

11. Bartlett, R. (2014). Introduction to sports biomechanics: analysing human movement patterns (4th Edition). UK: Routledge. Oxon.
12. Bauer, P., Uebellackera, F., Mittera, B., Aignera, A.J., Hasenoehrlb, T., & Ristl, R. et al. (2019). Combining higher-load and lower-load resistance training exercises: A systematic review and meta-analysis of findings from complex training studies. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22, 838-851. doi: 10.1016/j.jsams.2019.01.006.
13. Guidetti, L., Musulin, F., & Baldari, C. (2002). Physiological factors in middleweight boxing performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(3), 309-314.
14. Kamaev, O., Mulyk, V., Kotliar, S., Mulyk, K., Utkina, O., Nesterenko, A., Sidorova, T., Toporkov, A., & Grynova, T. (2020). Optimization of the functional and speed-strength training of qualified skiers-racers during the preparatory period. *Journal of Physical Education and Sport*, 20 (1), 17, 131-137. doi:10.7752/jpes.2020.01017.
15. L'uboslav, Š., Andrej, H., Peter, K., & Jaroslav, B. (2020). Development of specific training load in boxing. *Journal of Physical Education and Sport*, 20 (5), 352, 2580-2585. doi:10.7752/jpes.2020.05352
16. Mann Whitney U Test (Wilcoxon Rank Sum Test) - [document on the Internet]. - Available from: <https://sphweb.bumc.bu.edu/otlit/> (date of application: 20.09.2022).
17. Mathematical methods of data processing - [document on the Internet]. - Available <https://www.psychol-ok.ru/lib/statistics.html>. (date of application: 20.09.2022).
18. Nykytenko, A., Nikitenko, S., Busol, V., Nykytenko, A., Velychkovych, M., & Martciv, V. (2013). Intercommunications of indexes of speed and power qualities of sportsmen single combat on the stage of the specialized base preparation. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, 17(1):49-5.
19. Shapiro-Wilk test [document on the Internet]. - [document on the Internet]. - Available from: https://plex.page/Shapiro%E2%80%93Wilk_Test. (date of application: 07.09.2022).
20. Smith, M.S., Dyson, R.J., Hale, T., & Janaway, L. (2000). Development of a boxing dynamometer and its punch force discrimination efficacy. *Journal of Sports Sciences*, 18(6), 445-450. doi: 10.1080/02640410050074377
21. Volodchenko, O.A., Podrigalo, L.V., Iermakov, S.S., Zychowska, M.T., & Jagiello, W. (2019). The Usefulness of Performing Biochemical Tests in the Saliva of Kickboxing Athletes in the Dynamic of Training. *BioMedResearch International*, 1-7. <https://doi.org/10.1155/2019/2014347>
22. Wilson, D.C., Ruddock, A.D., Ranchordas, M.K., Thompson, S.W., & Rogerson, D. (2020). Physical profile of junior and senior amateur boxers. *Journal of Physical Education and Sport*, 20 (6), 466, 3452-3459. doi:10.7752/jpes.2020.06466.

DOI 10.31392/NPU-nc.series15.2023.5(164).22
УДК 796.88.012.32

Олешко В.Г.,
доктор наук з фізичного виховання і спорту, професор,
завідувач кафедри спортивних єдиноборств та силових видів спорту,
Національний університет фізичного виховання і спорту України
Коробейніков Г.В.,
доктор біологічних наук, професор,
професор кафедри спортивних єдиноборств та силових видів спорту,
Національний університет фізичного виховання і спорту України
Шинкарук О.А.,
доктор наук з фізичного виховання і спорту, професор,
завідувач кафедри кіберспорту та інформаційних технологій,
Національний університет фізичного виховання і спорту України
Антонюк О.В.,
кандидат наук з фізичного виховання і спорту, доцент,
доцент кафедри теорії і методики фізичного виховання,
Хмельницький національний університет
Жирнов О.В.,
кандидат наук з фізичного виховання і спорту, доцент,
доцент кафедри кінезіології та фізкультурно-спортивної реабілітації,
Національний університет фізичного виховання і спорту України

КІНЕМАТИКА ТЕХНІКИ ЗМАГАЛЬНИХ ВПРАВ У КВАЛІФІКОВАНИХ ВАЖКОАТЛЕТІВ РІЗНОЇ СТАТІ

Аналіз науково-методичної та спеціальної літератури (результати моніторингу Інтернет-джерел) з проблем удосконалення технічної майстерності кваліфікованих важкоатлетів показує, що проблема вивчення просторово-часових характеристик змагальних вправ спортсменів на основних етапах багаторічного вдосконалення залишається актуальною для тренерів і фахівців важкої атлетики.

Метою роботи є дослідження індивідуально-групових моделей кінематики техніки змагальних вправ (швидкість снаряда у різних фазах рухової дії) важкоатлетів у процесі ефективної змагальної діяльності. Під час дослідно-аналітичної

роботи були використані наступні методи: вивчення науково-методичної літератури, Інтернет ресурсів, педагогічні спостереження, відеозаписи змагань, біомеханічний аналіз структури руху штанги, методи математичної статистики.

У результаті дослідження нами проаналізовано індивідуально-групові моделі кінематики техніки ривка та поштовху (першого прийому) у кваліфікованих важкоатлетів з різних країн світу (чемпіонів та призерів Ігор Олімпіад, чемпіонатів світу та континентів).

Доведено, що економічність техніки виконання змагальних вправ кваліфікованих важкоатлетів характеризується ефективним використанням просторово-часових характеристик руху в різних фазах рухової структури «спортсмен-штанга».

Наведені матеріали досліджень показують, що існують певні відмінності у техніці виконання змагальних вправ у кваліфікованих важкоатлетів різної статі та груп вагових категорій стосовно швидкісних характеристик переміщення штанги вгору. Підтверджено, що ефективність техніки переміщення штанги кваліфікованими важкоатлетами зумовлена вимогами виду спорту – підняти штангу максимальної ваги вгору в межах просторово-часових характеристик та площі опору.

Ключові слова: моделі кінематики, техніка рухових дій, змагальна діяльність, біомеханічний аналіз, відеозапис вправ, важка атлетика, кваліфіковані спортсмени.

Oleshko V. G., Korobeynikov G.V., Shynkaruc O.A., Antonyk O.V., Zhyrnov O.V. Kinematic of competitive exercise techniques in qualified weightlift athletes of different sexes. The analysis of scientific-methodical and special literature (results of monitoring Internet sources) on the problems of improving technical skill of qualified weightlifters shows that the problem of studying the spatio-temporal characteristics of competitive exercises of athletes at the main stages of multi-year improvement remains relevant for coaches and weightlifting specialists.

The purpose of the work is the study of individual and group models of the kinematics of the technique of competitive exercise (velocity of the projectile in different phases of motor action) of weightlifters in the process of effective competitive activity. During of research and analytical work, the following methods were used: the study of scientific and methodological literature, Internet resources, pedagogical observations, video recordings of competitions, biomechanical analysis of the structure of the movement of the barbell, methods of mathematical statistics.

As a result of the research, we analyzed the individual and group models of the kinematics of the snatch and clean and jerk (first phase of C&J) in qualified weightlifters from different countries of the world (winners and medalists of the Olympic Games, world and continental championships).

It has been proven that the efficiency of the technique of performing competitive exercises of qualified weightlifters in characteristics by the appropriate use of spatio-temporal characteristics of projectile movement in various phases of the movement structure of the «athlete-barbell».

The cited research materials show that there are certain differences in the technique of performing competitive exercises in qualified weightlifters of different genders and groups of weight categories regarding the speed characteristics of moving the bar up. It has been confirmed that the effectiveness of the technique of movement the barbell by qualified weightlifters is determined by the requirements of the sport – to lift the barbell of maximum weight up touching the space-time characteristics and area footprint.

Key words: kinematics models, movement technique, competitive activity, biomechanical analysis, video recording of exercises, qualified athletes.

Постановка проблеми. Сьогодні важливим компонентом зростання спортивної майстерності кваліфікованих важкоатлетів різної статі та груп вагових категорій є ефективна техніка виконання змагальних вправ. Саме під час одноразового піднімання максимальної ваги штанги за короткий проміжок часу спортсмени мають можливість проявити набуті швидкісно-силові властивості та показати ефективну техніку вправ в екстремальних умовах, якими є змагання будь-якого рангу [1, 2, 3, 4, 5].

Аналіз літературних джерел свідчить про те, що в теорії і практиці важкої атлетики існують суперечливі дані щодо оцінки вертикальної швидкості снаряду під час виконання змагальних вправ. Одні автори [6, 7, 8] вважають, що чим більша швидкість піднімання штанги, тим краще, інші [9, 10, 11] дотримуються думки, що вертикальна швидкість має бути оптимальною і відповідати поставленим перед спортсменом завданням. Треті [12, 13], не без підстав, стверджують, що раціональна техніка, навпаки, характеризується невисокими величинами максимальних значень швидкості руху снаряду, досягнутих у фазі фінального розгону, за умови, що вони дозволяють підняти штангу максимальної ваги на певну висоту. Також відомо, що на показники вертикальної швидкості руху штанги впливають: вага обтяження, маса тіла спортсмена, довжина тіла та його ланок, а також методика їх вимірювання. Тому, на думку авторів, вони є більш високі у важкоатлетів вищого зросту та важчих вагових категорій. [14, 15, 16].

Отже у зв'язку з вказаною суперечністю поглядів дослідників, що по-різному інтерпретують величини швидкісних показників техніки ривка і поштовху важкоатлетів, нами поставлено завдання більш детально розібратися у цьому питанні.

Техніка виконання ривка і поштовху характеризується швидкісними характеристиками переміщення штанги в основних фазах руху: під час відокремлення її від помосту, в періодах - тяга, підрив, присід, вставання, вихідне положення перед поштовхом, попередній присід, виштовхування, присід та вставання. Такі часові характеристики можна реєструвати на початку та кінці руху штанги (момент часу), протягом певного відрізка часу (тривалість), з певним темпом виконання, та які рухи було використано за цей час (ритм руху) [1, 2, 6, 10, 14].

Дослідження виконано відповідно до плану науково-дослідної роботи

Національного університету фізичного виховання і спорту України на 2021-2025 рр. за темою 2.6 «Науково-методичний супровід тренувальної та змагальної діяльності кваліфікованих спортсменів у єдиноборствах та силових видах спорту» (номер державної реєстрації 0121U108940).

Проблема використання відеокomp'ютерних систем контролю за технічною майстерністю спортсменів залежно від їх соматотипу, статі та груп вагових категорій набула широкої популярності останніми роками [8, 10, 12, 14]. Отже теорія побудови й керування руховими діями спортсменів за допомогою технічних засобів контролю повинна допомагати тренерам-практикам ефективно застосувати сучасні методи та засоби контролю за просторово-часовими показниками техніки змагальних вправ у спортсменів-важкоатлетів різної статі залежно від їх масо-ростових особливостей.

Мета дослідження - визначення індивідуально-групових моделей кінематики техніки змагальних вправ (швидкості снаряда у різних фазах руху) у кваліфікованих важкоатлетів під час ефективної змагальної діяльності.

Матеріал та методи дослідження. У процесі дослідно-аналітичної роботи були використані наступні методи: вивчення науково-методичної літератури, Інтернет ресурсів, педагогічні спостереження, відеозаписи змагань, біомеханічний аналіз структури руху штанги, методи математичної статистики.

Реєстрація просторово-часових показників руху штанги спортсменів здійснювалась з використанням апаратуро-програмний комплексу «Weightlifting analyzer 3.0» (виробництва Німеччини) із цифровою відеокамерою Panasonic DM 9000 EN, персональним комп'ютером із відеозахоплювачем класу «Pinnacle Systems» [14].

У дослідженнях брали участь понад 90 кваліфікованих важкоатлетів різної статі під час змагальної діяльності на чемпіонатах світу, Європи та України протягом останніх десяти років, за умови що вони виконували змагальні спроби в «контрольній зоні інтенсивності» з вагою штанги 92-100 % від максимуму.

Для розрахунку відмінностей у характеристиках біодинаміки змагальних вправ усіх важкоатлетів за різною масою тіла та відносною силою м'язів було умовно розділено на такі групи: 1 група чоловіки – до 69,0 кг; жінки – до 58,0 кг; 2 група чоловіки – від 77,01 до 94,0 кг; жінки – від 63,01 до 75,0 кг; 3 група чоловіки – від 105,01 та понад 105 кг; жінки – від 90,01 та понад 90,0 кг, відповідно.

Результати та дискусія. Нами аналізувалися такі швидкісні показники руху штанги у важкоатлетів різної статі та груп вагових категорій під час виконання ривка та першого прийому поштовху (табл. 1).

Таблиця 1

Показники швидкісної структури техніки ривка та поштовху

Показники	Їх характеристика, (м·с ⁻¹)
V _{F1}	швидкість руху штанги у момент першого максимуму прикладання сили у фазі попереднього розгону;
V _{кс}	швидкість руху штанги у момент першого максимуму розгинання ніг у колінних суглобах у фазі попереднього розгону;
V _{F2}	швидкість руху штанги у момент максимуму прикладання сили у фазі амортизації;
V _{max кс}	швидкість руху штанги у момент другого максимуму розгинання ніг у колінних суглобах у фазі фінального розгону;
V _{F3}	швидкість руху штанги в момент максимуму прикладання сили у фазі фінального розгону;
V _{max}	максимальна швидкість руху штанги у фазі фінального розгону;

Нижче представлена динаміка швидкісних показників руху штанги в ривку у важкоатлетів різних груп вагових категорій (рис. 1).

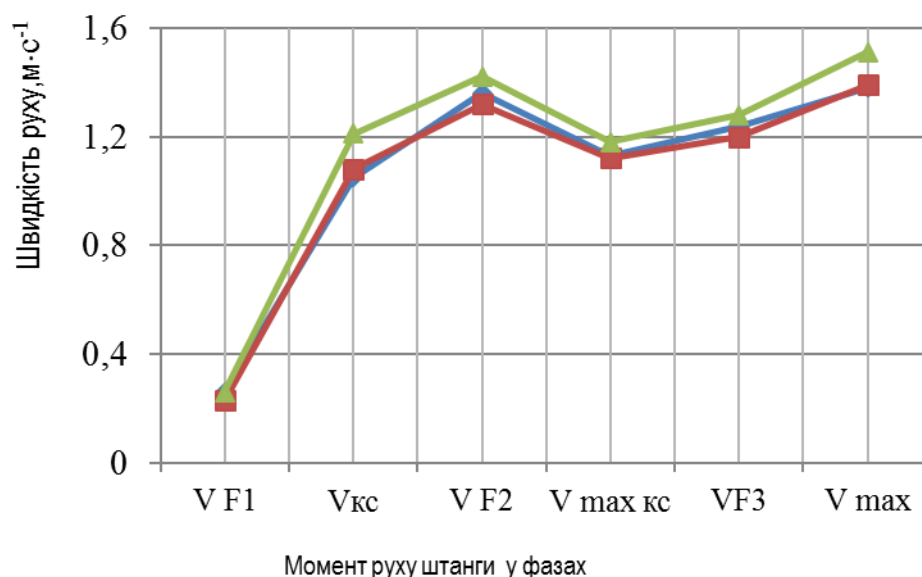


Рис. 1. Динаміка швидкісних показників техніки ривка у важкоатлетів різних груп вагових категорій:

— перша група; — друга група; — третя група

Дослідження показують, що найвищу вертикальну швидкість руху штанги у ривку у фазі попереднього розгону в момент першого максимуму прикладання сили до снаряду (v_{F1}) показують спортсмени 3-ої групи вагових категорій – $0,29 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, а найменші показники мають спортсмени 2-ої групи вагових категорій – $0,26 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ($p < 0,05$), відповідно.

Аналіз максимальної швидкості руху штанги у чоловіків у ривку у фазі попереднього розгону в момент першого максимуму розгинання ніг у колінних суглобах ($v_{кс}$) показує, що вона збільшується з підвищенням груп вагових категорій - на $19,1 \%$ ($p < 0,05$), у межах від $1,10 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ у 1-ій групі вагових категорій, до $1,31 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ у спортсменів 3-ої групи.

У момент максимуму прикладання сили спортсменами до штанги у фазі амортизації (v_{F2}) така сама тенденція - показники зростають із підвищенням груп вагових категорій - на $14,3 \%$, ($p < 0,05$), тобто від $1,26$ до $1,44 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Але ця різниця не є достовірною між спортсменами 1-ої та 2-ої груп вагових категорій.

Подібна тенденція спостерігається у важкоатлетів у момент другого максимуму розгинання ніг у колінних суглобах ($v_{\text{maxкc}}$). Найвищі швидкісні показники швидкості спостерігаються у спортсменів 3-ої групи вагових категорій ($1,82 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$), вони є вищими на $2,9 \%$ ($p < 0,05$), ніж у важкоатлетів 1-ої групи вагових категорій ($1,75 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$).

Швидкісні показники техніки ривка у момент максимуму прикладання сили спортсменами до штанги у фазі фінального розгону (v_{F3}) також зростають з підвищенням груп вагових категорій – на $10,4 \%$ ($p < 0,05$), від $1,53$ у 1-ій групі, до $1,69 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ у 3-ій групі, а також між спортсменами 2-ої та 3-ої груп вагових категорій – на $8,3 \%$ ($p < 0,05$), відповідно від $1,56$ до $1,69 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$.

Найвищі величини вертикальної швидкості (v_{max}) в опорних фазах ривка є у важкоатлетів 3-ої групи вагових категорій – $1,93 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, а найнижчі, у спортсменів 1-ої групи вагових категорій – $1,77 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, отже різниця між показниками становить – $9,0 \%$ ($p < 0,01$).

Таким чином, аналіз швидкісних показників техніки ривка у важкоатлетів трьох груп вагових категорій виявив загальну тенденцію їх зростання з підвищенням груп вагових категорій. Якщо між спортсменами 1-ої та 2-ої групами вагових категорій ця різниця не така суттєва, то між 1-ою та 3-ою

групами вона є достовірною. Дану особливість необхідно врахувати під час корекції та удосконалення швидкісних показників техніки виконання ривка.

Нижче представлено показники швидкісної структури техніки ривка у важкоатлеток-жінок (рис. 2).

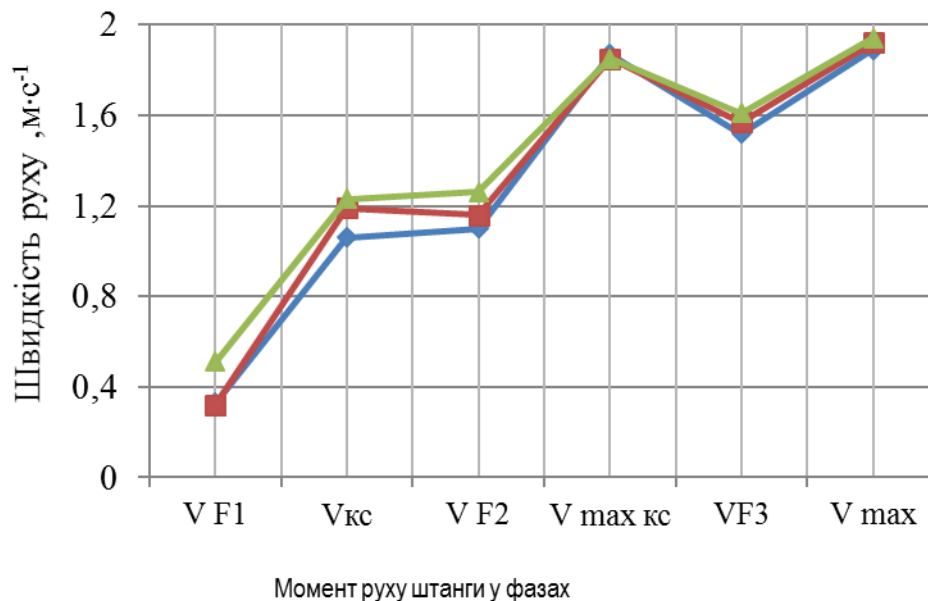


Рис. 2. Динаміка швидкісних показників техніки ривка у важкоатлеток різних груп вагових категорій:

— перша група; — друга група; — третя група

Показники вертикальної швидкості руху штанги у фазі попереднього розгону в момент першого максимуму прикладання сили до снаряду (v_{F1}) зростають у спортсменок 3-ої групи вагових категорій - на $35,3$ та $37,3 \%$ ($p < 0,01$), у межах від $0,33$ та $0,32 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ у спортсменок 1-ої та 2-ої груп вагових категорій, та до $0,51 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, у жінок 3-ї групи вагових категорій.

Показники максимальної швидкості руху штанги у фазі попереднього розгону в момент першого максимуму розгинання ніг у колінних суглобах ($v_{кc}$) також зростають з підвищенням вагових категорій спортсменок – на $16,0 \%$ ($p < 0,05$), тобто від $1,06 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ у 1-ій групі, до $1,23 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ у 3-ій групі вагових категорій.

Така ж сама тенденція спостерігається під час максимуму прикладання сили спортсменами до штанги у фазі амортизації (v_{F2}). Зростання становить - $14,1 \%$, ($p < 0,05$), від $1,10$ у 1-й групі, до $1,26 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ у 3-й групі. Така сама тенденція є між спортсменками 1-ої та 2-ої групами вагових категорій – на $5,4 \%$ ($p < 0,05$),

відповідно, а також між спортсменками 2-ої та 3-ої групами вагових категорій – на $8,6 \%$ ($p < 0,05$), відповідно.

Єдиний показник швидкісної структури руху у ривку, що не має достовірних відмінностей у спортсменок із підвищенням груп вагових категорій є вертикальна швидкість руху під час другого максимуму розгинання ніг у колінних суглобах ($v_{\max \text{ КС}}$), $p \geq 0,05$.

Показники швидкості руху снаряда у ривку в момент максимуму прикладання сили до штанги у фазі фінального розгону (v_{F3}) зростають з підвищенням груп вагових категорій спортсменок – на 3,3 % ($p < 0,05$), у межах від 1,52 у 1-ій групі, до 1,57 м·с⁻¹ у 2-ій групі, а також - на 5,9 % ($p < 0,05$), у межах від 1,52 у 1-ій групі, до 1,61 м·с⁻¹ у 3-ій групі.

Показники вертикальної швидкості руху снаряда у фазі фінального розгону (v_{\max}) зростають у важкоатлеток-жінок 3-ої групи вагових категорій – на 2,6 % ($p < 0,05$), у межах від 1,89 м·с⁻¹ у спортсменок 1-ої групи вагових категорій до 1,94 м·с⁻¹ у спортсменок 3-ї групи вагових категорій.

Що стосується відмінностей за швидкісними показниками техніки ривка між чоловіками та жінками, то тут також спостерігаються достовірні відмінності. Наприклад, жінки розвивають більшу швидкість руху штанги під час першого максимуму прикладання сили у фазі (v_{F1}), ніж чоловіки – на 44,0 % ($p < 0,05$). Подібна тенденція відмічається у момент другого максимуму розгинання ніг у колінних суглобах ($v_{\max \text{ КС}}$) – у жінок ці величини руху штанги є вищими – на 4,5 % ($p \leq 0,05$), ніж у чоловіків. Найвищу максимальну швидкість руху штанги у фазі фінального розгону (v_{\max}) розвивають спортсменки 2-ої та 3-ої груп вагових категорій, вона є - на 6,8 і 5,4 % вищою, ніж подібні показники чоловіків у 1-ій та 2-ій групах вагових категорій ($p \leq 0,05$).

Цю тенденцію можна пояснити таким чином. Чоловіки володіють більш сталою технічною майстерністю, тому вони розвивають саме певну швидкість руху штанги («оптимальну»), що дозволяє їм підняти вагу на відповідну висоту, а жінки за рахунок меншого рівня технічної майстерності розвивають більшу швидкість руху штанги (із запасом) у цій змагальній вправі.

Обернено-протилежна тенденція відмічається у ривку у фазі амортизації (v_{F2}), тут максимальна швидкість руху штанги є суттєво вищою у важкоатлетів-чоловіків, ніж у жінок – на 12,7 % ($p \leq 0,05$), а також майже відсутні відмінності між показниками чоловіків і жінок у фазі першого максимуму розгинання ніг у колінних суглобах ($v_{\text{КС}}$).

Таким чином, можна констатувати, що показники швидкісної структури техніки ривка спортсменів різної статі мають достовірні відмінності з одного боку у різних фазах структури руху, а з іншого боку між часовими величинами спортсменів різних груп вагових категорій.

У підніманні штанги на груди нами обраховувалась достовірність відмінностей серед швидкісних показників техніки у важкоатлетів-чоловіків різних груп вагових категорій (рис. 3).

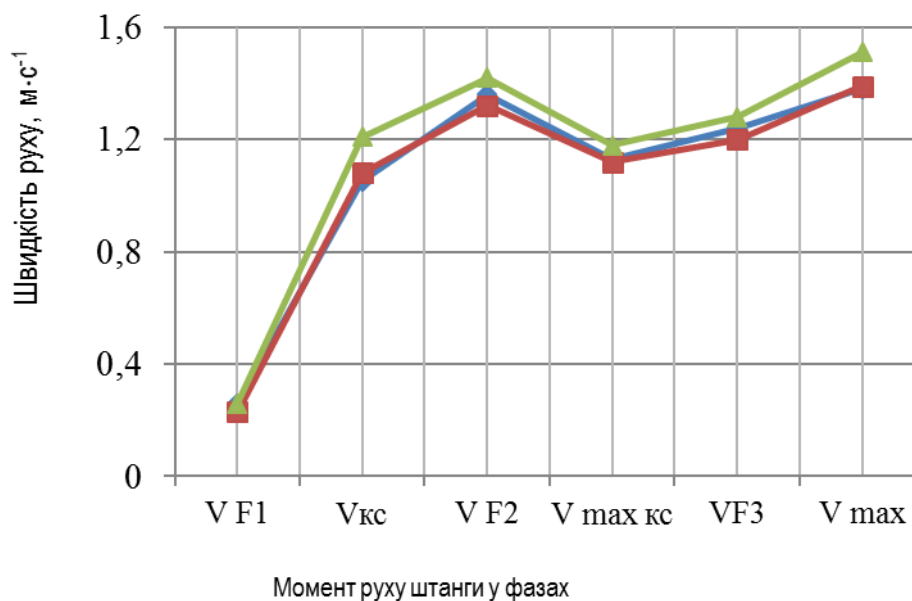


Рис. 3. Динаміка швидкісних показників техніки першого прийому поштовху у важкоатлетів різних груп вагових категорій:

— перша група; — друга група; — третя група

У важкоатлетів-чоловіків найвищі величини вертикальної швидкості руху штанги у підніманні штанги на груди у фазі попереднього розгону в момент першого максимуму прикладання сили до снаряда (v_{F1}) мають спортсмени 1-ої та 3-ої груп вагових категорій – 0,26 м·с⁻¹, а найменші - спортсмени 2-ої групи вагових категорій – 0,23 м·с⁻¹ але ці відмінності статистично недостовірні ($p \geq 0,05$).

У фазі попереднього розгону в момент першого максимуму розгинання ніг у колінних суглобах ($v_{\text{КС}}$) показники вертикальної швидкості штанги у підніманні її на груди у чоловіків зростають з підвищенням груп вагових категорій - на 15, 2 % ($p < 0,01$), у межах від 1,05 м·с⁻¹ у 1-ій групі, до 1,21 м·с⁻¹ у 3-ій групі. Також встановлено така сама тенденція між важкоатлетами 2-ої та 3-ої групами вагових категорій – на 12,0 % ($p < 0,01$), відповідно.

Показники техніки поштовху в момент максимуму прикладання сили спортсменами до штанги у фазі амортизації (v_{F2}) також зростають із підвищенням груп вагових категорій спортсменів - на 58,4 % ($p < 0,05$), у межах від 1,12 до 1,18 м·с⁻¹. Однак, різниця за даними величинами не є достовірною між спортсменами 1-ої та 2-ої групами вагових категорій.

Така ж сама тенденція спостерігається і у момент другого максимуму розгинання ніг у колінних суглобах важкоатлетів-чоловіків ($v_{\max \text{кс}}$), зростання становить - 7,1 % ($p < 0,05$), у межах від 1,32 м·с⁻¹ у спортсменів 1-ї групи, до 1,42 м·с⁻¹ у 3-ї групи, подібне зростання є у атлетів 2-ої групи – 7,6 % ($p < 0,05$), відповідно.

Найвищі величини швидкості снаряду в момент максимуму прикладання сили до штанги у фазі фінального розгону (v_{F3}) показують спортсмени 3-ої групи вагових категорій – 1,28 м·с⁻¹, трохи меншими вони є у атлетів 1-ої групи вагових категорій – 1,24 м·с⁻¹, відмінності становить - 3,3 % ($p < 0,05$), а найменші величини є у атлетів 2-ої групи вагових категорій – 1,20 м·с⁻¹, відмінності становить – 6,7 % ($p < 0,05$).

Найвищі величини вертикальної швидкості руху штанги у фазі фінального розгону (v_{\max}) мають важкоатлети 3-ої групи вагових категорій – 1,51 м·с⁻¹ тоді, як у спортсменів 1-ої та 2-ої груп вагових категорій, вони є меншими – на 9,4 % ($p < 0,01$).

Аналіз швидкісної структури руху штанги чоловіків у поштовху свідчить, що вони у момент другого максимуму розгинання ніг у колінних суглобах ($v_{\max \text{кс}}$) все ж таки не досягають максимальної швидкості руху, тобто вони є меншими за максимальні величини – на 1,5; 5,3 та 6,3 % ($p < 0,05$) відповідно у атлетів трьох груп вагових категорій.

Отже аналіз швидкісних показників техніки піднімання штанги на груди у важкоатлетів трьох груп вагових категорій виявив загальну тенденцію: з підвищенням вагових категорій ці величини зростають. Також характерною особливістю даної тенденції є те, що між групами вагових категорій, що розташовані поруч ця різниця не така суттєва, але всі показники спортсменів важкої вагової категорії мають суттєве зростання. Дану особливість слід враховувати під час корекції та удосконалення показників швидкісної структури техніки першого прийому поштовху.

Нижче представлено швидкісні показники техніки першого прийому поштовху штанги у важкоатлеток-жінок різних груп (рис. 4).

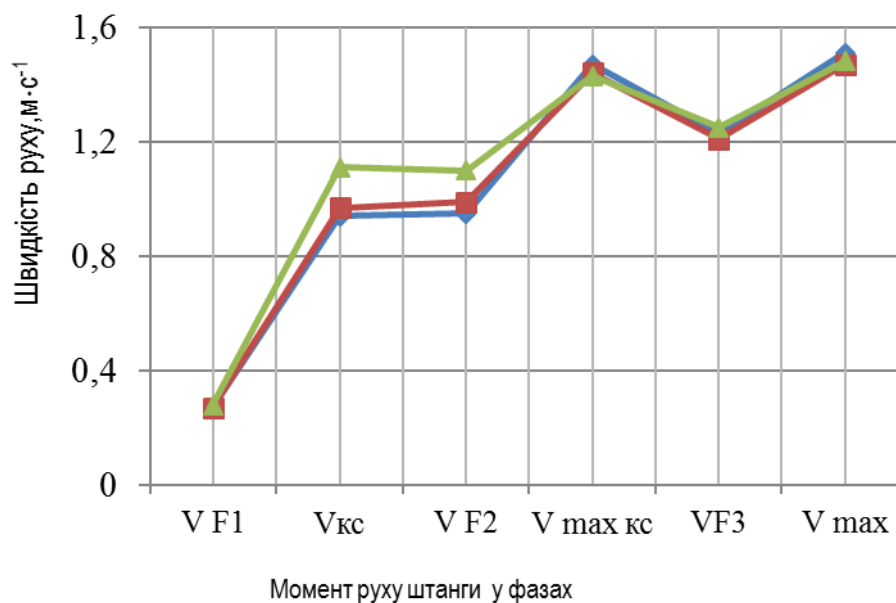


Рис. 4. Динаміка швидкісних показників руху штанги у першому прийомі поштовху важкоатлеток різних груп вагових категорій:

— перша група; — друга група; — третя група

Показники техніки підніманні штанги на груди свідчать, що величини вертикальної швидкості руху снаряду у фазі попереднього розгону в момент першого максимуму прикладання сили до снаряду (v_{F1}) майже не змінюється у спортсменок різних груп вагових категорій ($p \geq 0,01$).

Величини максимальної швидкості руху штанги жінок у фазі попереднього розгону в момент першого максимуму розгинання ніг у колінних суглобах ($v_{\text{кс}}$)

зростають із підвищенням груп вагових категорій – на 18,2 % ($p < 0,05$), від 0,94 у 1-ї групи вагових категорій, до 1,11 м·с⁻¹ у 3-ї групі. Подібна тенденція спостерігається і у момент максимуму прикладання сили спортсменками до штанги у фазі амортизації (v_{F2}) – на 15,8 % ($p < 0,05$), від 0,95 до 1,10 м·с⁻¹, відповідно. Різниця за даними величинами не є достовірною тільки між спортсменками 1-ої та 2-ої груп вагових категорій ($p \geq 0,05$).

Єдина величина техніки піднімання штанги на груди, що має зворотну тенденцію із підвищенням груп вагових категорій у жінок, це вертикальна швидкість руху снаряду під час другого максимуму розгинання ніг у колінних суглобах ($v_{\max \text{кс}}$) – на 2,8 % ($p \geq 0,05$), але вона не є достовірною, діапазон коливань становить лише - від 1,47 до 1,43 м·с⁻¹.

Аналіз швидкості руху штанги у підніманні штанги на груди в момент максимуму прикладання сили спортсменками до снаряду у фазі фінального розгону (v_{F3}) свідчать про достовірність відмінностей у жінок 2-ої та 3-ої груп вагових категорій, відповідно – 3,3 % ($p < 0,05$), діапазон відмінностей становить у межах – від 1,21 до 1,25 м·с⁻¹.

Величини вертикальної швидкості штанги (v_{\max}) у підніманні її на груди у фазі фінального розгону є найвищими у важкоатлеток 1-ої групи вагових категорій – 1,51 м·с⁻¹, тоді як з підвищенням вагових категорій вони зменшується – на 2,7 % ($p < 0,01$) у спортсменок 2-ої групи (до 1,47 м·с⁻¹).

Що стосується відмінностей між швидкісними показниками техніки у різні моменти опорних фаз під час піднімання штанги на груди між чоловіками та жінками, то тут спостерігаються достовірні відмінності за більшістю величинами. Наприклад, жінки у момент першого максимуму прикладання сили до штанги (v_{F1}) розвивають більшу швидкість руху, ніж чоловіки – на 44,0 %. Подібна тенденція відмічається у момент другого максимуму розгинання ніг у колінних суглобах (v_{maxKC}) – у жінок величина вертикальної швидкості руху у цій фазі є також вищою – на 4,5 % ($p \leq 0,05$). Також вищий показник максимальної швидкості руху штанги отримано у жінок у фазі фінального розгону (v_{max}) – на 4,9 % ($p \leq 0,05$), що можливо пояснити так. Чоловіки володіють вищою технічною майстерністю, тому вони і розвивають оптимальну швидкість руху штанги, що дозволяє їм підняти вагу на потрібну висоту, а жінки за рахунок меншого рівня технічної майстерності не дивлячись на меншу вагу штанги розвивають більшу швидкість її руху.

Деяко обернено-протилежна тенденція відмічається у фазі амортизації (v_{F2}), де максимальна швидкість руху штанги є суттєво вищою у важкоатлетів-чоловіків, ніж у жінок – на 17,5 % ($p \leq 0,05$), така саме тенденція є і у момент першого максимуму розгинання ніг у колінних суглобах у фазі (v_{KC}), – на 7,2 % ($p \leq 0,05$), є вищими, ніж у жінок.

Таким чином, можна констатувати, що швидкісні показники структури руху в ривку та підніманні штанги на груди мають достовірні відмінності з одного боку між спортсменами різних груп вагових категорій, а з іншого боку між спортсменами різної статі.

Дані досліджень свідчать, що у всіх групах вагових категорій швидкісні показники піднімання штанги на груди є меншими, ніж у ривку у важкоатлеток жінок на – 16,0 %, а у чоловіків – 22,0 %. Якщо ж брати окремо за групами вагових категорій, то найбільша різниця у максимальній вертикальній швидкості руху штанги спостерігається у середніх та важких групах вагових категорій у жінок – до 58,63 і 69,75 кг, а у чоловіків із 69 по 105 кг включно. Подібні тенденції зміни швидкісних величин піднімання штанги в ривку залежно від ваги снаряду, що зростають, було отримано і в дослідженнях інших фахівців [9, 10] дані яких, повністю співпадають із нашими дослідженнями. Судячи із сказаного вище можна зробити висновок, що саме зростання ваги штанги спричиняє зниження максимальної вертикальної швидкості руху штанги.

Висновки.

1. Аналіз спеціальної літератури показує до цього часу існують різні інтерпретації стосовно швидкісних величин руху штанги у ривку та поштовху, що вимагає подальшого вивчення цих показників.

2. Під час вивчення швидкісних величин руху штанги у змагальних вправах виділено три найбільш інформативних показників руху штанги, а саме:

а) вертикальна швидкість руху штанги у момент першого максимуму розгинання ніг у колінному суглобі (v_{KC});

б) вертикальна швидкість руху штанги у момент другого максимуму розгинання ніг у фазі фінального розгону (v_{maxKC});

в) максимальна вертикальна швидкість руху штанги у фазі фінального розгону (v_{max}).

3. У всіх спортсменів з підвищенням груп вагових категорій спостерігається поступове зростання вертикальної швидкості руху штанги тільки у ривку в фазі попереднього розгону.

4. Показники вертикальної швидкості руху штанги у момент другого максимуму розгинання ніг у фазі фінального розгону у ривку та підніманні штанги на груди не мають чіткої залежності із підвищенням гру вагових категорій, як у жінок, так і у чоловіків.

5. Порівняльний аналіз вертикальної швидкості руху штанги у жінок і чоловіків у підніманні штанги на груди свідчить про ту ж саму закономірність, що і в ривку: стартова швидкість штанги у жінок є меншою, ніж у чоловіків, але у фазі фінального розгону і під час прояву максимальній швидкості – є більшою.

6. Швидкісні показники руху штанги у ривку та поштовху залежать від величини обтяження (ваги штанги, що піднімається), кваліфікації (майстерність) спортсмена, ваго-ростових (ваговій категорії) і інших морфологічних показників спортсменів.

7. Отримані показники швидкості снаряду можна використовувати важкоатлетами різної статі як контрольні під час удосконалення технічної майстерності спортсменів різних груп вагових категорій.

Перспективи подальших досліджень. Планується поглиблене вивчення кінематичної структури рухів важкоатлетів високої кваліфікації з різними пропорціями та масою тіла під час виконання другого прийому поштовху, що дозволить удосконалити методи контролю технічної майстерності важкоатлетів різної статі.

Література

1. Олешко ВГ. Теорія та методика тренерської діяльності у важкій атлетичі: [підруч. для студ. закл. вищої освіти з фіз. виховання і спорту]. К.: Національний університет фізичного виховання і спорту України, вид-во «Олімп. л-ра», 2018. 332.

2. Antoniuk O, Pavlyuk Y, Pavlyuk O, Chopuk T. Types of weights trajectory in snatch used by female weightlifters of various build. Journal of Physical Education and Sport 22 (6), 1396-1402. DOI:10.7752/jpes.2022.06175

3. Garhammer J., Orhammer O. Biomechanical profiles Olympic weightlifters. J. of Applied Biomechanics. 1985. 1.122-130. DOI: 10.1123/ijsb.1.2.122

4. Oranchuk, DJ, Drinkwater, EJ, Lindsay, RS, Helms, ER, Harbour, ET, and Storey, AG. Improvement of kinetic, kinematic, and qualitative performance variables of the power clean with the hook grip. Int. J Sports Physiology and Performance, 2019, 14, 378-384. DOI:10.1123/ijspp.2018-0577.

5. Rossi, SJ, Buford, TW, Smith, DB, Kennel, R., Haff, EE, & Haff, GG. Bilateral comparison of barbell kinetics and kinematics during a weightlifting competition. International Journal of Sports Physiology and Performance, 2007; 2: 150-158. DOI: 10.1123/ijspp.2.2.150.

6. Oleshko V. Dynamics of biomechanical structure of highly qualified weightlifters clean and jerc depending on sex and weight category. European Researcher, 2013, 1(58), 9-1, 2227–2240 p.

7. Chavda S., Hill M., Martin S., Swisher A., Haff G.G., Turner A.N. Weightlifting: an applied method of technical analysis. Strength & Conditioning Journal, 2021, 43(4), 32-42. DOI:10.1519/SSC.0000000000000614.

8. Cunanan, A. J., W. Hornsby, G., South, M. A., Ushakova, K. P., Mizuguchi, S., Sato K., Pierce K.C., Stone M. H. Survey of barbell trajectory and kinematics of the snatch lift from the 2015 world and 2017 Pan-American weightlifting championships. *Sports*. 2020; 8: 118. 1-16. DOI:10.3390/sports8090118.
9. Vidal Pérez D., Miguel Martínez-Sanz J.M., Ferriz-Valero A., Gómez-Vicente V., Ausó E. Relationship of limb lengths and body composition to lifting in weightlifting. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18(2), 756; <https://DOI:10.3390/ijerph18020756>.
10. Антонюк ОВ. Удосконалення технічної підготовленості важкоатлеток високої кваліфікації різних типів тілобудови: автореф.... дис. канд. наук з фізичного виховання та спорту: 24.00.01. Київ. 2012.23 с.
11. Kipp, K. Relative importance of lower extremity net joint moments in relation to bar velocity and acceleration in weightlifting. *Sports Biomechanics*. 0: 1-13, 2022. <https://doi.org/10.1080/14763141.2020.1718196>
12. Carter K., Pennington R., Ledford E. Use of video modeling to teach weightlifting techniques to adults with down syndrome: A Pilot study. *Physical disabilities: education and related services*, 2017; 36 (2), 16-34. DOI:10.14434/pders.v36i2.23718.
13. Tovstonoh, O., Roztorhui, M., Zahura, F., Vynogradskyi, B. (2015). Original article experimental substantiation of teaching algorithm of technique in weightlifting and powerlifting competitive exercises. *Journal of Physical Education and Sport*, 15(2), 48, 319-23. DOI:10.7752/jpes.2015.02048.
14. Олешко ВГ. Моделювання, відбір та орієнтація в системі підготовки спортсменів (на матеріалі силових видів спорту): дис... доктора наук з фізичного виховання та спорту: 24.00.01. Київ. 2014. 463 с.
15. Abd H.J. The Effect of comparative training on the achievement and trajectory among young weightlifters. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, 2021, 15 (3), 2318-24.
16. Liu, G, Fekete, G, Yang, H, Ma, J, Sun, D, Mei, Q, and Gu, Y. Comparative 3- dimensional kinematic analysis of snatch technique between top-elite and sub-elite male weightlifters in 69-kg category. *Heliyon*. 2018.4: 1-17.

References

1. Oleshko, V.H. (2018). Teoria ta metodyka trenerskoi diialnosti u vazhki atletytsi: [pidruch. dlia stud. zakl. vyshchoi osvity z fiz. vykhovannia i sportu]. Natsionalnyi universytet fizychnoho vykhovannia i sportu Ukrainy, vyd-vo «Olimp. I-ra», 332 p., [in Ukrainian].
2. Antoniuk O, Pavlyuk Y, Pavlyuk O, Chopyk T. Types of weights trajectory in snatches used by female weightlifters of various build. *Journal of Physical Education and Sport* 2022. *Journal of Physical Education and Sport* 22 (6), 1396-1402. DOI:10.7752/jpes.2022.06175
3. Garhammer J., Orhammer O. Biomechanical profiles Olympic weightlifters. *J. of Applied Biomechanics*. 1985. 1.122-130. DOI: 10.1123/ijbs.1.2.122
4. Oranchuk, DJ, Drinkwater, EJ, Lindsay, RS, Helms, ER, Harbour, ET, and Storey, AG. Improvement of kinetic, kinematic, and qualitative performance variables of the power clean with the hook grip. *Int. J Sports Physiology and Performance*, 2019, 14, 378-384. DOI:10.1123/ijpsp.2018-0577.
5. Rossi, SJ, Buford, TW, Smith, DB, Kennel, R., Haff, EE, & Haff, GG. Bilateral comparison of barbell kinetics and kinematics during a weightlifting competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2007; 2: 150-158. DOI: 10.1123/ijpsp.2.2.150.
6. Oleshko V. Dynamics of biomechanical structure of highly qualified weightlifters clean and jerk depending on sex and weight category. *European Researcher*, 2013, 1(58), 9-1, 2227–2240 p.
7. Chavda S., Hill M., Martin S., Swisher A., Haff G.G., Turner A.N. Weightlifting: an applied method of technical analysis. *Strength & Conditioning Journal*, 2021, 43(4), 32-42. DOI:10.1519/SSC.0000000000000614.
8. Cunanan, A. J., W. Hornsby, G., South, M. A., Ushakova, K. P., Mizuguchi, S., Sato K., Pierce K.C., Stone M. H. Survey of barbell trajectory and kinematics of the snatch lift from the 2015 world and 2017 Pan-American weightlifting championships. *Sports*. 2020; 8: 118. 1-16. DOI:10.3390/sports8090118.
9. Vidal Pérez D., Miguel Martínez-Sanz J.M., Ferriz-Valero A., Gómez-Vicente V., Ausó E. Relationship of limb lengths and body composition to lifting in weightlifting. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18(2), 756; <https://DOI:10.3390/ijerph18020756>.
10. Antoniuk O. (2022). Determination of the model characteristics of the trajectory of the movement in clean-and-jerk used by female weightlifters of high qualification. *Physical Culture and Sport: Scientific Perspective*. 2022; 2: pp. 69-74. DOI: 10.31891/pcs.2022.2.11
11. Kipp, K. Relative importance of lower extremity net joint moments in relation to bar velocity and acceleration in weightlifting. *Sports Biomechanics*. 0: 1-13, 2022. <https://doi.org/10.1080/14763141.2020.1718196>
12. Carter K., Pennington R., Ledford E. Use of video modeling to teach weightlifting techniques to adults with down syndrome: A Pilot study. *Physical disabilities: education and related services*, 2017; 36 (2), 16-34. DOI:10.14434/pders.v36i2.23718.
13. Tovstonoh, O., Roztorhui, M., Zahura, F., Vynogradskyi, B. (2015). Original article experimental substantiation of teaching algorithm of technique in weightlifting and powerlifting competitive exercises. *Journal of Physical Education and Sport*, 15(2), 48, 319-23. DOI:10.7752/jpes.2015.02048.
14. Oleshko, V.G. (2014). Modelling selection and orientation in the system of athletes preparation (on the basis power sports). (Abstract of thesis). Kyiv. [in Ukrainian].
15. Abd H.J. The Effect of comparative training on the achievement and trajectory among young weightlifters. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, 2021, 15 (3), 2318-24.
16. Liu, G, Fekete, G, Yang, H, Ma, J, Sun, D, Mei, Q, and Gu, Y. Comparative 3- dimensional kinematic analysis of snatch technique between top-elite and sub-elite male weightlifters in 69-kg category. *Heliyon*. 2018.4: 1-17. <https://DOI.10.1016/j.heliyon.2018.e00658>