УДК 796.955

Банах В. І.

МОДЕЛЮВАННЯ В ПРОЦЕСІ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІКИ ВІДШТОВХУВАННЯ У СТРИБКАХ НА ЛИЖАХ З ТРАМПЛІНА НА ЕТАПІ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ БАЗОВОЇ ПІДГОТОВКИ

У статті представлено результати перевірки використання програми технічної підготовки на основі методики удосконалення техніки відштовхування із врахуванням розроблених моделей у стрибках на лижах з трампліна на етапі спеціалізованої базової підготовки.

Ключові слова: *лижі, відштовхування, техніка, кінематика, параметри, юнаки.*

Постановка проблеми. У стрибках на лижах з трампліна зростання спортивних результатів у висококваліфікованих спортсменів на етапі вищої спортивної майстерності залежить від ефективності підготовки та рівня володіння технікою стрибків юними лижниками на етапі спеціалізованої базової підготовки [1, 2]. Відштовхування – це один із елементів, який визначає спортивний результат, зокрема, довжину стрибка [4]. Існують наукові дослідження [4-10], що стосуються удосконалення техніки відштовхування, які тільки частково можуть бути використані для вдосконалення техніки виконання стрибків юних лижників на етапі спеціалізованої базової підготовки.

Таким чином, у теорії і методиці стрибків на лижах з трампліна існує проблема невідповідності рівня розроблення науково-методичних засад формування техніки відштовхування сучасним потребам теорії та практики спорту на етапі спеціалізованої базової підготовки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Застосування відеокомп'ютерного аналізу в навчально-тренувальному процесі дозволяє ефективно здійснювати контроль, отримувати якісну інформацію про параметри техніки виконання відштовхування, вчасно виявляти помилки та вносити необхідні корективи в техніку виконання вправи [1, 7].

Науковці [5, 7] вважать, що необхідними параметрами для аналізу змагальної діяльності техніки виконання відштовхування у стрибках на лижах з трампліна є кути, що утворюють суглоби плоского розгалуженого шарнірно-стрижневого ланцюга лижника у проекцію на сагітальну площину у складі семи ланок: стопи з лижею, гомілки, стегна, тулуба, голови, плеча, передпліччя, а також кути нахилу відрізків прямих ліній, що сполучають вісь гомілковостопного суглоба з віссю кульшового та віссю плечового суглоба, до напрямку руху.

Використання модельних показників і відповідних моделей дозволяє якісно здійснювати контроль та удосконалювати техніку рухових дій [3]. Вважають, що в навчально-тренувальному процесі юних спортсменів в якості еталону найбільш доцільно застосовувати модельні характеристики, отримані на основі середньогрупових статистичних даних [3]. На основі регресійних залежностей кінематичних параметрів техніки юних лижників на етапі підготовки до вищих досягнень, розроблено моделі техніки відштовхування. Встановлено оптимальні величини параметрів пози тіла лижника на столі трампліна згрупованості пози тіла та моделі з урахуванням кутів у суглобах нижніх кінцівок та положення загального центра маси (ЗЦМ) на початку відштовхування та показники параметрів кутових положень суглобів і кутової швидкості нижніх кінцівок та розташування тіла і ЗЦМ у завершальній, що є ефективними для контролю за технікою відштовхування на етапі спеціалізованої базової підготовки, впливають на спортивний результат та мають взаємозв'язки із довжиною стрибка [1, 10].

Мета. Перевірка програми технічної підготовки на основі методики удосконалення техніки відштовхування із врахуванням розроблених моделей у стрибках на лижах з трампліна на етапі спеціалізованої базової підготовки.

Результати дослідження та їх обговорення. На основі встановлених кореляційних взаємозв'язків обсягу компонентів технічної підготовки із спортивним результатом, достовірних відмінностей у інформативних параметрах техніки відштовхування у стрибунів на лижах з трампліна на етапах багаторічної підготовки та з урахуванням модельних кінематичних характеристик було розроблено та обґрунтовано експериментальну авторську програму та впроваджено в навчально-тренувальний процес лижників-стрибунів, що знаходились на етапі спеціалізованої базової підготовки. Корекція методики полягала в доборі й застосуванні засобів із впливом на параметри техніки із врахуванням розроблених моделей відштовхування та перерозподілу обсягу компонентів технічної підготовки і тренувального навантаження.

© Банах В. І., 2014

Порівняльний експеримент здійснювався в навчально-тренувальному процесі стрибунів на лижах з трампліна віком 14–16 років на етапі спеціалізованої базової підготовки. У дослідженні взяло участь 22 учні спортивних шкіл, яких за допомогою методу випадкового вибору розподілили на рівні за обсягом групи – контрольну та експериментальну. Педагогічний експеримент тривав із жовтня 2010 року по вересень 2011 року. Параметри техніки на початку та в завершальній фазі відштовхування визначали в першій заліковій спробі змагань на трампліні К-70 (смт. Ворохта). На початку експерименту достовірних відмінностей між величинами параметрів техніки відштовхування в контрольній та експериментальній групах не було ($p > 0,05$).

Проведений нами аналіз результатів протоколів змагань показав, що на початку експерименту в показниках довжини стрибка у спортсменів контрольної та експериментальної груп достовірно статистичних розбіжностей не виявлено ($p = 0,844$). У результаті змін, які відбулися в параметрах техніки відштовхування протягом експерименту у спортсменів в експериментальній групі, величина зростання сягнула 30,5 очка ($p = 0,003$).

Таблиця 1

Параметри пози лижника на етапі спеціалізованої базової підготовки (*N* = 22) та підготовки до вищих досягнень (*N* = 33) на початку відштовхування

№	Параметри	На початку дослідження					Вкінці дослідження		
		етап підготовки до вищих досягнень	група	етап спеціалізованої базової підготовки	*Різниця*	*P*	етап спеціалізованої базової підготовки	*різниця*	*P*
		M±SD		*M±SD*			*M±SD*		
1	α	52,8±4,3	**КГ**	61,1±5,4	-8,3	0,001	57,6±5,3	-4,8	0,001
			ЕГ	61,8±3,9	-9	0,001	55,7±3,6	-3,0	**0,057**
2	β	74,1±7,6	**КГ**	86,2±5,3	-12,1	0,001	82,8±6,1	-8,7	0,001
			ЕГ	87,4±7,6	-13,3	0,001	76,4±2,7	-2,4	**0,065**
3	γ	34,5±4,3	**КГ**	29,2±4,4	3,7	0,001	31,4±3,9	3,1	0,029
			ЕГ	30,0±3,3	4,5	0,001	29,5±3,0	5,0	0,001
4	ζ	74,4±3,5	**КГ**	83,7±5,1	-9,3	0,001	82,1±3,7	-7,7	0,001
			ЕГ	84,2±3,1	-9,8	0,001	81,1±3,4	-6,7	0,001
5	ω	60,7±3,5	**КГ**	65,8±4,6	-5,1	0,001	65,7±3,1	-5,0	0,001
			ЕГ	67,0±2,7	-6,3	0,001	64,2±3,5	-3,5	0,002

У контрольній групі спостерігалася тенденція стабілізації спортивного результату й величина зростання змагального результату сягнула 7 очок ($p = 0,051$). Міжгрупова різниця середніх величин за цим показником у кінці дослідження становила –19,4 очка при $p = 0,028$. В експериментальній групі довжина стрибка збільшилася та порівняно з вихідними даними сягнула 12 м, у контрольній зросла на 2,5 м. У результаті застосування авторської програми встановлено достовірне зростання спортивного результату в середньому на 23,5 очка ($p < 0,03$) та довжини стрибка на 7 м ($p < 0,04$) першої залікової спроби змагальної вправи на трампліні К-70 порівняно з тренуванням за традиційною програмою.

Після проведеного експерименту у стрибунів на лижах з трампліна експериментальної групи відбулося більш значне покращення технічної підготовки порівняно з контрольною групою, про що свідчать дані величин параметрів у групах, включені в модельні кінематичні характеристики. параметри техніки стрибунів на лижах на початку відштовхування (табл. 1), які найбільше характеризують згрупованість тіла на початку відштовхування: кута нахилу відрізка прямої, що сполучає вісь колінного та гомілковостопного суглобу відносно напрямку руху (α) та кута у колінному суглобі (β), спостерігається значніше наближення до середніх величин характеристик параметрів у експериментальної групи (рис. 1).

Різниця у контрольній та експериментальній групі порівняно з показниками на етапі підготовки до вищих досягнень становила 3,0º та 2,4º, достовірних статистичних відмінностей у двох показниках із модельними не виявлено ($p = 0,057$ і $p = 0,065$) проти 8,7º ($p = 0,01$) і 3,0º ($p = 0,001$) у контрольної групи. За даними параметру, що визначає згрупованість та значною мірою визначає аеродинамічні властивості

тіла лижника-стрибуна у кульшовому суглобі (γ) на початку відштовхування, спостерігалися менші середні величини, різниця порівняно з показниками на етапі підготовки до вищих досягнень у експериментальній групі становила 5,0º (p = 0,001), у контрольній – 3,1º (p = 0,029).

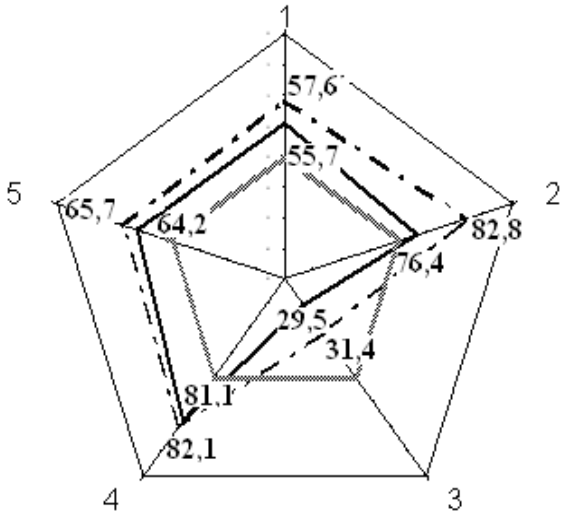

Рис. 1. Параметри пози лижників-стрибунів на етапах багаторічної підготовки на початку відштовхування (▬▬ на етапі підготовки до вищих досягнень, - — - КГ, ——— ЕГ, кутів:

1 – в гомілковостопному суглобі, 2 –колінному суглобі, 3 – кульшовому суглобі, 4 – нахилу відрізка прямої, що сполучає ЗЦМ та вісь гомілковостопного суглобу відносно напрямку руху, 5 – нахилу прямої, що сполучає вісь кульшового і гомілковостопного відносно напрямку руху).

У контрольній групі також виявлено відмінності величин параметрів кута нахилу відрізка прямої, що сполучає ЗЦМ та вісь гомілковостопного суглобу відносно напрямку руху, та кута нахилу, утвореного відрізком прямої, що сполучає вісі плечового і гомілковостопного суглобу відносно напрямку руху проти модельних на 7,7º (p = 0,001) і 5,0º (p = 0,001). В експериментальній групі дані середніх величин мали дещо менші розходження порівняно з характеристиками із величинами параметрів на етапі підготовки до вищих досягнень ζ на 6,7º (p = 0,001) і ω – на 3,5º (p = 0,002). За даними параметрів у завершальній фазі відштовхування, що створюють обертальний момент та характеризують положення тіла лижника на краю стола, в експериментальній групі відбулися позитивні зміни. Різниця середніх величин параметру кута нахилу гомілки відносно напрямку руху α в експериментальної групи в порівнянні із модельними величинами цього параметру становила 0,6º (p = 0,295) (табл. 2).

У контрольній величина розходжень з величинами параметрів лижників на етапі підготовки до вищих досягнень становила 3,0º (p = 0,047) (рис. 2). За даними величин γ параметра – кута у кульшовому суглобі, що визначає розташування ЗЦМ, в експериментальній та контрольній групі достовірних розходжень середніх величин із модельними не виявлено (p = 0,406). Відповідно, в експериментальній становило –5,1º, а у контрольній – –5,0º (p = 0,130).

За даними середніх величин кута нахилу відрізка прямої, що сполучає ЗЦМ та вісь гомілкостопного суглобу відносно напрямку руху – ζ, і кута нахилу відрізка прямої, що сполучає ЗЦМ та ЦМ стопи відносно напрямку руху – ς, у експериментальній групі відносно модельних характеристик достовірних відмінностей не виявлено, різниця становила у даних параметрах 0,3º (p = 0,376) і 0,5º (p = 0,308) відповідно. У контрольної групи розходження із величинами параметрів лижників на етапі підготовки до вищих досягнень були значнішими 3,3º і 3,5º відповідно та мали статистично достовірні відмінності (p = 0,031 і p = 0,021).

За параметрами, що характеризують розміщення тіла лижника та його ланок на краю стола, достовірних істотних розходжень не виявлено: в експериментальній та контрольних групах порівняно із середніми величинами параметрів лижників на етапі підготовки до вищих досягнень кута нахилу прямої, що сполучає вісі плечового і гомілковостопного суглобів – ω, та кута нахилу прямої, що сполучає вісі кульшового та гомілковостопного суглобу відносно напрямку руху – ν (p = 0,117 і p = 0,083) у контрольній і (p = 0,470 і p = 0,226) в експериментальній відповідно. Відмінності від модельних середніх величин у даних параметрах у експериментальній групі становили –0,9º і 1,7º при p = 0,470 і p = 0,226, проти 2,5º і 4,7º при p = 0,117 і p = 0,083 у контрольній.

Таблиця 2

Параметри техніки у завершальній фазі відштовхування у лижників-стрибунів на етапі спеціалізованої базової підготовки (*N* = 22) та підготовки до вищих досягнень (*N* = 33)

№	Параметри	На початку дослідження					Вкінці дослідження		
		етап підготовки до вищих досягнень	група	етап спеціалізованої базової підготовки	*Різниця*	*p*	етап спеціалізованої базової підготовки	*Різниця*	*p*
		M±*SD*		*M*±*SD*			*M*±*SD*		
1	α (градус)	66,0±7,5	**КГ**	69,2±4,4	-3,2	0,057	69,1±3,7	3,0	**0,047**
			ЕГ	76,2±7,7	-10,2	0,001	66,6±2,4	0,6	0,295
2	γ (градус)	93,2±10,2	**КГ**	85,7±13,6	7,5	0,078	88,2±16,9	5,0	0,406
			ЕГ	85,4±16,8	7,8	0,138	88,1±13,5	5,1	0,130
3	ζ (градус)	78,1±4,2º	**КГ**	81,9±5,1	-3,8	0,355	81,4±4,7	3,3	**0,031**
			ЕГ	83,7±2,6	-5,6	0,001	78,4±1,8	0,3	0,376
4	ς (градус)	82,7±4,0	**КГ**	86,7±5,2	-4,0	0,355	86,3±5,0	3,5	**0,021**
			ЕГ	88,3±2,5	-5,6	0,001	83,2±2,0	0,5	0,308
5	ω (градус)	70,1±3,6	**КГ**	72,7±4,4	-2,6	0,138	72,6±3,9	2,5	0,117
			ЕГ	73,5±3,3	-3,4	0,01	69,3±2,4	–0,9	0,470
6	ν (градус)	91,9±4,9	**КГ**	97,4±7,0	-0,55	0,022	96,6±7,5	4,7	0,083
			ЕГ	98,7±3,6	-0,68	0,001	93,6±3,6	1,7	0,226
7	$-\dot{y}_C / h$ (м/с)	1,22±0,48	**КГ**	1,17±0,51	0,05	0,007	1,25±0,52	0,04	0,019
			ЕГ	1,14±0,66	0,08	0,024	1,41±0,19	0,20	0,06
8	*K*, %	21,4±31,5	**КГ**	35,7± 41,7	-1,43	0,362	36,1±34,8	18,7	0,117
			ЕГ	50,8±22,5	-2,94	0,002	**23,9±16,1**	2,5	0,538
9	$\dot{\beta}$ (рад/с)	7,55±3,86	**КГ**	9,20±4,14	-1,65	0,216	9,87±4,70	2,32	0,111
			ЕГ	8,92±4,14	-1,37	0,321	9,35±3,57	1,80	0,321

Після завершення експерименту за параметрами, що характеризують розміщення ЗЦМ відносно опори та визначають обертальний момент на краю стола, довжина дистальної частини стопи від точки перетину перпендикуляра, опущеного із ЗЦМ тіла на поверхню стола відштовхування – *K* в експериментальній та контрольній групі не мали достовірних статистичних відмінностей середніх величин із модельними характеристиками цього параметру ($p = 0{,}538$) в експериментальній та контрольній ($p = 0{,}09$). Водночас, різниця в експериментальній групі була суттєво меншою – 2,5 % проти 17,8 % у контрольній.

За даними параметру співвідношення вертикальної складової швидкості відносно довжини тіла ($-\dot{y}_C / h$), суттєвих відмінностей між середніми величинами у даному параметрі не виявлено ($p = 0{,}111$) в експериментальній групі і ($p = 1{,}0$) у контрольній. Водночас, в експериментальній групі величина зміни приросту у швидкості ЗЦМ сягнула 0,2 м/с, а у контрольній групі ці зміни мали менш значний характер і становили 0,04 м/с. За параметром швидкості кута розгинання у колінному суглобі суттєвих відмінностей між середніми величинами у всіх групах також не виявлено. В експериментальній групі середні величини зміни мали більше наближення до модельних кінематичних характеристик, ніж у контрольній, величина відмінностей становила 1,8 рад/с ($p = 0{,}321$) проти 2,32 рад/с ($p = 0{,}111$) у контрольній групі.

У відповідності до розроблених математичних моделей на початку відштовхування [13] встановлено, що можна спостерігати більше наближення середніх величин до модельних у параметрах у експериментальної групи проти контрольної. Зменшення величин у параметрах α; β; ζ визначає згрупованість та розміщення ЗЦМ тіла. В експериментальної групи середні величини даних кутів відповідали значенням 55,7±35,3º; 76,4±2,7º; 81,1±3,4º, у контрольної 57,5±3,6º, 82,8±6,1º, 82,1±3,7º. У

групах досліджуваних лижників-стрибунів вони є менші ніж мінімальні величини відповідних кутів у розроблених моделях, екстремальні величини яких становили α = 42,8º; β = 56,9º; ζ = 57,2º. Під час завершення виконання відштовхування оптимальні величини однофакторних математичних моделей параметрів γ і ς відповідають значенням 104,2º і 76,9º, за двохфакторною моделлю – 109,1º і 77,6º відповідно [1]. Між показниками контрольної та експериментальної групи за параметрами γ відмінностей не виявлено 88,2±16,9º і 88,1±13,5º. За показниками параметра ζ у експериментальної групи величини у показниках мали максимальне наближення до модельних порівняно з контрольною, де значення становили 78,4±1,8º і 81,4±4,7º у контрольної групи відповідно.

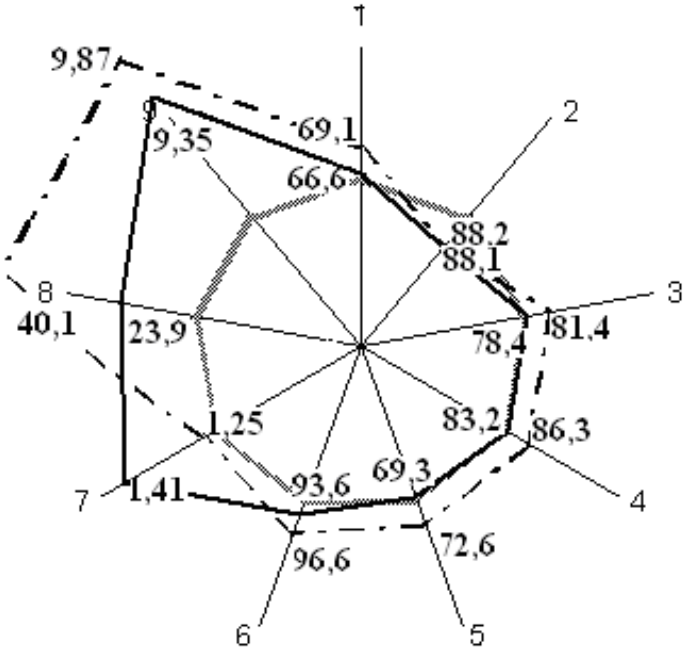

Рис. 2. Параметри пози лижників-стрибунів на етапах багатоічної підготовки на початку відштовхування
(▬▬ на етапі підготовки до вищих досягнень, - — - КГ, ▬▬ ЕГ):
1 – кута у гомілковостопному суглобі, 2 – кута в кульшовому суглобі, 3 – кута нахилу відрізка прямої, що сполучає вісь ЗЦМ та вісь гомілковостопного суглобу відносно напрямку руху, 4 – кута нахилу відрізка прямої, що сполучає вісь ЗЦМ та ЦМ стопи відносно напрямку руху, 5 – кута нахилу відрізка прямої, що сполучає вісь кульшового та гомілковостопного суглобу відносно напрямку руху, 6 – кута нахилу відрізка прямої, що сполучає вісь плечового та гомілковостопного відносно напрямку рух, 7 – співвідношення вертикальної складової швидкості відносно довжини тіла, 8 – довжина дистальної частини стопи від точки перетину перпендикуляра, опущеного із ЗЦМ тіла на поверхню стола відштовхування, 9 – кутової швидкості колінного суглобі.

Висновок. В результаті проведеного експерименту, підтверджується ефективність експериментальної авторської програми на основі методики удосконалення техніки відштовхування у стрибунів на лижах з трампліна та врахуванням розроблених моделей на етапі спеціалізованої базової підготовки підтверджено достовірним зростанням спортивного результату в середньому на 23,5 очка (p < 0,03) та довжини стрибка на 7 м (p < 0,04) першої залікової спроби змагальної вправи на трампліні К-70 порівняно з тренуванням за традиційною програмою. В результаті змін, які відбулися у техніці виконання відштовхування, величини параметрів в експериментальній групі більшою мірою наблизилися до модельних (p < 0,05) порівняно з контрольною (p > 0,05). **Напрямок подальших досліджень** – пошук і застосування моделей техніки відштовхування на трамплінах більшої потужності у стрибках на лижах на етапі спеціалізованої базової підготовки.

Використані джерела

1. Банах В. Кінематика завершальної фази відштовхування у стрибках на лижах з трампліна / Володимир Банах, Ігор Заневський // Фізична активність, здоров'я і спорт. – 2011. – № 3. – С. 3 – 20.
2. Банах В. І. Програма технічної підготовки стрибунів на лижах з трампліна / В. І. Банах // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка. – Чернігів : ЧНПУ, 2012. – Вип. 102. – т. 2. – С. 124–130.
3. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте / Платонов В. Н. – К. : Олимпийская литература, 2004. – С. 301–314.
4. Janura M. A comparison of the take-off and the transition phase of the ski jumping between the group of the ski jumpers and the competitors in Nordic combined / M. Janura, M. Lehnert, M. Elfmark, Fr. Vaverka. // Gymnica. – 1999. – Vol. 29, № 2. – P. 6 – 13.
5. *Janura M*. Kinematic Analysis of the Take-Off and Start of the Early Flight Phase on Large (HS-134 m) during the 2009 Nordic World Ski Championships / L. Cabell, M. Elfmark, M. Janura, Z. Svoboda, F. Zahalka // Journal of Human Kinetics. – 2011. – Vol. 27. – PP. 5-16. – [Electronic resource]. – Access mode: http://www.actabio.pwr.wroc.pl/Vol13No1/3.pdf
6. Jost B. Analysis off correlation between kinematic variables of the take-off and the length of the ski-jump / M. Coh, P. Janes, B. Jost – [Electronic resource]. – Access mode: http://w4.ub.unikonstanz. de/cpa/article/ viewFile/2380/2233
7. Komi P. V. Ski-jumping take-off performance: Determinants factors and methodological advances / P. V. Komi, M. Virmavirta / Science in skiing. / E. Muller (Ed.). – 2008. – P. 3–26. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www3.interscience.wiley. com/cgi-bin/bookhome/117934320? CRETRY=1&SRE TRY=0
8. Muller W. The physics of ski jumping. – PP. 269-277. – [Electronic resource]. – Access mode: cdsweb.cern.ch/record/1009275/files/p269.pdf
9. Vaverka F. A general versus individual model of the ski jumping technique / F. Vaverka, M. Junura, M. Elfmark, M. McPherson. – PP. 293-296. – [Electronic resource]. – Access mode: w4.ub.uni-konstanz.de/cpa/ article/ view/2718/2560,
10. Zanevskyy I. Dependence of ski jump length on the skier's body pose at the beginning of take-off / I. Zanevskyy, V. Banakh // Acta of Bioengineering and Biomechanics. – 2010. – Vol. 12, № 4 – P. 77 – 85.

Banakh V.

MODELING IN THE PROCESS OF TAKE OFF IMPROVEMENT IN SKI JUMPING ON THE STAGE OF THE SPECIALIZED BASE TRAINING

The article presents the results of experimental verification of the author's training program effectiveness for young sportsmen based on take off improvement using take off models. Methodical bases of take off improvement on the stage of the specialized base training are suggested and tested during pedagogical experiment.

Key words: *ski, take off, technique, kinematics, parameters, juniors.*

Стаття надійшла до редакції 10.09.2014 р.