

---

---

# ОСОБЛИВОСТІ ІНТЕРФЕРЕНЦІЙНОЇ ЕЛЕКТРОМІОГРАМИ M.TENSOR FASCIAE LATAE У КВАЛІФІКОВАНИХ ФУТБОЛІСТІВ У ВПРАВИ «ВІДВЕДЕННЯ НОГИ СТОЯЧИ»

---

---

*Павло Сіренко*

---

**Аннотация.** *Статья посвящена проблеме совершенствования физической подготовки квалифицированных футболистов. Нами определен оптимальный угол положения ноги в упражнении «отведение ноги стоя» для проявления максимальной биоэлектрической активности мышцы–напрягателя широкой фасции. Результаты анализа сегментов электромиографии позволили сделать выводы, что угол 40 град. отведения бедра имеет наименьшие проявления биоэлектрической активности выполняющего противодействие m.tensor fasciae latae. Данные также свидетельствуют, что в положении стоя вертикальное положение ноги является положением наибольшего перекрытия актиномиозиновых филаментов в саркомере данной мышцы.*

**Ключевые слова:** *электромиография, угол приложенного усилия, отведение бедра стоя, футбол, мышца–напрягатель широкой фасции.*

**Abstract.** *The article is devoted to the improvement of the physical training of skilled players. We have investigated and determined the optimal angle of the legs in the exercise «standing leg abduction» for the manifestation of a maximum of bioelectrical activity of m. tensor fasciae latae. The results of the analysis of EMG segments led to conclusion that the angle of 40 degrees hip position has the smallest manifestations of bioelectric activity of performing resistance of m. tensor fasciae latae. Our data also show that in the standing position the vertical position of leg is position of the greatest overlap actin-myosin filaments in the sarcomere of this muscle.*

**Keywords:** *electromyography, angle of applied force, standing hip abduction, football, m. tensor fasciae latae.*

**Постановка проблеми.** Теорія і практика підготовки кваліфікованих футболістів свідчать про те, що ефективна організація тренувального процесу можлива тільки за умови об'єктивної оцінки стану підготовки спортсменів при суворому обліку і регламентації тренувальних навантажень. Високі результати можуть бути досягнуті лише при ефективному управлінні тренувальним процесом. Проблеми якості управління у спорті можливо успішно вирішити за допомогою надійного і об'єктивного апарату контролю.

Інтенсифікація тренувального процесу гостро ставить питання про дотримання при організації і управлінні підготовкою кваліфікованих спортсменів принципів спеціалізації та індивідуалізації. Це стосується всіх без винятку організаційно методичних питань спортивної підготовки. Наприклад, багаторазово підтверджено, що оволодіння раціональною технікою рухів неможливо без належного рівня розвитку основних рухових якостей, у яких беруть участь більшість м'язів опорно-рухового апарату. Це стає можливим лише при умові раціонально організованого навчально-тренувального процесу, який передбачає глибоке розумін-

ня сутності м'язового скорочення в контексті виконання спеціальної вправи.

Основними засобами спеціальної фізичної підготовки є спеціальні підготовчі вправи, які дозволяють розвивати фізичні здібності, специфічні для конкретної спортивної гри. Тривалий час основним прийомом дослідження рухів людини були зміна та фіксація різних механічних проявів роботи м'яза. Однак сьогодні вивчення м'язової діяльності кваліфікованих спортсменів вимагає застосування різних сучасних прийомів, пов'язаних з реєстрацією електричних процесів, які відбуваються у контрактильних системах під час виконання спеціальної вправи [6].

Визначення взаємного положення рухомих сегментів, в нашому випадку положення відведеної ноги, в якому м'язи (зокрема м'яз–натягувач широкої фасції) можуть проявити свою максимальну біоелектричну активність і відповідно до деяких досліджень (Gordon, Huxsley, Julian, 1966; Заціорського, 1981) максимальне зусилля, є предметом, що потребує детального вивчення [9, 2].

Нові підходи до змісту спеціальної фізичної підготовки кваліфікованих футболістів, на підста-

ві глибокого аналізу сутності м'язового скорочення відповідно до кута прикладеного зусилля, є одними з найбільш актуальних проблем, вирішення яких дозволить забезпечити зростання спортивної майстерності гравця [6]. При відборі спеціальних вправ ми, як і ряд інших авторів, пропонуємо виходити, перш за все, зі структурно-динамічної та анатомо-фізіологічної їхньої відповідності, а проведення поверхневого електроміографічного дослідження дає змогу усвідомити сутність скоротливих можливостей обраних м'язів рухомого сегмента [4]. Розглядаючи зазначені 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 поглибитись до усвідомлення сутності м'язового скорочення в контексті спеціальної вправи, що передбачає розвиток контрактильних властивостей сегмента, який повсякчасно використовується в контексті специфічної діяльності.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Поряд зі спортивними результатами і даними, отриманими під час спортивно-педагогічного контролю, їх визначення необхідні для оцінювання стану підготовленості спортсмена і керування його тренувальним процесом [4, 7]. Вибір того або іншого навантаження повинен бути обґрунтований насамперед з позицій ефективності в умовах максимально наближених до специфічної діяльності [5].

Провідним методом дослідження нервово-м'язової системи за допомогою реєстрації електричних потенціалів м'язів є електроміографія. Дана методика є достатньо інформативною та водночас доступною для використання в умовах точного контролю на підставі запису біопотенціалів із поверхні тіла людини – інтерференційної (поверхневої) електроміограми (ІЕМГ) [1]. Проведені дослідження дають змогу розглянути біоелектричну активність м'яза, а на основі вище зазначеного чинника об'єктивно оцінити кут положення кінцівки (в нашому випадку відведеного стегна відносно вертикальної осі, яке проходить через однойменний кульшовий суглоб) для прояву максимальної біоелектричної активності [6]. Розглядаючи сутність біомеханічної структури руху, необхідно визначити динаміку розподілу навантаження відносно важелів прикладання основного зусилля в окремій вправі залежно від вихідного положення кінцівки.

Дослідник В. М. Заціорський відзначив, що при зменшенні або збільшенні довжини м'яза величина перекриття змінюється, сила спадає [2]. Проектуючи цей чинник, необхідно зазначити,



Рисунок 1 –  
Положення –  
0 град.

що керування руху ноги від центру до периферії зближує проксимальну і дистальну ділянки кріплення, тим самим зближує міофіламенти в саркомері, у міру відведення зменшує їхні біоелектричні властивості, а також скоротливу здатність.

Пріоритетним елементом при роботі на тренажері (рис. 1) є ймовірний перерозподіл динаміки впливу на контрактильний сегмент залежно від вихідного положення. Для ізолюваного впливу на м'язи медіальної групи необхідні наступні умови: 1 – носки, скеровані вперед; 2 – тулуб і опорна нога, розташовані вертикально; 3 – пояс верхніх кінцівок, фіксований на верхній частині тренажера; 4 – вісь обертання важеля прикладання зусилля на рівні вісі обертання гоніометра.

Розглянемо детальніше: пункт 1 – при скеровуванні носка безопорної до середини акцент навантаження розподілиться на задньолатеральну ділянку стегна; скерування носка назовні залучить до скорочення м'язи передньолатеральної його ділянки; пункти 2 і 3 – взаємодоповнюють один одного, оскільки пункт 3 сприяє підтриманню вертикального положення тіла на тренажері, а відхилення вісі тулуба і стегна обмежить інформативність дослідження внаслідок зміни стандартних умов проведення дослідження і можливої зміни відстані ділянок кріплення м'язів; пункт 4 – вісь обертання важеля на рівні точки обертання кутоміра (на підставі регулювання опорної платформи вгору-вниз) дозволяє стандартизувати умови виконання вправи для спортсменів різного зросту [5].

Кут прояву максимальної біоелектричної активності *m.tensor fasciae latae* під час виконання вправи «відведення ноги стоячи» у науковій літературі висвітлений недостатньо, що складає об'єктивні передумови для його ґрунтовного вивчення. Детальний опис біоелектричної активності м'яза натяжника широкої фасції у структурі ста-

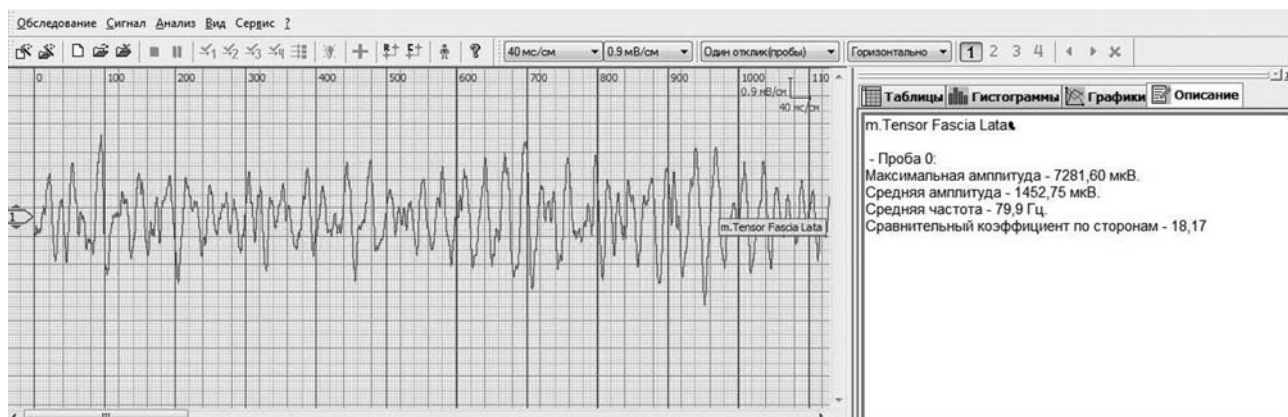


Рисунок 2 – Фрагмент інтерференційної електроміограми м'яза-натягувача широкої фасції при вертикальному положенні ноги

тичної протидії дає змогу визначити оптимальний кут положення відведеного стегна для найбільшого перекриття актиноміозинових філаментів даного контрактильного сегмента.

Цілком зрозуміло, що проблема побудови високої якості управління у фізичній підготовці професійних футболістів може бути успішно вирішена за допомогою сучасних методів дослідження нервово-м'язової системи і реалізована в побудові комплексів спеціальних вправ, які регламентовані кутами прояву максимальної біоелектричної активності і, ймовірно, прояву максимального зусилля [6].

**Мета дослідження** – визначення експериментальним шляхом оптимального кута положення ноги в положенні стоячи для прояву, в елементі відведення максимальної біоелектричної активності *m.tensor fasciae latae*.

**Методи та організація дослідження:** медико-біологічні – інтерференційна електроміографія.

У дослідженні взяли участь 14 гравців основного та запасного складу ФК «Металіст» віком 19–31 рік. Дослідження проводили на навчально-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 і аналізу ЕМГ. Використовували електроди Ag/AgCL Skintact easitabs RT34 з клейкою основою та з довільною міжелектродною відстанню: активний електрод кріпили в зоні іннервації – над черевцем (повздож) м'яза, в проекції рухової зони, а референтний – на ділянці сухожильної частини. 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 [8]. Заземлюючий електрод розташовуємо на дистальній частині протилежної кінцівки. Його приєднуємо

до відповідної клеми на електродній панелі електроміографа.

Безпосередньо перед проведенням обстеження нами було проведено розминку за допомогою комплексу гімнастичних вправ з акцентом на м'язи, що відводять стегно. Упродовж 10 хв з наступним відпочинком упродовж 5 хв та виконанням вправ для розвитку гнучкості.

Дослідження здійснювали на комбінованому механічному тренажері (рис. 1). Визначення кута відведення ноги відносно вертикальної вісі проводили за допомогою фотогоніометричного дослідження у симетричній проекції даної ділянки з положення ззаду. За даними А. І. Капанджи, визначали лінію, що сполучає передньоверхньої ості клубової кістки, паралельно цій лінії встановили браншу кутоміра, інша бранша проходить через середину пахової складки в напрямку наколінника [3].

Виконуючи вправу «відведення ноги стоячи» з можливістю регулювання кута та важеля протидії (змінюючи кут відведення ноги) правою та лівою ногою по чергово на підставі ваги, що не дає змогу зрушити важіль тренажера під кутами відхилення від вертикальної вісі, яка проходить через точку обертання кутоміра, прийнятою нами, відповідно до досліджень А. І. Капанджи в системі підрахунків як 0 град.

Було проведено дослідження під такими кутами: 40 град.; 30 град.; 20 град.; 10 град.; 0 град.; 20 град., – де передбачалось застосування обстежуваним максимального зусилля упродовж 5 с [3]. Приведення кінцівки далі її вертикального положення для зручності аналізу отриманих даних позначаємо від'ємним градусом. Регламентація кута прикладеного зусилля і відстань важеля протидії від вісі обертання регламентовані конструктивними особливостями тренажера та є стандартними для всіх обстежуваних.

Визначали такі показники, як максимальна амплітуда (мкВ) – максимальна амплітуда, що

Таблиця 1 – Дані інтерференційної електроміограми м'яза-натягувача широкої фасції n = 14, p = 0,95

M.tensor fasciae latae	40 град.		30 град.		20 град.	
	Нога					
	права	ліва	права	ліва	права	ліва
Амплітуда максимальна, (мкВ)	4121,28 ± 382,74	4085,13 ± 364,18	4901,64 ± 492,34	4797,17 ± 469,25	5128,32 ± 508,47	5115,76 ± 509,38
Амплітуда середня (мкВ)	1227,7 ± 117,91	1181,56 ± 117,56	1174,84 ± 119,28	1115,72 ± 110,34	1219,81 ± 120,81	1177,56 ± 115,85
Частота середня Гц	89,0 ± 8,42	90,1 ± 8,74	87,4 ± 8,84	87,1 ± 8,73	86,0 ± 8,59	84,9 ± 8,55
Порівняльний коефіцієнт	13,79 ± 1,36	13,11 ± 1,33	13,45 ± 1,31	12,8 ± 1,24	14,12 ± 1,40	13,86 ± 1,29

Таблиця 2 – Дані інтерференційної електроміограми м'яза-натягувача широкої фасції n = 14, p = 0,95

M. tensor fasciae latae	10 град.		0 град.		-20 град.	
	Нога					
	права	ліва	права	ліва	права	ліва
Амплітуда максимальна (мкВ)	5310,72 ± 535,72	5342,23 ± 530,19	7327,16 ± 728,88	7195,75 ± 708,7	6887,04 ± 675,7	6676,98 ± 659,9
Амплітуда середня (мкВ)	1353,1 ± 140,05	1381,7 ± 132,71	1569,67 ± 148,82	1490,64 ± 139,7	1539,92 ± 150,10	1485,28 ± 149,93
Частота середня (Гц)	84,1 ± 8,35	85,7 ± 8,52	80,8 ± 7,96	79,0 ± 7,88	81,7 ± 8,24	82,6 ± 8,19
Порівняльний коефіцієнт	16,09 ± 1,57	16,12 ± 1,60	19,42 ± 1,95	18,86 ± 1,79	18,84 ± 1,81	17,98 ± 1,69

спостерігається на даній ділянці інтерференційної міограми; середня амплітуда (мкВ); середня частота; порівняльний коефіцієнт. В таблиці внесений середній показник із шістнадцяти досліджуваних, мінімальний і максимальний показники враховані як хибні і не прийняті в систему підрахунку. В своєму дослідженні нами встановлено швидкість просування «стрічки» в межах 200 мс • см, посилення (амплітуди, що відображається) сигналу 5 мВ • см, при поточному значенні швидкості відкликів 40 мс • см, і поточному значенні посилення відкликів 0,9 мВ • см. Отримані показники аналізували методами статистики з використанням програми Microsoft Excel 2007.

#### Результати дослідження та їх обговорення.

Відповідно до конструктивних характеристик тренажера нами було досліджено біоелектричну активність m.tensor fasciae latae в шести різних положеннях. Ми спостерігаємо найвищу біоелектричну активність даного м'яза під кутом положення стегна 0 град. При відхиленні ноги від означеного кута ми відмічаємо зміну показників інтерференційної електроміограми (ІЕМГ). При збільшенні кута відведення відповідно зменшується біоелектрична активність досліджуваної контрактильної ділянки.

Спираючись на результати проведеного дослідження, припускаємо, що відповідно до тео-

рії А. М. Gordon, А. F. Huxley, F. J. Julian і В. М. Заціорського та ін. нами було визначено положення «довжини спокою» для м'яза-натягувача широкої фасції [2, 9].

**Висновки.** Проаналізувавши ІЕМГ *m.tensor fasciae latae* у вправі «відведення ноги стоячи» на комбінованому механічному тренажері можемо зробити висновки, що вертикальне положення ноги є оптимальним (ґрунтуючись на показниках найвищої, середньої та максимальної амплітуд) для найбільшого перекриття актиноміозинових філаментів у саркомері.

Нами було досліджено мінімальний прояв біоелектричної активності при положенні відведеної кінцівки під кутом 40 град. Встановлено, що даний кут є положенням найменшого перекриття актиноміозинових філаментів у саркомері досліджуваного м'яза.

На рівні значущості p = 0,05 результати дисперсійного аналізу свідчать про наявність відмінностей біоелектричних характеристик м'язів для різних кутів прикладеного зусилля.

**Перспективи подальших досліджень полягають** у подальшому вивченні перерозподілу біоелектричної активності м'язів стегна при вихідних положеннях «носок в сторону» або «носок до середини», потребують вивчення співвідношення,

в відповідності до зміни вихідних положень, показників максимальної, середньої амплітуд (мкВ), середньої частоти (Гц) та порівняльного коефіцієнта.

**Рекомендації.** Проведення даних досліджень дозволить оптимізувати навчально-тренувальний процес кваліфікованих футболістів, визначивши положення прояву максимальної біоелектричної

активності залучених до спеціальної вправи м'язів. Відповідно до досліджень Gordon A. M., Huxsley A. F., Julian F. J. (1966), Заціорською В. М. та ін. (1981) припускаємо, що даний кут положення кінцівки відносно вісі опорної ноги і тулуба є оптимальним для побудови комплексу вправ силової спрямованості для *m.tensor fasciae latae* [9, 2].

## Література

1. *Вовканич Л.* Особливості інтерференційної електроміограми м'язів лучників під час виконання змагальної вправи / Л. Вовканич, Б. Виноградський, В. Ткачек // Спорт. наука України. – 2012. – № 4 (48). – С. 3–9.
2. *Заціорский В. М.* Биомеханика двигательного аппарата человека / В. М. Заціорский, А. С. Аруин, В. Н. Селуянов. – М.: Физкультура и спорт, 1981. – 143 с.
3. *Капанджи А. И.* Нижняя конечность: функциональная анатомия / А. И. Капанджи. – М.: Эксмо, 2010. – 352 с.
4. *Костюкевич В. М.* Теоретико-методичні аспекти тренування спортсменів високої кваліфікації: навч. посіб. / В. М. Костюкевич. – Вінниця : Планер, 2007. – 272 с.
5. *Сиренко П. А.* Специальные и превентивные упражнения в профессиональном футболе / П. А. Сиренко. – Х.: Нове слово, 2012. – 244 с.
6. *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 мед.-біол. пробл. фіз. виховання і спорту. – 2013. – № 8 – С. 92–98.
7. *Шамардін В. М.* Моделювання підготовленості кваліфікованих футболістів / В. М. Шамардін. – Дніпропетровськ : Пороги, 2002. – 200 с.
8. *Basmadjan J. V.* Muscle alive / J. V. Basmadjan. – 2-nd ed. – Baltimore : Williams and Wilkins Co., 1978. – 316 p.
9. *Gordon A. M.* The variation in isometric tension with sarcomere length in vertebrate muscle fibres / A. M. Gordon, A. F. Huxley, F. J. Julian // J. of Physiology, 1966. – Vol. 184. – P. 170–192.

## References

1. *Vovkanych L.* Peculiarities of intergerential electromyogram of the muscles of bowmen during competitive exercise execution / L. Vovkanych, B. Vynogradskyi, V. Tkachek // Sportyvna nauka Ukrainy. – 2012. – № 4(48). – P. 3–9.
2. *Zatsiorsky V. M.* Biomechanics of human locomotorium / V. M. Zatsiorsky, A. S. Aruin, V. N. Seluyanov. – Moscow : Fizkultura i sport, 1981. – 143 p.
3. *Kapandzhi A. I.* Lower extremity: Functional anatomy / A. I. Kapandzhi. – Moscow: Eksmo, 2010. – 352 p.
4. *Kostyukevich V. M.* Theoretico-methodical aspects of highly skilled athlete training / V. M. Kostyukevich. – Vinnytsia : Planer, 2007. – 272 p.
5. *Sirenko P. A.* Special and preventive exercises in professional football / P. A. Sirenko. – Kharkiv: Nove slovo, 2012. – 244 p.
6. *Sirenko P. A.* Peculiarities of interferential electromyogram of rectus muscle in skilled footballers within the context of special exercise / P. O. Sirenko, S. V. Korolinska, I. P. Sirenko // Pedagogika, psykholohiia ta medyko-biologichni problemy fiz. vykhovannia i sportu. – 2013. – № 8 – P. 92–98.
7. *Shamardin V. M.* Modelling fitness of skilled footballers. / V. M. Shamardin. – Dnipropetrovsk : Porohy, 2002. – 200 p.
8. *Basmadjan J. V.* Muscle alive / J. V. Basmadjan. – 2-nd ed. – Baltimore : Williams and Wilkins Co., 1978. – 316 p.
9. *Gordon A. M.* The variation in isometric tension with sarcomere length in vertebrate muscle fibres / A. M. Gordon, A. F. Huxley, F. J. Julian // J. of Physiology, 1966. – Vol. 184. – P. 170–192.