

УДК: 37.037.1:796.332:611.738.14

П. О. Сіренко
Футбольний клуб «Металіст», Національний фармацевтичний університет**ОСОБЛИВОСТІ ІНТЕРФЕРЕНЦІЙНОЇ ЕЛЕКТРОМІОГРАМИ М'ЯЗІВ ЗАДНЬОЇ ГРУПИ СТЕГНА У КВАЛІФІКОВАНИХ ФУТБОЛІСТІВ У ВПРАВИ «РОЗГИНАННЯ СТЕГНА СТОЯЧИ»**

Анотація. Дослідження полягало у визначенні оптимального кута положення гомілки відносно стегна у вправі «розгинання стегна стоячи» для прояву максимальної біоелектричної активності двоголового, напівсухожилкового, напівперетинчастого м'язів. У процесі дослідження опрацьовано електроміограму 17 гравців ФК «Металіст» віком 18–35 років упродовж п'ятисекундного білямаксимального ізометричного скорочення м'язів *m. biceps femoris*, *m. semitendinosus*, *m. semimembranosus*. Досліджені нами положення знаходяться в межах конструктивних особливостей тренажеру. Результати аналізу сегментів електроміографії дозволили зробити висновки, що з розглянутих нами положень кут 70 градусів положення стегна відносно вісі тулуба має найменші прояви біоелектричної активності даних м'язів, має мінімальні передумови для прояву м'язової сили. Отримані нами дані свідчать про те, що вертикальне положення ноги є положенням найбільшого перекриття актиноміозинових філаментів у саркомері двосуглобових м'язів задньої групи стегна, має оптимальні передумови для прояву м'язової сили.

Ключові слова: електроміографія, кут прикладеного зусилля, розгинання стегна стоячи, футбол, напівсухожилковий м'яз, напівперетинчастий м'яз, двоголовий м'яз стегна.

Вступ. Структурною особливістю рухової діяльності в сучасному футболі є виконання великого асеналу заздалегідь вироблених технічних прийомів (рухових навичок), вибір і реалізація яких визначається оперативним аналізом ігрової ситуації, в яких залучаються більшість м'язів опорно-рухового апарату. Ці рухові навички пов'язані з обробкою м'яча (рис. 1), ударами, передачею та іншими операціями. Великий простір футбольного поля, значні прискорення в розбігу і гальмування, особливо в поєднанні з реалізацією технічних прийомів з м'ячем – все це обумовлює посилення функцій не тільки енергетичного компонента діяльності, але й статокінетичної рівноваги, яка протидіє «збиваючій» дії розгальмовування пізнотонічних уроджених рефлексів, в яких повсякчасно залучені м'язи, що розгинають стегно [20]. А визначення, в якому положенні м'язи задньої групи стегна можуть проявити свою максимальну біоелектричну активність і, відповідно до досліджень А. М. Gordon, А. F. Huxley, F. J. Julian (1966), В. М. Заціорського (1981), можуть проявити максимальне зусилля, стає пріоритетним завданням.

Основним прийомом дослідження рухів людини була зміна та реєстрація різного роду механічних проявів роботи м'яза, але на сьогоднішній день вивчення м'язової діяльності кваліфікованих спортсменів вимагає застосування різних сучасних прийомів, пов'язаних з реєстрацією електричних процесів, які відбуваються в контрактильних системах під час виконання спеціальної вправи [15; 16].

Одним з сучасних методів діагностики є електроміографія – метод дослідження нервово-м'язової системи за допомогою реєстрації електричних потенціалів м'язів [4]. Електроміографічні дослідження дозволяють не тільки встановити ділянку акцентованого впливу на задану групу м'язів, але й об'єктивно оцінити оптимальний кут розташування кінцівки (у випадку нашого дослідження положення стегна відносно вісі тулуба), визначивши максимальну біоелектричну активність, положення найбільшого перекриття актино-

миозинових філаментів у саркомері *m. biceps femoris*, *m. semitendinosus*, *m. semimembranosus*, у відповідності до кута прикладеного зусилля в контексті виконання статичної протидії у вправі «розгинання стегна стоячи», нога пряма [2].

Фізична підготовка кваліфікованих футболістів залежить від правильного вибору засобів і вмілого застосування методів. Основними засобами спеціальної фізичної підготовки в футболі є спеціальні підготовчі вправи, які дозволяють розвивати фізичні здібності, специфічні для даної гри [14]. Сюди входять вправи для розвитку швидкості рухової реакції і орієнтування, уваги, швидкості дій, швидкості переміщення (робота ніг), стрибучості, вміння швидко переходити зі статичного положення в рух і зупинитися після швидкого переміщення, сили й швидкості скорочення м'язів, які беруть участь у виконанні основних технічних прийомів гри, координаційних здібностей (спритності), гнучкості, необхідних для оволодіння раціональною технікою гри; спеціальної витривалості (стрибкові, швидкісні, силові); акробатичні вправи, вправи з техніки і тактики гри; двостороння гра [5; 7; 18]. Зі всіх вищерозглянутих засобів навчально-тренувального процесу перевага залишається за вправами, які несуть специфічний зміст [10]. Іншими словами, на підставі роботи на механічному тренажері ми моделюємо вправу, даючи навантаження на м'язи, які активно використовуються футболістами під час навчально-тренувального процесу і змагальної діяльності [15; 16].

Для пошуку нових і вдосконалення відомих систем організації учбово-тренувального процесу на перші шаблі стають автоматизовані системи вимірювання та обробки медико-біологічної інформації, які використовують сучасні програмні засоби, істотно розширюючи можливості диференційованої оцінки локалізації навантаження на рухомий сегмент, що отримує специфічне навантаження [3]. У нашому дослідженні ми використовуємо електроміографію.

До основних методик електроміографічних досліджень належить аналіз (поверхневих, сумарних) електроміограм, оскільки великий розмір і відда-





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



Рис. 2. Положення стегна: а) кут – 70 градусів; б) кут – (-15) градусів

леність від м'язової тканини поверхневого електрода дозволяють реєструвати за його допомогою тільки сумарну активність м'язів, що представляє собою інтерференцію потенціалів дії багатьох сотень і навіть тисяч м'язових волокон [4; 8; 9]. За допомогою цього методу можна вивчати структуру та функцію нейромоторного апарату, який складається з функціональних елементів – рухових одиниць, куди входять мотонейрон і група м'язових волокон, яка ним іннервується [1]. Наприклад, якщо довжина розтягнутого м'яза в два рази переважає його довжину в спокої, продукування сили практично буде дорівнювати нулю [23]. Однак необхідно приймати до уваги факт, що сила м'язових волокон буде залежати від кількості поперечних містків, дотичних з актиновими філаментами. При перерозтягненні м'язових волокон відстань між актиновими і міозинними філаментами збільшується. Зменшення площі перекривання цих філаментів скорочує кількість поперечних містків, які необхідні для утворення сили [23]. Luca de C. J. (1997) встановив при одночасній реєстрації довжини саркомеру,

сили тяги й перекриття актиноміозинових філаментів у саркомері, що сила контрактильних компонентів максимальна при найбільшому перекритті даних ділянок [25]. При зменшенні або збільшенні довжини м'яза величина перекриття змінюється, сила падає [6; 11]. Скерування руху прямої ноги згори донизу зближує проксимальну і дистальну області кріплення, тим самим, по мірі розгинання стегна, зближує міофіламенти в саркомері спочатку розтягнутих м'язів (чим гостріше кут положення стегна до вертикальної вісі, тим кількість поперечних містків більше), нарощуючи їх біоелектричну активність і тим самим контрактильну здатність. Однак необхідно зауважити, що біоелектричні і скоротливі можливості розглянутих нами м'язів знаходяться, відповідно до досліджень А. Morecki, J. Ekiel, K. Fidelus (1971), у залежності від їх двосуглобової будови і взаємного співвідношення колінного і кульшового суглобів [26]. У випадку нашого дослідження, положення прямої ноги і зігнутого стегна віддаляє ділянки кріплення *m. biceps femoris*, *m. semitendinosus*, *m. semimembranosus* до певних

меж, які регламентовані їх здатністю розтягуватись і конструктивними особливостями механічного тренажера.

Метою дослідження є визначення експериментальним шляхом оптимального кута для прояву максимальної біоелектричної активності м'язів *m. biceps femoris*, *m. semitendinosus*, *m. semimembranosus* у вправі «розгинання стегна стоячи», прямою ногою, на підставі максимального зусилля протягом п'яти секунд на нерухомий важіль тренажера.

Матеріал і методи дослідження. Пріоритетним елементом є додаткова опора на тренажері для плечового поясу (як елемент підтримання рівноваги та утримання вихідного положення), розташування тулуба й опорної кінцівки вертикально (рис. 2). Регламентація кута прикладеного зусилля та відстань важеля протидії від вісі обертання регламентована конструктивними особливостями тренажера, та є стандартною для всіх досліджуваних. Також можливість регулювання положення опорної ноги на тренажері (вгору-вниз), зважаючи на довжину кінцівки досліджуваного, дозволяє розташувати вісь обертання кульшового суглобу і тренажера в одній площині [13].

Важливим чинником, що регламентує дану вправу є положення прямої ноги. Опора важеля на рівні нижньої третини задньої поверхні гомілки збільшує плече сили, але не створює обмежень під час накладання електродів. Додатковий вплив на м'язи задньої групи стегна, що передбачає втримання положення прямої ноги, мінімальний, оскільки анатомічна будова колінного суглоба не передбачає подальше розгинання гомілки.

Безпосередньо перед обстеженням нами було проведено розминку на еліпсоїдному степпері протягом 10 хвилин з поступовим підвищенням навантаження від 30 до 120 Вт з темпом 80 кроків на хвилину і наступним відпочинком 5 хвилин, виконанням вправ для розвитку гнучкості.

Оскільки досліджувані нами м'язи є двосуглобовими, ми, у відповідності до досліджень А. Morecki, J. Ekiel, K. Fidelus (1971) [26] стосовно функцій «актонів», припустили, що при зміні положення стегна відносно вісі тулуба, м'язи відповідно скоротяться або розтягнуться, зміняться кути прояву максимальної біоелектричної активності означених контрактильних ділянок.

У дослідженні взяли участь 17 гравців основного та дублюючого складу ФК «Металіст» віком 18–35 років. Дослідження проводили на учбово-тренувальній базі ФК «Металіст» у першій половині дня за допомогою комп'ютерного електронейроміографа науково-виробничого підприємства DX-Системи «М-ТЕСТ», що відповідає технічним умовам ТУУЗ3.1-30428373-004-2004, призначений для реєстрації й аналізу ЕМГ. Використовували електроди Ag/AgCL Skintact easitabs RT34 з клейкою основою. Відповідно до даних С. Г. Ніколаєва (2003, 2010) [8; 9] ми використовували електроди з довільною міжелектродною відстанню: активний електрод кріпили в зоні іннервації – над черевцем (повздожж) м'яза, у проекції рухової зони, а референтний – на ділянці сухожильної частини. Відстань між проксимально і дистально розташованими електродами для кожного з м'язів є однаковою, оскільки зміни даного чинника можуть вплинути на зміни показників реєстрації електроміограми. А наявність у безпосе-

редній 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 [21]. Заземлюючи електрод розташовуємо на дистальній частині протилежної кінцівки. Його приєднуємо до відповідної клеми на електродній панелі електроміографа [9].

Визначення кутів положення між досліджуваними сегментами проводили за допомогою фотогоніометрії. Визначення кута між стегном і вертикальною площиною (об'єднує вісі тулуба і опорної ноги) проводили за допомогою фотогоніометричного дослідження. Точку «0» зміни кута (вісі обертання кутоміра) встановлюємо на рівні великого вертлюга, одна бранша по вісі стегна, інша по бічній поверхні тулуба [12; 19].

Виконання вправи «розгинання стегна стоячи» з можливістю регулювання кута та важеля протидії (змінюючи кут вихідного положення) правою та лівою ногою по чергово на підставі ваги, не дає змогу зрушити важіль тренажера під кутами відхилення ноги від вертикальної вісі (рис. 4 – (–15) градусів; рис. 5 – (0) градусів; рис. 6 – (20) градусів; рис. 7 – (40) градусів; рис. 8 – (70) градусів), прямою ногою, на підставі максимального зусилля протягом п'яти секунд на нерухомий важіль тренажера. Стандартизуючи умови виконання заданої вправи, ми передбачаємо виконання вправи з положенням носка в площині паралельній сагітальній, оскільки відхилення скерування положення носка передбачає перерозподіл акценту навантаження на певну м'язову ділянку. Ротація ноги назовні залучить до скорочення м'язи задньолатеральної області стегна (рис. 3), ротація ноги досередини залучить до скорочення, відповідно, м'язи задньомедіальної області.

Регламентація кута прикладеного зусилля і відстань важеля протидії від вісі обертання обумовлені конструктивними особливостями тренажера та є стандартними для всіх досліджуваних.

Визначали такі показники, як: максимальна амплітуда (мкВ) – максимальна амплітуда, що спостерігається на даній ділянці інтерференційної міограми; середня амплітуда (мкВ) – середня амплітуда даної 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.

До таблиці внесений середній показник із сімнадцяти досліджуваних, мінімальний і максимальний показники враховані як хибні і не прийняті в систему підрахунку. У своєму дослідженні ми встановили швидкість просування «стрічки» в межах 200 мс·см⁻¹, підсилення (амплітуду, що відображається) сигналу 5 мВ·см⁻¹, при поточному значенні швидкості відкликів 40 мс·см⁻¹ і поточному значенні посилення відкликів 0,9 мВ·см⁻¹ (рис. 2). Отримані показники аналізували методами статистики з використанням програми Microsoft Excel 2007.

Висновки. Проаналізувавши ІЕМГ *m. biceps femoris*, *m. semitendinosus*, *m. semimembranosus* у вправі «розгинання стегна стоячи», прямою ногою, в контексті статичної протидії, можемо зробити висновки, що вертикальне положення ноги (рис. 5; табл. 2) є положенням прояву максимальної біоелектричної активності і, відповідно, положенням найбільшого пе-

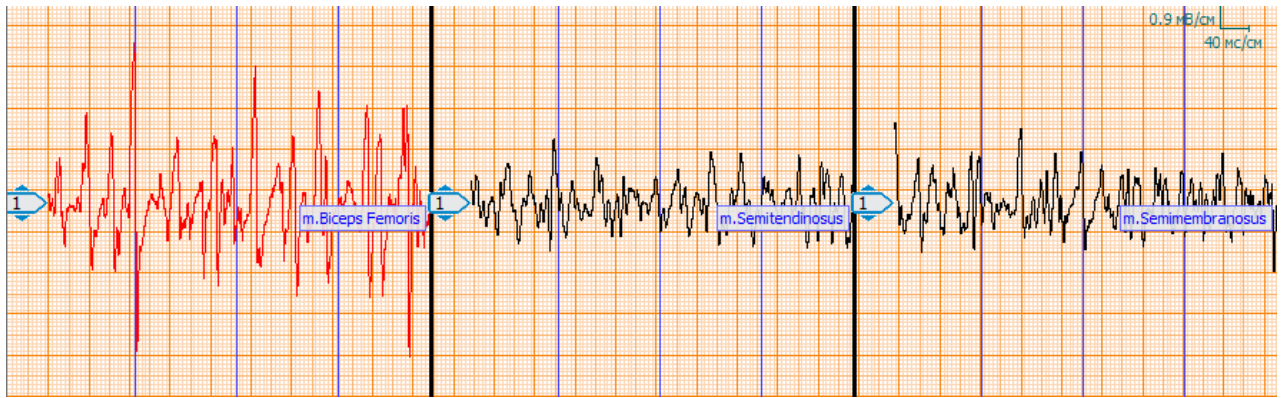


Рис. 3. Фрагмент інтерференційної міограми розгинання супінованого стегна, нога пряма (кут 20 градусів)

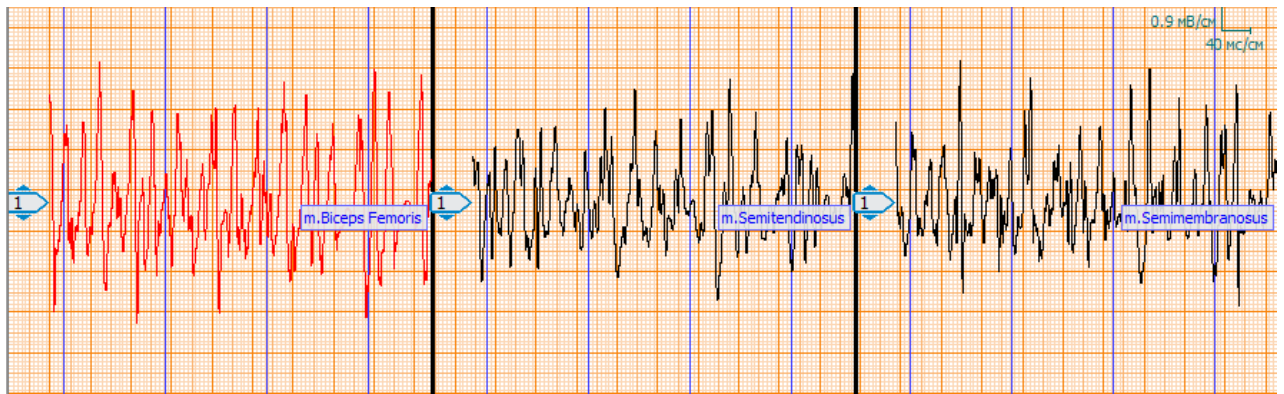


Рис. 4. Фрагмент інтерференційної міограми (кут (-15) градусів)

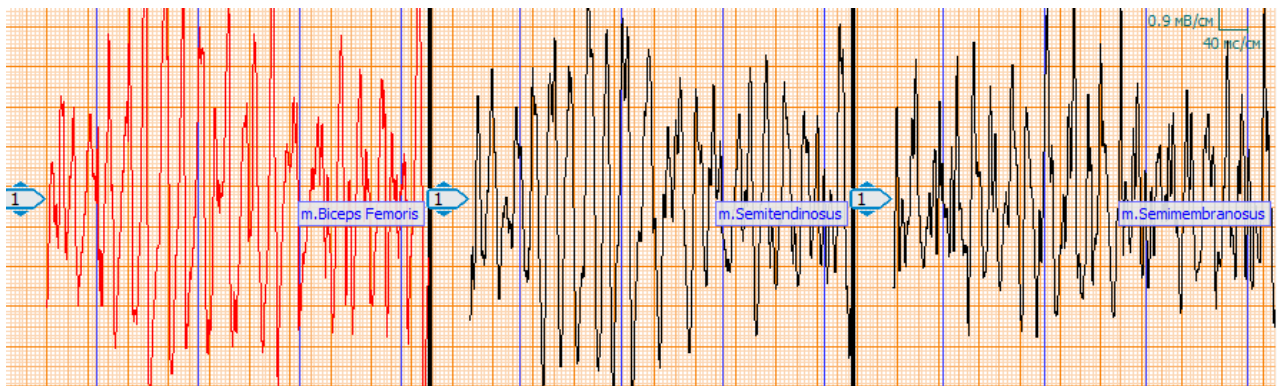


Рис. 5. Фрагмент інтерференційної міограми (кут 0 градусів)

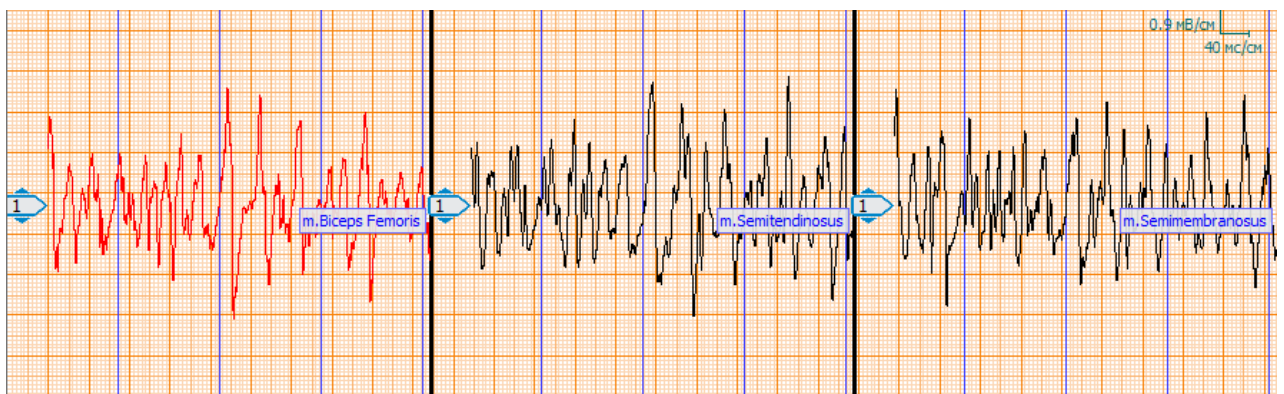


Рис. 6. Фрагмент інтерференційної міограми (кут 20 градусів)

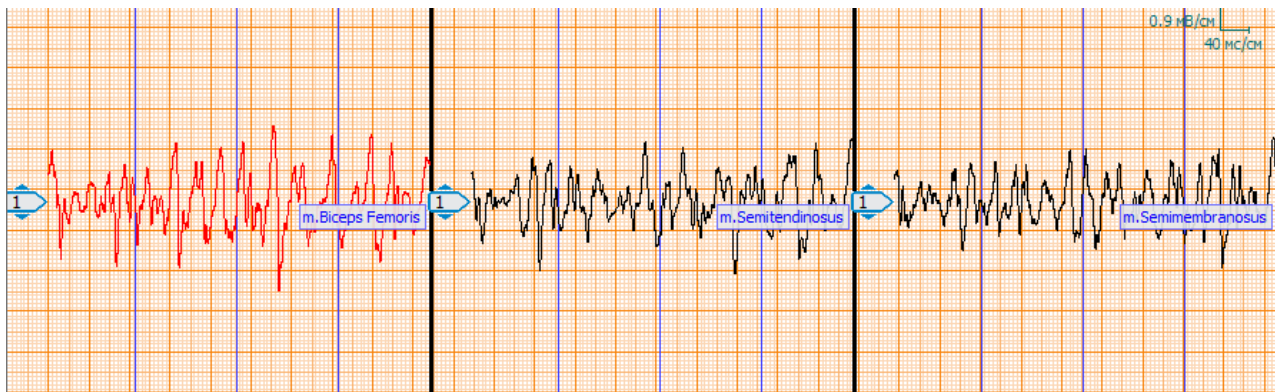


Рис. 7. Фрагмент інтерференційної міограми (кут 40 градусів)

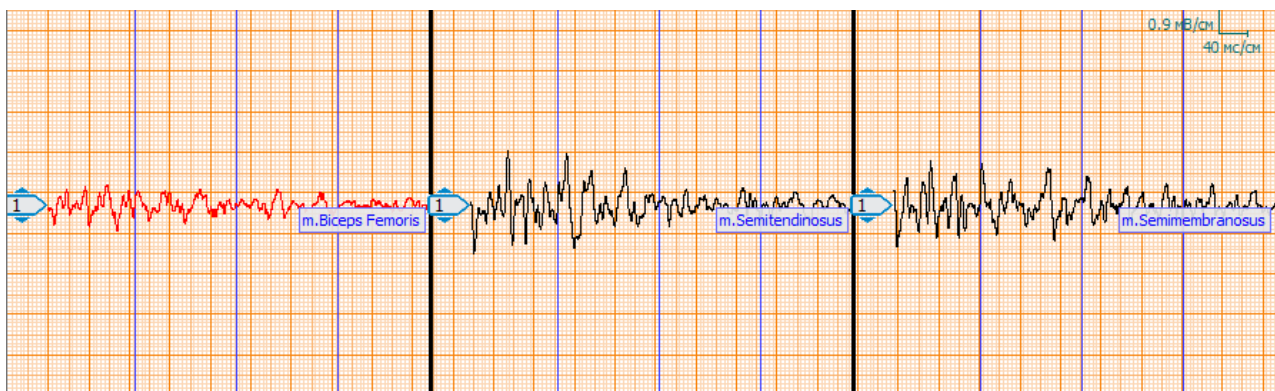


Рис. 8. Фрагмент інтерференційної міограми (кут 70 градусів)

Таблиця 1

Дані інтерференційної електроміограми двоголового, напівсухожилкового і напівперетичастого м'язів

-15 градусів	<i>M. biceps femoris</i>		<i>M. semitendinosus</i>		<i>M. semimembranosus</i>	
	права нога	ліва нога	права нога	ліва нога	права нога	ліва нога
Амплітуда макс. (мкВ)	7324,80±715,5	7218,18±722,0	5794,56±553,3	5620,28±565,7	6462,72±637,1	6510,09±624,9
Амплітуда сер. (мкВ)	1378,82±125,5	1145,17±112,7	678,81±68,5	701,1±69,2	734,88±70,0	715,64±72,1
Частота сер. (Гц)	174,7±16,8	165,7±16,7	289,5±30,0	281,8±27,7	313,3±30,7	308,8±31,0
Порівняльний коефіцієнт	7,89±0,75	6,9±0,63	2,34±0,24	2,48±0,27	2,34±0,24	2,32±0,23

рекриття актиноміозинових філаментів у саркомері даних м'язів. У відповідності до теорії Gordon, Huxsley, Julian (1966) [24] і В. М. Заціорського (1981) [6] припускаємо, що саме це положення є положенням «довжини спокою» для досліджуваних нами м'язів. При відхиленні положення кінцівки від означеного ми спостерігаємо зменшення показників ІЕМГ. Представлені рисунки наочно відображають цю динаміку.

Положення 70 градусів згинання стегна, нога пряма, з досліджуваних нами, є положенням найменшого прояву біоелектричної активності, і, відповідно, положенням найменшого перекриття актиноміозинових філаментів у саркомері двоголового, напівсухожил-

кового, напівперетинчастого м'язів, що складає найменші передумови для прояву сили даних контрактильних сегментів.

Перспектива подальших досліджень полягає в подальшому дослідженні, у відповідності до теорії А. Morecki, J. Ekiel, K. Fidelus (1971) [26] про «актони», контрактильних проявів *m. biceps femoris*, *m. semitendinosus*, *m. semimembranosus*, у залежності від взаємного співвідношення кульшового і колінного суглобів. Потребує подальшого дослідження вивчення перерозподілу біоелектричної активності м'язів задньої групи стегна в залежності від скерування ротації стегна; зміна динаміки співвідношення

Таблиця 2

Дані інтерференційної електроміограми двоголового, напівсухожилкового і напівперетичастого м'язів

0 градусів	<i>M. biceps femoris</i>		<i>M. semitendinosus</i>		<i>M. semimembranosus</i>	
	права нога	ліва нога	права нога	ліва нога	права нога	ліва нога
Амплітуда макс. (мкВ)	12702,40±1115,8	11748,57±1098,6	9160,32±901,1	9110,83±877,6	7190,40±721,1	7093,37±700,4
Амплітуда сер. (мкВ)	1608,92±157,8	1550,37±145,5	925,95±93,2	915,20±89,4	961,78±93,3	977,16±98,8
Частота сер. (Гц)	176,4±16,1	180,3±18,0	274,6±27,1	261,4±25,2	300,9±28,4	291,4±27,5
Порівняльний коефіцієнт	9,12±0,87	8,60±0,79	3,37±0,40	3,50±0,33	3,20±0,31	3,35±0,32

Таблиця 3

Дані інтерференційної електроміограми двоголового, напівсухожилкового і напівперетичастого м'язів

20 градусів	<i>M. biceps femoris</i>		<i>M. semitendinosus</i>		<i>M. semimembranosus</i>	
	права нога	ліва нога	права нога	ліва нога	права нога	ліва нога
Амплітуда макс. (мкВ)	5163,84±505,3	5237,66±521,4	7099,52±672,2	7007,72±683,9	5774,40±581,2	5628,19±562,1
Амплітуда сер. (мкВ)	890,93±87,7	900,08±91,2	589,50±57,6	567,29±55,4	610,74±60,3	605,19±58,8
Частота сер. (Гц)	137,2±14,0	131,38±12,9	268,3±27,4	271,18±23,6	283,8±28,2	261,7±24,4
Порівняльний коефіцієнт	6,50±0,64	6,85±0,67	2,20±0,21	2,09±,19	2,15±0,20	2,31±0,21

Таблиця 4

Дані інтерференційної електроміограми двоголового, напівсухожилкового і напівперетичастого м'язів

40 градусів	<i>M. biceps femoris</i>		<i>M. semitendinosus</i>		<i>M. semimembranosus</i>	
	права нога	ліва нога	права нога	ліва нога	права нога	ліва нога
Амплітуда макс. (мкВ)	3680,64±370,0	3577,54±345,5	3667,24±357,7	3720,49±340,5	3592,32±361,6	3470,78±322,3
Амплітуда сер. (мкВ)	558,84±54,4	527,15±50,7	345,97±33,3	338,75±34,2	368,93±36,7	380,02±36,9
Частота сер. (Гц)	99,2±9,2	100,5±9,8	271,9±2,6	254,2±2,5	286,8±2,5	263,8±2,6
Порівняльний коефіцієнт	5,64±0,56	5,24±0,51	1,27±0,11	1,33±0,11	1,29±0,12	1,44±0,14

проявів скоротливих характеристик максимальної, середньої амплітуди та частоти м'язів-агоністів у залежності від кута прикладеного зусилля. Потребують вивчення контрактильні характеристики *m. gluteus maximus* у контексті вправи, що була нами розгляну-

та. Проведення даних досліджень дозволить оптимізувати учбово-тренувальний процес кваліфікованих футболістів, визначивши положення прояву максимальної біоелектричної активності залучених до спеціальної вправи м'язів.



Таблиця 5

Дані інтерференційної електроміограми двоголового, напівсухожилкового і напівперетичаючого м'язів

70 градусів	<i>M. biceps femoris</i>		<i>M. semitendinosus</i>		<i>M. semimembranosus</i>	
	права нога	ліва нога	права нога	ліва нога	права нога	ліва н.
Амплітуда макс. (мкВ)	1464,96±142,2	1370,81±110,7	3568,32±360,7	3633,38±351,1	3131,52±305,5	3110,08±299,8
Амплітуда сер. (мкВ)	360,11±34,1	322,65±32,5	276,29±25,8	274,28±25,1	278,91±28,2	257,73±22,2
Частота сер. (Гц)	88,8±7,2	99,4±8,7	298,4±26,9	295,7±30,0	314,4±28,5	325,6±31,1
Порівняльний коефіцієнт	4,02±0,40	3,25±0,31	0,93±0,09	0,92±0,09	0,89±0,08	0,79±0,08

Список використаної літератури:

1. Автоматизированная система исследований электромиографических сигналов человека / Л. Я. Васильева-Линецкая, А. О. Роханский, А. В. Галацан и др. // Открытые информационные и компьютерные информационные технологии. – Харьков, 1998. – Вып. 2. – С. 215–220.
2. Антонов В. Ф. Практикум по биофизике / В. Ф. Антонов. – М. : Владос, 2001. – 352 с.
3. 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.
4. Вовканич Л. Особливості інтерференційної електроміограми м'язів лучників під час виконання змагальної вправи / Л. Вовканич, Б. Виноградський, В. Ткачек // Спортивна наука України. – 2012. – № 4 (48). – С. 3–9.
5. Годік М. А. Физическая подготовка футболистов / М. А. Годік. – 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. Костюкевич В. М. Теоретико-методичні аспекти тренування спортсменів високої кваліфікації : [навч. посібн.] / В. М. Костюкевич. – Вінниця : Планер, 2007. – 272 с.
8. Николаев С. Г. Атлас по электромиографии / С. Г. Николаев. – Иваново : ИПК ПресСто, 2010. – 468 с.
9. Николаев С. Г. Практикум по клинической электромиографии / С. Г. Николаев. – изд. 2-е, перераб. и доп. – Иваново : ИГМА, 2003. – 264 с.
10. Платонов В. Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте / В. Н. Платонов. – Киев : Олимпийская литература, 1997. – С. 59–131.
11. Ратов И. П. Исследование спортивных движений и возможностей управления изменением их характеристик с использованием технических средств : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. пед. наук / И. П. Ратов. – М., 1972. – 24 с.
12. Синельников Р. Д. Атлас анатомии человека / Р. Д. Синельников. – в 3-х томах, 3-е изд. – М. : Медицина, 1967. – 1326 с.
13. Сиренко П. А. Специальные и превентивные упражнения в профессиональном футболе / П. А. Сиренко. – Харьков : Нове слово, 2012. – 244 с. : ил. и табл.
14. Сиренко П. А. Физическая реабилитация двигательного аппарата в профессиональном спорте / П. А. Сиренко. – Харьков : Нове слово, 2008. – 200 с.
15. Сиренко П. О. Особливості інтерференційної електроміограми м'язів-розгиначів гомілки 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.
16. 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.
17. 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.
18. Шамардин В. М. Моделювання підготовленості кваліфікованих футболістів / В. М. Шамардин. – Дніпропетровськ : Пороги, 2002. – 200 с.
19. Юмашев Г. С. Травматология и ортопедия / Г. С. Юмашев. – М. : Медицина, 1983. – 576 с.
20. Фомін В. С. Структурно-функциональная классификация спортивной деятельности / В. С. Фомін, В. Г. Петрухин, В. Д. Чепик // Медико-биологические проблемы спортивной тренировки. – М., 1985. – С. 5–23.
21. Basmadjan J. V. Muscle alive / J. V. Basmadjan. – 2-nd ed. – Baltimore : Williams and Wilkins Co., 1978. – 316 p.
22. 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. – № 8. – P. 103–106.
23. 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. – № 14. – P. 81–104.
24. 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. – V. 184. – P. 170–192.
25. Luca de C. J. The use of surface Electromyography in biomechanics / Luca de C. J // Journal Applied Biomechanics. – 1997. – № 13. – P. 135–163.

26. Morecki A. Bionika ruchu / A. Morecki, J. Ekiel, K. Fidelus. – Warzhawa, 1971. – 466 с.

Стаття надійшла до редакції 14.09.2013 р.

Опубліковано: 31.10.2013 р.

Аннотация. Сиренко П. А. Особенности интерференционной электромиограммы мышц задней группы бедра у квалифицированных футболистов в упражнении «разгибание бедра стоя». Исследование заключалось в определении оптимального угла положения голени относительно бедра в упражнении «разгибание бедра стоя» для проявления максимальной биоэлектрической активности двуглавой, полусухожильной, полуперепончатой мышц. В процессе исследования мы проработали электромиограммы 17 игроков ФК «Металлист» в возрасте 18–35 лет в течение пятисекундного околомаксимального изометрического сокращения мышц *m. biceps femoris*, *m. semitendinosus*, *m. semimembranosus*. Исследованные нами положения находятся в пределах конструктивных особенностей тренажера. Результаты анализа сегментов электромиографии позволили сделать выводы, что из рассмотренных нами положений, угол 70 градусов положения бедра относительно оси туловища имеет наименьшие проявления биоэлектрической активности данных мышц, а также минимальные предпосылки для проявления мышечной силы. Полученные нами данные свидетельствуют о том, что вертикальное положение ноги является положением наибольшего перекрытия актиномиозиновых филаментов в саркомере двусуставных мышц задней группы бедра, а также оптимальные предпосылки для проявления мышечной силы.

Ключевые слова: электромиография, угол приложенного усилия, разгибание бедра стоя, футбол, полусухожильная мышца, полуперепончатая мышца, двуглавая мышца бедра.

Abstract. Sirenko P. Features of the interference EMG muscles of the back of the thigh for skilled players in the exercise «unbending thigh from standing position». The researching was to determine the optimum angle of position shin relatively hips in exercise «unbending thigh from standing position», to exhibit a maximum of bioelectrical activity of the *m. biceps femoris*, *m. semitendinosus*, *m. semimembranosus*. During the research we worked EMG of 17 players of FC «Metalist» at the age of 18–35 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. The results of the analysis segments EMG led to conclusion that the angle of 70 degrees thigh position to axis of the body has the smallest manifestations of bioelectric activity of these muscles and the minimum prerequisites for the manifestation muscular force. Our data also show that the vertical position of leg is position of the greatest overlap actin-myosin filaments in the sarcomere of the two joint muscles of the back of the thigh, and the optimum conditions for the manifestation muscle strength.

Keywords: electromyography, the angle of the applied force, unbending thigh from standing position, football, *m. semitendinosus*, *m. semimembranosus*, *m. biceps femoris*.

References:

1. Vasilyeva-Linetskaya L. Ya., Rokhanskiy A. O., Galatsan A. V. Otkrytyye informatsionnyye i kompyuternyye informatsionnyye tekhnologii [Open information and computer-information technology], Kharkov, 1998, vol. 2, pp. 215–220. (rus)
2. Antonov V. F. Praktikum po biofizike [Workshop on Biophysics], Moscow, 2001, 352 p. (rus)
3. Vasilyeva-Linetskaya L. Ya., Demenko V. F., Trudy Natsionalnogo aerokosmicheskogo universiteta imeni N. Ye. Zhukovskogo [Proceedings of the National Aerospace University named after Zhukovsky], Kharkov, 2002, vol. 33, pp. 322–331. (rus)
4. Vovkanich L. Vinogradskiy B., Tkachek V. Sportivna nauka Ukraini [Sports Science of Ukraine], 2012, vol. 4 (48), pp. 3–9. (ukr)
5. Godik M. A. Fizicheskaya podgotovka futbolistov [Physical training of football players] Moscow, 2006, 272 p. (rus)
6. Zatsiorskiy V. M., Aruin A. S., Seluyanov V. N. Biomekhanika dvigatel'nogo aparata cheloveka [Biomechanics of the human skeletal apparatus], Moscow, 1981, 143 p. (rus)
7. Kostyukevich V. M. Teoretiko-metodichni aspekti trenuvannya sportsmeniv visokoi kvalifikatsii [Theoretical and methodological aspects of training athletes high qualified], Vinnitsya, 2007, 272 p. (ukr)
8. Nikolayev S. G. Atlas po elektromiografii [Atlas of Electromyography] Ivanovo, 2010, 468 p. (rus)
9. Nikolayev S. G. Praktikum po klinicheskoy elektromiografii [Workshop on Clinical Electromyography] Ivanovo, 2003, 264 p. (rus)
10. Platonov V. N. Obshchaya teoriya podgotovki sportsmenov v olimpiyskom sporte [The general theory of training athletes in Olympic sports] Kyiv, 1997, pp. 59–131. (rus)
11. Ratov I. P. Issledovaniye sportivnykh dvizheniy i vozmozhnostey upravleniya izmeneniyem ikh kharakteristik s ispolzovaniyem tekhnicheskikh sredstv : avtoref. ... dokt. ped. nauk [The study of sports movements and capabilities management of their characteristics using technical means : Authors thesis], Moscow, 1972, 24 p. (rus)
12. Sinelnikov R. D. Atlas anatomii cheloveka [Atlas of Human Anatomy] Moscow, 1967, 1326 p. (rus)
13. Sirenko P. A. Spetsialnyye i preventivnyye upravneniya v professionalnom futbole [Special and preventive exercises in professional football], Kharkov, 2012, 244 p. (rus)
14. Sirenko P. A. Fizicheskaya reabilitatsiya dvigatel'nogo aparata v professionalnom sporte [Physical rehabilitation of the musculoskeletal system in professional sports] Kharkov, 2008, 200 p. (rus)
15. Sirenko P. O. Korolinska S. V., Sirenko Yu. P. Pedagogika, psikhologiya ta mediko-biologichni problemi fizichnogo vikhovannya i sportu [Pedagogy, psychology and medical-biological problems of physical education and sport], 2013, vol. 7, pp. 70–76. (ukr)
16. Sirenko P. O. Korolinska S. V., Sirenko Yu. P. Pedagogika, psikhologiya ta mediko-biologichni problemi fizichnogo vikhovannya i sportu [Pedagogy, psychology and medical-biological problems of physical education and sport], 2013, vol. 8, pp. 92–98. (ukr)
17. Zheleznyak Yu. D., Portnov Yu. M., Savin V. P., Leksakov A. V. Sportivnyye igry: Tekhnika, taktika, metodika obucheniya [Sports Games: Technique, tactics, methods of teaching] Moscow, 2004, 520 p. (rus)
18. Shamardin V. M. Modelyuvannya pidgotovlenosti kvalifikovanih futbolistiv [Simulation training of qualified football players], Dnipropetrovsk, 2002, 200 p. (ukr)
19. Yumashev G. S. Travmatologiya i ortopediya [Traumatology and Orthopedics], Moscow, 1983, 576 p. (rus)
20. Fomin B. C. Petrukhin V. G., Chepik V. D. Mediko-biologicheskiye problemy sportivnoy trenirovki [Medical and Biological Problems of sports training] Moscow, 1985, pp. 5–23. (rus)
21. Basmadjan J. V. Muscle alive / J. V. Basmadjan. – 2-nd ed. – Baltimore : Williams and Wilkins Co., 1978. – 316 p.
22. 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. – № 8. – P. 103–106.
23. 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. – № 14. – P. 81–104.
24. 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. – V. 184. – P. 170–192.

25. Luca de C. J. *The use of surface Electromyography in biomechanics* / Luca de C. J // *Journal Applied Biomechanics*. – 1997. – № 13. – P. 135–163.

26. Morecki A. *Bionika ruchu* / A. Morecki, J. Ekiel, K. Fidelus. – Warszawa, 1971. – 466 с.

Received: 14.09.2013.

Published: 31.10.2013.

Павел Александрович Сиренко, sirenko-pavel@rambler.ru; Национальный фармацевтический университет: ул. Пуш-кинская 53, г. Харьков, 61002, Украина.

Pavlo Sirenko, sirenko-pavel@rambler.ru; National pharmaceutical university: Pushkinskaya 53, Kharkov, 61002, Ukraine.

