

**РОЛЬ МОРФОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ У ВИЗНАЧЕННЯ СИЛИ  
ІЗОМЕТРИЧНОГО СКОРОЧЕННЯ М'ЯЗІВ-ЗГИНАЧІВ ПАЛЬЦІВ КИСТІ****Любомир ВОВКАНИЧ, Мирослава ГРИНЬКІВ, Тетяна КУЦЕРИБ, Станіслав КРАСЬ***Львівський державний університет фізичної культури, м. Львів, Україна,  
e-mail: lsvovkanych@gmail.com*

**Анотація.** Статтю присвячено актуальному питанню пошуку неінвазивних методів оцінювання композиції м'язів спортсменів. Визначено середню величину відносної сили м'язів-згиначів пальців кисті (2,054–2,040 кг/см<sup>2</sup>) у осіб різної статі віком 18–21 рік. Встановлено відсутність достовірних відмінностей середніх значень відносної сили між групами різної статі. Описано характер розподілу відносної сили в групах чоловіків та жінок. Встановлено, що показник відносної сили м'язів-згиначів пальців кисті виявився зниженим у середньому в 12,2% досліджених, а підвищенням його можна вважати в 15,4% досліджених. На основі аналізу розподілу визначено межі коливань показника (1,78–1,67 та 2,32 кг/см<sup>2</sup>), які можуть стати основою для неінвазивного оцінювання композиції м'язів.

**Ключові слова:** відносна сила м'язів, чоловіки, жінки, гіпертрофія, композиція м'язів.

**РОЛЬ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ  
В ОПРЕДЕЛЕНИИ СИЛЫ  
ИЗОМЕТРИЧЕСКОГО СОКРАЩЕНИЯ  
МЫШЦ-СГИБАТЕЛЕЙ ПАЛЬЦЕВ КИСТИ****Любомир ВОВКАНЫЧ,  
Мирослава ГРИНЬКОВ,  
Татьяна КУЦЕРИБ, Станислав КРАСЬ***Львовский государственный университет  
физической культуры, г. Львов, Украина,  
e-mail: lsvovkanych@gmail.com*

Работа посвящена актуальному вопросу поиска неинвазивных методов оценки композиции мышц спортсменов. Определено среднюю величину относительной силы мышц-сгибателей пальцев кисти (2,054–2,040 кг / см<sup>2</sup>) у лиц разного пола возрастом 18–21 лет. Установлено отсутствие достоверных различий средних значений относительной силы между группами разного пола. Описано характер распределения относительной силы в группах мужчин и женщин. Установлено, что показатель относительной силы мышц-сгибателей пальцев кисти оказался пониженным в среднем у 12,2% исследованных, а повышенным его можно считать в 15,4% исследованных. На основе анализа распределения определены границы колебаний показателя (1,78–1,67 и 2,32 кг / см<sup>2</sup>), которые могут стать основой для неинвазивного оценивания композиции мышц.

**Ключевые слова:** относительная сила мышц, мужчины, женщины, гипертрофия, композиция мышц.

**THE ROLE  
OF MORPHOLOGICAL FACTORS  
IN DETERMINING THE STRENGTH  
OF ISOMETRIC CONTRACTION  
OF THE FINGERS' FLEXORS****Lubomir VOVKANYCH,  
Miroslava HRYNKIV, Tetiana KUTCERYB,  
Stanislav KRAS'***Lviv State University of Physical Culture,  
Lviv, Ukraine, , e-mail: lsvovkanych@gmail.com*

**Abstract.** Work is devoted to the finding of the non-invasive methods for assessing the muscle fibers composition of athletes. The average values of the relative strength of fingers' flexors (2,054–2,040 kg / cm<sup>2</sup>) for individuals of both sexes aged 18–21 years were estimated. There were no statistical difference between mean values of relative strength between men and women. The distribution of the relative strength in the groups of men and women was described. It reveals that for the 12.2% persons the relative strength was decreased, and for the 15.4% – it was increased. Based on the analysis of this index distribution its possible range (1.78–1.67 and 2.32 kg / cm<sup>2</sup>), which can be the basis for non-invasive assessment of muscle fibers composition, has been determined.

**Keywords:** relative muscle strength, men, women, hypertrophy, muscle fibers composition.

**Постановка проблеми.** У сучасних умовах жорсткої змагальної конкуренції в спорті вищих досягнень особливої актуальності набувають питання спортивного добору. Відповідність морфологічних, фізіологічних, генетичних особливостей організму до вимог певного виду спорту значно підвищує шанс спортсмена на успіх і дає змогу оптимізувати та скоротити період підготовки до максимальної реалізації його індивідуальних можливостей. Особливо важливо виконувати добір за ознаками, які значною мірою детерміновані генетично, тому не можуть суттєво змінюватися під впливом тренувальних навантажень. Відомо [1, 15], що однією з таких ознак є співвідношення м'язових волокон різного типу в складі скелетних м'язів людини (композиція м'язів). Елітні спортсмени багатьох видів спорту володіють певними



На наступному етапі досліджень ми з'ясовували наявність взаємозв'язків між отриманими показниками (табл. 2). У обох групах виявлено тісні позитивні зв'язки між силою кисті та вагою тіла ( $r > 0,7$ ) і обводом передпліччя ( $r > 0,6$ ). Це вказує на м'язову гіпертрофію як основний чинник збільшення силових можливостей у чоловіків і у жінок.

Таблиця 2

Кореляційні зв'язки між морфологічними параметрами осіб досліджуваних груп ( $r$ )

Показники	Обвід пп		ШЖС		Сила кисті		Силовий індекс		Вага	
	ч	ж	ч	ж	ч	ж	ч	ж	ч	ж
ШЖС	0,18	0,15								
Сила кисті	0,68	0,63	-0,08	-0,16						
Силовий індекс	0,29	-0,07	-0,24	-0,36	0,77	0,52				
Вага	0,70	0,82	0,38	0,37	0,58	0,50	-0,13	-0,26		
Діаметр п/п	0,49	0,56	0,03	0,25	0,55	0,60	0,20	0,05	0,46	0,70

Графічний та регресійний аналіз дав змогу виявити певну різницю залежності сили кисті від обводу передпліччя у групах чоловіків та жінок (рис. 1). Результати аналізу свідчать, що у чоловіків збільшення загального обводу передпліччя супроводжується більшим зростанням сили, ніж у жінок.

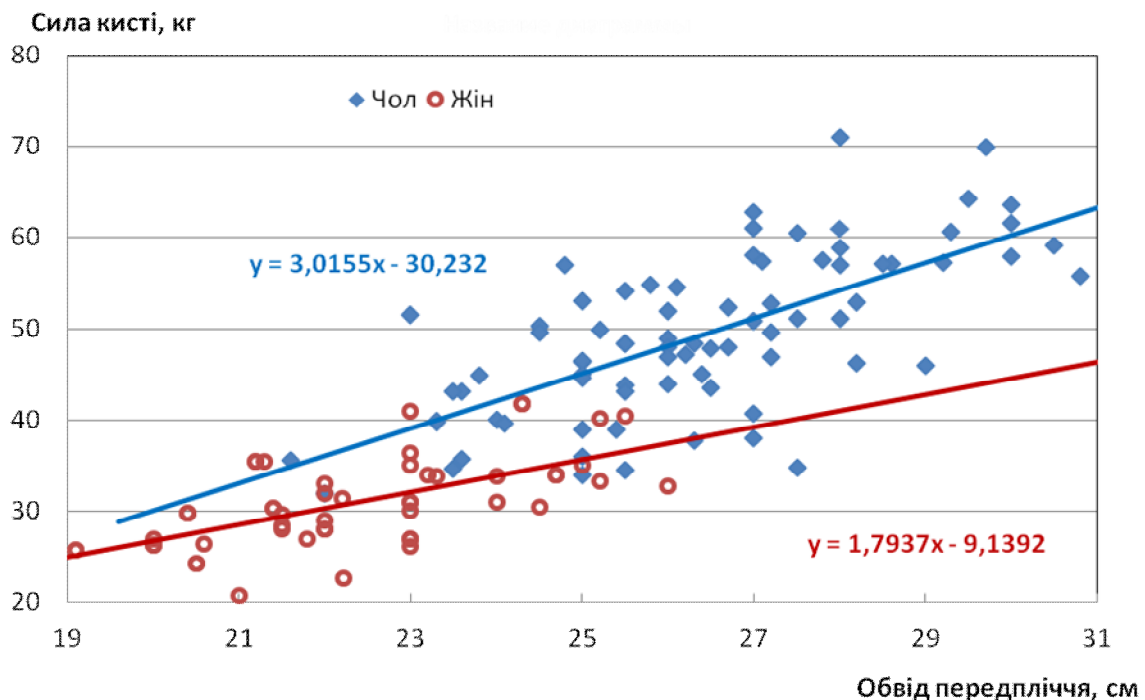


Рис. 1. Регресійний аналіз залежності сили м'язів-згиначів пальців кисті (вертикальна вісь, кг) від обводу передпліччя (горизонтальна вісь, см) чоловіків (ромб) та жінок (коло)

Для коректнішого порівняння показників ми вивчили залежність між силою м'язів-згиначів пальців кисті та площею їхнього анатомічного перерізу (рис. 2). При цьому встановлено, що хоча площа перерізу м'язів та їхня сила у жінок менші, порівняно з чоловіками, проте лінії, які описують залежності між цими показниками, близькі до паралельних. Це підтверджує однакові механізми збільшення сили скорочення м'язів передпліччя чоловіків і жінок та вказує на значну роль у цьому процесі явищ м'язової гіпертрофії. Оскільки коефіцієнти коре-

ляції між силою м'язів та площею м'язової тканини становлять 0,69 (чол.) та 0,73 (жін.) одиниць, то частка впливу фактора гіпертрофії становить 47,6–53,3%. На силу м'язів впливають також інші фактори, до яких, вочевидь, належать мотиваційні чинники, особливості техніки виконання вправи, властивості центральної нервової системи та, вірогідно, відмінності в композиції м'язових волокон.

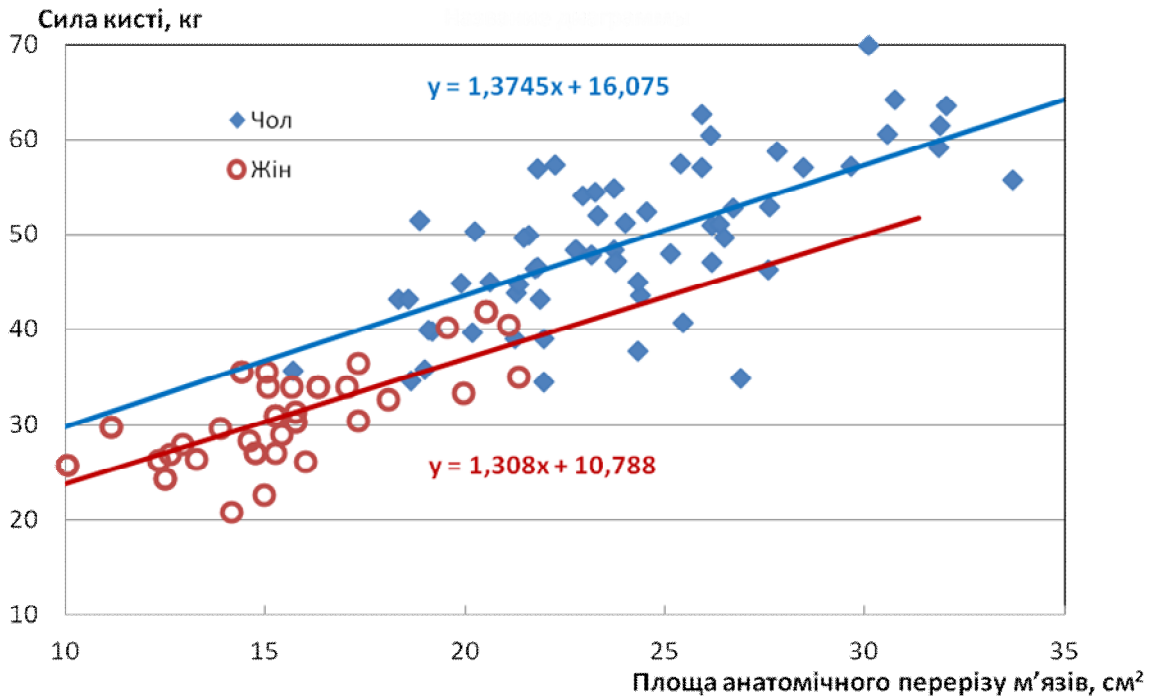


Рис. 2. Регресійний аналіз залежності сили м'язів-згиначів пальців кисті (вертикальна вісь, кг) від площі їхнього анатомічного перерізу (горизонтальна вісь, см<sup>2</sup>) для чоловіків (ромб) та жінок (коло)

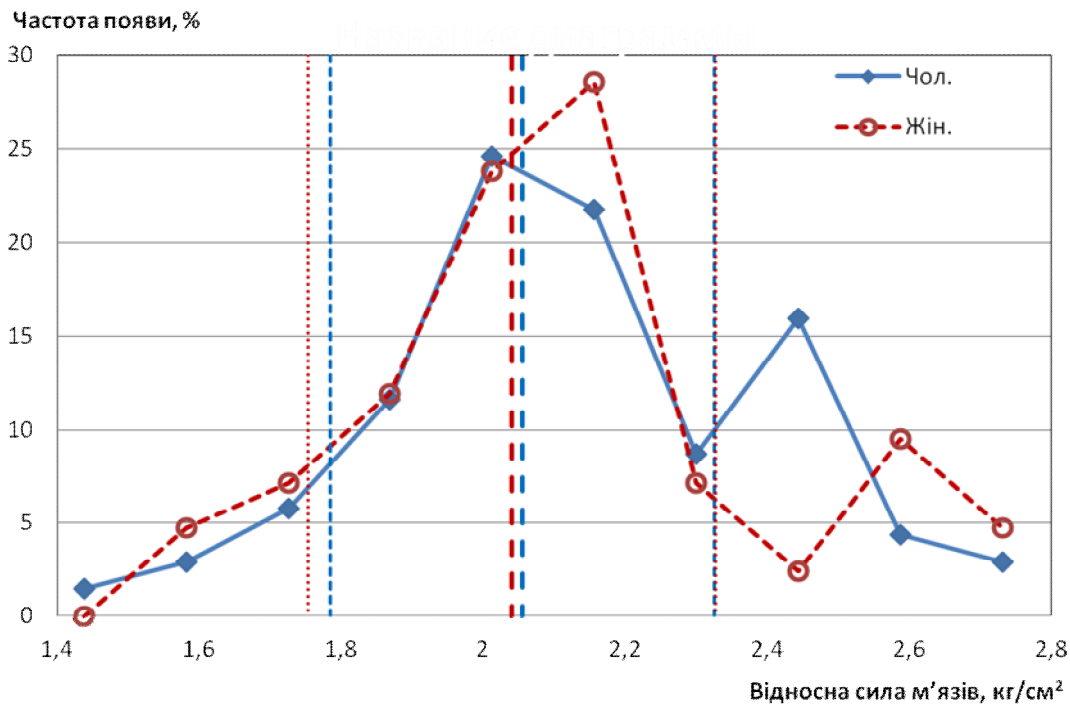


Рис. 3. Частотний розподіл величини відносної сили м'язів у дослідженій групі чоловіків (ромб, суцільна лінія) та жінок (коло, штрихова лінія). Центральними вертикальними лініями позначено середні величини показника, бічними вертикальними лініями (дрібний штрих) – межі коливань середнього квадратичного відхилення

З метою вивчення впливу індивідуальних факторів ми проаналізували характер розподілу величини відносної сили м'язів-згиначів пальців кисті в чоловіків та жінок (рис. 3). Встановлено, що середня величина цього показника в групі чоловіків становить  $2,054 \pm 0,03$  кг/см<sup>2</sup>, а жінок –  $2,040 \pm 0,04$  кг/см<sup>2</sup>, достовірної різниці між групами немає ( $p = 0,73$ ). Отримані показники відносної сили дещо менші за дані М. Ікаї ( $4\text{--}8$  кг/см<sup>2</sup> [10]) та К. Хакінена ( $3\text{--}4$  кг/см<sup>2</sup> для нетренованих та  $4\text{--}6$  кг/см<sup>2</sup> для спортсменів [7–8]). Водночас вони перевищують дані інших дослідників –  $0,92\text{--}0,95$  кг/см<sup>2</sup> [13] та  $1,6\text{--}2$  кг/см<sup>2</sup> [12]. Можливо, що причиною таких відмінностей є різні методи оцінювання площі перерізу м'язів.

Характер частотного розподілу показника відносної сили в обох групах був близьким до нормального. Відхилення у ділянці інтервалу  $2,29\text{--}2,44$  кг/см<sup>2</sup> можна пояснити невеликою кількістю учасників дослідження. У межах середнього квадратичного відхилення (сигми) від середнього арифметичного значення відносної сили м'язів є  $73,44\%$  обстежених чоловіків та  $71,43\%$  обстежених жінок. Проте у  $12,5\%$  чоловіків та  $11,9\%$  жінок показник відносної сили м'язів виявився нижчим за одне сигмальне відхилення ( $1,78$  та  $1,67$  кг/см<sup>2</sup> відповідно). Також встановлено, що у  $14,06\%$  чоловіків та  $16,67\%$  жінок відносна сила м'язів перевищувала одне сигмальне відхилення ( $2,32$  кг/см<sup>2</sup>).

Отже, показник відносної сили м'язів-згиначів пальців кисті виявився зниженим у середньому в  $12,2\%$  досліджених, а підвищенням його можна вважати у  $15,4\%$  досліджених. Однією з причин таких відхилень можуть бути особливості композиції скелетних м'язів цих осіб. Для підтвердження цього припущення потрібне вивчення функціональних та гістологічних особливостей їхніх скелетних м'язів. За умови підтвердження припущення методом біопсії, підхід який ми запропонували, може бути основою створення неінвазивної методики оцінювання композиції м'язових волокон спортсменів.

#### **Висновки.**

1. Ми математично описали залежність сили м'язів-згиначів пальців кисті від обводу передпліччя та площі анатомічного перерізу м'язів. Підтверджено основна роль гіпертрофії у збільшенні силових можливостей м'язів.

2. Визначено середню величину відносної сили м'язів-згиначів пальців кисті у осіб різної статі ( $2,054\text{--}2,040$  кг/см<sup>2</sup>). Встановлено, що середній показник відносної сили в цих групах однаковий.

3. Описано характер розподілу відносної сили у групах чоловіків та жінок. Встановлено, що показник відносної сили м'язів-згиначів пальців кисті виявився зниженим у середньому в  $12,2\%$  досліджених, а підвищенням його можна вважати у  $15,4\%$  досліджених. На основі аналізу розподілу визначено межі коливань показника ( $1,78\text{--}1,67$  та  $2,32$  кг/см<sup>2</sup>), які можуть стати основою для неінвазивного оцінювання композиції м'язів.

**Перспективи подальших досліджень** полягають у використанні фізіологічних та гістологічних методів дослідження для підтвердження припущення про відмінність композиції м'язів у осіб з виявленими особливостями відносної сили м'язів.

#### **Список літератури**

1. Самсонова А. В. Неінвазивные методы оценки композиции мышечных волокон / А. В. Самсонова, И. Э. Барникова, А. А. Крестинина // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Сер. : Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт. – Чернігів, 2014. – Вип. 118(1). – С. 323–326.
2. Спортивна морфологія (з основами вікової морфології) : навч. посіб. / М. Я. Гриньків, Л. С. Вовканич, Ф. В. Музика – Л. : ЛДУФК, 2015. – 304 с.
3. Технологии и методы определения состава тела человека / Э. Г. Мартыросов, Д. В. Николаев, С. Г. Руднев. – М.: Наука, 2006. – 248 с.
4. Costill D. L. Skeletal muscle enzymes and fiber composition in male and female track athletes / Costill D.L., Daniels J., Evans W. [et al.] // J Appl Physiol. – 1976. – Vol. 40(2). – P. 49–54.

5. *Fink W. J.* Submaximal and maximal working capacity of elite distance runners. Part II. Muscle fiber composition and enzyme activities / Fink W. J., Costill D. L., Pollock M. L. // *Ann N Y Acad Sci.* – 1977. – Vol. 301. – P. 323–327.
6. *Gollnick P. D.* The muscle fiber composition of skeletal muscle as a predictor of athletic success. An overview / Gollnick P. D., Matoba H. // *The American Journal of Sports Medicine.* – 1984. – Vol. 12(3). – P. 212–217.
7. *Häkkinen K.* Muscle CSA, force production, and activation of leg extensors during isometric and dynamic actions in middle-aged and elderly men and women / Häkkinen K., Alen M., Kallinen M. [et al.] // *Journal of aging and physical activity.* – 1998. – Vol. 6. – P. 232–247.
8. *Häkkinen K.* Muscle cross-sectional area and voluntary force production characteristics in elite strength- and endurance-trained athletes and sprinters / Häkkinen K., Keskinen K. L. // *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology.* – 1989. – Vol. 59, – is. 3. – P. 215–220.
9. *Harridge S. D. R.* Whole-muscle and single-fibre contractile properties and myosin heavy chain isoforms in humans / Harridge S. D. R., Bottinelli R., Canepari M. // *Pflügers Archiv* September. – 1996. – Vol. 432, – is. 5. – P. 913–920.
10. *Ikai M.* Calculation of muscle strength per unit cross-sectional area of human muscle by means of ultrasonic measurement / Ikai M., Fukunaga T. // *Internationale Zeitschrift für angewandte Physiologie einschließlich Arbeitsphysiologie.* – 1968. – Vol. 26(1). – P. 26–32.
11. *Ivy J. L.* Isokinetic contractile properties of the quadriceps with relation to fiber type / Ivy J. L., Withers R. T., Brose G. [et al.] // *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology.* – 1981. – Vol. 47, – is. 3. – P. 247–255.
12. *Kent-Braun J. A.* Specific strength and voluntary muscle activation in young and elderly women and men / Kent-Braun J. A., Alexander V. Ng. // *J. Appl. Physiol.* – 1999. – Vol. 87(1). – P. 22–29.
13. *Maughan R. J.* Muscle strength and cross-sectional area in man: a comparison of strength-trained and untrained subjects / Maughan R. J., Watson J. S., Weir J. // *Br. J. Sports Med.* – 1984. – Vol. 18. – P. 149–157.
14. *Prince F. P.* Human muscle fiber types in power lifters, distance runners and untrained subjects / Prince F. P., Hikida R. S., Hagerman F. C. // *Pflügers Archiv.* – 1976. – Vol. 363, – is. 1. – P. 19–26.
15. *Schiaffino S.* Fiber Types In Mammalian Skeletal Muscles / Schiaffino S, Reggiani C. // *Physiol Rev.* – 2011. – Vol. 91. – P. 1447–1531,
16. SPSS. Искусство обработки информации / пер. с нем. А. Бююль, П. Цёфель. – СПб. : ДиаСофтЮП. – 2002. – 608 с.
17. *Zierath J. R.* Skeletal Muscle Fiber Type: Influence on Contractile and Metabolic Properties / Zierath J. R., Hawley J. A. // *PLoS Biology* – 2004. – Vol. 2, – is. 10. – 1523–1527.

*Стаття надійшла до редколегії 21.04.2015*

*Прийнята до друку 26.06.2015*

*Підписана до друку 30.06.2015*