±0,74	4,84±0,45	0,85±0,86	1,59±0,14

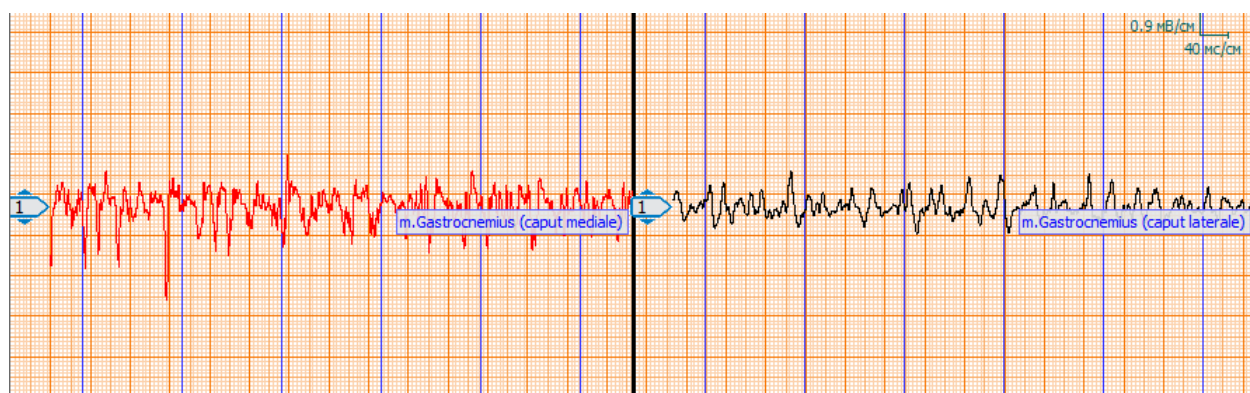


Рис. 11. Фрагмент інтерференційної міограми
(згинання гомілки, кут 125 градусів; стопа розігнута)

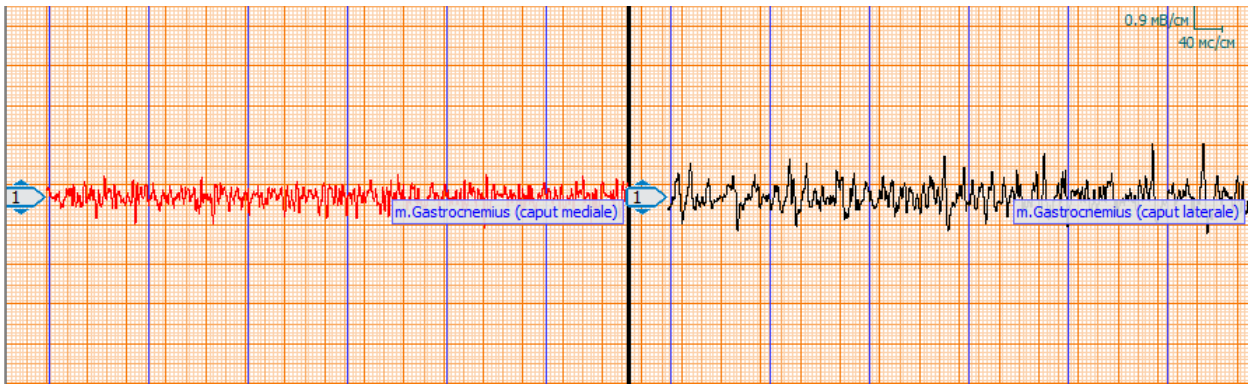


Рис. 12. Фрагмент інтерференційної міограми
(згинання гомілки, кут 125 градусів; стопа зігнута)

Висновок. Проаналізувавши ІЕМГ *m.gastrocnemius (caput mediale)* і *m.gastrocnemius (caput laterale)* у вправі «згинання гомілки лежачи» у положенні стопа зігнута, стопа розігнута; на механічному тренажері ми спостерігаємо залежність контрактильних проявів литкового м'яза, від взаємного співвідношення гомілковостопного й колінного суглобів.

Положення гомілки під кутом 180 градусів і зігнутої стопи (табл. 1) передбачає прояв максимальної біоелектричної активності даних м'язів в означеній вправі. У прикладі вказано проведені дослідження на правій нозі.

M.gastrocnemius (caput mediale): амплітуда макс. мкВ (5683, 84±570,1); амплітуда сер. мкВ (446,73±45,0); частота сер. Гц (279,4± 27,2); порівняльний коеф. (1,60±0,16).

M.gastrocnemius (caput laterale): амплітуда макс. мкВ (7032, 96±693,7); амплітуда сер. мкВ (695,02±68,3); частота сер. Гц (203,7± 19,5); порівняльний коеф. (3,41±0,33).

Подальше зменшення кута положення гомілки щодо стегна передбачає зменшення проявів біоелектричної активності литкового м'яза, досягаючи, найменшого прояву під кутом згинання гомілки 125 градусів (табл. 4, рис. 12).

Положення гомілки під кутом 180 градусів і розігнутої стопи (табл.1) передбачає прояв мінімальної біоелектричної активності цих м'язів в означеній вправі. В прикладі вказано проведені дослідження на правій нозі.

M.gastrocnemius (caput mediale): амплітуда макс. мкВ (2891, 52±264,3); амплітуда сер. мкВ (523,45±51,4); частота сер. Гц (153,7± 14,4); порівняльний коеф. (3,4±0,30).

M.gastrocnemius (caput laterale): амплітуда макс. мкВ (2147, 80±207,7); амплітуда сер. мкВ (317,14±28,9); частота сер. Гц (194,7± 18,5); порівняльний коеф. (1,63±0,18).

Подальше зменшення кута положення гомілки відносно стегна передбачає збільшення проявів біоелектричної активності литкового м'яза, досягаючи, найбільшого прояву під кутом згинання гомілки 125 градусів (табл. 4, рис. 11).

Підсумовуючи результати проведених досліджень робимо висновки, що, з досліджуваних нами, кут згинання гомілки 125 градусів і розігнутої стопи; кут 180 градусів положення гомілки відносно стегна і зігнутої стопи є оптимальними для прояву максимальної біоелектричної активності *m.gastrocnemius (caput mediale, caput laterale)*. Згідно з теорією А.М. Gordon, А.Ф. Huxsley, F.J. Julian (1966) [23] і В.М. Заціорського, та ін. (1981) [7], припускаємо, що саме пряме положення ноги є положенням «довжини спокою» для литкового м'яза у вправі «згинання гомілки лежачи» у положенні стопа зігнута, припускаємо, що цей кут положення гомілки є оптимальним для побудови комплексів вправ силової спрямованості для цього м'яза.

Перспектива подальших досліджень полягає у вивченні перерозподілу біоелектричної активності литкового м'яза при зміні положення стопи у площині паралельній сагітальній у вправі згинання гомілки лежачи.

Потребують подальшого дослідження перерозподіл біоелектричної активності на внутрішню та зовнішню головки литкового м'яза при зміні положення стопи до середини чи назовні, оскільки в нашому дослідженні ми спостерігаємо розподіл пріоритету біоелектричної ак-

тивності при розігнутій стопі на *m.gastrocnemius (caput mediale)*, при зігнутій на *m.gastrocnemius (caput laterale)* залежно від вихідного положення стопи. Вивчення динаміки співвідношення максимальної та середньої амплітуд.

Проведення цих досліджень дозволить оптимізувати навчально-тренувальний процес кваліфікованих футболістів визначивши положення прояву максимальної біоелектричної активності залучених до спеціальної вправи м'язів.

Список літератури

1. Антонов В. Ф. Практикум по биофизике / В. Ф. Антонов. – М. : Владос, 2001. – 352 с.
1. Бесков К. И. Футбол – моя страсть / К. И. Бесков. – М. : Физкультура и спорт, 1991. – 212 с.
2. Васильева-Линецкая Л. Я. Автоматизированная система диагностики функционального состояния мышц по результатам исследований электромиографических сигналов / Л. Я. Васильева-Линецкая, В. Ф. Деменко, Г. А. Черепашук [и др.] // Труды Национального аэрокосмического университета им. Н. Е. Жуковского "ХАИ". – Харьков : Антика, 2002. – Вып. 33. – С. 322–331.
3. Вовканич Л. Особливості інтерференційної електроміограми м'язів лучників під час виконання змагальної вправи [Електронний ресурс] / Л. Вовканич, Б. Виноградський, В. Ткачук // Спортивна наука України. – 2012. – № 4 (48). – С. 3–9.
4. Гаджиев Г. М. Структура соревновательной деятельности как основа комплексного контроля и планирования подготовки футболистов высокой квалификации : автореф. дис. ... канд. пед. наук. / Гаджиев Г. М. – М., 1984. – 24 с.
5. Годик М. А. Физическая подготовка футболистов / М. А. Годик. – М. : Терра-Спорт, Олимпия Пресс, 2006. – 272 с., ил.
6. Зацюрский В. М. Биомеханика двигательного аппарата человека / В. М. Зацюрский, А. С. Аруин, В. Н. Селуянов. – М. : Физкультура и спорт, 1981. – 143 с.
7. Николаев С. Г. Атлас по электромиографии / С. Г. Николаев. – Иваново : ИПК Прес-Сто, 2010. – 468 с.
8. Николаев С. Г. Практикум по клинической электромиографии / С. Г. Николаев. – изд. 2-е, перераб. и доп. – Иваново : Иван. гос. мед. академия, 2003. – 264 с.
9. Платонов В. Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте / В. Н. Платонов. – К. : Олимпийская литература, 1997. – С. 59–131.
10. Ратов И. П. Исследование спортивных движений и возможностей управления изменением их характеристик с использованием технических средств : автореф. дис. ... д-ра пед. наук / И. П. Ратов. – М., 1972. – 24 с.
11. Синельников Р. Д. Атлас анатомии человека / Р. Д. Синельников. – 3-е изд. – М. : Медицина, 1967. – 1326 с.
12. Сиренко П. А. Специальные и превентивные упражнения в профессиональном футболе / П. А. Сиренко. – Х. : Нове слово, 2012. – 244 с. : ил. и табл.
13. Сиренко П. О. Особливості інтерференційної електроміограми м'язів-розгиначів голімки кваліфікованих футболістів в контексті спеціальної вправи / П. О. Сиренко, С. В. Королінська, Ю. П. Сиренко // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2013. – № 7 – С. 70–76.
14. Сиренко П. О. Особливості інтерференційної електроміограми прямого м'язу стегна у кваліфікованих футболістів в контексті спеціальної вправи / П. О. Сиренко, С. В. Королінська, Ю. П. Сиренко // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2013. – № 8 – С. 92–98.
15. Спортивные игры: техника, тактика, методика обучения : учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений / Ю. Д. Железняк, Ю. М. Портнов, В. П. Савин, А. В. Лексаков ; под ред. Ю. Д. Железняка, Ю. М. Портнова. – 2-е изд., стереотип. – М. : Академия, 2004. – 520 с.

16. Тюленьков С. Ю. Теоретико-методические аспекты управления подготовкой высококвалифицированных футболистов : автореф. дис. д-ра пед. наук : 13.00.01 / Тюленьков С. Ю. – М., 1996. – 54 с.
17. Юмашев Г. С. Травматология и ортопедия. / Г. С. Юмашев. – М. : Медицина, 1983. – 576 с.
18. *Basmadjan J. V. Muscle alive* / J. V. Basmadjan. – 2-nd ed. – Baltimore : Williams and Wilkins Co., 1978. – 316 p.
19. *Carnevale B. Basis Defense* / B. Carnevale // Adelphi College Coaching School Notes. – Garden City, Long Island, New York, 1998. – P. 42–47.
20. *Costill D. L. Muscle fiber composition and enzyme activities in elite female distance runners* / D. L. Costill, W. J. Fink, M. Flynn, J. Kirwan // *International Journal of Sport Medicine*. – 1987. – Vol/ 8. – P. 103–106.
21. *Gollnick P. D. The identification of fiber type in skeletal muscle: a continual dilemma* / P. D. Gollnick, D. R Hodson // *Exercise and Sport Sciences Reviews*. – 1986. – Vol. 14. – P. 81–104.
22. *Gordon, A. M. The variation in isometric tension with sarcomere length in vertebrate muscle fibres* / A. M. Gordon, A. F. Huxley, F. J. Julian // *Journal of Physiology*, 1966. – Vol. 184. – P. 170–192.
23. *Luca de C. J. The use of surface Electromyography in biomechanics* / Luca de C. J // *Journal Applied Biomechanics*. – 1997. – Vol.13. – P. 135–163.
24. *Morecki A. Bionika ruchu* / A. Morecki, J. Ekiel, K. Fidelus. – Warzhawa. 1971. – 466 с.

Стаття надійшла до редколегії 27.06.2013