

УДК 796.894:796.012.46

АНАЛИЗ ВЫПОЛНЕНИЯ ТОЛЧКА ГИРЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

¹Зухов А.С., ²Стрельников С.П.

¹ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет»,
Омск, e-mail: mr.zukhov86@mail.ru;

²Университетский колледж агробизнеса ФГБОУ ВО «Омский государственный
аграрный университет имени П.А. Столыпина», Омск, e-mail: strelasp1@mail.ru

В статье показано, как изменяются показатели вертикальной составляющей силы реакции опоры FGR в каждой фазе толчка гирь в зависимости от способа выполнения упражнения. На основании анализа графиков вертикальной составляющей силы реакции опоры FGR были выделены 4 фазы выполнения толчка гирь: 1 – подъем гирь; 2 – фиксация гирь на выпрямленных руках над головой; 3 – опускание гирь на грудь; 4 – фиксация гирь в стартовом положении. Для каждой фазы определены показатели, характеризующие перемещение спортсмена, что позволило выявить возникающие ошибки при выполнении толчка гирь. Фаза подъема гирь включает в себя полуприсед, выполняемый в уступающем режиме работы, и выталкивание гирь, осуществляемое в преодолевающем режиме работы. Переход от уступающего режима работы к преодолевающему осуществляется, когда общий центр масс тела находится в самом нижнем положении. При выталкивании гирь максимальные показатели FGR изменяются в зависимости от способа выполнения подъема гирь. При выполнении подъема гирь силовым способом будет наблюдаться снижение максимальных значений FGR. Также снижение показателей FGR в рамках тренировочного занятия наблюдается при развитии утомления. Минимальные значения FGR могут снижаться до 0 при отрыве стоп от опоры, что приводит к чрезмерным ударным нагрузкам в момент касания стоп опоры при приземлении. В фазе фиксации гирь на выпрямленных руках над головой и фиксации гирь в стартовом положении отклонение показателей FGR от заданного уровня характеризует нарушение равновесия спортсмена. В фазе опускания гирь на грудь минимальные показатели FGR характеризуют начало амортизации, а максимальные показатели FGR свидетельствуют о величине ударной нагрузки на опорно-двигательный аппарат.

Ключевые слова: гиревой спорт, тензоплатформа, сила реакции опоры, соревновательное упражнение «толчок», тензодинамограмма

ANALYSIS OF THE KETTLEBELL PUSH PERFORMING USING A TENSOMETRIC PLATFORM

¹Zukhov A.S., ²Strelnikov S.P.

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Siberian State
Automobile and Highway University», Omsk, e-mail: mr.zukhov86@mail.ru;

²University College of Agribusiness of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher
Education «Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin», Omsk, e-mail: strelasp1@mail.ru

The article shows how the indicators of the vertical component of the ground reaction force FGR change in each phase of the kettlebell push depending on the exercise performing method. Based on the analysis of diagrams of the vertical component of the ground reaction force FGR 4 phases of the kettlebell push performing were singled out: 1 – lifting the kettlebells; 2 – fixing the kettlebells on the straight arms above the head; 3 – lowering the kettlebells on the chest; 4 – fixing the kettlebells in the starting position. The indicators characterizing the relocation of the athlete were determined for each phase which allowed revealing the occurred mistakes while the kettlebell push performing. The kettlebells lifting phase includes a half-squat performed in an eccentric training mode and kettlebells pushing out in a concentric training mode. The transition from the eccentric training mode to the concentric one is carried out when the general center of mass of the body is in the lowest position. When pushing out the kettlebells the maximal FGR values change depending on the kettlebells lifting method. When lifting the kettlebells by force, a decrease in the FGR maximal values will be noticed. Also the decrease of the FGR values within the training process is noticed with the development of fatigue. The FGR minimal values may decrease to 0 when the feet are taken off the ground which leads to excessive shock loads at the moment when the feet touch the ground upon landing. In the phase of fixing the kettlebells on the straight arms above the head and fixing the kettlebells in the starting position, the deviation of the FGR indicators from the targeted level characterizes the imbalance of the athlete. In the phase of lowering the kettlebells on the chest, the FGR minimal indicators characterize the starting of amortization, and the FGR maximal indicators testify the value of the shock load on the musculoskeletal system.

Keywords: kettlebell lifting, tensometric platform, ground reaction force, competitive exercise «the push», tensodynamogram

Существующие методики тренировки гиревиков основаны на эмпирических данных, на личном опыте спортсменов и тренеров [1, с. 214]. В настоящее время такой подход при построении тренировочного процесса позволяет нашим спортсменам и тренерам добиваться высоких результа-

тов на международной арене. В то же время появляется все больше исследований, в которых используются приборы получения объективной информации о выполнении упражнений с гирями. В данных исследованиях применяются: электромиографы – для регистрации электрической

активности мышц [2, 3]; гониометры – для контроля углов сгибания в суставах [4]; тензометрические платформы – для контроля силовых характеристик при взаимодействии спортсмена с опорой [5, 6] и др. [7–9]. Получение данных с различных приборов и устройств при выполнении упражнений гиревого спорта создает предпосылки для перевода спортивной подготовки из эмпирической в научно обоснованную. Это в итоге должно привести к повышению эффективности тренировочного процесса как у начинающих, так и у высококвалифицированных спортсменов.

Использование в тренировочном процессе приборов и устройств, фиксирующих различные характеристики выполнения упражнения, не дает никаких преимуществ тренерам, если полученные данные не могут быть использованы для выбора выполняемых нагрузок или внесения в них изменений. Использование тензоплатформ в гиревом спорте дает возможность управлять тренировочным процессом в связи с наличием критериев результативности выполнения упражнений [5, 10]. Однако применение тензоплатформ в тренировочном процессе не получило широкого распространения, с одной стороны, в связи с их малой доступностью для тренеров, а с другой – в связи с недостатком информации о получаемых с них данных и возможностях использования этих данных. К более доступным приборам для использования в тренировочном процессе можно отнести акселерометры. Как показали исследования, при выполнении упражнения «толчок» наблюдалась линейная зависимость между показателями вертикальной реакции опоры, полученной с тензоплатформы, и вертикальной составляющей ускорения туловища, полученной с акселерометра. Зависимость находилась на уровне $r = 0,805$. При этом отмечалась синхронность зубцов обоих сигналов, что обосновывает возможность использования акселерометров в тренировочном процессе [11]. На наш взгляд, применение акселерометров вместо тензоплатформ при выполнении упражнения «толчок» может быть реализовано в ограниченном виде. Это связано с тем, что имеется недостаточно информации о том, как использовать показатели вертикальной составляющей ускорения туловища при управлении тренировочным процессом. При этом в других соревновательных упражнениях гиревого спорта такие критерии начинают разрабатываться [11].

Использование тензоплатформ в тренировочном процессе не должно ограничиваться только контролем максимальных зна-

чений силы реакции опоры при толчке гирь. В связи с этим следует выяснить, какие еще показатели можно использовать в тренировочном процессе. Для этого нужно проанализировать тензограммы, полученные при выполнении толчка гирь спортсменами разного уровня подготовленности.

Цель исследования: проанализировать вертикальную составляющую силы реакции опоры при выполнении толчка гирь.

Материалы и методы исследования

В исследовании приняли участие 7 спортсменов, занимающихся гиревым спортом. Уровень их спортивной квалификации – от 3-го спортивного разряда до Мастера спорта РФ. Участники исследования выполняли толчок двух гирь 16 кг, 24 кг или 32 кг, стоя на тензометрической платформе, в течение 1–2 мин. Темп подъема гирь соответствовал «соревновательному» и выше. Размер платформы составлял по длине 80 см, по ширине 60 см, по высоте 8 см. Погрешность измерительного устройства $\pm 0,5\%$, диапазон измерения нагрузки от 0 до 800 кг, частота измерений нагрузки от 1 до 500 Гц, измерения проводились с частотой 100 Гц. При выполнении толчка гирь осуществлялась запись вертикальной составляющей силы реакции опоры FGR с последующим ее анализом в Microsoft Excel 2016.

Результаты исследования и их обсуждение

Выполнение толчка гирь стоя на тензометрической платформе спортсменами разного уровня подготовленности позволило осуществить записи вертикальной составляющей силы реакции опоры FGR. На основании анализа записей FGR мы разделили упражнение на 4 основные фазы: 1 – подъем гирь; 2 – фиксация гирь на выпрямленных руках над головой; 3 – опускание гирь на грудь; 4 – фиксация гирь в стартовом положении. График вертикальной составляющей силы реакции опоры FGR высококвалифицированного спортсмена при подъеме гирь 32 кг в соревновательном темпе представлен на рис. 1.

На рис. 1 основные фазы толчка гирь обозначены цифрами 1–4. При анализе фазы подъема гирь мы разделили ее на две части: 1 – полуприсед (FGR_{A1-4}); 2 – выталкивание гирь (FGR_{A4-9}). В первой части упражнения выполняется в уступающем режиме работы, а во второй части – в преодолевающем режиме работы. Переход от уступающего режима работы к преодолевающему осуществляется, когда общий центр масс тела находится в самом нижнем положении (FGR_{A4} – точка перегиба графика функции).

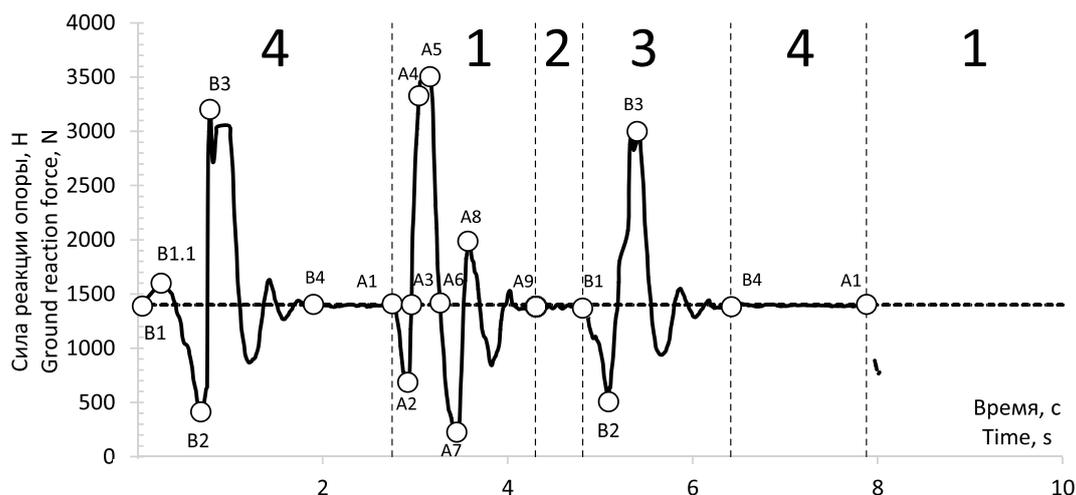


Рис. 1. Вертикальная составляющая силы реакции опоры при толчке гири 32 кг двумя руками Мастером спорта РФ

Полуприсед включает в себя фазу разгона (FGR_{A1-3}) и фазу торможения (FGR_{A3-4}). Фаза разгона начинается со сгибания ног, а завершается (FGR_{A3}), когда скорость перемещения спортсмена вниз становится максимальной V_{max} ($FGR = \text{вес тела} + \text{вес гири}$). Показатель FGR_{A2} характеризует изменение скорости перемещения спортсмена вниз при выполнении подседа в фазе разгона. Чем ниже значение FGR_{A2} , тем выше отрицательное ускорение при сгибании коленей. В данном исследовании у квалифицированных спортсменов усредненные показатели FGR_{A2} находились на уровне, соответствующем весу тела, с незначительными отклонениями (таблица). Более высокие значения характеризуют пассивное выполнение фазы разгона, а более низкие свидетельствуют о чрезмерном расслаблении мышц. В фазе торможения происходит снижение скорости с V_{max} до $V = 0$ (FGR_{A3-4}).

В фазе выталкивания гири максимальные показатели FGR наблюдаются на ранней стадии разгибания ног, значительно раньше достижения максимальной скорости перемещения спортсмена вверх V_{max} ($FGR_{A6} = \text{вес тела} + \text{вес гири}$). Показатели FGR_{A5} зависят от способа выполнения упражнения и характеризуют уровень проявления скоростно-силовых качеств спортсменов. Высокий уровень развития скоростно-силовых качеств, проявленных спортсменами при выполнении педагогических тестов, должен отражаться в максимальных показателях FGR_{A5} . Если этого не наблюдается, значит, имеются недостатки в реализации скоростно-силовых качеств при выполнении толчка гири. Устранение данных недостатков будет способствовать повышению эффективности

выполнения толчка гири. Отметим, что спортсмены высокой квалификации при многократном подъеме гири не показывают максимально возможных значений FGR_{A5} . Квалифицированные спортсмены при многократном подъеме гири имеют небольшую вариативность в показателях FGR_{A5} (таблица), что характеризует стремление к экономичному подъему гири. При прикладывании максимальных усилий в каждом повторении наблюдается планомерное снижение показателей FGR_{A5} к окончанию выполнения упражнения.

При выполнении подъема гири преимущественно за счет силы мышц рук наблюдается снижение показателей FGR_{A5} (рис. 2А), что свидетельствует о снижении эффективности и экономичности выполнения упражнения. Использование в тренировочном процессе тензоплатформы дает возможность осуществить контроль за динамикой изменения показателей FGR_{A5} в каждой серии выполнения упражнения, в каждом тренировочном занятии, а также в процессе многолетней тренировки. Это должно способствовать разработке методики выбора средств и методов подготовки, направленных на целенаправленное повышение показателей FGR_{A5} у начинающих спортсменов.

Осуществлять дозирование нагрузки в рамках одного тренировочного занятия возможно по динамике, изменяя показатель FGR_{A5} , снижение которого характеризует начало развития утомления. При контроле динамики изменения показателя FGR_{A5} необходимо учитывать, что он изменяется с повышением темпа выполнения упражнения [12].

Показатели силы реакции опоры FGR 20 повторений толчка гирь 32 кг Мастера спорта РФ, выступающего в весовой категории 73 кг

№	FGR _{A2} (N)	FGR _{A5} (N)	FGR _{A7} (N)	FGR _{A8} (N)	FGR _{B2} (N)	FGR _{B3} (N)
1	569	3089	242	2225	435	3026
2	720	2879	217	2233	355	2998
3	687	2985	237	2265	425	3254
4	720	2881	259	2267	419	3247
5	642	3044	285	2132	588	3119
6	719	2914	289	2207	762	3188
7	652	2910	250	2192	455	3175
8	687	2955	287	2247	486	3212
9	707	2680	234	2134	748	3142
10	725	2819	254	2238	622	3038
11	714	2923	273	2189	523	3032
12	629	2893	284	2140	534	3118
13	674	2873	252	1857	594	2967
14	873	2801	333	2147	440	3227
15	692	2883	281	2066	634	3139
16	676	2891	262	1900	526	3104
17	893	2779	343	2201	752	2804
18	687	2867	264	1979	726	3202
19	666	2883	279	2114	554	2870
20	656	2809	271	2415	584	3187
21	679	2855	279	2034	735	2997
22	740	2823	299	2085	761	2831
$\bar{x} \pm \sigma$	$700 \pm 70,4$	$2883 \pm 87,4$	$271 \pm 29,8$	$2148 \pm 127,3$	$575 \pm 128,8$	$3085 \pm 132,8$

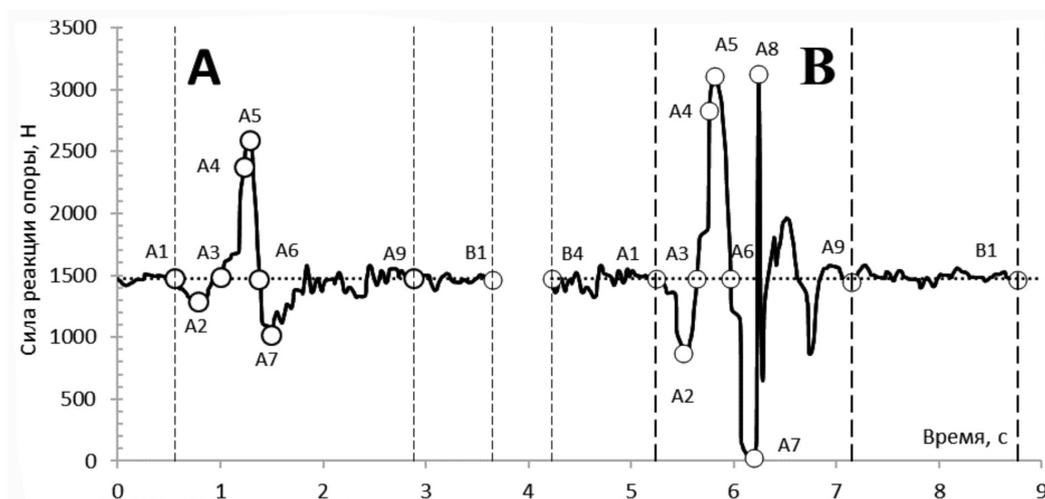


Рис. 2. Вертикальная составляющая силы реакции опоры Мастера спорта РФ:
 А) при выполнении толчка двух гирь 32 кг за счет силы рук;
 Б) при выполнении толчка двух гирь 32 кг с отрывом стоп от опоры

Минимальные значения силы реакции опоры (рис. 1, FGR_{A7}) характеризуют переход спортсмена от движения вверх к движению вниз. При выполнении толчка в момент завершения «выталкивания» и «ухода»

под гири до начала подседа FGR_{A7} может уменьшаться до нуля (рис. 2Б), т.е. в упражнении может наблюдаться фаза невесомости [9, с. 41]. Спортсмен теряет контакт с опорой, что приводит к большим удар-

ным нагрузкам в момент касания стоп опоры (рис. 2B, FGR_{A8}), чего не наблюдается при выполнении упражнения без фазы невесомости (рис. 1, FGR_{A8}). При выполнении подъема гирь преимущественно за счет силы мышц рук отмечается увеличение показателей FGR_{A7} (рис. 2A). В данном исследовании при скоростно-силовом способе подъема гирь у квалифицированных спортсменов наблюдалась небольшая вариативность показателей FGR_{A7} . При многократном подъеме гирь средние значения не превышали значений 300 N. Силовой способ подъема гирь характеризуется более высокими значениями FGR_{A7} . Фаза подъема гирь завершается, когда значения показателя FGR стабилизируются на уровне, соответствующем сумме веса тела и веса гирь (FGR_{A9}).

Фиксация гирь на выпрямленных руках над головой (FGR_{A9-B1}) и фиксация гирь в стартовом положении (FGR_{B4-A1}) относятся к статическим положениям спортсмена. В данных фазах необходимо минимизировать мышечные усилия, направленные на удержание позы и сохранение равновесия [13, с. 179]. При сохранении равновесия на графике должна наблюдаться прямая горизонтальная линия на уровне $FGR = \text{вес тела} + \text{вес гирь}$. Нарушение равновесия сопровождается отклонением значений FGR от горизонтальной линии на графике (рис. 2B, FGR_{B4-A1}).

Опускать гири на грудь можно с выполнением подседа и без выполнения подседа. Преимущества выполнения опускания гирь без подседа заключаются в сокращении времени опускания гирь на грудь, которое оставляет 0,6 секунды [14]. Следовательно, данный способ будет получать более широкое распространение при повышении спортивного мастерства, даже если он будет менее экономичным, в связи с отсутствием других, более доступных способов повышения результативности. На начальных этапах подготовки спортсмены используют способ опускания гирь, выполняемый с подседом.

Опускание гирь на грудь начинается с расслабления мышц рук и сгибания в локтевых суставах (FGR_{B1}). Это приводит к свободному падению гирь, что сопровождается снижением показателей FGR . При опускании гирь с первоначальным выходом на носок будет наблюдаться возрастание показателей FGR ($FGR_{B1.1}$), а только потом – их снижение. По возрастанию показателя $FGR_{B1.1}$ можно оценить, насколько активно осуществляется выход на носок. Таким способом можно определить, с чего начинается выполнение опускания гирь.

После достижения минимальных показателей FGR (FGR_{B2}) начинается амортизация, которая может осуществляться за счет ног и груди. Амортизация сопровождается снижением скорости перемещения гирь. Чем выше показатели FGR_{B3} , тем больше нагрузка на опорно-двигательный аппарат, в связи с чем при опускании гирь на грудь нужно стремиться минимизировать показатели FGR_{B3} . При этом следует учитывать, что минимальные показатели FGR_{B3} наблюдаются при опускании гирь на грудь за счет сгибания рук в уступающем режиме. При таком способе опускания гирь также отмечаются более высокие показатели FGR_{B2} в связи с отсутствием свободного падения гирь. Это приводит к увеличенной нагрузке на мышцы-разгибатели рук и их быстрому утомлению. Как следствие, данный способ опускания гирь не получил широкого распространения в практике гиревого спорта.

Заключение

Использование в тренировочном процессе тензометрической платформы позволяет по графикам вертикальной составляющей силы реакции опоры FGR выявить недостатки при выполнении толчка гирь, возникающие в каждой фазе выполнения упражнения. Для каждой из фаз определены показатели, характеризующие перемещение спортсмена, что позволяет использовать тензоплатформу при обучении выполнению упражнения «толчок гирь». Контроль максимальных значений силы реакции опоры в фазе подъема гирь FGR_{A5} может помочь в обосновании выбора средств и методов подготовки, направленных на повышение данного показателя. Контроль показателей FGR_{A5} и FGR_{A7} может быть использован для оценки силового и скоростно-силового способа подъема гирь. При опускании гирь на грудь можно оценить, с чего начинается данная фаза, а также дать оценку эффективности выполнения амортизации по показателям FGR_{B3} .

Список литературы

1. Тихонов В.Ф. Применение тензоплатформы и акселерометра в гиревом спорте при исследовании техники упражнения «толчок» // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 2. С. 214–218. DOI: 10.17513/snt.38521.
2. Ципин Л.Л. Оценка мышечных усилий спортсменов-гиревиков при выполнении специально-подготовительных упражнений // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2016. № 7 (137). С. 155–160.
3. Conti E., Ceravolo A.C., Cavatton A., Quarantelli M., Ilika O., Varalda C. Kettlebell Sport: endurance weight lifting. Description and analysis of the performance model. Journal of Physical Education and Sport (JPES). 2020. Vol. 20 (5). Art 362. P. 2659–2664.
4. Фураев А.Н., Шульгин Г.Е. Воспроизведение угла в коленном суставе, как оценка способности к регулированию

ванию кинематическими характеристиками двигательной деятельности // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2013. № 8. С. 144–148.

5. Зухов А.С., Стрельников С.П. Особенности проявления силы реакции опоры при выполнении рывка гири высококвалифицированными и начинающими спортсменами // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2017. № 4(146). С. 67–68.

6. Ross J.A., Keogh J.W.L., Wilson C.J., Lorenzen C. External kinetics of the kettlebell snatch in amateur lifters. *Peer J*. 2017. Vol. 5. P. e3111. DOI: 10.7717/peerj.3111.

7. Hofman-Bang E., Salewski M., Adler A.T. Video tracking and force platform measurements of the kettlebell lifts long cycle and snatch. *SN Appl. Sci.* 2021. Vol. 3. Article 239. DOI: 10.1007/s42452-021-04220-4.

8. Шульгин Г.Е., Фураев А.Н. Взаимосвязи некоторых биомеханических параметров рывка гири // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2018. № 8 (162). С. 217–222.

9. Тихонов В.Ф. Взаимосвязь показателей реакции опоры и пневмограмм дыхания в физических упражнениях // Вестник спортивной науки. 2013. № 3. С. 39–42.

10. Зухов А.С., Стрельников С.П. Особенности проявления силы реакции опоры при выполнении толчка в гиревом спорте // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 5–2 (59). С. 25–28. DOI: 10.23670/IRJ.2017.59.028.

11. Тихонов В.Ф. Импульс силы и количество движения системы «спортсмен-гири», как критерии техники в упражнении гиревого спорта «рывок» // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 2. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=30598> (дата обращения: 11.08.2021). DOI: 10.17513/spno.30598.

12. Зухов А.С., Стрельников С.П. Влияние темпа толчка гирь на показатели силы реакции опоры // Теория и практика физической культуры. 2019. № 3. С. 6.

13. Ципин Л.Л. Анализ статистических положений при выполнении упражнений в гиревом спорте // Российский журнал биомеханики. 2017. Т. 21. № 2. С. 178–187. DOI: 10.15593/RZhBiomeh/2017.2.05.

14. Симень В.П., Драндров Г.Л. Современные тенденции совершенствования техники гиревого спорта // Теория и практика физической культуры и спорта. 2014. № 4. С. 36–42.