
БИОМЕХАНІЧНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ФІЗИЧНОМУ ВИХОВАННІ ТА СПОРТІ

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ КІНЕМАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РУХОВИХ ДІЙ ВИСОКОКВАЛІФІКОВАНИХ І КВАЛІФІКОВАНИХ ГІМНАСТОК В ОПОРНОМУ СТРИБКУ ТИПУ «ПЕРЕВОРОТ»

Володимир Гамалій, Ірина Хмельницька, Світлана Крупеня

Резюме. На основі результатів біомеханічного аналізу виконано порівняння кінематичних характеристик двигательних дій висококваліфікованих і кваліфікованих гімнасток в опорному стрибку типу «переворот» на снаряді «прыжковый стол». Изучены особенности техники выполнения двигательных действий в условиях измененной конструкции снаряда. Установлены статистически значимые отличия в кінематичних характеристиках техніки кваліфікованих і висококваліфікованих гімнасток при виконанні опорних стрибків.

Ключевые слова: опорный прыжок, сравнительный анализ, двигательное действие, кінематичні характеристики, кваліфіковані і висококваліфіковані гімнастки.

Summary. This paper presents a comparison of the kinematic characteristics of motor actions of skilled and highly skilled female gymnasts in the "front handspring" type vault on the table, based on the results of biomechanical analysis. The features of motor actions technique under a modified design of the apparatus have been studied. Statistically significant differences in the technique of kinematic characteristics of skilled and highly skilled female gymnasts during performance of vaults have been obtained.

Keywords: vault, comparative analysis, motor action, kinematic characteristics, skilled and highly skilled female gymnasts.

Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень і публікацій. На думку провідних фахівців у галузі спорту [1, 3], подальше вдосконалення системи підготовки спортсменів в олімпійському спорті пов'язане з динамічністю і постійним вивченням розвитку конкретних видів спорту, в тому числі і застосування нового інвентарю та обладнання. У 2001 р. Міжнародна федерація гімнастики замінила спортивний снаряд для опорних стрибків «кін» на «стрибковий стіл». Змінена конструкція снаряда дозволила розширити арсенал технічних дій, збільшити складність і різноманітність опорних стрибків, що відповідно спричинило зміни в біомеханічній структурі техніки виконання та методиці навчання опорних стрибків [2, 5].

Аналіз спеціальної літератури свідчить, що переважна більшість відомостей про кінематичні та динамічні характеристики техніки рухових дій гімнасток представлені для снаряда «кін» [1]. Водночас відсутні дані про біомеханічні особливості техніки виконання опорних стрибків кваліфікованими гімнастками на снаряді «стрибковий стіл»,

не вирішено питання про структурно-фазову побудову кожного з видів опорних стрибків. Таким чином, аналіз сучасного стану проблеми вдосконалення техніки рухових дій кваліфікованих гімнасток в опорному стрибку всіх типів структурних груп в умовах зміненої конструкції снаряда показав, що є невикористані резерви щодо вдосконалення програм технічної підготовки гімнасток. З метою подальшого підвищення ефективності управління тренувальним процесом у спортивній гімнастиці з успіхом можуть бути використані сучасні біомеханічні технології реєстрації та аналізу рухів, зокрема порівняльний біомеханічний аналіз та методи моделювання спортивної техніки.

Роботу виконано згідно зі «Зведеним планом НДР у сфері фізичної культури і спорту на 2011–2015 рр.» Міністерства України у справах сім'ї, молоді та спорту за темою 2.16 «Вдосконалення засобів технічної та тактичної підготовки кваліфікованих спортсменів з використанням сучасних технологій вимірювання, аналізу та моделювання рухів» (номер держреєстрації 0110U002416).

Мета дослідження – виявити відмінності в техніці рухових дій висококваліфікованих і кваліфікованих гімнасток при виконанні опорного стрибка типу «переворот» на снаряді «стрибковий стіл».

Методи та організація дослідження: аналіз науково-методичної та спеціальної літератури, відеозйомка, біомеханічний відеокомп'ютерний аналіз, методи математичної статистики.

У дослідженні використано прикладне програмне забезпечення автоматизованої системи вимірювання та аналізу рухів людини «Bio Video», розроблене на кафедрі кінезіології НУФВСУ. «Bio Video» включає чотири модулі: модуль конструювання моделей опорно-рухового апарату (ОРА) людини (як модель ОРА використовувалася 14-сегментний розгалужений біокінематичний ланцюг, координати ланок якого за геометричними характеристиками відповідають координатам положення у просторі біоланок тіла людини, а точки відліку – координатам центрів основних суглобів); модуль визначення координат точок соматичної системи відліку; модуль розрахунку кінематичних і динамічних характеристик рухової дії за координатами моделі ОРА людини; модуль побудови біокінематичної схеми тіла людини по ві-

деограмі рухових дій [4]. «Bio Video» дозволяє отримувати біомеханічні характеристики як окремих біоланок, так і всього тіла людини в кожному кадрі і в окремих фазах рухової дії.

У дослідженнях взяли участь 20 гімнасток високої кваліфікації – майстри спорту України, члени резервного складу збірної команди України та збірної команди м. Київ зі спортивної гімнастики.

Експеримент проведений в умовах передзмагального збору під час підготовки гімнасток до чемпіонату України.

Результати дослідження та їх обговорення. Кінематичні характеристики техніки виконання опорного стрибка типу «переворот» на снаряді «стрибковий стіл», які отримані в результаті аналізу відеозаписів змагальної діяльності гімнасток високої кваліфікації, подано в таблиці 1.

Біомеханічні та оціночні показники опорних стрибків типу «переворот» є кількісними характеристиками спортивної техніки гімнасток високої кваліфікації. Швидкість у розбігу перед наскоком на міст загального центра мас (ЗЦМ) тіла гімнастки в стрибках типу «переворот» в середньому складає $8,32 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ ($S = 0,63 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$). У другій фазі опорного стрибка тривалість наскоку на міст становить $0,254 \text{ с}$ ($S = 0,018 \text{ с}$).

Таблиця 1 – Кінематичні та оціночні характеристики рухових дій гімнасток високої кваліфікації в опорному стрибку типу «переворот», $n = 37$

Фаза	Показник	\bar{x}	S	m	V, %
I – розбіг	Швидкість ЗЦМ тіла гімнастки в розбігу перед наскоком на міст, $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$	8,32	0,63	0,10	9,65
II – наскок на міст	Тривалість, с	0,254	0,018	0,003	7,09
III – відштовхування від мосту	Тривалість, с	0,088	0,012	0,002	12,24
	Швидкість ЗЦМ тіла гімнастки в момент відриву від опори мосту, $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$	6,62	0,46	0,08	8,97
	Кут у колінному суглобі, град.	175,5	9,8	1,61	5,9
	Кут у кульшовому суглобі, град.	173,8	13,9	2,3	9,0
IV – перша фаза польоту	Тривалість, с	0,176	0,019	0,003	7,60
V – відштовхування від снаряда «стрибковий стіл»	Тривалість, с	0,184	0,014	0,002	7,00
	Швидкість ЗЦМ тіла гімнастки в момент відриву від опори снаряда «стрибковий стіл», $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$	5,24	0,38	0,06	9,22
	Кут між біоланками плече-тулуб, град.	163,3	9,6	1,6	7,0
VI – друга фаза польоту	Тривалість, с	0,92	0,024	0,004	2,60
	Кут вильоту, град.	77,3	7,4	1,2	9,6
	Кут повороту на висхідній частині траєкторії, град.	414	30,1	4,9	7,54
	Висота польоту, м	1,85	0,12	0,02	9,09
	Довжина польоту, м	2,91	0,26	0,04	11,61
VI – друга фаза польоту «зігнувшись»	Кут у кульшовому суглобі, град.	35,4	3,6	0,6	10,2
VII – приземлення	Кут між вертикаллю і біоланкою «тулуб», град.	39,2	3,4	0,6	8,7
	Кут у колінному суглобі, град.	96,5	10,0	1,6	10,4
Загальна тривалість стрибка, с		1,622	0,021	0,003	1,22
Вихідна оцінка за стрибок, бал		5,4	0,47	0,08	8,70
Оцінка за техніку, бал		9,2	0,62	0,10	6,93
Оцінка загальна, бал		14,6	0,81	0,13	5,64

Тривалість відштовхування від моста в опорних стрибках – 0,088 с ($S = 0,012$ с), швидкість відштовхування від моста – $6,62 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ($S = 0,46 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$); кут у колінному суглобі – 175,5 град. ($S = 9,8$ град.); кут у кульшовому суглобі – 173,8 град. ($S = 13,9$ град.). Тривалість першої фази польоту становить 0,176 с ($S = 0,019$ с), фази відштовхування від снаряда «стрибковий стіл» в стійці на руках – 0,184 с ($S = 0,014$ с); швидкість в опорному стрибку – $5,24 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ($S = 0,38 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$); кут між біоланками «плече-тулуб» – 163,3 град. ($S = 9,6$ град.). Тривалість другої фази польоту – 0,92 с ($S = 0,024$ с); максимальна висота ЗЦМ – 1,85 м ($S = 0,12$ м); довжина польоту – 2,91 м ($S = 0,26$ м); кут вильоту тіла – 77,3 град. ($S = 7,4$ град.); кут повороту тіла гімнастки на висхідній частині траєкторії польоту – 414 град. ($S = 30,1$ град.); кут у кульшовому суглобі в положенні «зігнувшись» – 35,4 град. ($S = 3,6$ град.). У фазі приземлення кут у колінному суглобі становить 96,5 град. ($S = 10$ град.); кут між вертикаллю і біоланкою «тулуб» у момент дотику до опори – 39,2 град. ($S = 3,4$ град.). Загальна тривалість опорного стрибка – 1,622 с ($S = 0,021$ с). Вихідна оцінка за стрибок – 5,4 бала ($S = 0,47$ бала). Оцінка за техніку в опорних стрибках – 9,2 бала ($S = 0,62$ бала). Загальна оцінка за опорний стрибок – 14,6 бала ($S = 0,81$ бала).

Кінематичні характеристики техніки кваліфікованих гімнасток в опорному стрибку типу «переворот» на снаряді «стрибковий стіл» представлено в таблиці 2.

Швидкість ЗЦМ тіла кваліфікованої гімнастки в розбігу перед наскоком на міст становить $6,27 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ($S = 0,19 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$), тривалість наскоку на міст – 0,277 с ($S = 0,007$ с).

Тривалість відштовхування від моста кваліфікованих гімнасток в опорному стрибку типу «переворот» на снаряді «стрибковий стіл» становить 0,107 с ($S = 0,018$ с). Момент відриву від моста характеризується такими гоніометричними показниками: у колінному суглобі – 158,1 град. ($S = 8,2$ град.) та кульшовому – 148,9 град. ($S = 10,3$ град.). Середній показник швидкості ЗЦМ тіла гімнастки в момент відриву від опори у фазі відштовхування від моста становить $4,74 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ($S = 0,15 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$).

Тривалість четвертої фази опорного стрибка, тобто першої фази польоту, становить 0,249 с ($S = 0,017$ с), а п'ятої фази – відштовхування від снаряда «стрибковий стіл» у стійці на руках – 0,216 с ($S = 0,010$ с). Рухові дії в цій фазі реалізуються за досить короткий проміжок часу, що не дозволяє гімнастці внести корективи у структуру даного руху. Швидкість відштовхування руками від снаряда «стрибковий стіл» в опорних стриб-

Таблиця 2 – Кінематичні та оціночні характеристики рухових дій кваліфікованих гімнасток в опорному стрибку типу «переворот», $n = 20$

Фаза	Показник	\bar{x}	S	m	V, %
I – розбіг	Швидкість ЗЦМ тіла гімнастки в розбігу перед наскоком на міст, $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$	6,27	0,19	0,06	3,10
II – наскок на міст	Тривалість, с	0,277	0,007	0,002	2,65
III – відштовхування від мосту	Тривалість, с	0,107	0,018	0,006	16,36
	Швидкість ЗЦМ тіла гімнастки в момент відриву від опори мосту, $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$	4,74	0,15	0,05	3,09
	Кут у колінному суглобі, град.	158,1	8,2	2,7	5,2
	Кут у кульшовому суглобі, град.	148,9	10,3	3,4	6,9
IV – перша фаза польоту	Тривалість, с	0,249	0,017	0,006	6,63
V – відштовхування від снаряда «стрибковий стіл»	Тривалість, с	0,216	0,010	0,003	4,84
	Швидкість ЗЦМ тіла гімнастки в момент відриву від опори снаряда «стрибковий стіл», $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$	3,50	0,19	0,06	5,39
	Кут між біоланками плече-тулуб, град.	133,4	6,0	2,0	4,5
VI – друга фаза польоту	Тривалість, с	0,863	0,019	0,006	2,16
	Кут вильоту, град.	60,2	6,5	1,49	10,80
	Кут повороту на висхідній частині траєкторії, град.	367,1	34,4	7,9	9,37
	Висота польоту, м	1,26	0,107	0,04	8,48
	Довжина польоту, м	2,19	0,24	0,08	11,13
VI – друга фаза польоту «зігнувшись»	Кут у кульшовому суглобі, град.	53	2,6	0,9	4,8
VII – приземлення	Кут між вертикаллю і біоланкою «тулуб», град.	50,2	3,7	0,9	7,37
	Кут у колінному суглобі, град.	78,7	7,3	1,7	9,28
Загальна тривалість стрибка, с		1,712	0,021	0,007	1,22
Вихідна оцінка за стрибок, бал		4,57	0,19	0,06	4,08
Оцінка за техніку, бал		8,33	0,30	0,10	3,55
Оцінка загальна, бал		12,90	0,37	0,12	2,82

ках – $3,50 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ($S = 0,19 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$). Кут між біоланками «плече–тулуб» в момент відштовхування руками становить $133,40$ град. ($S = 6,0$ град.). Від якості відштовхування руками від опори снаряда «стрибковий стіл» залежать тривалість польоту, дальність приземлення і висота ЗЦМ тіла гімнастки в польоті.

Тривалість другої фази польоту в опорних стрибках – $0,863$ с ($S = 0,019$ с). Обертаючись, тіло гімнастки має переміщатися по можливо високій траєкторії з максимально віддаленим приземленням від снаряда. Кут вильоту гімнастки в другій фазі польоту становить $60,2$ град. ($S = 6,5$ град.). Висота ЗЦМ тіла гімнастки в другій фазі польоту – $1,26$ м ($S = 0,107$ м), відповідно довжина польоту – $2,19$ м ($S = 0,24$ м). Кут повороту тіла на висхідній частині траєкторії польоту становить $367,1$ град. ($S = 34,4$ град.), кут у кульшовому суглобі в положенні «зігнувшись» в опорних стрибках типу «переворот» – $53,00$ град. ($S = 2,6$ град.). Сьома фаза опорного стрибка – приземлення. У фазі приземлення важливими показниками для стійкого приземлення є: кут у колінному суглобі, що становить $78,7$ град. ($S = 7,3$ град.), кут між вертикаллю і біоланкою «тулуб» у момент дотику до опори – $50,2$ град. ($S = 3,7$ град.). Загальна тривалість опорного стрибка $1,712$ с ($S = 0,021$ с). Вихідна оцінка – $4,57$ бала ($S = 0,19$ бала). Оцінка за техніку – $8,33$ бала. Загальна оцінка в опорних стрибках – $12,90$ бала ($S = 0,37$ бала).

Порівняльний аналіз кінематичних характеристик рухових дій висококваліфікованих і кваліфікованих (див. табл. 2) гімнасток в опорному стрибку типу «переворот» показав, що статистично значущі відмінності на рівні $p < 0,05$ спостерігаються між швидкістю ЗЦМ тіла гімнастки в розбігу перед наскоком на міст – у гімнасток високої кваліфікації вона вища ($8,32 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$), ніж у кваліфікованих гімнасток ($6,27 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$), між тривалістю наскоку на міст – у гімнасток високої кваліфікації вона коротша і становить у середньому $0,254$ с, порівняно з кваліфікованими гімнастками, у яких цей показник дорівнює $0,277$ с. Статистично значущі відмінності на рівні $p < 0,05$ спостерігаються в тривалості відштовхування від моста – у гімнасток високої кваліфікації вона менше – $0,088$ с, порівняно з цим показником у кваліфікованих – $0,107$ с. Швидкість ЗЦМ тіла гімнастки в момент відриву від опори моста вища у гімнасток високої кваліфікації – $6,62 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, ніж у кваліфікованих гімнасток – $4,74 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ($p < 0,05$). Кут у колінному суглобі тіла гімнастки високої кваліфікації у фазі відштовхування від моста становить відповідно $175,5$ град., кваліфікованої гімнастки – $158,1$ град. ($p < 0,05$). Кут у кульшовому суглобі тіла гімнастки високої кваліфікації у фазі відштовхування від моста – $173,8$ град., ніж у кваліфікованої гімнастки – $148,9$ град. ($p < 0,05$).

Тривалість першої фази польоту гімнастки високої кваліфікації становить $0,176$ с, кваліфікованої гімнастки – $0,249$ с ($p < 0,05$). Також статистично значуще коротша тривалість відштовхування від снаряда «стрибковий стіл» ($p < 0,05$) у гімнасток високої кваліфікації – $0,184$ с, порівняно з кваліфікованими гімнастками, у яких цей показник становить $0,216$ с. Швидкість ЗЦМ тіла гімнастки високої кваліфікації в момент відриву від опори снаряда «стрибковий стіл» статистично значуще вища ($p < 0,05$) – вона становить $5,24 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, ніж кваліфікованої гімнастки – $3,50 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Статистично значущі відмінності на рівні $p < 0,05$ спостерігаються у показниках кута між біоланками «плече–тулуб» у момент відштовхування від снаряда «стрибковий стіл» – у гімнасток високої кваліфікації він більший ($163,3$ град.), ніж у кваліфікованих ($133,4$ град.; $p < 0,05$). Тривалість другої фази польоту статистично значуще різниться – у гімнасток високої кваліфікації вона більша і становить в середньому $0,922$ с, порівняно з кваліфікованими гімнастками, у яких цей показник становить $0,863$ с, висота і довжина траєкторії ЗЦМ тіла у другій фазі польоту у гімнасток високої кваліфікації – $1,85$ м і $2,91$ м, у кваліфікованих – $1,26$ м і $2,19$ м ($p < 0,05$). Кут вильоту у гімнасток високої кваліфікації – $77,3$ град. і у кваліфікованих – $60,2$ град., кут повороту тіла гімнастки на висхідній частині траєкторії другої фази польоту – 414 і $367,1$ град. відповідно ($p < 0,05$). Такі ж відмінності ($p < 0,05$) спостерігаються між кутом у кульшовому суглобі у другій фазі польоту у гімнасток високої кваліфікації – $35,4$ град. і у кваліфікованих – $53,0$ град. У приземленні кут між вертикаллю і біоланкою «тулуб» у гімнасток високої кваліфікації становить $39,2$ град., у кваліфікованих – $50,2$ град., кут у колінному суглобі у гімнасток високої кваліфікації – $96,5$ град. і у кваліфікованих – $78,7$ град. Показники загальної тривалості стрибка типу «переворот» також мають статистично значущі відмінності – у гімнасток високої кваліфікації – $1,622$ с і у кваліфікованих – $1,712$ с ($p < 0,05$). Суттєві відмінності ($p < 0,05$) спостерігаються між оціночними характеристиками рухових дій гімнасток обох кваліфікаційних груп – вихідною оцінкою за стрибок, оцінкою за техніку, загальною оцінкою – вони вищі у гімнасток високої кваліфікації і становлять відповідно – $5,40$; $9,2$ і $14,6$ бала, а у кваліфікованих гімнасток – $4,57$; $8,33$ і $12,90$ бала.

Висновки:

1. Порівняльний аналіз кінематичних характеристик техніки висококваліфікованих і кваліфікованих гімнасток показав, що у всіх розглянутих типах опорних стрибків статистично значущі відмінності на рівні $p < 0,05$ спостерігаються між показниками: швидкості ЗЦМ тіла гімнастки в розбігу перед наскоком на міст, в момент відриву від

опори моста, в момент відриву від опори снаряда «стрибковий стіл»; тривалістю наскоку на міст і відштовхування від моста, тривалістю першої та другої фази польоту; висотою і довжиною траєкторії ЗЦМ тіла гімнастки у другій фазі польоту, кутом у колінному суглобі у фазі відштовхування від моста, кутом між біоланками «плече–тулуб» у відштовхуванні від снаряда «стрибковий стіл», кутом вильоту, а також кутом повороту на висхідній частині траєкторії другої фази польоту, кутом у кульшовому суглобі у другій фазі польоту в положенні «зігнувшись», кутом між вертикаллю і біоланкою «тулуб» у приземленні.

2. В опорному стрибку типу «переворот» відзначено статистично значущі відмінності на рівні $p < 0,05$ між оціночними характеристиками рухових дій висококваліфікованих і кваліфікованих гімнасток: вихідною оцінкою за стрибок, оцінкою за техніку, загальною оцінкою.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробці програми вдосконалення техніки рухових дій в опорному стрибку типу «переворот» у кваліфікованих гімнасток на снаряді «стрибковий стіл» на основі результатів проведеного нами порівняльного біомеханічного аналізу техніки.

Література

1. Гавердовский Ю. К. Обучение спортивным упражнениям. Биомеханика. Методология. Дидактика / Ю. К. Гавердовский. – М.: Физкультура и спорт, 2007. – 912 с.
2. Иванов К. М. Влияние снаряда измененной конструкции для опорных прыжков на технику их выполнения / К. М. Иванов, З. Н. Кудрявцева // Современная гимнастика: проблемы, тенденции, перспективы: сб. матер. V Междунар. науч.-практ. конф. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. – 171 с.
3. Практическая биомеханика / [А. Н. Лапутин, В. В. Гамалий, А. А. Архипов и др.]; под общ. ред. А. Н. Лапутина. – К.: Наук. світ, 2000. – 298 с.
4. Хмельницька І. В. Біомеханічний відеокомп'ютерний аналіз спортивних рухів: метод. посіб. [для вузів фіз. виховання та спорту] / І. В. Хмельницька. – К.: Наук. світ, 2000. – 56 с.
5. Veličković S. A case study about differences in characteristics of the run-up approach on the vault between top-class and middle-class gymnasts / S. Veličković, D. Petković, E. Petković // The formation of Brazilian female gymnasts / Science of Gymnastics Journal. – Vol. 3, Issue 1. – 2011. – P. 25–34.

References

1. Gaverdovsky Y. K. Sports exercise training. Biomechanics. Methodology. Didactics. / Y. K. Gaverdovsky. – Moscow.: Fizkultura i sport, 2007. – 912 p.
2. Ivanov K. M. Effect of changed apparatus design for vaults on the technique of their execution / K. M. Ivanov, Z. N. Kudryavtseva // Modern Gymnastics: Problems, Trends, Prospects: Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference. – Saint Petersburg: Publishing House of RSPU named after A. I. Gertsen, 2009. – 171 p.
3. Practical biomechanics / [A. N. Laputin, V. V. Gamaly, A. A. Arkhipov et al.]; ed. by A. N. Laputin. – Kyiv: Naukovy svit, 2000. – 298 p.
4. Khmelnytska I. V. Biomechanical video computer analysis of sports movements: study guide [for physical education and sport institutions] / I. V. Khmelnytska. – Kyiv.: Naukovy svit, 2000. – 56 p.
5. Veličković S., Petković D., Petković E. A case study about differences in characteristics of the run-up approach on the vault between top-class and middle-class gymnasts / S. Veličković, D. Petković, E. Petković // The formation of Brazilian female gymnasts / Science of Gymnastics Journal. – Vol. 3, issue 1. – 2011. – P. 25–34.