

Олімпійський та професійний спорт

УДК 796.093.46

Артем Федецький
science-vnu@ukr.net

Моделювання стандартних вправ у навчально-тренувальному процесі футболістів

Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки (м. Луцьк)

Анотація:

Актуальність дослідження зумовлена потребою суспільства у формуванні фізично розвинутої молоді засобами спортивної діяльності й, зокрема, футболістом. Мета дослідження – обґрунтувати застосування моделювання стандартних вправ у навчально-тренувальному процесі футболістів. Результати роботи. Математичні методи дають змогу виявляти особливості, закономірності, тенденції навчально-тренувального процесу, перевіряти надійність суджень і припущень. Межі застосування математичних методів настільки широкі, наскільки широке коло прогнозів та моделей у футболі. Висновки. Моделювання стандартних вправ у навчально-тренувальному процесі футболістів передбачає застосування низки інформативних показників, які всебічно характеризують футболістів. До розроблених моделей футболістів увійшли антропометричні показники, показники технічної та фізичної підготовленості, функціональні можливості. Розроблені моделі дають змогу вносити корективи в процес передбачення.

Артем Федецький. Моделювання стандартних вправ в навчально-тренувальному процесі футболістів. Актуальність дослідження обумовлена потребою суспільства в формуванні фізично розвинутої молоді засобами спортивної діяльності й, зокрема, футболістом. Цель исследования – обосновать применение моделирования стандартных упражнений в учебно-тренировочном процессе футболистов. Результаты работы. Математические методы позволяют выявлять особенности, закономерности, тенденции учебно-тренировочного процесса, проверяют надежность суждений и предположений. Границы применения математических методов настолько широки, насколько широкий круг прогнозов и моделей в футболе. Выводы. Моделирование стандартных упражнений в учебно-тренировочном процессе футболистов предусматривает применение ряда информативных показателей, всеобъемлюще характеризующих футболистов. К разработанным моделям футболистов вошли антропометрические показатели, показатели технической и физической подготовленности, функциональные возможности. Предложенные модели позволяют вносить коррективы в процесс предсказания.

Artem Fedetsky. Simulation of Standard Exercises in the Training Process of Footballers. The topicality of the research is caused by a society's need in shaping physically developed young people by means of sports activities and particularly by football. The purpose of the research is to justify the application of modeling of standard exercises during the educational training process of football players. The results of the research. Mathematical methods make it possible to find out peculiar features, regularities and tendencies of the educational training process, and to verify the conclusiveness of judgments and assumptions. The frames of the application of the mathematical methods are as big as the circle of forecasts and models in football. Conclusions. Modeling of standard exercises during the educational training process of football players entails the application of a number of informative indexes which characterize football players from different sides. The worked out models include anthropometric indexes, indexes of technical and physical fitness, functional abilities. The worked out models enables coaches to introduce corrections in a forecasting process.

Ключові слова:

моделювання, навчально-тренувальний процес, стандартні вправи, футболісти

моделирование, учебно-тренировочный процесс, стандартные упражнения, футболисты

modeling, educational training process, standard exercises, football players.

Вступ. Результати наукових досліджень у галузі формування здоров'я [2; 4; 8; 15], фізичної активності [13; 14; 18] та спортивного тренування [1; 7; 9; 10; 11] розкривають теоретичні, методичні й практичні основи підвищення фізичної підготовки, формування рухових умінь і навичок, удосконалення багаторічної підготовки та змагальної діяльності різних груп населення. Динамічні процеси розвитку юних футболістів – основа прогнозування й моделювання у футболі [3; 5; 12; 16; 17], адже в процесі тренувальних занять існує реальна небезпека перетренованості для функціонально ослаблених футболістів.

Унаслідок досліджень, проведених Д. В. Нікітіним і П. Г. Дегтяренко [6], були експериментально розроблені й узгоджені з наявними теоретично-методичними положеннями моделі спеціалізованих стандартних вправ, що дають змогу співвідносити величину навантаження, її вибіркочку спрямованість із процесом удосконалення техніко-тактичної майстерності.

Мета дослідження – обґрунтувати застосування моделювання стандартних вправ у навчально-тренувальному процесі футболістів.

Матеріал і методи дослідження – аналіз та узагальнення літературних джерел, аналіз, синтез, методи математичної статистики. Для оцінювання величини й спрямованості навантаження науковці реєстрували частоту серцевих скорочень (*ЧСС*) за допомогою командної системи *The Polar Team System 1*, після чого за допомогою програмного забезпечення *Polar Precision Performance SW4* визначали суму *ЧСС*; максимальну та середню *ЧСС*; суму енерговитрат; час виконання вправ у цільових пульсових зонах. Для контролю процесу вдосконалення техніко-тактичної майстерності визначали обсяг техніко-тактичних дій (*ТТД*).

Результати дослідження. Дискусія. На основі результатів дослідження розроблено три моделі спеціалізованих стандартних вправ, що дають змогу оптимізувати тренувальний процес юних футболістів.

Модель 1. Загальна витривалість з одночасним удосконаленням техніко-тактичних дій у простих умовах. Ігрові взаємодії в парах, трійках без ударів по воротах. Основа вправи – ведення м'яча різними способами (вправи за методом В. Коуервера, 1996) на відстань 5–15 м із передачами м'яча, зупинками м'яча, фінтами. Тривалість однієї серії – 4–5 хв. Швидкість переміщення – 50–70 %. Тривалість пауз відпочинку – 0,45–1,5 хв. За одну серію кожен футболіст виконує 9–14 повторень вправи; 45–84 *ТТД*; футболіст пробігає в прискореному темпі 150–200 м. Тривалість змодельованих тренувальних сеансів становить 44–52 хв (по 7–9 таких серій). За цей час виконується по 375–588 *ТТД*, пробігається в прискореному темпі 1125–1470 м.

Сумарна витрата енергії коливалася від 391±55 до 416±32 *ккал*. Сума *ЧСС* – від 6971±568 до 7760±326 ударів. Максимальна *ЧСС* – 182±12 *уд/хв*. Середня *ЧСС* – 150±6 *уд/хв*. Динаміка коливань *ЧСС* у цій моделі – 37±17 *уд/хв*. Частка виконання вправи в зоні *ЧСС* 130–150 *уд/хв* – 20–31 %; у зоні *ЧСС* 150–160 *уд/хв* – 26–31 %; у зоні *ЧСС* 160–180 *уд/хв* – 26–32 %; понад 180 *уд/хв* – до 4 %.

Модель 2. Швидкісна витривалість з удосконаленням техніко-тактичних дій на підвищеній швидкості. Індивідуальні й групові дії в парах, трійках без ударів по воротах і з ними виконуються інтервально-серійним методом на відстані 15–30 м. Тривалість однієї серії – 1,5–2,15 хв, пауз відпочинку – 1,5–3 хв. У серії трапляється 2–3 повторення. Одночасно у вправі беруть участь 8–12 футболістів. За одну серію кожен футболіст виконує 5–8 *ТТД*; пробігає в прискореному темпі 50–120 м. Тривалість тренувальних сеансів становить 16–23 хв (6–8 серій). За цей час виконується по 42–72 *ТТД*, пробігається в темпі 70–90 % від 480 до 720 м. Витрачається енергії від 130±17 до 215±35 *ккал*. Сума *ЧСС* – від 2278±179 до 4165±363 ударів. Максимальна *ЧСС* – 194±10 *уд/хв*. Середня *ЧСС* коливалася від 143 ± 12 до 162±13 *уд/хв*. Діапазон динаміки *ЧСС* – від 58±14 до 73±18 *уд/хв*. У зоні *ЧСС* 130–150 *уд/хв* виконували вправу до 20 %; у зоні *ЧСС* 150–160 *уд/хв* – 9–13 %; 160–180 – 26–28 %; понад 180 *уд/хв* – 20–32 %.

Модель 3. Швидкість виконання технічних прийомів максимальна. Індивідуальні дії та взаємодії в парах, що закінчуються ударами по воротах. В основі вправ – швидкісні переміщення й ведення м'яча на 15–50 м із 2–3 *ТТД* та ударами по воротах, які виконуються повторним методом. Швидкість переміщення максимальна. Тривалість одного повторення – 6–20 с. Тривалість пауз відпочинку – 0,45–1 хв. Одночасно у вправі повинні брати участь 12–14 футболістів. У тренувальних заняттях використовується по три такі серії, у кожній із яких – 10–12 повторень; тривалість пауз відпочинку між серіями – 8 хв, тривалість тренувального сеансу – 42–51 хв. За цей час виконується по 60–78 *ТТД*. Пробігається в максимальному темпі 500–800 м. Сумарна витрата енергії – 373±25 – 454±50 *ккал*. Сума *ЧСС* – 6300±172 – 7986±255 ударів. Максимальна *ЧСС* – 185±7 *уд/хв*. Середня *ЧСС* – 148±4 – 162±10 *уд/хв*. Динаміка коливань пульсу – 47±11 – 62±17 *уд/хв*. Частка виконання вправи в зоні пульсу

130–150 уд/хв – 17–31 %; у зоні пульсу 150–60 уд/хв – 18–30 %; у зоні пульсу 160–180 уд/хв – 24–48 %; понад 180 уд/хв – до 11 %.

Отже, проведені дослідження засвідчують потребу розробки та обґрунтування конкретних моделей спеціалізованих вправ, що враховують поєднання компонентів навантаження для спрямованого розвитку рухових якостей і процесу вдосконалення техніко-тактичної майстерності.

Вивчено вплив занять фітнесом на функціональні можливості футболістів. У дослідженнях брала участь група із 10 осіб. Середній вік обстежуваних – 18 років, середня довжина тіла – $180 \pm 5,97$ см, середня маса тіла – $71,7 \pm 2,4$ кг.

Дослідження реакції серцево-судної системи на тренувальне навантаження здійснювали за допомогою системи другого покоління *Polar Team 2 Pro*. Двічі на тиждень фітнес-інструктор проводив із групою заняття за розробленою програмою. Дослідження тривали з 19.01.2016 до 12.02.2016 р. Загалом проведено вісім занять. Завдання дослідження – перевірити ефективність розробленої програми щодо впливу на функціональні можливості серцево-судинної системи футболістів.

Тренування складалось із трьох частин. Підготовча включала вправи як на степі, так і без нього: інтенсивну ходьбу, бесік, підйоми на степ, бігові й стрибкові вправи на степі, вправи на розтягування. Основна частина мала характер силового тренування. Вона включала вправи на різні групи м'язів з акцентом на м'язи ніг: присіди, випади, підйоми ніг, віджимання, стрибкові вправи та кардіонавантаження. Кожну вправу виконували окремо (по вісім повторів) і завершували статичним утриманням на ті самі м'язи. У міру виконання вправи об'єднували в один комплекс і повторювали 4–6 разів. Завершальна частина тривала 5 хв. Для плавного переходу від активного руху до пасивного стретчингу виконували підйоми на степ, приставні кроки вправо-ліво, вправи стретчингу, статичні утримання в сідлах, спокійне дихання в позі ембріона, розслаблення.

На рис. 1 зображено пульсограму тренувального навантаження футболістів під час заняття фітнесом за розробленою програмою. Підготовча частина тривала 7 хв. Вона розпочиналась із ходьби на місці, підйомів на степ і спусків із нього. Після 1 хв виконання цих вправ пульс поступово збільшувався. Із 2-ї хв виконували інтенсивну ходьбу на степі (усі вправи комплексу виходили одна з одною), бігові вправи на степі, стрибкові на степі. Найактивнішу частину розминки складали блоки з трьох вправ: інтенсивної ходьби, бігу й стрибків, що виконувалось із переходом на степ і зі степу. Таких блоків, які виконувалися по чергово один за одним, було п'ять. Під час цього на пульсограмі спостерігали підвищення пульсу зі 140 до 150–165 уд/хв.

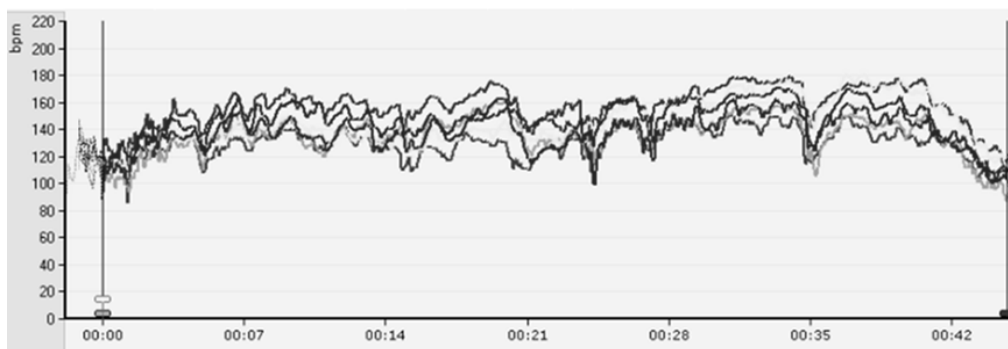


Рис. 1. Пульсограма футболістів під час тренувального заняття з фітнесу

Із 5 хв проводили активний стретчинг: по чергові колові рухи зігнутими ногами, махи в сторони, глибокі присіди на правій (лівій) ногах. ЧСС знижується до 120 уд/хв. Закінчували підготовчу частину глибокими випадами, сідлами, нахилами з пружними рухами у всіх цих положеннях, утриманнями в найнижчих точках. Пульс до кінця 7 хв перебував діапазоні 120–150 уд/хв. Із 7-ї до 40 хв виконували вправи основної частини. Розпочинали її зі стрибків у широкий присід, одна нога на степі. Спочатку вправу виконували вправо (ліва нога на степ) – вісім повторів, на 8-й – утримання стійки та пружні рухи. Потім те саме вліво й по чергово. Це був перший блок. ЧСС збільшилась у середньому до 160 уд/хв.

Другий блок – стрибок у широкий присід із наступним підйомом на степ, інша нога – у сторону (кут не менше 90 градусів, підйом ноги силовий, а не мах), повернення в присід і в. п. Виконували по вісім повторів (на восьмий раз утримували стійку й піднімали махову ногу в сторону вісім разів, далі утримували стійку на вісім рахунків і в. п.). Вправу повторювали вліво. Ця вправа сприяла збільшенню

ЧСС до 170 уд/хв. На пульсограмі це 10 хв. Наступною дією було поєднання цих двох блоків: присід управо, присід уліво, присід із підйомом ноги вправо, присід із підйомом ноги вліво – 4–6 разів з переходом до наступного блоку. Між блоками – короткотривала ходьба для розслаблення м'язів, у зв'язку з чим на графіку спостерігали незначні зниження ЧСС на 5–10 уд/хв.

Третій блок розпочинався з кроку лівою на степ, зігнута права вперед, права – у в. п., ліва – назад, лівою рукою торкнутися підлоги (вісім повторів). Те саме з правої (вісім разів) і почергове виконання (16 разів). Цей блок виконували 2 хв. ЧСС становила 155–165 уд/хв. Поєднавши три блоки, виконували комплекс 4–6 разів, що спричиняло збільшення ЧСС до 165 уд/хв. Із 13 до 14 хв – активна ходьба (відпочинок), пульс – 155 уд/хв.

Четвертий блок – це випад правою на степ, поворот у широкий присід, поворот у випад правою, в. п., те саме з лівої. Під час виконання вправи пульс піднімається до 165 уд/хв. Наступна вправа п'ятого блоку – віджимання. Під час паузи, яка супроводжувалася показом, і перших спроб виконання пульс зменшувався до 155 уд/хв. Під час виконання цього блоку (вісім повторів) пульс поступово піднімався на 10 уд/хв (до 165 уд/хв). Далі поєднували два останні блоки (випади та віджимання), пульс дорівнював 175–180 уд/хв.

У період із 20 до 21 хв – активний відпочинок – підйоми на степі й сходження з нього, махи ногами в сторони, вправи активного стретчингу. Із 21 хв поєднували виконання всіх блоків. Стартовий пульс – 130–140 уд/хв, між комплексами – відпочинок на чотири рахунки. Пульс поступово піднімався до 160 уд/хв.

Блок 6 – крок правою на степ, стрибок і зігнута ліва вперед; виконували почергово з правої, лівої. Під час показу й спроб виконання вправи пульс зменшувався до 135 уд/хв, але протягом її виконання становив 160–165 уд/хв. Із 27 до 28 хв був активний відпочинок з інтенсивною ходьбою, махами, стретчингом. Потім поєднували всі блоки, комплекс виконували чотири рази. Протягом 28–29 хв пульс досягав 175 уд/хв. Збільшували темп і повторювали комплекс ще шість разів, але без відпочинку між підходами. Як унаслідок, пульс із 30-ї до 35 хв піднімався до 180 уд/хв і підтримувався на такому самому рівні 2 хв.

Після цього – активний відпочинок 30 с (махи руками й ногами, повороти тулуба – розслаблення м'язів), пульс зменшувався до 140 уд/хв. Із 35-ї до 40 хв знову повторювали комплекс. Протягом 90 с ЧСС зростає до 170 уд/хв, і надалі коливається в межах 176–180 уд/хв. Із 40 хв починалася завершальна частина, що тривала 5 хв. Для плавного переходу від активного руху до пасивного стретчингу, виконували підйоми на степ (бесік), степ-тач у сторони (приставні кроки вправо-уліво), низькоамплітудні стрибки, нахили, махи – пульс 150 уд/хв на 42 хв заняття. Далі слідували вправи стретчингу, пружні рухи в глибоких випадах, присідах, нахилах – пульс 150–143 уд/хв. Статичні утримання в сідах, глибоких випадах для розтягування м'язів, ніг і тулуба, ЧСС – 130 уд/хв. На закінчення – спокійне дихання в позі ембріона, повне розслаблення (ЧСС 120 уд/хв на 45 хв заняття).

Нас цікавило, як зміняться функціональні можливості футболістів унаслідок впливу тренувальних навантажень за розробленою програмою. У табл. 1 наведено вихідні та кінцеві результати показників, отриманих за допомогою Polar Team 2 Pro.

Таблиця 1

Результати дослідження впливу фітнесу на функціональні можливості серцево-судинної системи футболістів

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
2	Показник	HR				Time in sport zones, s										Above threshold		Trainin g load		Kcal	
3		Average		Maximum		50–59		60–69		70–79		80–89		90–100		поч	кін	поч	кін	поч	кін
4		поч	кін	поч	кін	поч	кін	поч	кін	поч	кін	поч	кін	поч	кін	поч	кін	поч	кін	поч	кін
5	СРЗНАЧ	146	124	171	152	117	545	315	1014	978	1081	881	52	410	9	539	8	101	49	618	459
6	СТАНДОТКЛОН	11	9	12	13	76	478	233	479	495	700	457	56	577	14	671	11	22	19	84	66
7	СТАНДОШ	3,8	3,0	4,0	4,4	25,5	159,3	77,5	159,6	164,9	233,3	152,4	18,7	192,3	4,8	223,6	3,7	7,3	6,4	28,1	22,1
8	M _d	22,5		18,9				-698,8		-103,1								52,4		159,9	
9	σ _d	13,3		16,1				424,9		941,3								21,5		98,2	
10	Парний t-критерій Стьюдента	5,336		3,720				-5,201		-0,346								7,714		5,152	
11	Рівень значущості	p<0,05		p<0,05				p<0,05		p>0,05								p<0,05		p<0,05	
12	МЕДИАНА	146	125	173	152	100	434	240	889	1100	1108	792	38	197	3	403	3	101	49	621	470
13	T-критерій Уїлкоксона					3						0		5		1					
14	Рівень значущості					p<0,01						p<0,01		p<0,05		p<0,01					
15	ПРОЦЕНТИЛЬ 5	132	110	156	138	23	169	89	483	252	93	326	8	2	0	7	0	73	20	520	352
16	ПРОЦЕНТИЛЬ 25	139	120	163	145	61	257	189	618	633	650	574	14	6	0	22	0	87	41	561	433
17	ПРОЦЕНТИЛЬ 50	146	125	173	152	100	434	240	889	1100	1108	792	38	197	3	403	3	101	49	621	470
18	ПРОЦЕНТИЛЬ 75	151	131	178	155	174	620	420	1348	1421	1631	1235	63	504	12	657	15	114	64	637	511
19	ПРОЦЕНТИЛЬ 95	164	133	188	173	225	1335	677	1703	1467	1929	1498	142	1395	35	1677	26	131	72	753	524

Визначено реакцію ЧСС на навантаження. Показано час тренування в п'яти різних зонах інтенсивності як окремими футболістами, так і загалом. Визначено енерговитрати за весь період заняття.

Щоб дані мали статистичну значимість, використовували відповідні методи математичної статистики, на основі яких зроблено аналіз та висновки. Зокрема, для перевірки гіпотези про нормальність вибірки застосовували критерій Шапіро-Уїлка. Він надійний при $8 \leq n \leq 50$, що повністю відповідає нашим умовам. Критерій Шапіро-Уїлка обчислювали за формулою:

$$W_{\phi} = \frac{b^2}{S^2},$$

де S^2 – квадрат відхилень від середнього, що обчислюється за формулою: $S^2 = \sum (X_i - \bar{X})^2$, b^2 – коефіцієнт: $b = \sum a_i \cdot (X_{n-i+1} \cdot X_i) = a_1 \cdot (X_n \cdot X_1) + a_2 \cdot (X_{n-1} \cdot X_2) + a_3 \cdot (X_{n-2} \cdot X_3) + \dots$

Розглянемо приклад обчислення критерію Шапіро-Уїлка в *Microsoft Excel* для перевірки гіпотези про нормальність вибірки змінної Average (середнє ЧСС). За допомогою команди «Сортування за зростанням» потрібно впорядкувати дані X_i , що зберігаються в діапазоні A2:A11; далі – скопіювати їх уміст у діапазон F2:F11. За допомогою команди «Сортування за убаванням» упорядковано дані, що зберігаються в цьому діапазоні, у порядку убавання для отримання значень X_{n-i+1} .

В осередку B2 за допомогою функції СРЗНАЧ обчислюємо середнє арифметичне вибірки – $X_{сер}$ (\bar{X}). У діапазон E2:E6 вводимо формули для обчислень значень a_i із табл. 2. Їх також можна визначити за допомогою спеціальних таблиць. Зазначимо, що від'ємні значення a_i потрібно видалити з таблиці – осередки E7:E11. У таблицях i – це номер елемента у варіаційному ряді.

Таблиця 2

Перевірка вибірки змінної Average на нормальність у Microsoft Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	X_i	X_{cp}	$(X_i - X_{cp})^2$	S^2	a_i	X_{n-i+1}	b_i	b	b^2	W_{ϕ}	W_m	
2	130	146	259,21	1162,9	0,574	169	22,397	33,527	1124,073	0,967	a	p
3	135		123,21		0,328	157	7,209				0,1=	0,868
4	138		65,61		0,212	151	2,761				0,05=	0,840
5	140		37,21		0,120	149	1,078				0,01=	0,779
6	145		1,21		0,042	147	0,083					
7	147		0,81			145						
8	149		8,41			140						
9	151		24,01			138						
10	157		118,81			135						
11	169		524,41			130						

Для обчислення $(X_i - X_{cp})^2$ в осередок C2 вводимо формулу (B2-C\$2)^2. За допомогою маркера заповнення вставляємо аналогічні формули в осередки C3–C11. Значення S^2 – це сума всіх $(X_i - X_{cp})^2$, що перебувають у діапазоні C3–C11.

Стовпець G – коефіцієнт b_i для кожного окремого значення варіаційного ряду, що отримуємо за формулою F2*(G2-B2). За допомогою маркера заповнень копіюємо формулу в діапазон G3–G6. Коефіцієнт b у стовпці H – це сума значень діапазону G3–G6. За допомогою формули з осередку J2, що має вигляд J2/E2, отримуємо фактичне значення критерію Шапіро-Уїлка – W_{ϕ} . Фактичне W_{ϕ} порівнюємо з табличним W_m . W_m обчислюємо за формулами (табл. 3) або за спеціальними таблицями.

Таблиця 3

Формули для обчислення значень a_i

i	a_i
1	$(0,0081356n^4 - 1,3596n^3 + 87,592n^2 - 2808,2n + 78028)/100000$
2	$(0,0005642n^5 - 0,096475n^4 + 6,418n^3 - 204,59n^2 + 2849,1n + 19225)/100000$
3	$(-0,000053n^6 + 0,010464n^5 - 0,83717n^4 + 35,172n^3 - 823,97n^2 + 10190n - 26059)/100000$
4	$(-0,00008785n^6 + 0,017143n^5 - 1,3644n^4 + 56,8921n^3 - 1321,67n^2 + 16417,8n - 64907)/100000$
5	$(-0,0000637n^6 + 0,012953n^5 - 1,08323n^4 + 47,9523n^3 - 1197,88n^2 + 16280,8n - 77227)/100000$
6	$(0,001213n^5 - 0,22039n^4 + 15,932n^3 - 578,01n^2 + 10675,3n - 64930)/100000$
7	$(0,001058n^5 - 0,19846n^4 + 14,8811n^3 - 563,328n^2 + 10954n - 74246)/100000$
8	$(0,0009663n^5 - 0,18425n^4 + 14,2448n^3 - 558,464n^2 + 11321,7n - 83480)/100000$
9	$(0,000936n^5 - 0,18321n^4 + 14,431n^3 - 578,383n^2 + 12047,5n - 94506)/100000$
10	$(-0,021445n^4 + 3,5688n^3 - 227,115n^2 + 6687n - 66534)/100000$

Отриманий результат $W_p > W_m$ ($0,967 > 0,868$) засвідчує, що гіпотеза про нормальний розподіл даних підтверджується на рівні значущості $p = > 0,1$.

Обчислення критерію Шапіро-Уїлка показало, що всі дані, окрім змінних 90–100 % та Above threshold, не відрізнялися за розподілом від нормального на рівні значимості $p = > 0,1$. Критерій W при цьому становив $0,868–0,981$. Зважаючи на це, для аналізу даних із нормальним розподілом використовували параметричні методи: середнє арифметичне й середнє квадратичне відхилення.

Установлено, що середнє арифметичне середнього пульсу на першому занятті становило 146 ± 11 уд./хв. Середнє арифметичне максимального пульсу відповідало 171 ± 12 уд./хв. У зоні оздоровлення при інтенсивності 50–59 % футболісти працювали 117 ± 76 с. Дещо більше часу тренування проходило у фітнес-зоні – 315 ± 233 с. Найбільше часу тренування (978 ± 495 с) припадає на аеробну зону з інтенсивністю 70–79 %. На другому місці за часом (881 ± 457 с) тренування у футболістів – анаеробна зона з інтенсивністю 80–99 %. Також установлено, що в середньому за тренування футболісти витрачали по 618 ± 84 kcal.

Разом з абсолютними одиницями проаналізовано реакцію на навантаження у відсотках. Установлено, що під час тренування середні значення від максимального пульсу становили 93 ± 6 %. В оздоровчій зоні футболісти тренувалися 4 ± 3 % від загального часу. У фітнес-зоні час тренування збільшився до 12 ± 9 %. На аеробну зону припадає найбільша тривалість тренування – 36 ± 18 %. В анаеробній зоні тривалість тренування також велика – 33 ± 17 % від загального часу.

Оскільки дані, що характеризують навантаження в зоні червоної лінії, відрізнялися від нормального розподілу, то для їх аналізу використовували медіану та проценти. Згідно з медіаною, з інтенсивністю 90–100 % футболісти працювали 197 с. 50 % футболістів (із 25 до 75 процентиль) перебували в цій зоні під час тренування в межах від шести до 504 с. Щодо відносних одиниць, то медіана червоної зони відповідає 7 %. Загалом половина футболістів тренувалась у червоній зоні в межах від одного до 19 % загального часу заняття.

Із практичного погляду інтерес викликає реакція серцево-судинної системи футболістів на запропоноване стандартне навантаження після певного періоду підготовки. Для цього вивчали функціональні можливості футболістів на останньому занятті формувального дослідження. Тренування відбувалося за тією самою програмою, що описана вище.

Перевірка даних, отриманих за допомогою системи *Polar Team 2 Pro*, показала, що вибірки змінних Average, Maximum, 60–69, 70–79, Training load та Kcal не відрізнялися від нормального розподілу на рівні значимості $p = > 0,1$, тоді як вибірки змінних 50–59, 80–89, 90–100 та Above threshold мали розподіл, що відрізняється від нормального на рівні значущості $p = < 0,01$. Для аналізу першої групи даних використовували параметричні методи, для другої – непараметричні. Для оцінювання початкових і кінцевих результатів дослідження на наявність відмінностей при нормальному розподілі застосовували парний t -критерій Стьюдента. Дані, які відрізнялися за розподілом від нормального, порівнювали за допомогою T -критерію Уїлксона.

Парний t -критерій Стьюдента використовується для порівняння двох залежних (парних) вибірок й обчислюється за формулою:

$$t = \frac{M_d}{\sigma_d / \sqrt{n}},$$

де M_d – середнє арифметичне різниці показників, виміряних до й після, σ_d – середнє квадратичне відхилення різниці показників, n – кількість досліджуваних.

M_d – середнє арифметичне різниці показників – обчислювали за формулою:

$$M_d = \frac{\sum d}{n}.$$

Для визначення σ_d – середнього квадратичного відхилення різниці показників – використовували формулу:

$$\sigma_d = \sqrt{\frac{\sum (M_d - d)^2}{n - 1}}.$$

Отримане таким чином фактичне значення парного t -критерію Стьюдента порівнювали з критичним, яке обчислювали за допомогою функцій *Excel* «СТЮДРАСПОБР» або «СТЮДЕНТ.ОБР.2Х». Для кількості досліджуваних, що дорівнює 10, при степенях свободи $10-1=9$ і

рівні значущості $p=0,05$, критичний t -критерій Стьюдента становить 2,262. Якщо отримані значення були більшими за критичне, то робимо висновок про наявність статистично значимих відмінностей.

T -критерій Уїлкоксона – непараметричний статистичний критерій, що також використовується для порівняння двох пов'язаних (парних) вибірок. Суть методу полягає в тому, що порівнюють абсолютні величини вираженості зсувів у тому чи іншому напрямі, а потім сумують ранги. Якщо зсуви в ту чи іншу сторону випадкові, то й суми їх рангів будуть приблизно однакові. Якщо ж інтенсивність зсувів в одну сторону більша, то сума рангів абсолютних значень зсувів у протилежну сторону буде значно меншою, ніж це могло б бути при випадкових змінах. Кількість піддослідних під час застосування T -критерію Уїлкоксона має бути не меншою ніж 5 і не більшою за 50 та обчислюється за формулою:

$$T = \sum Rr,$$

де $\sum Rr$ – сума рангів, що відповідає нетиповим змінам показника. Ранги показників у *Microsoft Excel* можна визначити за допомогою функції «РАНГ». Детально з функцією «РАНГ» ми ознайомились у п. 2.1 «Метод простого ранжирування в прогнозуванні стартової швидкості футболістів».

Установлено, що середній пульс, згідно із середнім арифметичним, на завершальному етапі досліджень становив 124 ± 9 уд/хв. Це менше від того, що був на початку досліджень (на 22 уд/хв) Різниця між показниками статистично значима $p < 0,05$. Середнє арифметичне максимального пульсу також було меншим, порівняно з початком досліджень (на 19 уд/хв) і становило 152 ± 13 уд/хв при $p < 0,05$.

Щодо зон інтенсивності, у яких відбувалося тренування, то тут загалом також простежено позитивну динаміку. Вона виражається в зміщенні епіцентру ЧСС від більш високих пульсових зон до більш низьких під час реакції на одне й те саме навантаження. Так, у фітнес-зоні з інтенсивністю 60–69 % футболісти тренувались у середньому 1014 ± 160 с, що на 699 с більше, порівняно з першим заняттям ($p < 0,05$). В аеробній зоні з інтенсивністю 70–79 % футболісти тренувались найбільше часу – 1081 ± 700 с. Порівняно з першим заняттям, статистично значимої різниці між часом тренування в цій зоні не було ($p > 0,05$).

Змінні, які відрізнялися від нормального розподілу, аналізували за допомогою медіани та процентилів. Медіана зони оздоровлення серця, що відповідає 50–59 % інтенсивності, на завершальному етапі досліджень становила 434 с, тоді як на початку вона дорівнювала 100 с ($p < 0,01$). Згідно з процентілями, 50 % футболістів на завершальному етапі тренувались у цій зоні від 61 до 174 с, на початковому етапі цифри були значно вищими – від 257 до 620 с. Медіана тренування в анаеробній зоні (інтенсивність 80–89 %) на кінець досліджень становила 38 с, що на 754 с менше, порівняно з початком ($p < 0,01$). Подібну тенденцію спостерігали з тренуванням у зоні червоної лінії, що відповідає інтенсивності 90–100 %. Медіана часу тренування в цій зоні на кінці досліджень була меншою, порівняно з початком, на 194 с, і становила всього 3 с ($p < 0,05$). Згідно з прцентілями, 50 % футболістів (із 25 до 75 процентилів) на завершальному занятті тренувались у зоні червоної лінії від 0 до 12 с, тоді як на першому занятті з аналогічним навантаженням половина футболістів тренувалася від шести до 504 с.

За все тренування тривалістю 45 хв футболісти витратили 459 ± 66 kcal. Середні енерговитрати першого заняття були на 159 kcal більшими ($p < 0,05$), що засвідчує меншу ефективність роботи механізмів енергозабезпечення, порівняно з кінцевим рівнем.

Висновки. Важливе місце в прогнозуванні та моделюванні приділено математичним методам, що дають змогу виявляти особливості, закономірності, тенденції, перевіряти надійність суджень і припущень. Межі застосування математичних методів настільки широкі, наскільки широке коло прогнозів та моделей у футболі. Моделювання стандартних вправ у навчально-тренувальному процесі футболістів передбачає застосування низки інформативних показників, які всесторонньо характеризують футболістів. До розроблених моделей футболістів увійшли антропометричні показники, показники технічної та фізичної підготовленості, функціональні можливості. Розроблені моделі дають змогу вносити корективи в процес передбачення.

Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні прогнозування технічної підготовки у взаємозв'язку з фізичною підготовленістю футболістів.

Джерела та література

1. Баландин В. К. Прогнозирование в спорте / В. К. Баландин, Ю. М. Блудов, В. А. Плахтиенко. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – 193 с.
2. Белікова Н. О. Оздоровлення студентів спеціальної медичної групи засобами аеробних фітнес-програм / Н. О. Белікова // Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві : зб. наук. праць Східноєвроп. нац. ун-ту ім. Лесі Українки / уклад. А. В. Цьось, С. П. Козіброцький. – Луцьк : Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2015. – № 1 (29). – С. 31–35.
3. Дулібський А. В. Моделювання тактичних дій у процесі підготовки юнацьких команд з футболу : автореф. дис. ... канд. наук з фіз. виховання і спорту : спец. 24.00.01 «Олімпійський і професійний спорт» / Дулібський Андрій Васильович ; НУФВСУ. – Київ, 2001. – 19 с.
4. Индика С. Поінформованість хворих про роль фізичної активності у вторинній профілактиці інфаркту міокарда / С. Индика // Молода спортивна наука України : зб. наук. праць з галузі фізичної культури та спорту. – Вип. 14. – Львів, 2010. – Т. 3. – С. 78–83.
5. Мезенцева Л. В. Математическое моделирование в биомедицине / Л. В. Мезенцева, С. С. Перцов // Вестник новых медицинских технологий. – 2013. – Т. XX, № 1. – С. 11–14.
6. Никитин Д. В. Моделирование специализированных стандартных упражнений в учебно-тренировочном процессе юных футболистов / Д. В. Никитин, П. Г. Дегтяренко // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. – 2009. – № 4.
7. Пантік В. В. Особливості ідеомоторного тренування волейболістів / В. В. Пантік, О. П. Митчик, К. Ф. Жигун // Молодіжний науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі українки. – Луцьк, 2007. – С. 77–80.
8. Педагогічна діагностика в системі фізичного виховання учнів загальноосвітніх навчальних закладів : кол. моногр. / [Н. О. Белікова, В. В. Захожий, С. П. Козіброцький та ін.]. – Луцьк : Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2015. – 240 с.
9. Платонов В. Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте / В. Н. Платонов. – Киев : Олимп. лит., 1997. – 583 с.
10. Рода О. Б. Тенденції наукових досліджень спортсменок в аспекті статевих особливостей / О. Б. Рода, І. І. Маріонда // Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві : зб. наук. праць Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки. – Луцьк, 2012. – № 4 (20). – С. 473–477.
11. Романюк В. П. Прогнозування подій та явищ у спорті за допомогою електронних таблиць Microsoft Excel / В. П. Романюк, Н. С. Войнаровська // Молодіжний науковий вісник Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки. Фізичне виховання і спорт : журнал. – Луцьк : ВНУ ім. Лесі Українки, 2010. – С. 107–112.
12. Романюк В. П. Прогнозування та моделювання у спорті за допомогою електронних таблиць Microsoft Excel : навч.-метод. рек. для студ. / В. П. Романюк. – Луцьк : Вежа-Друк, 2013. – 53 с.

References

1. Balandin, V. K., Bludov, Yu. M. & Plakhtyenko, V. A. (1986). Prohnozirovanie v sporте [Forecasting in sport]. M. : Fizkultura i sport, 193.
2. Bielikova, N. O. (2015). Ozdorovlennia studentiv spetsialnoi medychnoi hrupy zasobamy aerobnykh fitness-program [Health improvement of students of a medical group by means of aerobic fitness programs]. *Fizychne vykhovannia, sport i kultura zdorovia u suchasnomu suspilstvi* : zb. nauk. pr. Skhidnoievrop. nats. un-tu im. Lesi Ukrainky, Lutsk : Skhidnoievrop. nats. un-t im. Lesi Ukrainky, no. 1 (29), 31–35.
3. Dulibskiy, A. V. (2001). Modeliuvannia taktychnykh dii u protsesi pidhotovky yunatskykh komand z futbolu : avtoref. dys. kand. nauk z fiz. vykhovannia i sportu : spets. 24.00.01 „Olimpiyskiyi i profesiyniyi sport” [Modeling tactical activity in preparing youth football teams], NUFVSU. – K., 19.
4. Indyka, S. (2010). Poinformovanist khvorykh pro rol fizychnoi aktyvnosti u vtorynnii profilaktytsi infarktu miokarda [Patients awareness about the role of physical activity in secondary prevention of myocardial infarction]. *Moloda sportyvna nauka Ukrainy: zb. nauk. prats z haluzi fizychnoi kultury ta sportu*, vyp. 14, Lviv, t. 3, 78–83.
5. Mezentseva, L. V. & Pertsov, S. S. (2013). Matematicheskoe modelirovanie v biomeditsine [Mathematical modeling in biomedicine]. *Vestnik novykh meditsynskikh tekhnolohii*, T. KhX, no. 1, 11–14.
6. Nikitin, D. V. & Dehtarenko, P. H. (2009). Modelirovanie spetsializirovannykh standartnykh upravhenii v uchebno-trenirovochnom protsesse yunyykh futbolistov [Simulation of specialized standard exercises in training of young football players]. *Uchenye zapiski universiteta im. P. F. Leshafta*, no. 4.
7. Pantik, V. V., Mytchuk, O. P. & Zhyhun, K. F. (2007). Osoblyvosti ideomotornoho trenuvannia [Features of ideomotor training of volley-ballers]. *Molodizhnyi naukovyi visnyk Volynskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi ukrainky*, Lutsk, 77–80.
8. Bielikova, N. O., Zakhozhyi, V. V., Kozibrodskiy, S. P., Voinarovska N. S., Voitovykh, I. M., Hats, H. O., Kravchuk, Ya. I., Mytchuk, O. P. & Tsos, A. V. (2015). Pedagogichna diahnostyka v systemi fizychnoho vykhovannia uchniv zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladiv: kolektyvna monohrafiia [Pedagogical diagnostics in system of physical education of students of secondary education institutions]. *Lutsk : Skhidnoievrop. nats. un-t im. Lesi Ukrainky*, 240.
9. Platonov, V. N. (1997). Obshchaia teoiyia podhotovki sportsmenov v olimpiiskom sporте [The general theory of athletes training in Olympic sports]. *Kyev: Olimpiiskaia literatura*, 583.
10. Roda, O. B. & Marionda, I. I. (2012). Tendentsii naukovykh doslidzhen sportsmenok v aspekti statevykh osoblyvosti [Trends in research athletes' terms of sexual features]. *Fizychne vykhovannia, sport i kultura zdorovia u suchasnomu suspilstvi*, Lutsk, no. 4 (20), 473–477.
11. Romaniuk, V. P. & Voinarovska, N. S. (2010). Prohnozuvannia podii ta yavysheh u sporti za dopomohoii elektronnykh tablyts Microsoft Excel [Prognostication

13. Система фізичного виховання учнів загальноосвітніх шкіл Польщі та України (XVI – початок XXI століття): порівняльний аналіз : монографія / Е. С. Вільчковський, Б. М. Шиян, А. В. Цьось, В. Р. Пасічник. – Луцьк : Вежа-Друк, 2016. – 240 с.
14. Цьось А. В. Педагогічна діагностика в процесі навчання фізичної культури учнів загальноосвітніх навчальних закладів / А. В. Цьось, Г. О. Гац // Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві : зб. наук. праць Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки. – 2012. – № 4 (20). – 201–209.
15. Цьось А. В. Закономірності розвитку фізичної культури / А. В. Цьось // Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві : зб. наук. праць Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки. – Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки. – 2009. – № 3 (7). – С.19–23.
16. Шамардин В. Н. Моделирование подготовленности квалифицированных футболистов : учеб. пособие / В. Н. Шамардин. – Днепропетровск : Пороги, 2002. – 200 с.
17. Штовба С. Д. Прогнозирование результатов футбольных матчей на основе нечетких правил / С. Д. Штовба, В. В. Видюк // Вестник молодых ученых. – Серия : Экономические науки. – 2002. – № 1. – С. 57–64.
18. Bergier J. Physical activity and sedentary lifestyle of female students from Ukraine / J. Bergier, B. Bergier, A. Tsos // *Człowiek i Zdrowie*, T. VI., № 2. – Biała Podlaska : Państwowa Szkoła Wyższa, 2012. – С. 131–137.
- events and phenomena in sport by the spreadsheets of Microsoft Excel]. *Molodizhnyi naukovyi visnyk Volyn. nats. un-tu im. Lesi Ukrainky. Fizychnе vykhovannia i sport : zhurnal*, Lutsk : VNU im. Lesi Ukrainky, 107–112.
12. Romaniuk, V. P. (2013). Prohnozuvannia ta modeliuвання u sporti za dopomohoiu elektronnykh tablyts Microsoft Excel : navch.-metod. rekom. dlia stud. [Forecasting and simulation in sport using the spreadsheets Microsoft Excel]. Lutsk : Vezha-Druk, 2013. – 53 s.
13. Vilchkovskiy, E. S., Shyian, B. M., Tsos, A. V. & Pasichnyk, V. R. (2016). Systema fizychnoho vykhovannia uchniv zahalnoosvitnikh shkil Polshchi ta Ukrainy (XVI – pochatok XXI stolittia): porivnialnyi analiz : monohrafiia [The system of physical education of students of secondary schools in Poland and Ukraine (XVI – the beginning of XXI century): a comparative analysis]. Lutsk : Vezha-Druk, 240.
14. Tsos, A. V. & Hats, H. O. (2012). Pedahohichna diahnozyka v protsesi navchannia fizychnoi kultury uchniv zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladiv [Pedagogic diagnostics in physical education teaching of secondary school students]. *Fizychnе vykhovannia, sport i kultura zdorovia u suchasnomu suspilstvi : zb. nauk. pr. Volyn. nats. un-tu im. Lesi Ukrainky*, no. 4 (20), 201–209.
15. Tsos, A. V. (2009). Zakonomirnosti rozvytku fizychnoi kultury [The regularities of physical culture development]. *Fizychnе vykhovannia, sport i kultura zdorovia u suchasnomu suspilstvi : zb. nauk. pr. Volyn. nats. un-tu im. Lesi Ukrainky*. – Lutsk : Volyn. nats. un-t im. Lesi Ukrainky, no. 3 (7), 19–23.
16. Shamardin, V. N. (2002). Modelirovanie podhотовленности kvalifitsirovannykh futbolistov: uchebnoe posobie [Modelling preparedness of qualified football players]. Dnepropetrovsk: Porohy, 200.
17. Shtovba, S. D. & Vydiuk, V. V. (2002). Prohnozirovanie rezultatov futbolnykh matchei na osnove nechetkikh pravil [Prediction of football match results based on fuzzy rules]. *Vestnik molodykh uchenykh. Seryia : ekonomicheskie nauki*, no.1, 57–64.
18. Bergier, J., Bergier, B. & Tsos, A. (2012). Physical activity and sedentary lifestyle of female students from Ukraine. *Człowiek i Zdrowie*, tom VI., no. 2, Państwowa Szkoła Wyższa, Biała Podlaska, 131–137.

Інформація про авторів:

Артем Федецький; <http://orcid.org/0000-0002-7190-5646>; science-vnu@ukr.net; Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки; вул. Винниченка, 30, м. Луцьк, 43025, Україна.

Information about the Authors:

Artem Fedetskyi; <http://orcid.org/0000-0002-7190-5646>; science-vnu@ukr.net; Lesya Ukrainka Eastern European National University; 30 Vynnychenka Street, Lutsk, 43025, Ukraine.

Стаття надійшла до редакції 20.10.2016 р.