
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СИЛ РЕАКЦІЇ ОПОРИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ РУХОВИХ ДІЙ У БАСКЕТБОЛІСТІВ РІЗНОЇ КВАЛІФІКАЦІЇ

Сергій Строганов, Костянтин Сергієнко, Олександр Жирнов

Анотація. Проведено аналіз сил реакції опори під час виконання рухових дій юних спортсменів, які спеціалізуються у баскетболі. *Мета.* Вивчити особливості сил реакції опори під час виконання рухових дій баскетболістів різної кваліфікації. *Методи.* Аналіз науково-методичної літератури, метод експертних оцінок, педагогічне тестування, динамометрія, методи математичної статистики. *Результати.* Методом експертної оцінки виявлено інформативні тести для баскетболістів різної кваліфікації, що дозволяють визначити ступінь навантаження на стопу, а саме: стрибок угору з місця відштовхуванням обома ногами, стрибок угору–вперед відштовхуванням однією ногою з розбігу, зупинка кроком, зупинка стрибком. Проведено педагогічне тестування для оцінювання навантаження на стопу спортсменів. Для цього нами було обрано ті елементи техніки гри в баскетбол, котрі отримали найвищу оцінку у ході експертизи. Було отримано кількісні показники максимальної сили реакції опори під час відштовхування і приземлення, імпульсу сили під час відштовхування, градієнта сили. Також отримано кількісні дані вертикальної складової силових показників під час виконання стрибка вгору з місця відштовхуванням двома ногами. У ході аналізу стрибка вгору–вперед з розбігу відштовхуванням однією ногою, зупинки кроком і зупинки стрибком було отримано кількісні дані результуючих силових показників і їхніх горизонтальних і вертикальних складових. Виявлено, що навантаження на стопу юних баскетболістів є високим і досягає майже 3500 Н під час виконання окремих рухів. Також виявлено тенденцію до збільшення навантаження на стопу на наступних етапах багаторічної підготовки, про що свідчать набагато більші показники силових взаємодій між опорою і стопою кваліфікованих баскетболістів.

Ключові слова: баскетболісти, стопа, навантаження, стрибок, зупинка, сила, опора, реакція.

Abstract. Support response forces in young basketball players have been analyzed during motor action execution. *Objective.* To determine peculiarities of support response forces during motor action execution by basketball players of different skill level. *Methods.* Analysis of scientific and methodological literature, method of expert assessment, pedagogical testing, dynamometry, methods of mathematical statistics. *Results.* The method of expert assessment revealed informative tests for basketball players of different qualifications, which allows to determine the degree of foot loading, namely: standing jump up with double take-off, upward-forward jump with one foot running take-off, stop by a step, stop by a jump. Pedagogical testing was conducted to assess the load on the athlete's foot. To do this, we selected the elements of the basketball technique, which received the highest score in the course of the examination. Quantitative indices of the maximum force of the support reaction during taking-off and landing, force impulse were obtained. Besides, quantitative data of the vertical component of strength indices during standing jump up with double take-off were obtained. In the course of analyzing the upward-forward jump with one foot running take-off, stop by a step, stop by a jump quantitative data of the resulting strength indices and their horizontal and vertical components were received. It was found that the load on the feet of young basketball players is high and reaches almost 3500 N while performing individual moves. There was also a tendency to increase the load on the foot at the next stages of long-term training, as evidenced by much higher indices of strength interactions between the support and the foot of skilled basketball players.

Keywords: basketball players, foot, load, jump, strength, support, response.

Вступ. Стрімкий розвиток дитячо-юнацького спорту з підвищенням конкуренції, збільшенням навантажень для досягнення високого спортивного результату в юному віці супроводжується травматизмом, різного роду захворюваннями та навіть передпатологічними та патологічними станами, що становлять загрозу для здоров'я дітей та їх тренувальної і змагальної діяльності в майбутньому [1, 3, 5].

Останнім часом фізичні навантаження в багатьох видах спорту почали збільшуватися вже на етапі початкової підготовки [1, 3, 7]. Їх підвищен-

ня супроводжуються високими вимогами до фізіологічних резервів організму, що збільшує кількість випадків відхилень у стані здоров'я спортсмена [4, 12].

Особливо вразливим до травм на навчально-тренувальних заняттях і змаганнях є опорно-руховий апарат (ОРА) спортсмена, який отримує значні механічні навантаження. Особливо гострою ця проблема стає на етапі початкової підготовки, коли ОРА дитини ще перебуває у стані формування. За раціонального планування тренувального процесу ОРА пристосовується до навантажень:

ударів, розтягнень, стискань та інших механічних впливів [1, 6]. Проте в умовах сучасних спортивних тренувань різні частини ОРА піддаються постійному мікротравмуванню і впливу несприятливих наслідків спортивних рухів. У результаті виникають специфічні пошкодження, захворювання і відхилення у його формуванні, характерні для певних видів спорту [1, 8]. Отже врахування особливостей впливу різних видів спорту на ОРА є необхідним для профілактики та корекції різних захворювань спортсменів [1, 9].

Відомо, що найважливішим структурним елементом ОРА є стопа. При цьому порушення ОРА часто супроводжуються деформацією стоп, а також плоскі стопи можуть бути причиною виникаючих порушень постави (сколіоз, деформація грудної клітки, остеохондроз) [3].

Слід зазначити, що автори сходяться у думці про найбільш небезпечні види спорту у контексті деформації стопи. Вважають, що у переважній більшості випадків плоскостопість зустрічається у штангістів та у спортсменів, які займаються підніманням і переміщенням великої ваги [1].

Досліджуючи виконання стрибків, автори виявили наявність особливостей, які виникають під час відштовхування від різних видів поверхні і доводять, що під час приземлення на опору сили реакції найбільше впливають на функціональні особливості м'язово-зв'язкового апарату нижньої кінцівки [3, 5].

В основу рухової діяльності баскетболістів покладено різноманітні види бігу, стрибки, кидки м'яча, тобто рухи, які характеризуються необхідністю прояву значних швидкісно-силових здатностей та особливістю взаємодії між стопою й опорою [6]. Тому для юних баскетболістів на початковому етапі підготовки має важливе значення формування правильного склепіння стопи. Проте, питання профілактики та корекції порушень опорно-ресорних властивостей стопи на етапі початкової підготовки в баскетболі наразі лишаються мало вивченими. Зокрема, в літературних джерелах недостатньо представлено дані про стан функцій стопи у юних баскетболістів і відсутні свідчення про кількісні показники навантажень на стопу. Крім того, відомі методи вирішення даної проблеми не враховують повною мірою специфіку баскетболу і потребують вивчення силових навантажень на стопу баскетболістів як на етапі початкової підготовки, так і у досвідчених гравців [5, 10, 11].

Мета дослідження – вивчити особливості сил реакції опори під час виконання рухових дій баскетболістів різної кваліфікації.

Методи дослідження: аналіз науково методичної літератури, метод експертних оцінок, педагогічне тестування, динамометрія, методи математичної статистики.

Результати дослідження та їх обговорення.

Першим етапом дослідження було виявлення інформативних для баскетболістів тестів, під час виконання яких, на думку експертів (залучено 10 осіб), на стопу припадає найбільше навантаження, для подальшої кількісної оцінки опорних взаємодій, а саме:

- стрибок угору з місця відштовхування двома ногами;
- стрибок вгору–вперед відштовхуванням однією ногою з розбігу;
- зупинка кроком;
- зупинка стрибком.

Для оцінки навантаження на стопу баскетболістів нами було проведено педагогічне тестування, в якому взяли участь 35 осіб. Для нього нами було обрано тести, котрі отримали найвищу оцінку під час проведення експертизи.

У ході подальшого дослідження 29 юним спортсменам 7–8 років було запропоновано як тести ті прийоми техніки гри в баскетбол, які мають найбільше навантаження на стопу, а саме – стрибок угору з місця відштовхування двома ногами, стрибок вгору–вперед відштовхуванням однією ногою з розбігу, зупинка кроком і зупинка стрибком.

Такі самі тести були виконані кваліфікованими баскетболістами. В дослідженні брали участь шість майстрів спорту з баскетболу 21–24 років, які грають у клубах першої ліги.

Вивчення кількісних показників опорних взаємодій відбувалося за допомогою тензодинамометрії із застосуванням тензоплатформи «Kisler». Реєстрували такі біомеханічні характеристики, як максимальна сила реакції опори під час відштовхування і приземлення, імпульс сили під час відштовхування, градієнт сили під час відштовхування, тривалість фаз амортизації, активного відштовхування.

Показники стрибка вгору відштовхуванням двома ногами баскетболістів різної кваліфікації представлено в таблиці 1.

Як показало дослідження, отримані показники, що характеризують величину сили реакції опори, у кваліфікованих спортсменів у 2,5–2,7 раза вищі, ніж у юних спортсменів. Крім того, градієнт сили становить $3664,40 \text{ Н} \cdot \text{с}^{-1}$ у юних та $13483 \text{ Н} \cdot \text{с}^{-1}$ у кваліфікованих баскетболістів, що свідчить про виражений швидкісно-силовий характер навантаження, який значно зростає із підвищенням спортивного результату. Проте слід зауважити, що навантаження рівномірно розподіляється на обидві ноги і спрямоване практично вертикально, отож частково амортизується склепіннями обох стоп.

Якщо під час виконання стрибка вгору відштовхуванням двома ногами ми вимірювали та аналізували лише вертикальну складову сили реакції опори, то у ході аналізу стрибка вгору–вперед з розбігу відштовхуванням однією ногою бу-

Таблиця 1 – Показники тесту «Стрибок угору з місця відштовхуванням двома ногами»

Показник	Юні спортсмени, n = 29		Кваліфіковані спортсмени, n = 6	
	\bar{X}	S	\bar{X}	S
Вага спортсмена, Н	464,08	24,07	901,4	55,9
Максимальне сила реакції опори під час відштовхування, Н	1315,42	62,30	3236,8	342,07
Градiєнт сили, Н · с ⁻¹	3664,4	420,81	13483	2341,5
Імпульс сили, Н · с	477,26	56,18	628,9	75,1
Максимальна сила реакції опори під час приземлення, Н	2806,67	161,12	3678,2	451,2
Тривалість фази активного відштовхування, с	0,36	0,04	0,24	0,03

Таблиця 3 – Показники тесту «Зупинка кроком»

Показник	Юні спортсмени, n = 29		Кваліфіковані спортсмени, n = 6		
	\bar{X}	S	\bar{X}	S	
Результуючий вектор	Максимальна сила реакції опори, Н	2440,40	52,65	5044,7	675,8
	Градiєнт сили, Н · с ⁻¹	12229,22	1209,11	44825,5	3977,7
	Імпульс сили, Н · с ⁻¹	492,26	60,91	789,5	89,1
Горизонтальна складова	Максимальна сила реакції опори, Н	1688,42	56,64	3412,7	388,2
	Градiєнт сили, Н · с ⁻¹	8448,59	743,66	72314	2034,1
	Імпульс сили, Н · с ⁻¹	341,18	49,20	922,7	103,2
Вертикальна складова	Максимальна сила реакції опори, Н	723,67	21,44	1252,3	151,6
	Градiєнт сили, Н · с ⁻¹	3626,30	358,70	7565,1	811,3
	Імпульс сили, Н · с ⁻¹	145,96	17,95	248,2	27,33

ло розглянуто окрім результуючих силових показників ще горизонтальну та вертикальну складові, отримані дані представлено в таблиці 2.

Особливістю стрибка вгору–вперед з розбігу відштовхуванням однією ногою є те, що з'являється значний горизонтальний компонент навантаження на стопу. Крім того, все навантаження припадає на одну ногу, що впливає на навантаження, яке приходить на стопу поштовхою ноги. Кількісні показники силових взаємодій у кваліфікованих баскетболістів значно більші, ніж

Таблиця 2 – Силві показники тесту «Стрибок угору–вперед з розбігу відштовхуванням однією ногою»

Показник	Юні спортсмени, n = 29		Кваліфіковані спортсмени, n = 6		
	\bar{X}	S	\bar{X}	S	
Результуючий вектор	Максимальна сила реакції опори, Н	1133,29	68,04	2923,7	306,7
	Градiєнт сили, Н · с ⁻¹	6536,07	791,81	17874,2	1812,9
	Імпульс сили, Н · с ⁻¹	198,72	25,15	312,9	27,9
Вертикальна складова	Максимальна сила реакції опори, Н	950,06	48,41	1912,1	179,8
	Градiєнт сили, Н · с ⁻¹	5484,00	697,48	10787,8	995,4
	Імпульс сили, Н · с ⁻¹	166,49	19,69	356,8	27,2
Горизонтальна складова	Максимальна сила реакції опори Н ⁻¹	211,06	8,34	456,3	48,1
	Градiєнт сили, Н · с ⁻¹	993,75	47,33	7541,9	821,3
	Імпульс сили, Н · с ⁻¹	31,67	13,45	124,6	13,9

Таблиця 4 – Показники тесту «Зупинка стрибком» у баскетболістів різної кваліфікації

Показник	Юні спортсмени, n = 29		Кваліфіковані спортсмени, n = 6		
	\bar{X}	S	\bar{X}	S	
Результуючий вектор	Максимальна сила реакції опори, Н	2492,14	43,60	5912,8	789,4
	Градiєнт сили, Н · с ⁻¹	12434,96	1084,18	39575,6	4088,1
	Імпульс сили, Н · с ⁻¹	502,48	37,49	1106,5	123,5
Горизонтальна складова	Максимальна сила реакції опори, Н	1778,53	53,94	2819,7	198,7
	Градiєнт сили, Н · с ⁻¹	8879,04	842,73	27345,4	3041,2
	Імпульс сили, Н · с ⁻¹	358,37	24,79	443,4	47,3
Вертикальна складова	Максимальна сила реакції опори, Н	749,76	25,50	1626,6	187,4
	Градiєнт сили, Н · с ⁻¹	3736,73	296,19	877,5	91,2
	Імпульс сили, Н · с ⁻¹	151,37	14,74	201,1	19,6

у юних спортсменів. Також найбільші відмінності спостерігаються під час порівняння градієнтів сили як результуючих показників, так і їхньої вертикальної та горизонтальної складової. Так, наприклад, градієнт горизонтальної складової сили у юних баскетболістів становить 993,75 Н · с⁻¹, а у кваліфікованих – 7541,9 Н · с⁻¹, тобто майже у вісім разів більший. Це свідчить про те, що швидко-кісно-силві навантаження на склепіння стопи значно збільшуються в процесі багаторічної підготовки.

Нами також проаналізовано показники силових взаємодій під час виконання зупинок кроком та стрибком. Показники тесту зупинка кроком баскетболістів різної кваліфікації представлено в таблиці 3.

У ході аналізу показників виконання зупинки кроком у кваліфікованих спортсменів виявлено значно більші силові показники горизонтальної складової реакції опори. Проте різниця є також і у вертикальній складовій, але дещо менша (табл. 4).

Силові взаємодії під час виконання стрибка, зупинки кроком та зупинки стрибком у кваліфікованих спортсменів значно більші силові показники горизонтальної складової реакції опори, що обумовлено біомеханічними особливостями виконання зупинок. Значні горизонтальні навантаження на склепіння стопи є найнебезпечнішими, оскільки практично не компенсуються.

Висновки. У ході дослідження нами було виявлено, що навантаження на стопу юних баскетболістів є високим і має тенденцію до зростання на подальших етапах багаторічної підготовки, про що свідчать значно більші показники силових взаємодій між опорою та стопою у кваліфікованих баскетболістів. Під час виконання стрибка вгору з місця відштовхування двома ногами сила реакції опори у кваліфікованих баскетболістів на 1921,38 Н більша, ніж у юних баскетболістів, а градієнт сили на 9819 Н·с⁻¹. Під час виконання зупинок результуюча сила реакції опори на 3420 Н вища у кваліфікованих спортсменів. Ці дані свідчать про необхідність введення у підготовку юних баскетболістів комплексів вправ, спрямованих на зміцнення склепінь стопи у зв'язку зі значним збільшенням на них навантажень у процесі багаторічної підготовки.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють, що відсутній будь-який конфлікт інтересів.

Література

1. *Лапутин А.* Диагностика морфофункциональных свойств стопы спортсменов / А. Лапутин, В. Кашуба, В. Гамалий, К. Сергиенко // Наука в олимп. спорте. – 2003. – № 1. – С. 67–74.
2. *Лапутин А. Н.* Технология контроля двигательной функции стопы школьников в процессе физического воспитания / А. Н. Лапутин, В. А. Кашуба, К. Н. Сергиенко. – К.: Дія, 2003. – 68 с.
3. *Платонов В. Н.* Травматизм в спорте: проблемы и перспективы развития / В. Н. Платонов // Спорт. медицина. – 2006. – № 1. – С. 54–77.
4. *Сергиенко К. Н.* Биомеханический мониторинг состояния опорно-рессорной функции стопы юных волейболистов / К. Н. Сергиенко, И. В. Синиговец // Олімпійський спорт і спорт для всіх: мат. IX Міжнар. наук. конгр. – К., 2005. – 281 с.
5. *Сергиенко К. Н.* Контроль и профилактика нарушений опорно-рессорных свойств стопы школьников в процессе физического воспитания : дис. канд. наук по физ. воспитанию и спорту: 24.00.02. НУФВСУ / К. Н. Сергиенко. – К., 2003. – 20 с.
6. *Сергієнко К. М.* Биомеханические особенности опорных взаимодействий юных баскетболистов в зависимости от высоты продольного свода стопы / К. М. Сергієнко, С. В. Строганов // Актуальные проблемы экологии и здоровья человека: мат. 1 Междунар. научно-практ. конф. – 2013. – С. 140–143.
7. *Сергієнко К. М.* Профилактика нарушений опорно-рессорных свойств стопы баскетболистов на начальном этапе многолетней тренировки / К. М. Сергієнко, С. В. Строганов. – Chisinau: USEFS, 2013. – С. 461–464.
8. *Строганов С. В.* Теоретичний аналіз проблеми деформації стопи юних спортсменів / С. В. Строганов // Молодіж. наук. вісн. Східноєвроп. нац. ун-ту ім. Л. Українки. – 2013. – № 11. – С. 78–82.
9. *Строганов С. В.* Сучасні підходи до аналізу особливостей взаємодії між стопою і опорою при грі у баскетбол / С. В. Строганов // Теорія і методика фіз. виховання і спорту. – 2013. – № 2. – С. 122–127.
10. *Строганов С. В.* Технологія профілактики і корекції порушень опорно-ресорних властивостей стопи юних баскетболістів / С. В. Строганов // Молодіж. наук. вісн. Східноєвроп. нац. ун-ту ім. Лесі Українки. – 2013. – № 10. – С. 99–104.
11. *Строганов С. В.* Особенности силовых взаимодействий между стопой и опорой при выполнении специальных тестов юными баскетболистами / С. В. Строганов // Педагогіка, психологія та мед.-біол. пробл. фіз. виховання і спорту. – 2013. – № 12. – С. 82–86.
12. *Sergiyenko K. N.* Preventing musculoskeletal disorders spring function foot children 7–10 years in physical education / K. N. Sergiyenko // Physical training of students of creative disciplines ed. by S. S. Yermakov. – 2003. – N 13. – P. 89–96.

References

1. *Laputin A.* Diagnosis of athlete foot morphofunctional properties / A. Laputin, V. Kashuba, V. Gamaliy, K. Sergiyenko // Nauka v olimpiyskom sporte. – 2003. – N 1. – P. 67–74.
2. *Laputin A. N.* Control technology for motor function of schoolchildren foot during physical education / A. N. Laputin, V. A. Kashuba, K. N. Sergiyenko. – Kiev: Diia, 2003. – 68 p.

3. *Platonov V. N.* Traumatism in sport: issues and development prospects / V. N. Platonov // *Sportivnaya meditsina*. – 2006. – N 1. – P. 54–774.
4. *Sergiyenko K. N.* Biomechanical monitoring the state of young volleyball players foot / K. N. Sergiyenko, I. V. Sinigovets // *Olympic Sport and Sport for All: materialy IX mizhnarodnoho naukovoho konhresu*. – Kiev, 2005. – 281 p.
5. *Sergiyenko K. N.* Control and prevention of schoolchildren foot disorders during physical education: Dissertation of Ph. D. in Physical Education and Sport : 24.00.02. NUPESU / K. N. Sergiyenko. – Kiev, 2003. – 20 p.
6. *Serhiienko K. M.* Biomechanical features of supporting interactions of young basketball players depending on height of foot transverse arch / K. M. Serhiienko, S. V. Strohanov // *materialy 1 Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsiyi*. – 2013. – P. 140–143.
7. *Serhiienko K. M.* Prevention of basketball player foot disorders at the initial stage of long-term preparation / K. M. Serhiienko, S. V. Strohanov. – Chisinau: USEFS, 2013. – P. 461–164.
8. *Strohanov S. V.* Theoretical analysis of foot deformation in young athletes / S. V. Strohanov // *Molodizhnyi naukovyi visnyk Skhidnoievropeyskoho universytety imeni Lesa Ukrainky*. – 2013. – № 11. – С. 78–82.
9. *Strohanov S. V.* Modern approaches to analysis of features of foot and support interaction in basketball / S. V. Strohanov // *Teoriya i metodyka fizvykhovannia i sportu*. – 2013. – N 2. – P. 122–127.
10. *Strohanov S. V.* Technology of preventing and correcting disorders of support-spring foot capacities in young basketball players / S. V. Strohanov // *Molodizhnyi naukovyi visnyk Skhidnoievropeyskoho universytety imeni Lesia Ukrainky*. – 2013. – N 10. – P. 99–104.
11. *Strohanov S. V.* Features of strength foot and support interactions during special test execution by young basketball players. / S. V. Strohanov // *Pedahohika, psykholohiia ta medyko-biolohichni problem fizvykhovannia i sportu*. – 2013. – N 12. – P. 82–86.
12. *Sergiyenko K. N.* Preventing musculoskeletal disorders spring function foot children 7–10 years in physical education / K. N. Sergiyenko // *Physical training of students of creative disciplines* ed. by S. S. Yermakov. – 2003. – N 13. – P. 89–96.

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

Надійшла 18.05.2018