

УДК 796.526:612.01.001

## ФІЗІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СПОРТИВНОГО СКЕЛЕЛАЗІННЯ

Ірина ЗЕМЦОВА, Павло ВЕКЛА

*Національний університет фізичного виховання і спорту України*

**Анотація.** Проаналізовано наукові праці західноєвропейських авторів щодо морфофункціональних та метаболічних змін в організмі спортсменів-скелелазів. Охарактеризовано вплив фізичного навантаження, що виникає в процесі скелелазіння, на м'язову, серцево-судинну, дихальну, опорно-рухову системи та систему крові. Уперше описано дані щодо фізіологічних змін в окремих системах організму українських спортсменів-скелелазів високої кваліфікації. Проведено порівняльний аналіз результатів досліджень українських та європейських спортсменів. За результатами проведених досліджень тренерам було надано практичні рекомендації.

**Ключові слова.** спортивне скелелазіння, фізіологічні зміни, морфофункціональна модель скелелазів.

**Актуальність.** Сучасний професійний та олімпійський спорт як один із різновидів екстремальних видів діяльності людини характеризується високою інтенсивністю фізичних навантажень та підвищеними вимогами до діяльності фізіологічних систем організму [7].

Важливу роль у скелелазінні відіграють адаптаційні зміни таких систем: опорно-рухової, м'язової, серцево-судинної, дихальної, нервової систем, а також системи крові [1, 3, 6, 7].

У навчально-методичній літературі зі скелелазіння бракує даних щодо використання морфофункціональних ознак як об'єктивних показників величини адаптації. Така інформація змогла б полегшити процес відбору та орієнтації спортсменів-скелелазів. Відсутність наукових обстежень українських спортсменів-скелелазів та реакції систем їх організму на процес сходження обмежує можливості тренерів ефективно керувати процесом підготовки.

Роботу виконано згідно з планом НДР кафедри біології спорту НУФВСУ та затвердженим планом НДР державної служби молоді та спорту на 2011–2015 роки за темою: «Розробка комплексної системи визначення індивідуально-типологічних властивостей спортсменів на основі прояву геному», реєстраційний номер 0111U001729.

**Мета дослідження** – виявити морфофункціональні особливості та зміни в організмі спортсменів-скелелазів високої кваліфікації в процесі тренувальної та змагальної діяльності.

**Методи дослідження:** аналіз науково-методичної та спеціальної літератури, методи експертного оцінювання, динамометрія, пульсометрія, біохімічний аналіз крові, спірографія, газоаналіз, відеоспостереження, аналіз складу тіла, методи математичної статистики.

### **Завдання дослідження:**

1. Проаналізувати дані сучасної наукової літератури щодо досліджень морфофункціонального стану організму спортсменів-скелелазів.

2. Дослідити динаміку морфофункціональних змін систем організму в процесі сходження спортсмена-скелелазу на стінку з різними кутами нахилу.

3. Охарактеризувати вплив змагальної діяльності на організм спортсменів-скелелазів високої кваліфікації.

**Результати досліджень. Антропометрія.** Аналіз даних наукових робіт, які розглядають питання антропометричних змін організму спортсменів-скелелазів, свідчить про особливості адаптаційних пристосувань скелета спортсменів до потужних ізометричних та статичних навантажень. При відносно невеликому зрості виявляється зміна в компонентному складі тіла: низький процент жирової тканини та відносно високий процент м'язової тканини (табл. 1).

На основі досліджень спеціалістів у галузі спортивного скелелазіння (Уотса, Мейнера, Бута) було розраховано середні величини таких показників: маса тіла, зріст, загальна маса жирової тканини, маса жирової тканини верхніх та нижніх кінцівок [3, 4].

В аналітичній програмі дослідження (анкетування, бесіди) взяли участь близько 100 спортсменів-скелелазів з рівнем кваліфікації КМС–МС (вік 16–25 років). Для виконання експериментальної частини дослідження були залучені 10 спортсменів-скелелазів, членів збірної

команди України з рівнем кваліфікації майстер спорту України; їх зріст коливався від 169 до 182 см, а вага – від 55 до 72 кг.

Таблиця 1

### Антропометрична характеристика організму спортсменів-скелелазів

Характеристика	Європейці		Українці
	топ-спортсмени	початківці	топ-спортсмени
Вік, років	28,3 ± 5,4	24,1 ± 3,8	25,5 ± 6,4
Маса тіла, кг	58,8 ± 7	65,6 ± 4,9	63,25 ± 8
Зріст, м	1,71 ± 0,7	1,77 ± 0,04	1,73 ± 0,6
Маса жиру (МЖ), %	4,7 ± 1,3	-	9,8 ± 1,3
МЖ (нижні кінцівки), %	-	-	18,4 ± 3,6
МЖ (верхні кінцівки), %	-	-	9,9 ± 3,4
ИМТ	20,1 ± 2,4	20,9 ± 1,1	21,1 ± 2,7

Упродовж 6-місячного спостереження за спортсменами було визначено хвилеподібне зниження маси тіла на 14% у період змагальної діяльності, причому на 4% в останні 2–3 дні перед змаганнями (за рахунок дегідратації).

За результатами експерименту та їхнього зіставлення з літературними даними було зроблено такі висновки:

- антропометрична модель українських спортсменів є не раціональною для ефективної змагальної діяльності;
- спортсменам необхідно дотримуватися загальних закономірностей спеціального харчування, а програма харчування може бути подібною до принципів, взятих у спортивних гімнастів;
- для успішної змагальної діяльності процентний вміст жирової тканини не повинен містити більше ніж 7%.

Ураховуючи ці положення, можна рекомендувати тренерам, спортсменам та науковим консультантам команд приділяти більшу увагу плануванню раціону харчування з акцентом на зниження вмісту жирової тканини до рівня 5 – 7 % від загальної маси тіла. Такі заходи сприятимуть підвищенню відносної сили м'язів верхніх кінцівок, які беруть безпосередню участь у забезпеченні спеціальної працездатності скелелазів.

**М'язова сила та спеціальна витривалість.** За літературними даними європейських досліджень було визначено середнє значення показників кистьової динамометрії – 51,7 ± 7,5 кг – до початку тренування та 48,4 ± 8 кг – після тренування [1, 6].

Отримані нами результати дещо відрізнялися від літературних: середнє значення максимальної сили м'язів передпліччя та кисті становить 53,1 кг, але при цьому середній показник відносної сили м'язів передпліччя та кисті українських спортсменів дорівнював 0,78 у.о., а європейських – 0,94 у.о. Беручи до уваги те, що кореляційний взаємозв'язок між відносною силою кисті та результатом проходження трас відповідає  $r=0,78$ , імовірно те, що змагальний результат європейських спортсменів буде вищий за результат українських, оскільки різниця показників відносної сили м'язів передпліччя та кисті європейських спортсменів на 17 % більший.

**Дослідження метаболічних змін.** За результатами літературних джерел, опублікованих у британському журналі «СПОРТМЕД», було виявлено, що показник  $VO_{2max}$  у спортсменів-скелелазів досягає значень  $54,8 \pm 5,0$  мл·кг<sup>-1</sup>·хв<sup>-1</sup> (табл. 2).

Вміст лактату в крові зростає під час проходження маршруту, але не до рівнів, які можна отримувати під час тестувань у лабораторних умовах на велоергометрі. Відносно низький рівень лактату – це результат локального фізичного навантаження із залучення обмеженої кількості рухових одиниць. Відомо, що підвищення концентрації лактату в крові має високий кореляційний взаємозв'язок із рівнем силової витривалості м'язів передпліччя та кисті ( $r=0,76$ ), яка забезпечує високий спортивний результат спортсменів-скелелазів [3].

Таблиця 2

Дослідження  $VO_{2max}$  у спортсменів - скелелазів (дані літератури)

Дослідник	Категорія складності	Виконана робота	$VO_{2max}$ , мл·кг <sup>-1</sup> ·хв <sup>-1</sup>
Billat	7b	Тредміл	54,8±5,0
Billat	7b	Підтягування	22,3±2,6
Wilkins	7b	Тредміл	55,2±3,6
Watts&Drobish	7a	Тредміл	50,5±7,0
Booth	7a	Швидкісне лазіння	43,8±2,2

Вернер і Герберт (2000) опублікували результати дослідження зміни концентрації лактату в крові під час проходження змагальних трас на чемпіонаті світу 2000 року (табл. 3).

Таблиця 3

## Результат дослідження вмісту лактату в крові спортсменів-скелелазів

Автор	Методика	Концентрація La, ммоль·л <sup>-1</sup>
Billat	3 хв після траси 7b к.с.*	5,8±1,0
Watts	1 хв після траси 7b к.с.*	6,8±1,9
Mermier	1-2 хв після траси 7a к.с.*	3,2±0,9
Werner&Gerbert	1 хв після траси на Чемпіонаті світу	8,9±1,1

*Примітка.* к.с. – категорія складності маршруту.

Ураховуючи подані дані, ми можемо констатувати, що процес сходження має змішаний аеробно-анаеробний характер енергозабезпечення, а тому спортивних фізіологів, безумовно, повинно цікавити питання величини аеробного та анаеробного порогів [4].

Результати досліджень українських спортсменів-скелелазів відображають динаміку показників концентрації лактату, споживання кисню, та ЧСС при проходженні маршрутів 7с к.с. з різною величиною кута нахилу стінки: 90° та 180° (стеля).

За основу було взято лабораторні дослідження цих же спортсменів на велоергометрі з використанням газодіагностувального комплексу “Oxion Pro”, Німеччина (табл. 4).

Таблиця 4

## Результати метаболічного та функціонального дослідження організму спортсменів-скелелазів (n=5)

Показник / Спортсмен	1	2	3	4	5	Середнє значення
$La_{rest}$ , ммоль·л <sup>-1</sup>	1,80	2,24	1,92	1,86	2,17	1,99
$La_{180^\circ}$ , ммоль·л <sup>-1</sup>	6,78	7,20	6,42	5,78	5,89	6,41
$La_{90^\circ}$ , ммоль·л <sup>-1</sup>	5,62	5,96	5,20	4,96	5,42	5,43
$La_{max}$ в лабораторії, ммоль·л <sup>-1</sup>	14,9	14,8	15,2	12,9	12,5	14,06
ЧСС <sub>rest</sub> , уд·хв <sup>-1</sup>	48	53	51	55	47	50,8
ЧСС <sub>max180°</sub> , уд·хв <sup>-1</sup>	177	180	181	183	180	180,2
ЧСС <sub>max90°</sub> , уд·хв <sup>-1</sup>	187	189	187	191	188	188,4
ЧСС <sub>max</sub> в лабораторії, уд·хв <sup>-1</sup>	185	191	205	193	188	192,4
$VO_{2max}$ при 180°, мл·хв <sup>-1</sup>	2652	2896	2782	2768	2672	2754
$VO_{2max}$ при 90°, мл·хв <sup>-1</sup>	2988	3114	3056	3646	3128	3186,4
$VO_{2max}$ в лабораторії, мл·хв <sup>-1</sup>	3846	3214	3942	3984	3420	3681,2

Дані лабораторного дослідження свідчать, що максимальні можливості досліджуваних систем не реалізуються в процесі сходження, а це своєю чергою, має два пояснення:

1. Незважаючи на те, що спортсмени мають хорошу функціональну підготовку, яка не реалізуються в процесі сходження, падіння спортсменів, імовірно, відбувається через недостатнє оволодіння техніко-тактичними прийомами або під впливом психологічного фактору страху.

2. Результати лабораторних досліджень було отримано при виконанні циклічних вправ ступінчато-зростального характеру при залученні більшої кількості м'язів, що не є специфічними і не відповідають характеристикам процесу скелелазіння.

Отримані результати виявилися дещо нижчими за лабораторні показники, але мають спільні характеристики. Тому для подальшого лабораторного обстеження спортсменів-скелелазів потрібно дібрати ергометри, що більшою мірою відображатимуть їх спеціальну працездатність.

**Адаптаційні пристосування опорно-рухової системи.** Проблема травматизму достатньо актуальна в сучасному спорті, зокрема, у скелелазінні. У процесі взаємодії опорно-рухового апарату спортсменів зі скелею чи рельєфом, що її імітує, організм спортсменів піддається великому ризику травмування.

Процес сходження характеризуються постійними чергуванням ізометричних та статичних м'язових скорочень, унаслідок яких при надмірному навантаженні в опорно-руховому апараті, виявляється підвищення рівня травматизму саме верхніх кінцівок [2, 6].

Особливого контролю потребують тренування на кампусборді, де спортсмен підіймає своє тіло та виконує динамічні вправи, навантажуючи 4–5 фаланги кисті.

Нераціональне використання фінгборду та кампусборду призводить до захворювань верхніх кінцівок, серед яких: брусити, артрити, медіальний епікондиліт та інші. Останнє захворювання є досить поширеним: 5 із 10 професіональних скелелазів мають з ним проблему. І тільки трьом із п'яти вдається продовжити своє спортивне довголіття.

Британські спеціалісти (V. Schffl, T. Hochholzer, A. Imhoff) дійшли до висновку, що на рівень травматизму найбільше впливає спосіб фіксації на зачіпці (рис. 1).



Рис. 1. Види хватів дощечки кампусборду

Спортсмени, які використовували під час тренувань на кампусборді закритий вид хвату, мали проблеми із суглобами кисті, зокрема, деформації та тріщини суглобів (за даними рентгенографії). Група спортсменів, які використовували відкритий хват, мали проблеми з розривом зв'язок, що пов'язано з їх надмірним розтягненням при використанні цього хвату [5].

Ураховуючи ці результати досліджень, можна зробити висновок: для тренувань на кампусборді ліпше використовувати напівзакритий вид захвату, що знизить ризик травмування суглобів та зв'язок кисті.

Результати аналізу даних стосовно травматизму у скелелазів свідчать, що надмірні навантаження віком 13–17 років погіршують ріст кісток та стимулюють їх деформацію.

**Висновок.** Скелелазіння залишається унікальним видом спорту з точки зору фізіології, тому що вимагає постійного ізометричного напруження м'язів усього тіла.

У процесі сходження беруть участь більшість життєво важливих систем, унаслідок чого збільшується споживання кисню, частота серцевих скорочень, вміст лактату в крові й ін. Значну тривалість сходження забезпечує аеробний механізм ресинтезу АТФ, але успіх залежить від потужності та ємності механізмів анаеробного енергозабезпечення, про що свідчить велика концентрація лактату у крові.

Порівнюючи наші дані, які ми отримали під час досліджень українських спортсменів-скелелазів з літературними, виявлено деякі відмінності, зокрема європейські спортсмени мають вигідніші антропометричні дані, що є результатом удалого відбору. Відзначаються також

вищі показники лактату в крові, більш високі значення  $\text{ЧСС}_{\text{max}}$  та споживання кисню, що свідчить про більшу потужність анаеробних механізмів енергозабезпечення.

Виявлено такі детермінанти сходження:

- показник відношення максимальної сили кисті до маси тіла;
- різниця між довжиною рук та зростом;
- потужність анаеробних механізмів ресинтезу АТФ;
- силова витривалість м'язів верхнього плечового поясу.

Отримані дані можуть бути попереднім оглядовим матеріалом, а для того, щоб мати ґрунтовні результати, спортсмени-скелелазы потребують більш тривалого обстеження впродовж 3–4х років.

### Список літератури

1. *Booth J.* Energy costs of sport rock climbing in elite performers / J. Booth, F. Marino, C. Hill. // Br. J. Sports Med. – 1999. – P. 14–18.
2. *Grant S.* A comparison of the anthropometric, strength, endurance and flexibility characteristics of female elite and recreational climbers and non-climbers / S. Grant, T. Hasler, C. Davies. // J. Sports Sci. – 2001. – P. 499–505.
3. *Hamilton N.* Investigating the differences between beginners and advanced climbers / N. Hamilton. // XXV ISBS Symposium, 2007, Ouro Preto – Brazil. – P. 587-590.
4. Physiological and anthropometric determinants of sport climbing performance / C. M. Mermier, J. M. Janot, D. L. Parker, J. G. Swan. // Br. J. Sports Med. – 2000. – P. 359 – 365.
5. *Schiffel V.* Radiographic changes in the hands and fingers of young, high-level climbers / V. Schiffel, T. Hochholzer, A. Imhoff // Am J. Sports Med. – 2004. – P. 1688 – 1694.
6. *Watts P.* Anthropometric profiles of elite male and female competitive sport rock climbers / P. Watts, D. Martin, S. Durtschi. // J. Sports Sci. – 1993. – P. 113 – 17.
7. *Werner I.* The science of climbing and mountaineering (CD-ROM) / I. Werner, W. Gebert. – Human Kinetics Software, Champaign, 2000.

## ФИЗИЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СПОРТИВНОГО СКАЛОЛАЗАНИЕ

Ірина ЗЕМЦОВА, Павло ВЕКЛА

*Национальный университет физического воспитания и спорта Украины*

**Аннотация.** Проанализированы научные работы западноевропейских авторов относительно морфофункциональных и метаболических изменений в организме спортсменов-скалолозов. Охарактеризовано влияние физической нагрузки, которая возникает во время скалолазания, на мышечную, сердечно-сосудистую, дыхательную, опорно-двигательную, системы и систему крови. Впервые описаны данные относительно физиологических изменений в системах украинских спортсменов-скалолозов высокой квалификации. Проведен сравнительный анализ результатов исследований украинских и европейских спортсменов. По результатам проведенных исследований тренерам были отправлены практические рекомендации.

**Ключевые слова:** спортивное скалолазание, физиологические изменения, морфофункциональная модель.

## PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF SPORTING MOUNTAINEERING

Iryna ZEMTSOWA, Pavlo VEKLA

*National University of Physical Education and Sport of Ukraine*

**Abstract.** Scientific works of Westeuropean authors relatively morphofunctional and metabolic changes in the body of climbers were analyzed. The influence of physical activity that occurs in the process of climbing on the muscular, cardiovascular, respiratory, musculoskeletal system and blood system were characterized. For the first time were described data on physiological changes in specific body systems of Ukrainian highly-qualified climbers. A comparative analysis of studies Ukrainian and European athletes was conducted. By results of research, the coaches were given practical recommendation.

**Key word:** sport climbing, physiological changes, morphofunctional model of climbers.