Перспективы Науки и Образования. 2018. 3 (33)

Международный электронный научный журнал
ISSN 2307-2334 (Онлайн)

Адрес статьи: pnojournal.wordpress.com/archive18/18-03/
Дата публикации: 1.07.2018
№ 3 (33). С. 192-197.
УДК 372.8; 797.259

Е. А. Сауров, Н. В. Саурова

Сравнительный анализ техники плавания в моноласте пловцов-подводников высокой квалификации как руководство к обучению спортсменов младших спортивных разрядов

Плавание в ластах – это вид спорта, в котором спортсмен использует моноласт для создания продвигающих сил в воде. Целью исследования было произвести описание параметров техники плавания в моноласте пловцов-подводников высокой квалификации для того, чтобы спортсмены и тренеры могли руководствоваться созданной моделью техники при обучении спортсменов младших спортивных разрядов. Методы исследования и экспериментальная группа: в исследовании приняли участие 20 пловцов-подводников квалификации от мастера спорта до заслуженного мастера спорта, 10 мужчин (возраст 26,5 ± 3,9, длина тела 184,30 ± 4,8 см, вес тела 88,50 ± 7,5) и 10 женщин (25,9 ± 4,1, длина тела 175,50 ± 9,8 см, вес тела 68,50 ± 6,5), которые проплывали 15 м отрезок по поверхности в моноласте с максимальной скоростью. Подводная съемка осуществлялась с помощью двух закрепленных стационарно подводных инфракрасных видеокамер Oqus IP67 (Швеция), с частотой 120 кадров в секунду. Видеосъемка производилась в рамках проведения Чемпионата России по подводному спорту (2018), проходившего с 28.04.2018 по 3.05.2018 в г. Санкт-Петербурге. Полученные материалы были проанализированы с помощью программы QTM (QUALISYS TRACK MANAGER, Швеция).

Ключевые слова: моноласт, плавание, техника плавания, плавание в ластах, поверхность, биомеханика, подводный спорт

Perspectives of Science & Education. 2018. 3 (33)

International Scientific Electronic Journal
ISSN 2307-2334 (Online)

Available: psejournal.wordpress.com/archive18/18-03/
Accepted: 1 June 2018
Published: 1 August 2018
No. 3 (33). pp. 192-197.

E. A. Saurov, N. V. Saurova

Comparison study of the surface monofin swimming technique among elite finswimmers as guidance to teaching young athletes

In finswimming athletes use a monofin to create the propulsive force, both on the surface (SF) and underwater (AP). The main goal of the research was to make an analysis of the main parameters of the monofin swimming technique, which is most commonly used by elite finswimmers. The practical significance of the research: the created model of the elite monofin swimming technique could be useful for athletes and coaches to teach the proper biomechanics from the very beginning. Young athletes, who have been taught the right technique, will have almost no limitations in the long-term development. Methods of the research: 20 elite finswimmers, 10 male (age 26,5 ± 3,9, height 184,30 ± 4,8 см, weight 88,50 ± 7,5) and 10 female (age 25,9 ± 4,1, height 175,50 ± 9,8 см, weight 68,50 ± 6,5), were asked to make a 15 m sprint in the monofin on the surface at full speed several times. The averaged value of 3 attempts was analysed. The video were recorded using two infrared high-speed static underwater cameras Oqus IP67 (Швеция), frequency 120 fps. Recordings were carried out during Russian Nationals 2018 in underwater swimming, hosted from 28.04.2018 till 3.05.2018 in Saint-Petersburg. The video materials were analysed in QTM (QUALISYS TRACK MANAGER, Sweden).

Keywords: monofin, swimming, technique, finswimming, surface, biomechanics, underwater sports

Актуальность

Плавание в ластах – это вид спорта, где спортсмену необходимо максимально быстро преодолеть дистанцию на поверхности или под водой с задержкой дыхания или с помощью дыхательного аппарата, использую для продвижения моноласт. Спортсмен выполняет дельфинообразные движения в саггитальной плоскости, начиная движение в области таза и бедер [1, с. 190], [2, с. 54], [3, с. 247].

В научной литературе имеются данные о том, что у женщин наблюдается высокая взаимосвязь аэробной работоспособности и спортивных результатов на дистанциях от 200м до 1500м при плавании в моноласте по поверхности. Среди мужчин достоверная взаимосвязь аэробной работоспособности и спортивных результатов была установлена лишь на длинных дистанциях: 800м и 1500м по поверхности. В научно-исследовательской литературе установлено, что спортивные достижения в спринтерских дисциплинах у мужчин в большей степени зависят от силовых способностей спортсмена, чем у женщин. [7, с. 3]. Исследователи выяснили, что основными мышечными группами, участвующими в плавании в моноласте по поверхности являются разгибатели голени, сгибатели бедра и сгибатели туловища [2, с. 56].

Движение при плавании в моноласте можно разделить на прямой гребок (движение моноласты вниз) и обратный гребок (возврат моноласты в исходное положение). Биомеханический анализ движения показал, что наибольшую скорость спортсмен развивает в конечной фазе прямого гребка, а наименьшую скорость при переходе из фазы обратного гребка к прямому [12, с. 60]. Прямой гребок начинается с сгибания бедра, разгибания голени и сгибания стопы. С практической точки зрения большой интерес для спортсменов и тренеров представляет интервал углов сгибания в основных, участвующих в движении суставов, поскольку чрезмерное сгибание может создавать нежелательное фронтальное сопротивление в воде, в то время как недостаточное сгибание может препятствовать созданию необходимой продвигаюшей силы [4, с. 205], [8, с. 400].

В научно-исследовательской литературе есть данные о сравнении углов сгибания в основных суставах у подводников низших спортивных разрядов и подводников высокой квалификации [13, с. 15]. Доказано, что низкоквалифицированные спортсмены имеют большие угол сгибания в коленном суставе (120 градусов), а высококвалифицированные спортсмены выполняют движение в более прямой ногой (105 градусов) [5, с. 45]. Однако, необходимо установить различие в оптимальной биомеханической модели между мужчинами и женщинами. Каждый вид спорта требует наличия оптимальной модели техники, которая являлся бы краеугольным камнем при обучении на ранних этапах спортивной специализации. Цель данного исследования: описать технику плавания в моноласте по поверхности на спринтерских дистанциях у мужчин и у женщин, основываясь на технике, которой владеют лучший спринтеры России и мира.

Методы исследования

При проведении исследования были обследованы 10 мужчин и 10 женщин, участники Чемпионата России по подводному спорту 2018, спортивной квалификации от мастера спорта до заслуженного мастера спорта. Подводная съемка осуществлялась с помощью двух закрепленных стационарно подводных видеокамер Oqus IP67 (Швеция), частота съемки – 120 кадров в секунду. Процедура записи была выполнена схоже с методами авторов, выполнявших анализ техники подводной части плавания дельфином после выполнения поворота в спортивном плавании [5, с. 45], [9, с. 370], [10, с. 250], [11, с. 116]. Маркеры, позволяющие определять местоположение различных частей тела в пространстве, были прикреплены с обеих стороны оси следующих суставов: голеностопный, коленный, тазобедренный, плечевой, запястье [7, с. 2]. Полученные материалы были обработаны с помощью программы QTM (QUALISYS TRACK MANAGER, Швеция). Видеосъемка производилась во время разминки перед соревнованиями. Спортсмены проплывали 15 метров с максимальной скоростью: сперва под водой, потом по поверхности. В каждом измерении были выбраны три полных цикла движений, и их усредненный результат подлежал дальнейшему анализу. Все спортсмены участвовали в исследовании добровольно. Все участники исследования являются призерами и победителями Чемпионатом России, Европы и мира.

С помощью программы для анализа биомеханических движений были измерены следующие параметры:

- скорость плавания;
- частота гребков;
- амплитуда движений ласты и колебаний основных звеньев тела, участвующих в движении (голеностоп, тазобедренный сустав, грудная клетка);
- углы сгибания в коленном суставе, в тазобедренном суставе в разные моменты времени;
- время прямого и обратного гребков.

Результаты исследования

Результаты анализа скорости движения у мужчин и женщин, специализирующихся на спринтерских дистанциях представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели скорости у подводников высокой квалификации на дистанциях 50м и 100м

Скорость, м/с			
	Средняя	Максимальная	Минимальная
Женщины	2,61 ± 0,11	2,69	2,52
Мужчины	3,13 ± 0,19	3,35	2,90

Как видно из приведенных в таблицах 1 данных, средние значения скорости высококвалифицированных подводников соответствуют средним значениям, имеющимся в научно-методической литературе [7, с. 7]. Таким образом можно сделать вывод, что данная выборка является репрезентативной для высококвалифицированных пловцов-подводников, специализирующихся на дистанциях 50м и 100м плавания в моноласте по поверхности.

В таблице 2 указаны значения частоты движений у подводников высокой квалификации.

Таблица 2

Показатели частоты движений у подводников высокой квалификации на дистанциях 50м и 100м

Частота движений (за 1 минуту)			
	Средняя	Максимальная	Минимальная
Женщины	115,5 ± 12,4	130	101
Мужчины	130,0 ± 14,9	153	107

Таблица 3

Показатели длины гребка у подводников высокой квалификации на дистанциях 50м и 100м

Длина гребка, м			
	Средняя	Максимальная	Минимальная
Женщины	1,35 ± 0,16	1,60	1,10
Мужчины	1,45 ± 0,19	1,75	1,15

Таблица 3 содержит данные о длине гребка у подводников высокой квалификации.

Представленная в таблицах 2 и 3 информация о средних значения частоты движений и длине гребка подводников высокой квалификации, специализирующихся на спринтерских дистанциях, соответствует информации об этих показателях имеющихся в научно-исследовательской литературе у зарубежных авторов [12, с. 55].

С помощью методов корреляционного анализа было установлено, что и у женщин, и у мужчин наблюдается значительная отрицательная корреляция частоты движений и длины гребка (коэф. корреляции -0,95 и -0,8 соотвественно, $p<0,05$).

Также корреляционный анализ позволяет утверждать, что существует прямая зависимость между длиной гребка и амплитудой движения в тазобедренном и в голеностопном суставе. В дополнение к этому следует отметить, что существует обратная зависимость между углом сгибания в коленном суставе и амплитудой моноласта.

На рисунке 1 указана амплитуда движений запястья и тазобедренного сустава за одно движений при плавании в моноласте по поверхности у высококвалифицированных подводников. При этом амплитуда в голеностопном суставе была 43,04 ± 7,95 см у женщин и 44,10 ± 10,02 см у мужчин; амплитуда движений моноласта была 51,0 ± 8,3 см и 52,70 ± 7,98 см соответсвенно.

На рисунке 2 и в таблице 4 представлены углы в основных суставах, участвующих в продвижении в воде у подводников высокой квалификации, специализирующихся на дистанциях 50 и 100 м в моноласте по поверхности.

Одна из задач в подводном плавании – снижение фронтального сопротивления [2, с. 55], [3, с. 251], [4, с. 205]. Установлено, что фронтальное сопротивление было наивысшим в момент окончания прямого гребка или сразу после него. У женщин отклонение конца лопасти моноласта от поверхности воды составляло в среднем 57,5 ± 3,81 см, у мужчин – 56,5 ± 6,85 см.

С помощью методов корреляционного анализа установлено, что среди женщин наблюдается положительная корреляция между амплитудой

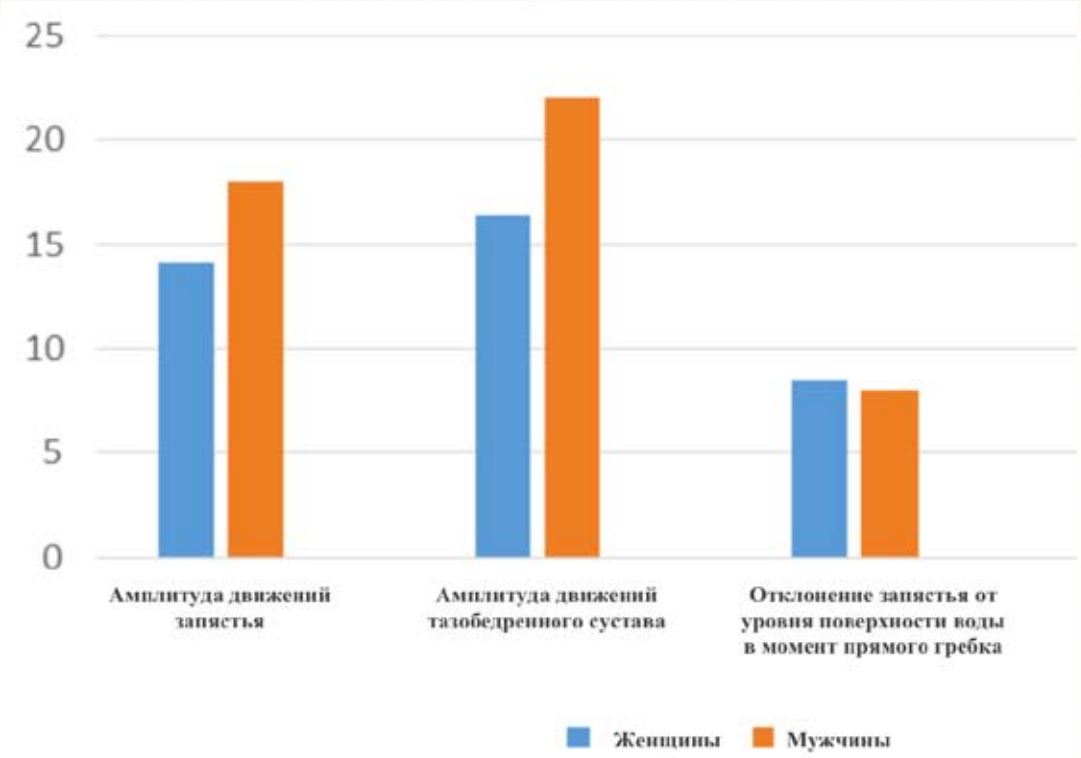

Рис. 1 Амплитуда движений запястья и тазобедренного сустава у подводников высокой квалификации, см

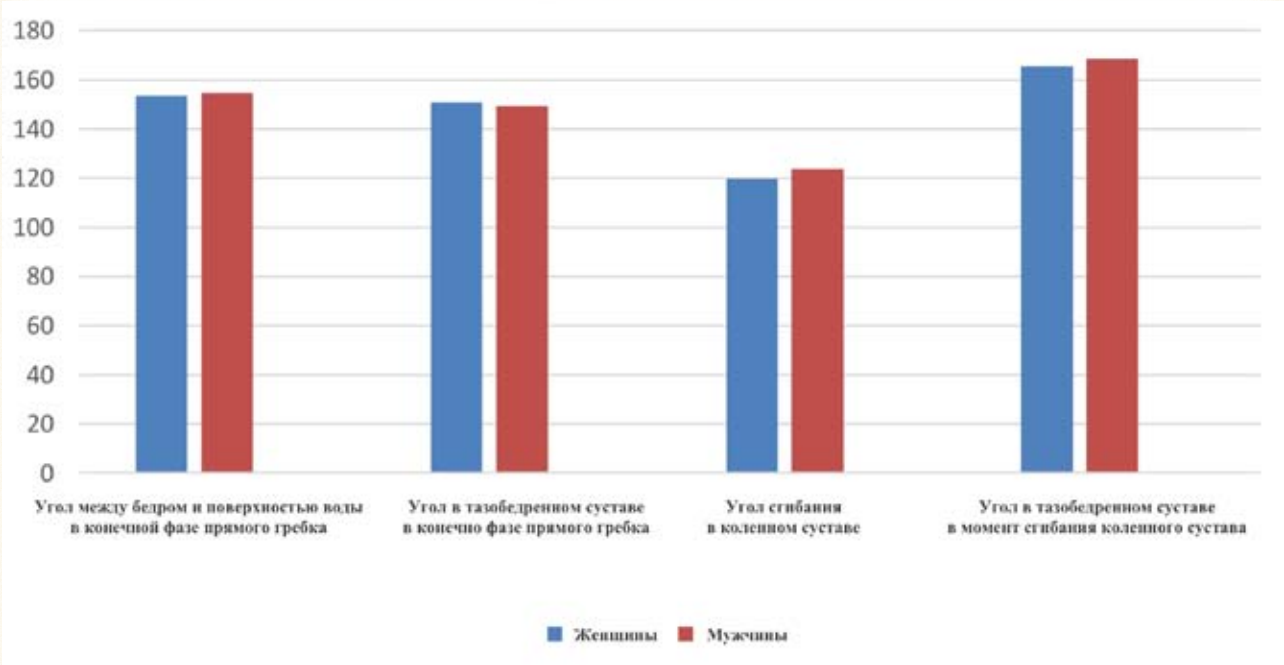

Рис. 2 Углы в основных суставах у подводников высокой квалификации, °

движений в тазобедренном суставе и амплитудой в голеностопном суставе (коэф. корреляции 0,92) и амплитудой движений моноласта (коэф. корреляции 0,92), а также амплитудой движений запястья (коэф. корреляции 0,84) в конце прямого гребка моноластом ($p<0,01$).

Далее были проанализированы параметры отклонения запястья и моноласты от уровня поверхности воды в зависимости от амплитуды движений в тазобедренном суставе. Установлена высокая взаимосвязь между скоростью плавания и амплитуды в запястье (0,68). Также наблюдается положительная корреляция между скоростью плавания и следующими 2 параметрами: амплитудой движения моноласта (0,79) и длиной гребка (0,83) ($p<0,05$).

Таблица 4

Углы в коленном и тазобедренном суставах в различных фазах гребка

	Угол в коленном суставе			Угол в тазобедренном суставе в начальной фазе гребка			Угол в тазобедренном суставе в конечной фазе гребка		
	Ср.	Макс.	Мин.	Ср.	Макс.	Мин.	Ср.	Макс.	Мин.
Жен.	121,5 ± 8,12	133	110	167,3± 6,48	176	158	148,88± 8,82	166	140
Муж.	124,7 ± 5,42	132	113	169,5± 5,94	176	158	148,6± 7,95	157	132

Обсуждение результатов и выводы

Целью исследование было составить модель техники плавания высококвалифицированных пловцов-подводников на спринтерских дистанциях для того, чтобы тренеры могли опираться на полученную модель при проведении УТЗ со спортсменами младших спортивных разрядов.

Мужчины-подводники сгибают коленный сустав в среднем до 125°, в то время как тазобедренный сустав согнут до 170°. Максимальную скорость спортсмен развивает в конце прямого гребка моноластом [10, с. 249], когда угол в тазобедренном суставе равняется 149°. В этот момент важно сохранять горизонтальное положений рук, чтобы в этот момент вектор скорости совпадал с направлением движения.

Для этого подводникам рекомендуется выполнять комплекс упражнений в растягивании для плечевого пояса, чтобы руки могли находится в эффективном горизонтальном положении [7, с. 13], [10, с. 250], [12, с. 390]. У лучших подводников запястья в этот момент находится лишь на 1-3 см ниже уровня поверхности, что позволяет им снизить фронтальное сопротивление. Хотя внутри одного цикла амплитуда в запястье была в среднем 6 см у женщин и 24 см у мужчин, в конечной фазе обратного гребка спортсмены старались минимизировать колебания.

Женщины-подводники сгибали коленный сустав в среднем до 122°, тазобедренный сустав в этот момент был согнут до 167°. Наиболее высокую скорость спортсменки развивали в конечной фазе прямого гребка при угле в тазобедренном суставе 149°.

Аналогичные данные углов сгибания коленного сустава, амплитуды в запястье и в голеностопном суставе были опубликованы в работах зарубежных исследователей [13, с. 15]. В работах ряда ученых есть данные об исследованиях частоты гребков и длины гребка на дистанции 50м плавания в моноласте по поверхности (Чемпионат мира 2012 г.) [12-15]. Существует значительное расхождение данных Oschita и результатов данной работы: 159 движений в минуту и 130 движений в минуту соответственно при сравнении частоты движений; 1,16 м и 1,45 м соответственно при сравнении длины гребка. Предположительно эти расхождения связаны с современным направлением экономизации техники плавания в моноласте, направленной на увилечение длины гребка и снижение частоты движений [15, с. 33].

Поскольку данное исследование выявило отрицательную взаимосвязь между частотой гребков и длиной гребка и у мужчин, и у женщин, есть основание разделить спринтеров на две категории: «быстрые» спринтеры (БС) и «сильные» спринтеры (СС).

Первая категория БС имеют высокую частоту гребков (140-150 у мужчин, 120-130 у женщин) и более короткую длину гребка (1,2-1,3 м у мужчин, 1,15-1,3 м у женщин). Вторая категория СС характеризуется более низкой частотой гребков (110-130 у мужчин, 100-110 у женщин) и увеличенной длиной гребка (1,4-1,6 у мужчин, 1,35-1,65 у женщин). Различия в двух категориях сильно обусловлены жесткостью лопасти моноласта. Как правило БС используют более «мягкие» моноласты, в то время как СС предпочитают «жесткие» модели моноласт.

Заключение

В данном исследовании установлено, что высококвалифицированный подводники, специализирующиеся на спринтерских дистанциях, могут быть разделены на две категории: «быстрые» спринтеры и «сильные» спринтеры. В дальнейших исследованиях необходимо уточнить основные параметры техники плавания для каждой категории подводников.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Arellano R. Analysis of 50-, l00-, and 200-m freestyle swimmers at the 1992 Olympic Games / R. Arellano, P. Brown, J. Cappaert. *Journal of Applied Biomechanics*. 1994. Vol. 10. P. 189-199.
2. Arellano R. Vortices and propulsion. In: Applied proceedings: Swimming / R. Arellano. XVII International Symposium on Biomechanics in Sports. 1999. P. 53-65.
3. Benjanuvatra N. Morphology andydrodynamic resistance in young swimmers / B. A. Blanksby, B. C. Elliott. *Pediatric Exercise Science*. 2001. Vol. 13. P. 246-255.
4. Blanksby B.A. Reliability of ground reaction force data and consistency of swimmers in tumble turn analysis / B. A. Blanksby. *Journal of Human Movement Studies*. 1995. Vol. 28. P. 193-207.
5. Blanksby B.A. Force plate and video analysis of the tumble turn by age-group swimmers / B. A. Blanksby, D. G. Gathercole, R. N. Marshall. *Journal of Swimming Research*. 1996. Vol. 11. P. 40-45.
6. Blanksby B.A. Force-time characteristics of freestyle tumble turns by elite swimmers / B. A. Blanksby, J. N. Hodgkinson, R. N. Marshall. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation.* 1996. Vol. 19. P. 1-15.
7. Blanksby B.A. An analysis of rollover backstroke turns by age-group swimmers / B. A. Blanksby, S. Skender, B. C. Elliott. *Sports Biomechanics*. 2001. Vol. 3. P. 1-10.
8. Chatard J.C. Passive drag is still a good evaluator of swimming aptitude / J. C. Chatard, , B. Bourgoin, J. R. Lacour. *European Journal of Applied Physiology*. 1990. Vol. 59. P. 399-404.
9. Chatard J.C. The contribution of passive drag as a determinant of swimming performance / J. C. Chatard, J. M. Lavoie, B. Bourgoin. *International Journal of Sports Medicine*. 1990. Vol. 11. P. 367-372.
10. Chow J.W. Turning technique of elite swimmers / J. W. Chow, J. G. Hay, W., C. Imel. *Journal of Sport Sciences*. 1984. Vol. 2. P. 241-255.
11. Clarys J.P. Total resistance of selected body positions in the front crawl / J. P. Clarys, J. Jiskoot. *International Series on Sport Sciences.* 1975. Vol 2. P. 110-117.
12. Kunitson V. Relationship between isokenetic muscle strength and 100 m finswimming time / V. Kuntison, I. Rannama, K. Port. *International Series on Sport Sciences*. 2015. Vol. 4. P. 55-61.
13. Oschita K. Relationship of waving rate, waving length and swimming velocity in the 50 m surface / K. Oschita, M. Ross, K. Koisumi. *Journal of Human Sport and Exercise*. 2008. Vol. 11. P. 14-18.
14. Oschita K. Gender difference of aerobic contribution to surface performance in finswimming / K. Oschita, M. Ross, K. Koisumi. *Journal of Human Sport and Exercise*. 2013. Vol. 25. P. 252-262.
15. Rejman M. Application of atrificial neural networks in monofin swimming technique assessment / M. Rejman, B. Ochmann. *Human Movement*. 2006. Vol. 6. P. 24-33.

Информация об авторах

Сауров Евгений Алексеевич
(Россия, Москва)
Младший научный сотрудник кафедры теории и методики спортивного и синхронного плавания, аквааэробики, прыжков в воду и водного поло
Российский Государственный Университет Физической Культуры, Спорта, Молодежи и Туризма
E-mail: saurov.ev@gmail.com

Саурова Наталья Викторовна
(Россия, Москва)
Магистрант кафедры теории и методики спортивного и синхронного плавания, аквааэробики, прыжков в воду и водного поло
Российский Государственный Университет Физической Культуры, Спорта, Молодежи и Туризма

Information about the authors

Saurov Evgeny Alekseevich
(Russia Moscow)
Junior researcher of the Department of Theory and Methods of Sports and Synchronized Swimming, Aqua aerobics, diving and water polo
Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism
E-mail: saurov.ev@gmail.com

Saurova Natalya Viktorovna
(Russia Moscow)
Master degree of the theory and technique of sports and synchronized swimming, water aerobics, diving and water polo
Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism