

А.А. Савин, А.Д. Викулов, А.А. Мельников

Сравнительный анализ регуляции вертикальной позы у борцов разной спортивной квалификации

Исследована регуляция вертикальной позы у борцов разной спортивной квалификации: мастеров спорта (МС, n=18) и кандидатов в мастера спорта (КМС, n=13). Использован стабилографический аппаратно-программный комплекс «Стабилан 1-02» (Россия). Установлено, что у МС устойчивость вертикальной позы и точность следящего движения выше только в условиях физического утомления.

Ключевые слова: функция равновесия, стабилография, спорт, борцы, регуляция позы, физическое утомление, спортивная квалификация, мастера спорта

A.A. Savin, A.D. Vikulov, A.A. Melnikov

Comparison of Postural Control of Wrestlers with Different Sports Qualification

Postural control of wrestlers with different rank: masters of sport (MS, n=18) and candidate in masters of sports (KMS, n=13) were investigated by stablography (Stabilan 1-02. Russia). It was found that MS have a higher stability of the vertical pose and higher precision of followed body motion in fatigue condition only.

Key words: balance function, stablography, sports, wrestlers, pose regulation, physical fatigue, sports qualification, masters of sports

Введение. Регулярная двигательная активность вызывает совершенствование систем, ответственных за поддержание равновесия [1]. Напротив, малоактивный образ жизни вызывает снижение способности к поддержанию баланса тела [2]. Повышение устойчивости вертикальной позы наблюдается при занятиях различными видами спорта, особенно теми, в которых предъявляются высокие требования к системам регуляции движений всем телом и отдельными его частями, например, спортивной гимнастикой и акробатикой [3], футболом [4], ритмической гимнастикой [5], балетом и танцами [6]. Особые требования к системе регуляции равновесия тела предъявляются в единоборствах, что способствует ее значительному совершенствованию [6,7].

Однако остается нерешенным вопрос о связи уровня совершенствования регуляции равновесия с ростом спортивной квалификации спортсменов. Сравнение способности поддерживать устойчивое вертикальное положение у спортсменов разного уровня спортивного мастерства показывает противоречивые результаты. Так, по данным французских исследователей, профес-

сиональные футболисты национального уровня были более устойчивы в обычной вертикальной позе, а степень снижения устойчивости в положении с закрытыми глазами у них была меньше, чем у футболистов-любителей регионального уровня [8]. Стабильность вертикальной позы была выше у стрелков из винтовки интернационального уровня по сравнению со спортсменами национального уровня [9]. Напротив, горнолыжники национального уровня были менее устойчивы в стандартных условиях эксперимента по сравнению с горнолыжниками любительского регионального уровня. Авторы связывают этот парадокс сниженной способности поддерживать устойчивость вертикальной позы в обычных условиях без обуви с долговременным эффектом тренировки в жестких лыжных ботинках, что ограничивало движения в голеностопном суставе и снижало устойчивость вертикальной позы [10]. Таким образом, вопрос о росте постуральной устойчивости у спортсменов совместно с повышением уровня спортивного мастерства остается открытым. Целью нашей работы было исследовать устойчивость вертикального положения те-

ла у борцов разного уровня спортивной квалификации.

Организация и методы исследования

Участники. Исследование выполнено на действующих борцах-самбистах. Спортсмены были разделены по уровню спортивной квалификации на две группы: «КМС», в которую вошли борцы ($n=13$), имеющие спортивный разряд «Кандидат в мастера спорта России», и группа «МС» – спортсмены, имеющие спортивное звание «Мастер спорта России» ($n=18$).

Оценка регуляции вертикальной позы. Устойчивость статического равновесия исследовали на стабилографическом аппаратно-программном комплексе «Стабилан-1-02» («ОКБ «Ритм». Россия) с помощью анализа колебаний центра давления (ЦД). Устойчивость позы оценивали в двух положениях: 1) основная стойка (ОС) и 2) полуприсед (ПП).

Положение «Основная стойка» (ОС): испытуемого просили стоять на стабилотоме с наименьшими колебаниями тела в течение 52 сек с открытыми глазами (ОС-ОГ) в основной стойке на двух ногах без обуви, руки расположены вдоль туловища, и затем 52 сек в том же положении с закрытыми глазами (ОС-ЗГ). Положение ступней было стандартным: пятки вместе (расстояние между пятками 2 см), носки врозь (угол 30 градусов). При ОС с ОГ испытуемый выполнял устный счет кругов белого цвета на мониторе компьютера, а при ОС-ЗГ испытуемый считал звуки.

Положение «Полуприсед» (ПП): испытуемого просили принять положение полуприсед (положение стоя на слегка согнутых примерно до прямого угла ногах, с вытянутыми вперед и слегка разведенными в стороны руками, стопы сомкнуты вместе) и находиться в таком положении с наименьшими колебаниями тела в течение 52 сек с открытыми глазами. Во время теста испытуемый выполнял устный счет кругов белого цвета на мониторе компьютера.

Для анализа устойчивости позы использовали следующие стабилографические показатели колебаний ЦД:

- ЛСС, мм/сек – средняя линейная скорость колебания ЦД;
- УСС, град/сек – средняя угловая скорость. Средняя скорость – изменение направления векторов скорости движения ЦД.

Для оценки способности выполнять следящее движение всем телом испытуемые выполняли

тест «Эвольвента». Испытуемый должен двигаться по заданной траектории, называемой эвольвентой. Траектория эвольвенты представляет кривую, раскручивающуюся из центра до определенной амплитуды, затем делает несколько кругов и сворачивается опять к центру. Испытуемый должен удерживать свой маркер на маркере, задающем эвольвенту. Способность следящего движения оценивалась по средней ошибке слежения за маркером в сагиттальной (MidErrY) и фронтальной (MidErrX) плоскостях; чем больше ошибок, тем ниже точность следящего движения по эвольвенте.

Все стабилографические тесты: в основной стойке, в полуприседе и эвольвенты – выполняли дважды: до физической нагрузки и на фоне утомления – через 2 минуты после субмаксимального велоэргометрического теста PWC170. Последовательность тестов была следующей: ОС1-ОГ, ОС1-ЗГ, эвольвента1, полуприсед1, тест PWC170, интервал отдыха 2 мин, ОС2-ОГ, ОС2-ЗГ, эвольвента2, полуприсед2. Во время всех тестов регистрировали ЧСС с помощью пульсометра «Polar S810» (Финляндия). Значения ЧСС представлены как средняя арифметическая ЧСС за весь период теста. В тесте «основная стойка» показания ЧСС представлены как общие величины, включающие положение открытые и закрытые глаза вместе.

Тест PWC170. Испытуемые выполняли ступенчато-возрастающую нагрузку на велоэргометре «Kettler FX1» до достижения ЧСС, превышающей в конце ступени 170 уд/мин. ЧСС во время работы (на 59-60 секундах каждой ступени) фиксировали с помощью пульсометра «Polar S810» (Финляндия). Величина нагрузки на первой ступени составила 50 Вт (длительность 3 мин) и увеличивалась на 30 Вт на последующих ступенях (длительность 1 мин). Общая продолжительность теста составила от 10 до 14 минут. После физической нагрузки интервал отдыха от окончания нагрузки до начала стабилографического теста был одинаковым и составлял 2 минуты.

Статистика. Достоверность различий между группами МС и КМС ввиду ненормального распределения данных определяли с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни. При $p < 0,05$ различия считали статистически значимыми. Использован пакет статпрограмм «Statistica v6.1. Stat Soft Russia».

Результаты и их обсуждение

Группа МС не отличалась от группы КМС по всем основным антропометрическим данным и недельному объему тренировочной нагрузки, а также показателям общей физической работоспособности и становой силы, более того, последний показатель имел тенденцию к увеличению ($p=0,080$) в группе КМС (Табл. 1). Только стаж занятий борьбой самбо в группе МС был почти в два раза (15,3 и 8,5 лет) выше, чем в группе КМС ($p=0,001$). Таким образом, ни антропометрические данные, ни показатели физической работоспособности у спортсменов, которые могут влиять на способность регулировать вертикальное положение тела [11], не могли определять различия в постуральной устойчивости между группами борцов.

Сравнение скоростей колебания ЦД в основной стойке и в полуприседе до физической нагрузки не выявили существенных различий между спортсменами разной квалификации. Эти данные согласуются с результатами работ [10, 12], которые не установили увеличения способности регулировать вертикальное положение тела в обычных условиях основной стойки у спортсменов с разным уровнем спортивного мастерства. Не было выявлено также существенных различий в способности выполнять следящее движение: обе группы сделали примерно равное количество ошибок в сагиттальной и фронтальной плоскостях. Отсутствие различий в этих тестах может быть связано с простотой и неспецифичностью тестирующих нагрузок, когда степень напряжения систем, регулирующих вертикальную позу, очень низкая и различия не проявляются [14].

Кроме того, можно предположить, что совершенствование системы регуляции позы в процессе специальной спортивной тренировки не проявляется в неспецифических условиях, то есть эффект переноса тренирующих воздействий в одних условиях не распространяется на другие условия, как следствие различий не проявляется [12]. Например, постуральная устойчивость у гимнастов высокого уровня была повышена только в специфических условиях тестирования: в стойке с открытыми глазами на одной ноге, в других, неспецифических условиях, в частности в стойке на двух ногах, различий по сравнению со спортсменами других специальностей не было [12]. Отсутствие различий в регуляции статического равновесия было показано на борцах-дзюдоистах разной спортивной квалификации

[13]. Специфичность тренировки в совершенствовании постуральной устойчивости была выявлена у дзюдоистов в работе [15]. В ней показано, что предпочтительное выполнение борцовских технических элементов на одной или двух ногах способствует совершенствованию регуляции статического равновесия также соответственно в моноопорном или биопорном положении.

Напротив, после велоэргометрического теста PWC170 между группами МС и КМС проявились различия в стабильностных показателях во всех трех тестах (Табл. 2). В основной стойке с ОГ и ЗГ, а также в полуприседе линейная скорость колебания ЦД была снижена в группе МС. Кроме того, в группе МС количество ошибок было снижено при выполнении следящего движения по эвольвенте в сагиттальной плоскости. Эти результаты указывают, что на фоне утомления устойчивость статической позы, а также точность следящего движения у борцов с более высокой квалификацией выше, чем у борцов с низким уровнем спортивного мастерства. Поскольку различия выявлены на фоне остаточного утомления после стандартной велоэргометрической нагрузки, можно предположить, что причиной различий в регуляции равновесия между группами была разная скорость восстановления. Однако ЧСС во время всех шести стабильностных тестов до и после велоэргометрии не различалась между группами (Рис. 1), следовательно, степень утомления после PWC170 в обеих группах была приблизительно одинакова и не могла объяснить различия в постуральной регуляции на фоне утомления.

Можно предположить, что одной из причин повышенной устойчивости вертикальной позы и более точного следящего движения у мастеров спорта может быть снижение чувствительности проприорецепторов мышц к действию локальных метаболитов, накапливающихся во время нагрузки. Известно, что одним из важных факторов, ухудшающих функцию равновесия, является утомление мышц, ответственных за регуляцию позы [16]. Метаболические факторы утомления, накапливающиеся в рабочих мышцах, способны снижать мышечную чувствительность [17] и нарушать регуляцию равновесия [16]. Таким образом, эти результаты показывают, что борцы высокой квалификации способны поддерживать более устойчивое вертикальное положение тела и выполнять более точные следящие движения на фоне физического утомления. Вероятно, это обеспечивает им важное преимущество для дос-

тижения успеха во время спортивных борцовских поединков, когда регуляция равновесия тела нарушается под влиянием растущего утомления.

В заключение следует отметить, что полученные результаты позволяют сделать следующие выводы. Устойчивость вертикальной позы и точность следящего движения практически одина-

ковы у спортсменов с разным уровнем спортивного мастерства в обычных условиях нормально-функционального состояния. Однако мастера спорта поддерживают более устойчивую позу и выполняют более точное следящее движение на фоне физического утомления после физической нагрузки.

Таблица 1

Антропометрические особенности и физическая работоспособность у борцов разной квалификации (M±s)

	МС n=18	КМС n=13	p≤
Возраст, лет	26,2±4,5	22,0±6,7	0,055
Тренировочный стаж, лет	15,3±3,3	8,5±3,4	0,001
Объем нагрузки, час/неделю	15,7±5,3	12,3±5,3	
Вес тела, кг	78,7±17,9	82,2±15,8	
Рост тела, см	174,7±8,5	179,9±9,6	
Длина стопы, см	26,9±1,5	27,9±1,4	
Клиническая база, см	25,2±2,1	24,5±2,3	
Длина ног, см	89,3±5,2	92,8±5,8	
Рост сидя, см	93,4±4,2	94,8±4,0	
Обхват грудной клетки, см	99,8±13,0	99,7±8,5	
Становая сила, кг	174±30	195±32	0,080
PWC170, Вт/кг	3,45±0,55	3,57±0,58	

p – статистическая достоверность различий между группами МС и КМС

Таблица 2

Стабилографические показатели у борцов разной квалификации (M±s)

Тест	Показатель	МС	КМС	p=
Основная стойка-1 (до PWC170)	ОГ ЛСС, мм/сек	7,9±2,1	10,0±3,3	0,088
	ЗГ ЛСС, мм/сек	12,3±3,9	15,6±5,8	
	ОГ УСС, град/сек	23,9±6,2	23,3±8,0	
	ЗГ УСС, град/сек	21,9±6,1	22,0±6,8	
Полуприсед-1 (до PWC170)	ОГ ЛСС, мм/сек	22,2±3,4	26,4±7,8	0,043
	ОГ УСС, град/сек	26,5±4,4	25,5±3,8	
Эвольвента-1 (до PWC170)	MidErrX, мм	6,1±1,1	7,0±2,7	0,016
	MidErrY, мм	5,6±1,1	6,7±2,2	
Основная стойка-2 (после PWC170)	ОГ ЛСС, мм/сек	11,3±1,9	13,9±3,7	0,029
	ЗГ ЛСС, мм/сек	15,2±3,5	20,3±6,6	
	ОГ УСС, град/сек	27,3±9,4	27,4±6,7	
	ЗГ УСС, град/сек	26,0±10,2	23,5±5,1	
Полуприсед-2 (до PWC170)	ОГ ЛСС, мм/сек	27,6±8,3	33,2±8,9	0,017
	ОГ УСС, град/сек	29,7±6,2	31,0±4,8	
Эвольвента-2	MidErrX, мм	5,6±0,9	6,2±1,4	0,017
	MidErrY, мм	5,4±0,9	6,3±1,1	

p – статистическая достоверность различий между группами МС и КМС

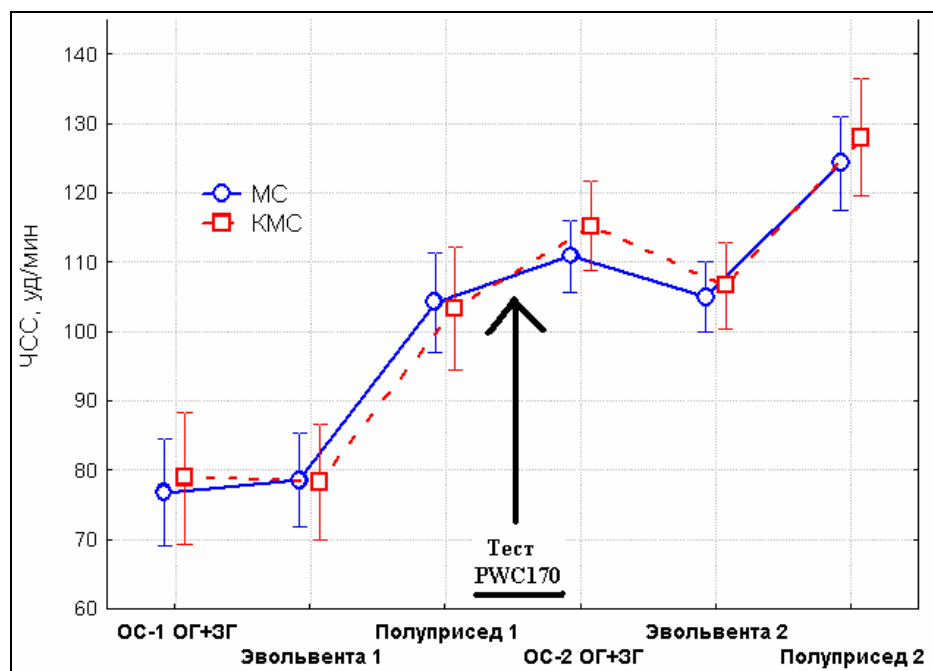


Рис. 1. ЧСС во время стабилографических тестов в группах борцов MC и KMC. «ОС-1 (2) ОГ+ЗГ» - тест в основной стойке с открытыми и закрытыми глазами вместе до PWC170 (ОС-1) и после PWC170 (ОС-2); Эвольвента-1, 2 – тест эвольвента до теста PWC170 соответственно до (1) и после (2) после PWC170; Полуприсед 1 (2) – тест Полуприсед соответственно до (1) и после (2) теста PWC170. Между группами статистически значимых различий по ЧСС не установлено.

Библиографический список

- Perrin P.P. Effects of physical and sporting activities on balance control in elderly people. [Текст] / P.P. Perrin, G.C. Gauchard, C. Perrot // Br. J. Sports Med. - 1999. - V. 33. - P. 121-126.
- Hindmarsh J.J., Estes E.H. Falls in older persons. [Текст] / J.J. Hindmarsh, E.H. Estes // Arch. Intern. Med. - 1989. - V. 149. - P. 2217-2222.
- Vuillerme N. Attentional demand for regulating postural sway: the effect of expertise in gymnastics. [Текст] / N. Vuillerme, V. Nougier // Brain Res. Bull. - 2004. - V. 15. - P. 161-165.
- Paillard T. Postural performance and strategy in the unipedal stance of soccer players at different levels of competition. [Текст] / T. Paillard, F. Noé, T. Rivière V. Marion et al. // J. Athl. Train. - 2006. - V. 41. - P. 172-176.
- Calavalle A.R. Postural trials: expertise in rhythmic gymnastics increases control in lateral directions. [Текст] / A.R. Calavalle, D. Sisti, M.B. Rocchi et al. // Eur. J. Appl. Physiol. - 2008. - V. 104. - P. 643-649.
- Perrin P. Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control. [Текст] / P. Perrin, D. Deviterne, F. Hugel, C. Perrot // J. Gait Posture. - 2002. - V. 15. - P. 187-194.
- Perrot C. Influence of training on postural and motor control in a combative sport. [Текст] / C. Perrot, D. Deviterne, P. Perrin // J. Hum. Mov. Studies. - 1998. - V. 35. - P. 119-135.
- Paillard T. Effect of expertise and visual contribution on postural control in soccer. [Текст] / T. Paillard, F. Noé // Scand. J. Med. Sci. Sports. - 2006. - V. 16. - P. 345-348.
- Era P. Postural stability and skilled performance – a study on top-level and naive rifle shooters. [Текст] / P. Era, N. Kontinen, P. Mehto et al. // J. Biomech. - 1996. - V. 29. - P. 301-306.
- Noé F. Is postural control affected by expertise in alpine skiing? [Текст] / F. Noé, T. Paillard // Br. J. Sports Med. - 2005. - V. 39. - P. 835-837.
- Era P. Postural balance and its sensory-motor correlates in 75-year-old men and women: a cross-national comparative study [Текст] / P. Era, M. Schroll, H. Ytting et al. // J. Gerontol. Biol. Sci. Med. Sci. - 1996. - V. 51. - P. M53-63.
- Asseman F.B. Are there specific conditions for which expertise in gymnastics could have an effect on postural control and performance? [Текст] / F.B. Asseman, O. Caron, J. Crémieux // J. Gait. Posture. - 2008. - V. 27. - P. 76-81.
- Paillard T. Are there differences in postural regulation according to the level of competition in judoists? [Текст] / T. Paillard, C. Costes-Salon, C. Lafont et al. // Br. J. Sports Med. - 2002. - V. 36. P. 304-305.

14. Horak F.B. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? [Текст] / F.B. Horak // Age and Ageing. - 2006. - V. 35. - P. ii7–ii11.
15. Paillard T. Postural adaptations specific to preferred throwing techniques practiced by competition-level judoists. [Текст] / T. Paillard, R. Montoya, P. Dupui // J. Electromyogr. Kinesiol. – 2007. – V. 17. - P. 241-244.
16. Gribble P.A. Effect of lower-extremity muscle fatigue on postural control. [Текст] / P.A. Gribble, J. Hertel // Arch. Phys. Med. Rehabil. - 2004. - V. 85. - P. 589-594.
17. Pedersen J. Localized muscle fatigue decreases the acuity of the movement sense in the human shoulder. [Текст] / J. Pedersen, J. Lonn, F. Hellstrom et al. // Med. Sci. Sports Exerc. – 1999. – V. 31. – P. 1047-1052.