

Исходные положения физической подготовки в гребном слаломе

Ишон Роули-Сайн, Магистр наук, сертифицированный специалист по физической подготовке¹, Райан Кинг, Магистр наук, сертифицированный специалист по физической подготовке²

¹Олимпийский комитет Китая, КНР; ²Футбольная ассоциация Англии, Лондон, Великобритания

Аннотация

Гребной слалом требует от спортсмена отличной технической подготовленности, высокого уровня развития энергетических систем организма и максимальной силы, а также стабильности и подвижности в суставах для выполнения разнообразных технических действий во время прохождения трассы по бурной воде с большим количеством препятствий. Для того, чтобы разработать исходные положения физической подготовки, тренеру необходимо взаимодействовать со специалистами разного профиля (физиотерапевты, физиологи, анатомы и т.д.). Использование знаний об исходных положениях подготовки позволяет выделить желаемые механизмы адаптации к нагрузке, четко определить средства и методы тренировки и учесть её срочные и отставленные эффекты, а также выбрать методы оценки её результатов. Настоящая статья посвящена обсуждению исходных положений физической подготовки в гребном слаломе.

Введение

Процесс физической подготовки требует обоснования того, каким образом развитие тех или иных физических качеств может быть полезно для соревновательной деятельности в конкретном

виде спорта. Правильно сформулированные и гармонично включенные в спортивную подготовку, задачи физической подготовки будут не только не противоречить, но и способствовать улучшению других сторон подготовленности спортсмена (технической, психологической и др.). Обозначенные выше условия могут быть достигнуты посредством разработки основных, исходных положений физической подготовки, в которых бы рассматривались основные физиологические механизмы адаптации к нагрузкам и ключевые физические качества, необходимые для вида спорта. Выделение значимых для вида спорта физических качеств и понимание физиологических особенностей адаптации организма к нагрузкам поможет тренеру в программировании тренировочного процесса и достижении высоких спортивных результатов. Разработать основы физической подготовки можно только при понимании вида спорта. Поэтому для начала необходимо детально разобрать особенности соревновательной деятельности в гребном слаломе.

Цель данной статьи в том, чтобы определить физические способности и показатели, которые влияют на соревновательный результат. Для этого необходимы знания в области анатомии, биомеханики и физиологии. В связи с

нетривиальностью задачи и необходимостью глубокой экспертизы, должно быть обеспечено тесное взаимодействие специалистов разного профиля (тренеров, физиотерапевтов, физиологов). На первый план при этом должна быть поставлена цель по достижению максимально возможного спортивного результата.

Стоит отметить, что выделить числовые показатели, характеризующие спортивную подготовку в гребном слаломе, крайне сложно. Специалисты до сих пор не пришли к единому мнению, какие показатели, качества и способности важны для достижения успеха в этом виде спорта. Более того, научных исследований на материале гребного слаломе крайне мало, поэтому мы опираемся на свой собственный опыт, свое понимание функциональной анатомии, физиологии и биомеханики, а также на опыт специалистов, работающих вместе с нами в национальной системе подготовки спортсменов (Великобритания).

Address correspondence to Ishan Rawley-Singh, ishanrawley@hotmail.com.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

основы подготовки; физическая подготовка; гребной слалом

Статью перевел:

Рассудихин Евгений Анатольевич^{1,2}

¹ФГСР, ²АНО ИЦ ОКР

rassudikhin96@mail.ru

er@icroc.ru

Требования и особенности вида спорта

Для понимания вида спорта важно понять, какие требования соревновательная деятельность предъявляет к организму спортсмена и с какими травмами он может столкнуться при подготовке и выступлении на соревнованиях (Рис. 1).

Анализ соревновательной деятельности позволяет понять сущность явлений, с которыми сталкивается спортсмен (особенности водной среды; физические силы, действующие на лодку и спортсмена; способы воздействия и взаимодействия спортсмена, весла, лодки и бурной воды и т.д.), а также особенности энергообеспечения при прохождении трассы.

Подобного рода анализ лучше всего начинать с изучения научной литературы. Для решения этого вопроса также могут помочь специалисты из области физики, биомеханики, физиологии,

биохимии. Например, тренер может подробно описать технику вида спорта, физиолог и биохимик – особенности энергетического обеспечения мышечной деятельности и механизмы адаптации к нагрузкам, а физиотерапевт объяснить механизмы возникновения, способы профилактики и пути лечения наиболее часто встречающихся травм.

Как уже было сказано, отмечается малое количество научных работ на материале гребного слалом, еще меньше из них содержат прямые рекомендации для тренеров и способы внедрения их результатов в практику спорта. В связи с этим основным источником информации служат исследования в гребле на байдарках и каноэ. Например, кинетика гребли на гладкой воде (т.е. механизм создания силы и передача этой силы от лопасти весла лодке) может быть применима к гребному слалому. Однако при проецировании знаний из одного вида спорта в другой

необходимо руководствоваться научной строгостью, т.е. четко понимать и принимать в расчет анатомические, физиологические и технические отличия и сходства этих видов спорта.

Анализ травм и возможных причин их возникновения также можно провести на материале гладкой гребли на байдарках и каноэ. Такого рода анализ основывается на изучении научных материалов и как итог позволяет выявить тенденции по количеству и характеру травм, определить суставы, наиболее подверженные травмам. Для анализа травм нужны знания в функциональной анатомии и физиологии. В данной статье будут рассмотрены основные причины травм в гребном слаломе и способы их профилактики.



Рисунок 1

Требования и особенности вида спорта



Рисунок 2

Каное-одиночка (C1) слева и каяк-одиночка (K1) справа. Спортсмены выполняют гребок вперед. Спортсмен в каное выполняет гребок на перехвате

Соревновательная деятельность в гребном слаломе

Гребной слалом — это вид спорта, где спортсмен проходит соревновательную трассу на бурной воде (искусственный или естественный гребной канал), направляясь через створ подвесных ворот по и против течения. На трассе, длиной до 300м может быть расположено до 25 ворот (как минимум 6 из них – обратные, т.е. спортсмен должен пройти их против течения). Для каждого соревнования и этапа соревнований разрабатывается особенный дизайн трассы.

Цель спортсмена – пройти дистанцию за наименьшее время, не пропустив ворот. За касание створа ворот лодкой, веслом или частью тела начинается штраф в 2 секунды. За неправильную навигацию (пропуск ворот или неправильное прохождение ворот) начисляется штраф в 50 секунд (15).

Каждая гонка состоит из двух попыток, место спортсмена на соревновании определяется по результатам лучшей попытки. В программе Игр Олимпиад гребной слалом представлен двумя видами соревнований – каяк-одиночка (K1) и каное-одиночка (C1). В дисциплине каное-одиночка спортсмен пристегивается ремнями к лодке в позиции сидя на коленях (ноги согнуты в коленях, голени – под туловищем) и использует однолопастное весло для

прохождения трассы. В дисциплине K1 ноги спортсмена выпрямлены (угол в коленном суставе 30-40°), распирают или сдавливают лодку изнутри, для её продвижения спортсмен использует двулопастное весло. Стопы спортсмена надежно упираются в подножку в носу каяка.

Длительность прохождения трассы элитными спортсменами варьируется от 90 до 110 секунд и зависит от длины и дизайна трассы, а также от класса лодок (23). Чем больше длина трассы, чем большая разница между временем ее прохождения в каное и каяке. Каякеры быстрее проходят трассу по двум основным причинам: 1) корпус каяка более узкий, в связи с чем лодка встречает меньшее сопротивление воды, 2) двулопастное весло позволяет быстрее выполнять повороты и исключает необходимость корректировать направление лодки гребками на перехвате (гребок в каное, при котором верхняя и нижняя рука находятся по разные стороны проекции бортов лодки) (1). Несмотря на эти особенности, исследованиями обнаружена лишь незначительная разница между временем прохождения трассы спортсменами разных классов (10).

Кинематика и кинетика гребного слаломе

Чтобы продвинуть лодку вперед, спортсмену необходимо

создать такое количество силы, которое бы превышало силу трения и другие силы, действующие на лодку. Это достигается за счет развития веслом силы и её эффективной передачей (транспортом) через биокинематическую цепь в лодку (1). В соответствии с третьим законом Ньютона (каждая сила, действующая на тело, уравнивается другой силой, равной по величине и обратной по направлению), спортсмен должен приложить силу в направлении, обратном желаемому направлению движения лодки (1). Однако, сила реакции опоры (в данном случае воды) не равна силе воздействия весла на нее из-за того, что некоторое количество силы расходуется на движение самой воды (поскольку вода не является твердой поверхностью, её молекулы движутся относительно друг друга при воздействии на воду внешних сил).

Чтобы создавать максимально возможное количество силы для движения, гребцу необходимо создавать большую силу реакции опоры каждым своим гребком (3).

Спортсмены в гребном слаломе совершают разнообразные гребки. Все гребки можно условно разделить на две большие группы: гребки для продвижения вперед (forward propulsive strokes), которых во время прохождения трассы спортсмен совершает больше, и гребки для изменения

направления лодки (rudder strokes).

Гребки для изменения направления лодки в свою очередь можно разделить на 3 вида: для отклонения курса лодки (bow rudder - направляющий), обратные гребки (reverse stroke - отхват), для разворота на 90° (sweep - дуговой).

Гребок начинается с фазы захвата (момент, когда спортсмен погружает лопасть весла в воду); продолжается, пока лопасть находится под водой (фаза тяги) и пока спортсмен переносит весло (фаза восстановления) для выполнения следующего гребка; заканчивается, когда спортсмен погружает лопасть весла в воду с противоположной стороны лодки (или с той же стороны при гребле в каное) (22).

Из-за непредсказуемости потока воды, спортсмен вынужден выполнять гребки из различных исходных положений, с различными углами и амплитудой движений в плечевом суставе в сочетании с движениями туловища. Нижняя рука (рука, держащая весло ближе к погруженной в воду лопасти), производит большую часть силы, поэтому мы рассмотрим движение в плечевом суставе этой руки.

Основное движение в плечевом суставе при выполнении гребка вперед это разгибание плеча, из чего следует, что широчайшая мышца спины и задний пучок дельтовидной мышцы, наряду с другими мышцами верхней части спины, играют важнейшую роль в создании силы (13). В зависимости от положения лодки, исходного положения гребца и особенностей выполняемого гребка, движение в плечевом суставе может также сопровождаться приведением плеча (приближение к туловищу), его внутренним и внешним вращением.

Уступающая работа (работа, при которой длина мышцы увеличивается) большой грудной и переднего

пучка дельтовидной мышцы при выполнении гребка вперед стабилизирует плечевой сустав, следовательно, данные мышцы также крайне важны, несмотря на то что они не создают продвигающей силы.

Относительно реже выполняемые спортсменами гребки второй группы (для изменения направления лодки) обеспечиваются сгибанием нижней руки в плечевом суставе (поднимание плечевой кости вверх-вперед) и приведением либо отведением плеча к туловищу. Гребки для отклонения курса лодки (bow rudder, зацеп), совершаемые с одной стороны относительно проекции лодки, выполняются на краю анатомически возможного диапазона разгибания и внешнего вращения в плечевом суставе верхней руки.

Помимо плечевых суставов, туловище также выполняет большое количество разнообразных движений: поворачивается и сгибается при каждом гребке, может наклоняться в сторону. Например, при выполнении гребка вперед туловище наклоняется и поворачивается в сторону нижней руки в фазе захвата и тяги. Для увеличения силы, проходящей через биомеханическую цепь и в конечном итоге продвигающей лодку вперед, повороты туловища при одновременном разгибании в плечевом суставе должны выполняться одновременно (31).

Исходя из рассмотренных выше кинематических (движение лодки и движения спортсмена) и кинетических (внешние силы, действующие на лодку и гребца) особенностей гребного слалом становится очевидным, что при гребле используется множество различных сочетаний движений в плечевом суставе и позвоночнике. Следовательно, оптимальная физическая подготовленность спортсмена определяется способностью верхних конечностей создавать большую силу, должным уровнем подвижности в суставах и объемом движений, а также

способности передавать силу в лодку через биомеханическую цепь без потерь.

Антропометрия

Не смотря на отсутствие научных данных, среди слаломистов распространено мнение о том, что увеличение анатомического поперечника (т.е. гипертрофия) мышц нижних конечностей может негативно сказаться на результате, поскольку это понизит общий центр масс и «загрузит» носовую часть лодки. Результаты исследования (24), в котором приняли участие элитные гребцы-слаломисты, мужчины (возраст 28.1±5.2 лет) и женщины (26.3±4.8 лет), позволяют говорить об отсутствии статистической связи между размерами нижних конечностей и временем прохождения трассы (Табл. 1).

Поскольку правилами гребного слалом не определены весовые категории для участия в соревнованиях, то гипертрофия мышц в результате долгосрочной силовой подготовки (26) для увеличения максимальной силы мышц благотворно скажется на соревновательном результате.

Энергообеспечение мышечной деятельности

Большинство исследований, посвященных изучению энергообеспечения мышечной деятельности спортсменов в гребном слаломе, проводилось на каякерах (2, 33), однако их результаты могут быть перенесены и на каноистов. Исследованиями с участием высококвалифицированных спортсменов было показано, что 45-50% энергетического запроса, возникающего при прохождении слаломной трассы, обеспечивается аэробным путем и 30-35% за счет анаэробного гликолиза (33). Оставшиеся 20-25% требуемой энергии высвобождаются за счет креатинфосфатного механизма ресинтеза АТФ без образования лактата.

Табл. 1
Антропометрические показатели элитного гребца слаломиста (24)

Пол	Масса тела, кг	Длина тела, см	Сумма по 6 КЖС, мм	Обхваты, см					
				Грудь	Плечо напряженное	Талия	Ягодицы	Бедро	Голень
Мужчины	72.5±5.8	1.77±0.07	35.5±6.4	102.9	35.0±1.5	80.2±3.4	91.8±3.3	53.5±2.0	35.7±1.3
Женщины	59.0±4.4	1.68±0.05	44.8±9.8	91.0±3.6	30.1±1.0	69.9±2.6	89.7±2.7	52.9±2.1	34.1±1.2

При прохождении трассы деятельность спортсмена имеет прерывистый характер с периодами быстрого возрастания скорости до 16 км/ч (при движении по течению) и ее падения до 2 км/ч, при движении против течения (33).

Элитные спортсмены при прохождении трассы «читают» течение и используют поток для увеличения скорости лодки, прикладывая минимум мышечных усилий (33). При движении против течения и при прохождении ворот от спортсмена требуется способность создать большую силу в короткий промежуток времени для продвижения или поворота лодки.

Частота сердечных сокращений высококвалифицированных спортсменов-каякеров при прохождении трассы достигает высоких значений (177±7 уд./мин.), что составляет 92% от максимально возможной индивидуальной частоты сердечных сокращений (ЧСС_{max}). Пиковая концентрация лактата после гонки составляет 8.1±1.6 мМоль (63% от максимально возможной концентрации) (33). Подобные очень высокие показатели ЧСС и лактата достигаются в результате высокоинтенсивной работы для создания большого количества силы. При этом, высокий уровень развития аэробной системы энергообеспечения может обеспечить достаточный уровень восстановления между периодами высокоинтенсивной работы как при прохождении трассы, так и между гонками (32).

Основными показателями, определяющими аэробные способности спортсмена, являются мощность (МПК, максимальное потребление кислорода) и эффективность (ПАНО, порог анаэробного обмена). У нетренированных людей ПАНО наступает при потреблении кислорода примерно 50 % от МПК, а у высокотренированных на выносливость спортсменов — при 80—90 % МПК.

Элитные слаломисты в максимальном тесте на гребном эргометре достигают показателей МПК в среднем 48.7±6.9 мл/мин/кг (33). Долгосрочные исследования МПК гребцов-слаломистов в течении 3 олимпийских циклов (2008-2016 гг.) показали отсутствие достоверных различий в показателе МПК между спортсменами, выступавшими на олимпийских играх и не-олимпийцами (2). На этом основании можно предположить, что мощность аэробного энергообеспечения не является тем фактором, который определяет спортивный результат, и единожды достигнув определённого МПК в дальнейшем достаточно лишь поддерживать его на этом уровне. Напротив, аэробная эффективность (ПАНО) является существенной, поскольку позволяет спортсмену выполнять тот же объем работы намного более экономично и эффективно с точки зрения энергообеспечения мышечной деятельности.

У спортсменов с более низким уровнем технической подготовленности и соревновательного опыта, энергообеспечение более смещено в сторону анаэробного (бескислородного) гликолиза, поскольку они прилагают усилия в более длительных временных промежутках. Для таких спортсменов более подходящей стратегией подготовки будет развитие механизмов энергообеспечения, а улучшение технической подготовленности (умение «читать» поток, развитие «чувства воды»), увеличение доступного диапазона движений в суставах, развитие силы верхних конечностей и развитие способности передавать силу через биомеханическую цепь в лодку с минимальными потерями. Как только все эти задачи будут решены, спортсмен естественным образом перейдет на такое соотношение механизмов энергообеспечения,

которое присуще более квалифицированным спортсменам.

Травмы и причины их возникновения

Бурная вода обуславливает случайный характер возникновения травм. Однако большинство из них возникает из-за многократно повторяющихся травмирующих воздействий в силу неправильных движений или излишней нагрузки на суставно-связочный аппарат.

Плечевой сустав (11, 18) и поясничный отдел позвоночника (18) травмируются наиболее часто. В совокупности, позвоночник и плечевые суставы обеспечивают подавляющий объем движений спортсмена, более того, за счет движения в данных суставах спортсмен создает и передает силу, позволяющую ему продвигать и управлять лодкой.

Небольшой диапазон движений в плечевых суставах, нарушения осанки (сутуловатость, кифотическая или лордическая осанка), мышечный дисбаланс, неправильная техника движений могут привести к импинджмент-синдрому. Он

возникает из-за уменьшения пространства под акромиальным отростком лопатки (пространство между головкой плечевой кости и акромиальным отростком ключицы), патологии вращательной манжеты плеча и других паталогических изменениях в плечевом суставе (13).

Во время поворотов туловища на позвоночник воздействует большое количество различных сил. Сами по себе повороты туловища улучшают состояние позвоночных дисков за счет улучшения циркуляции крови, однако при выполнении поворотов с амплитудой, превышающей индивидуально возможную для данного спортсмена, межпозвоночные диски испытывают избыточное давление позвонков, из-за чего что фиброзное кольцо диска может повреждаться. Диапазон движений в поясничном отделе позвоночника составляет только 5-7° (10). Как только повороты туловища происходят за пределами нормального диапазона, возникает большая сдавливающая повреждающая межпозвоночный диск (5).

Зачастую во время гонки спортсмены одновременно выполняют поворот и сгибание туловища, что значительно увеличивает воздействие на межпозвоночные диски. Исследованиями установлено, что как только спортсмен достигает крайних значений диапазона сгибания туловища, возможный диапазон поворота туловища значительно сокращается (4). Исследования на материале академической гребли (распашное весло), где спортсмены также одновременно выполняют наклон и поворот туловища, позволили установить, что сдавливающая сила, действующая на позвоночник, может в 4,5 раза превышать собственную массу тела спортсмена (29). Одновременные околопредельные сгибание и поворот туловища могут приводить к разрушению межпозвоночного диска (27). Постоянные разрушительные воздействия на позвоночник приводят к хроническим болям, износу межпозвоночных дисков, спондилёзу (10).



Рисунок 3

Схематичное представление исходных положений физической подготовки в гребном слаломе

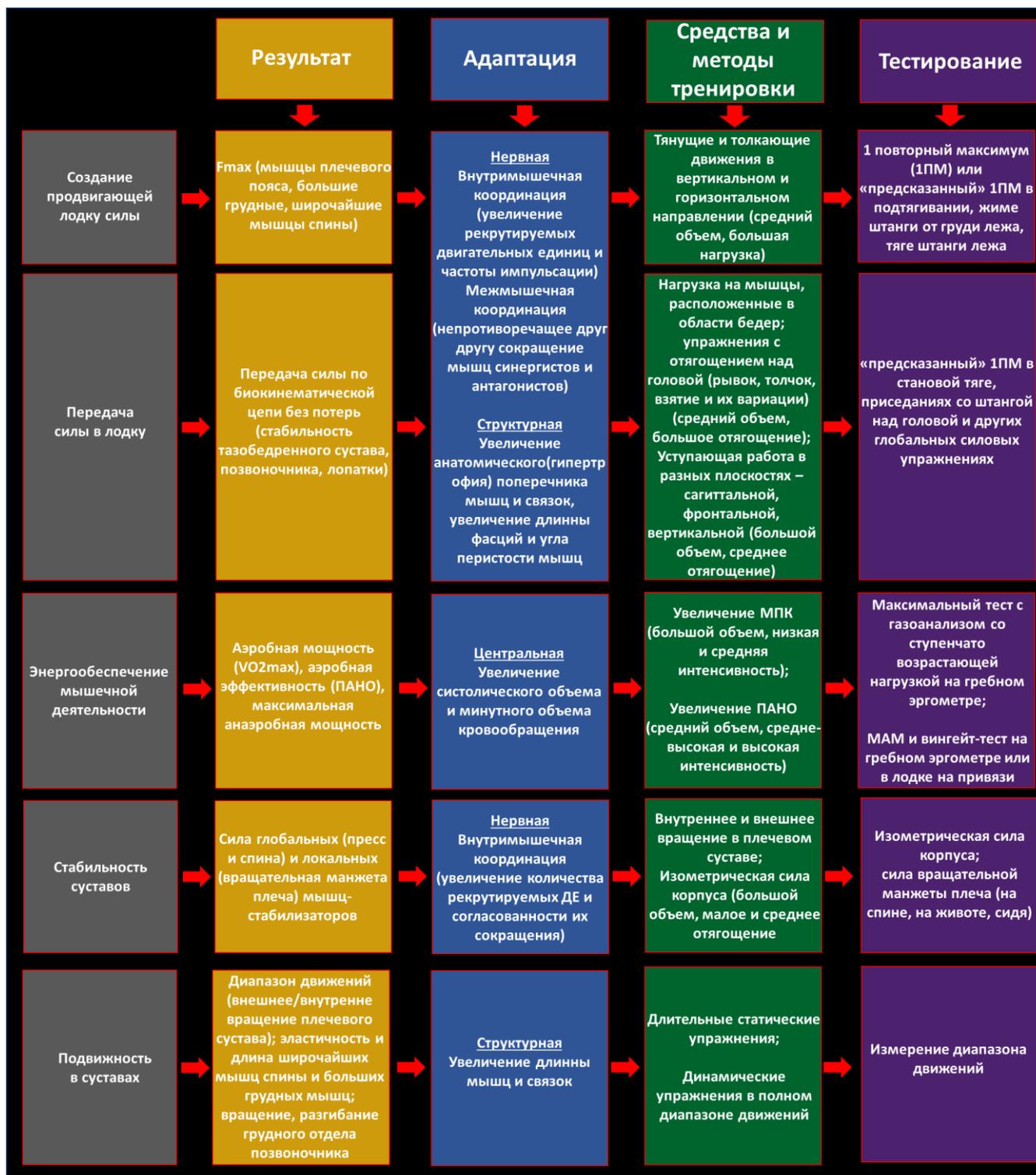


Рисунок 4

Практическое применение исходных положений физической подготовки в гребном слаломе

На основе научных данных можно сделать вывод, что для слаломистов крайне важно иметь достаточный диапазон движений в плечевых суставах и позвоночнике. Сила мышц, расположенных вокруг данных суставов и стабилизирующих их, также будет способствовать спортивному долголетию.

Основы физической подготовки

Изучив особенности вида спорта, далее необходимо определить задачи физической подготовки, которые бы согласовались с целями долгосрочного развития. Задачи должны формулироваться

совместно с тренерами и спортивными руководителями.

В данной статье мы рассмотрим 4 задачи, 3 ключевых элемента и 2 суб-элемента физической подготовки (Рис. 3):

- проявлять максимальную мощность на всем протяжении гонки: гребной слалом является скоростно-силовым видом

спорта с прерывистой высокоинтенсивной нагрузкой, поэтому увеличение максимальной силы (F_{max}) поможет спортсмену прилагать к воде ту же силу с меньшей для себя «стоимостью», либо же увеличить силу гребли за счет увеличения её частоты на тех участках трассы, где требуется интенсивная работа;

- *способствовать правильному выполнению гребковых движений:* сложный состав и структура движений в плечевых суставах, поясничном и грудном отделах позвоночника требует от спортсмена соответствующего диапазона движения и стабильности в этих сегментах. Сила мышц, расположенных вокруг этих сегментов, должна быть достаточной не только для технически правильного выполнения гребковых движений, но и стабилизации суставов и предотвращения травм;

- *без потерь передавать силу от весла в лодку:* критически важно для спортсмена уметь передавать силу от дистальных звеньев (лопасть весла), которые создают силу, к проксимальным звеньям (туловище, ноги, лодка) биокинематической цепи и наоборот. Любое рассеивание силы будет негативно влиять на эффективность гребли;

- *сокращать количество травм:* физическая подготовка должна обязательно включать работу над сегментами тела, в которых могут возникать травмы.

Стратегия подготовки

Для того, чтобы теоретические положения физической подготовки начали приносить результат, необходимо предложить способы их внедрения и осуществления на практике (Рис. 4).

Далее мы подробно разберем каждое из основных положений: результат его внедрения в практику; физиологическую адаптацию, обеспечивающую этот результат; средства и методы тренировки, которые помогут достичь результата; методы

оценки и тесты, позволяющие оценить результат.

Важно заметить, что одни и те же средства и методы тренировки могут способствовать решению нескольких задач физической подготовки.

Создание продвигающей лодку силы

Сила, продвигающая лодку вперед, создается преимущественно за счет верхних конечностей. Исследования в гребле на байдарках и каноэ (спринт) позволили обнаружить связь между тяговой силой верхних конечностей (тяга штанги лежа) и временем прохождения отрезков 2, 5 и 10 м, а также пиковой скоростью (30). Исследования на слаломистах до 23 лет говорят о том, что у спортсменов, которые завоевывали медали на молодежных чемпионатах Мира и Европы мощность тяги штанги лежа и жима штанги лежа выше, чем у спортсменов сборной команды, не сумевши завоевать медали (34). Исходя из этого можно предположить, что в гребном слаломе для прохождения ворот сила верхних конечностей играет огромную роль.

Мышцы-разгибатели плечевого сустава (дельтовидные мышцы плеча и широчайшие мышцы спины) выполняют основную работу как по производству силы, так и стабилизации суставных сумок при выполнении гребка вперед. Большие грудные мышцы обеспечивают «толкающее» движение в вертикальном и горизонтальном направлениях и делают возможными гребки для изменения направления движения лодки (rudder strokes, направляющий).

В зависимости от уровня подготовленности, соматотипа и антропометрии спортсмена, тренировки могут быть направлены как на улучшение механизма иннервации мышц, так и на их гипертрофию.

Передача силы в лодку

При нахождении в лодке подвижность нижних конечностей ограничена. По этой причине мышцы нижних конечностей не участвуют в создании силы, продвигающей лодку. Однако, нижние конечности являются точкой контакта спортсмена с лодкой, поэтому наряду с туловищем они выполняют ключевую роль в передаче силы от весла в лодку.

Рассеивание и потеря силы на любом участке биокинематической цепи будет приводить к серьезному падению результативности каждого гребка. При гребле, стабильность сегментов и суставов (тазобедренный сустав, позвоночник, лопатка, плечевой сустав) обеспечивает эффективную передачу силы по биокинематической цепи через фасции широчайших мышц спины (14), больших ягодичных и других мышц в лодку.

Далее, плохая стабильность суставов вдоль биокинематической цепи будет создавать неправильную межмышечную координацию, нарушать фазы сокращения-расслабления мышц, ответственных за создание продвигающей лодку силы. Под стабильностью суставов (кроме лопатки, которая не является суставом), мы понимаем способность локальных и глобальных мышц работать согласованно для обеспечения правильного движения в суставе (25).

Так, неправильная позиция тазобедренного сустава будет влиять на мышцы, соединяющие его с поясничным отделом позвоночника и далее на работу мышц спины, поворачивающих, наклоняющих и сгибающих позвоночник. Подобная ситуация еще более увеличивает риск получить травму. Напротив, сохранение правильного положения тазобедренного сустава и, как следствие, более нейтрального положения позвоночника, будет «смягчать» сдавливание межпозвоночных дисков.



Рисунок 5 Тестирование изометрической (статической) силы мышц-сгибателей туловища

Негативным образом на стабильность лопатки будет влиять и недостаточное разгибание в грудном отделе позвоночника (т.е. сутулость), поскольку лопатка движется вдоль ребер, прикрепленных к грудному отделу позвоночного столба (19). Динамическая стабильность лопатки важна для обеспечения плечелопаточного ритма (совместное движение плечевой кости и лопатки при отведении в плечевом суставе и вращении лопатки вверх). Мышцы вращательной манжеты плеча, которая крепится к лопатке и плечевой кости, обеспечивают стабильность плечевого сустава (удержание плечевой кости в суставной впадине лопатки).

Увеличения диапазона движения лопатки на 1° прибавляет 2° градуса движения в плечевом суставе, таким образом обеспечивая эффективный плечелопаточный ритм. Большой плечелопаточный ритм преимущественно достигается сокращением мышц-стабилизаторов лопатки (трапециевидные, ромбовидные, зубчатые мышцы) (19).

Исходя из этого, сутулость в грудном отделе позвоночника уменьшает плечелопаточный ритм и не только не позволяет производить большее усилие и передавать его с меньшими потерями, но и увеличивает риск возникновения травмы.

Упражнения, выполняемые за счет мышцы, расположенные в области бедер и выполняемые с акцентом на уступающей работе (эксцентрическая фаза), такие как становая тяга или румынская «мёртвая» тяга с контролируемым опусканием штанги, помогут укрепить обеспечивающие осанку и передачу силы через биокинематическую цепь мышцы. При выполнении подобных упражнений важно, чтобы тазобедренный сустав был в правильном (нейтральном) положении, сохранились анатомические изгибы позвоночника, лопатки были сведены и оставались в сведённом положении.

В результате подобной тренировки можно ожидать улучшения передачи силы в лодку. Результат можно оценить с помощью «предсказанного» 1 повторного максимума («предсказанный» 1ПМ): выполнение нескольких подходов с акцентом на уступающей работе по 3 попытки с разным весом отягощения.

Другие упражнения также могут улучшить стабильность. Например, приседания со штангой над головой вовлекают в работу мышцы, поднимающие нижний угол лопатки вверх-наружу, а плечевой сустав – наружу. Это упражнение также поможет укрепить пояснично-подвздошные мышцы и мышцы,

отводящие бедро в сторону (средняя и малая ягодичные мышцы), стабилизирующие, соответственно, позвоночник и тазобедренный сустав (21).

Толкающие и тянущие в вертикальном направлении действия, выполняемые по всей возможной амплитуде движения, также увеличивают стабильность в плечевом суставе и улучшают плечелопаточный ритм. Тяжелоатлетический рывок (snatch) поможет улучшить стабильность при динамической работе, ещё более подготавливая спортсмена к гребле. Любые упражнения, предполагающие сгибание и разгибание туловища в сагиттальной плоскости (тяги, приседания, приседания со штангой над головой, рывок) могут быть использованы для тренировки мышц туловища (7), передающих силу по биокинематической цепи и стабилизирующих позвоночник.

Также, в подготовке необходимо использовать и подводящие (подготовительные, упрощенные) упражнения из тяжелой атлетики.

Энергообеспечение мышечной деятельности

Высокий уровень развития энергетических систем позволяет сохранять необходимую мощность действий на протяжении всей гонки. В гребном слаломе вклад аэробного энергообеспечения преобладает над гликолитическим и креатинфосфатным (33).

На мощность аэробного механизма энергообеспечения и работоспособность спортсмена влияют центральные (увеличение камеры и стенок левого желудочка, утолщение миокарда) и периферические (активность окислительных ферментов клеток, ширина кровеносных сосудов, разветвленность капиллярной сети, количество миоглобина, количество митохондрий в мышцах) формы адаптации сердечно-сосудистой системы.



Рисунок 6 Ходьба с удержанием штанги или гантелей (А), жим штанги одной рукой сидя на полу (В), упражнение с роликом или штангой (С)

Центральные механизмы играют ключевую роль в развитии аэробной мощности (МПК), тогда как периферические определяют его эффективность (ПАНО) (20).

Исследованиями установлено, что увеличение МПК сопровождаются увеличением минутного объема крови, тогда как с увеличением ПАНО увеличивается количество митохондрий, активность их окислительных ферментов, расширяется капиллярная сеть (8, 12).

Чтобы добиться необходимого уровня развития аэробного механизма энергообеспечения, в организме спортсмена должны произойти процессы как центральной, так и периферической адаптации. В зависимости от подготовленности спортсмена, тренировки могут быть направлены как на увеличение МПК, так и на увеличение числа митохондрий и окислительных ферментов.

Для повышения МПК необходимы длительные тренировки с низкой интенсивностью. Например, если ПАНО составляет 75% от МПК, то для развития МПК

можно выполнять интервальную работу в течении 4-9 минут с интенсивностью 70-75% от МПК и отдыхом 1 минуту между интервалами. Общая длительность тренировки в таком случае будет составлять от 40 до 60 минут (20).

Для спортсменов с недостаточным уровнем развития аэробной мощности (МПК) рекомендуется увеличить количество низкоинтенсивной аэробной работы, в том числе и на суше. Для увеличения аэробной эффективности можно использовать интервальные тренировки с интенсивностью на ПАНО или несколько превышающую его: например, выполнять 3-5 ускорений длительностью 5-7 минут с интервалами отдыха 3 минуты между повторениями.

Аэробные тренировки лучше всего проводить в разные дни с силовой подготовкой. Если же аэробная и силовая тренировка планируются на один и тот же день, то желательно первую тренировку сделать силовой (9) направленности и постараться обеспечить не менее чем 6-ти

часовой перерыв между тренировками (17).

Спортсменам, которые уже достигли высокого уровня МПК, рекомендуется сокращать количество тренировок аэробной направленности и сделать акцент на развитии максимальной силы (F_{max}). Подобная рекомендация основана на понимании, что другие факторы (ПАНО, F_{max} , передача силы в лодку, стабильность и подвижность в суставах) играют в гребном слаломе более значимую роль в повышении спортивной результативности и предотвращении травм.

Подвижность в суставах

Подвижность в суставах позволяет выполнять гребки из положений, позволяющих создавать больше силы и эффективнее взаимодействовать с водой и лодкой. Более того, чтобы выполнять гребки с необходимой амплитудой, спортсмену крайне желательно иметь большой диапазон движений плеча и позвоночника.

Как было отмечено ранее, недостаточная подвижность в плечевом суставе может стать причиной травмы вращательной манжеты плеча. Длина и эластичность больших грудных и широчайших мышц спины также определяет подвижность плечевых суставов (в частности, вращение плеча наружу), поскольку сухожилия этих мышц проходят через бороздки на проксимальном эпифизе плечевой кости.

Поясничный отдел позвоночника имеет очень ограниченный диапазон движений, поэтому большие повороты в грудном отделе значительно повышают риск получения травмы. Как было отмечено ранее, подвижность лопатки и плечелопаточный ритм могут уменьшаться из-за сутулости спортсмена, поскольку лопатка двигается вдоль грудной клетки, ребра которой крепятся к грудному отделу позвоночника.

Для того, чтобы увеличить диапазон движений в суставах и увеличить амплитуду движений используются длительные статические тренировки на растягивания и динамическое растягивание мышц. Такие упражнения позволяют увеличить длину мышц и связок.

Упражнения для развития гибкости и подвижности в суставах могут выполняться в подготовительной части тренировки до и после разминки, в основной части силовой тренировки (в перерывах отдыха между подходами), в завершающей части занятия.

Стабильность суставов

Ранее в основном были описаны упражнения, вовлекающие в работу большое количество мышц и требующие проявления больших показателей мощности.

Исследованиями установлено, что небольшие мышцы, такие как вращательная манжета плеча или глубокие мышцы корпуса больше поддаются тренировке на выносливость, поскольку состоят преимущественно из красных (I-тип, медленные) мышечных волокон (16). Игнорирование тренировки локальных мышц, поддерживающих суставы, приводит к их нестабильности из-за доминирования крупных мышц и мышечных групп, обеспечивающих движение в этом же суставе. Поэтому работа над локальными мышцами необходима для достижения стабильности суставов и предотвращения травм. Красные мышечные волокна вращательной манжеты плеча хорошо воспринимают большие объемы работы с небольшим и средним весом отягощения и интенсивностью.

Сила глубоких мышц корпуса (группа мышц, выпрямляющих позвоночник, многораздельные мышцы, квадратная мышца поясницы) крайне важна для здоровья позвоночника (5). Роль позвоночника можно описать

так: «создавать, поглощать, передавать силу и движения к терминальным сегментам тела в процессе выполнения двигательных действий (28).

Для выполнения этих функций в процессе гребли мышцы живота (наружная и внутренняя косая мышцы живота, прямая мышца живота), нижней и верхней части спины (трапециевидные, ромбовидная, широчайшие мышцы спины), локальные мышцы (выпрямляющие позвоночник, поперечная мышца живота, квадратная мышца поясницы, подвздошно-поясничная мышца) должны сокращаться с должной силой.

Большие мышечные группы отвечают не столько за движения сегментов тела относительно друг друга, сколько за создание момента силы (т.е. силы во вращательном движении) грудного отдела относительно поясничного отдела позвоночника (10). Для того, чтобы мышцы корпуса стабилизировали позвоночник и обеспечивали передачу силы без потерь, на них нужно воздействовать длительными статическими нагрузками в разных исходных положениях (на спине, на животе, на правом и левом боку).

Поскольку на протяжении гонки туловище спортсмена двигается во всех плоскостях (фронтальной, сагиттальной, вертикальной), то для развития стабилизирующих способностей мышц корпуса необходимо выполнять упражнения из разных исходных положений с акцентом на уступающей работе, а также с утяжелением, расположенном над головой. Такими упражнениями могут быть: ходьба с удержанием штанги или гантелей (dumbbell farmer's walk variations), жим штанги одной рукой сидя на полу (seated landmines), упражнения на пресс роликом или штангой (barbell rollouts), (Рис. 6 А, В, С соответственно).

Описанные выше упражнения помогут также увеличить силовые способности мышц корпуса, плечевого пояса

и рук, сделать мышцы более прочными.

Поскольку в гребном слаломе спортсмены сидят в лодке, то одним из методических приемов может стать использование знакомых упражнений, но с уменьшенной площадью опоры (например, сидя). Однако данный прием можно использовать только на более поздних этапах многолетней спортивной подготовки или годичного цикла, после того как спортсмен достиг необходимого уровня стабильности в упражнениях с обычной (широкой) опорой. Так, жим штанги одной рукой в подготовительном этапе можно выполнять стоя, а в предсоревновательном – сидя.

Оценить силу туловища можно с помощью теста, предполагающего изометрический режим работы мышц-сгибателей (Рис. 5) или разгибателей позвоночника. Тест выполняется либо до отказа, либо по времени. О высоком уровне силы туловища взрослых спортсменов можно говорить, если спортсмен способен удерживать положение лицом вниз или на боку на протяжении 200 секунд, лицом кверху – 140 секунд.

Выводы

Разработка исходных положений физической подготовки в гребном слаломе является необходимым условием построения обоснованного процесса спортивной подготовки. Разработка исходных положений физической подготовки позволяет лучше понять вид спорта и структурировать элементы подготовки. Также это позволяет выявить слабые места спортсменов и недостатки в построении процесса подготовки. Например, зачастую сила нижних конечностей игнорируется тренерами, однако наш анализ позволил выявить важность силы мышц, расположенных вокруг и ниже тазобедренного сустава.

Знание исходных положений физической

подготовки поможет тренерам лучше понять функциональную анатомию и физиологию организма спортсмена, и на основе этих знаний подходить к процессу планирования и реализации подготовки более обоснованно и гибко, учитывая при этом индивидуальные особенности и потребности спортсмена.



Ишон Роули-Сайн

консультант по спорту НОК Китая (академическая гребля)



Райан Кинг

Директор по спортивной подготовке женской футбольной суперлиги и консультант Футбольной ассоциации Англии

Список литературы

1. Baker J. Biomechanics of paddling. In: Proceedings of the 30th Annual Conference of Biomechanics in Sport. Melbourne, Australia, 2012. Available at: <https://ojs.uib.no/ikonstan/z.de/cpa/article/view/5171>. Accessed March, 15, 2016.
2. Bielik V, Messias LHD, Vajda M, et al. Is the aerobic power a delaminating factor for performance on canoe slalom? An analysis of Olympic Slovak canoe slalom medalists and non-Olympics since Beijing 2008 to Rio 2016. *J Hum Sport Exerc* 14: 1–18.
3. Blazeovich A. Hydrodynamics: Propulsion. *Sports Biomechanics. The Basics: Optimizing Human Performance* (2nd ed). New York, NY: Bloomsbury. 2000. pp. 167–186.
4. Burnett A, O’Sullivan P, Ankarberg L, et al. Lower lumbar spine axial rotation is reduced in-end range sagittal postures when compared to a neutral spine posture. *Man Ther* 13: 300–306, 2008.
5. Chan S, Ferguson S, Wuertz K, Ganteinbein-Ritter B. Biological response of the intervertebral disc to repetitive short-term cyclic torsion. *Spine* 36: 2021–2030, 2011.
6. Chow J, Knudson D. Use of deterministic models in sports and exercise biomechanics research. *Sports Biomech* 10: 219–233, 2011.
7. Clark D, Lambert MI, Hunter AM. Contemporary perspectives of core stability training for dynamic athletic performance: A survey of athletes, coaches, sports science and sports medicine practitioners. *Sports Med Open* 4: 32–42, 2018.
8. Davies KJ, Packer L, Brookes GA. Biomechanical adaptation of mitochondrial, muscle, and whole-animal respiration to endurance training. *Arch Biomech Biophys* 209: 539–554, 1981.
9. Garcí’a-Pallare’s J, Sa’nchez-Medina L, Carrasco L, Di’az A, Izquierdo M. Endurance and neuromuscular changes in world-class level kayakers during a periodized training cycle. *Eur J Appl Physiol* 106: 629–638, 2009.
10. Gillies A, Dorgo S. Preventing lumbar injuries in rotational striking athletes. *Strength Cond* 35: 55–62, 2013.
11. Heinrichs KI. Shoulder anatomy, biomechanics and rehabilitation considerations for the white-water slalom athlete: Part 1. *Strength Cond J* 13: 26–35, 1991.
12. Henriksson J, Reitman JS. Time course of changes in human skeletal muscle succinate dehydrogenase and cytochrome oxidase activities and maximal oxygen uptake with physical activity and inactivity. *Acta Physiol Scand* 99: 91–97, 1977.
13. Herrington L, Horsley I. Effects of latissimus dorsi length on shoulder flexion in canoeists, swimmers, rugby players and controls. *J Sport Health Sci* 3: 60–66, 2013.
14. Horsely I, Ashworth B. The athletic shoulder. In: *Sports Injury Prevention and Rehabilitation—Integrating Medicine and Science for Performance Solutions*. D Joyce and D Lewindon. Oxon, United Kingdom: Routledge, 2016. pp. 259–273.
15. Hunter A, Cochrane J, Sachlikidis A. Canoe slalom competition analysis. *J Sports Biomech* 7: 24–37, 2008.
16. Johnson MA, Polgar J, Weightman D, Appleton D. Data on the distribution of fiber types in thirty-six human muscles: An autopsy study. *J Neuro Sci* 18: 111–129, 1973.
17. Jones TW. The interference phenomenon Sequencing of training. In: *Concurrent Training—Neuroendocrine and Molecular Mechanisms of Strength and Endurance Training Incompatibility* 55–59. Northumbria University PhD Thesis, 2014.
18. Kameyama O, Shibano K, Kawakita H, Ogawa R, Kunamoto M. Medical check of competitive canoeists. *J Ortho Sci* 4: 243–249, 1999.
19. Kibler WB. The role of the scapula in athletic shoulder function. *Amer J Sports Med* 26, 1998: 325–337.

20. Macdougall D, Sale D. Training for endurance sports. In: *The Physiology of Training for High Performance*. Oxford, United Kingdom: Oxford University Press, 2014. pp. 219–230.
21. McGill S. Helpful facts: Anatomy, injury mechanisms and effective training. In: *Ultimate Back Fitness and Performance* 61–94. Ontario, Canada: Backfitpro, 2009.
22. Michael JS, Smith R, Rooney KB. Determinants of kayak paddling performance. *Sports Biomech*: 167–179, 2009.
23. Nibali M, Hopkins W, Drinkwater W. Variability and predictability of elite competitive slalom canoe-kayak performance. *Eur J Sports Sci* 11: 125–130, 2011.
24. Ridge BR, Broad E, Kerr AD, Ackland TR. Morphological characteristics of Olympic slalom canoe and kayak paddlers. *Eur J Sports Sci* 7: 107–113.
25. Sangwan S, Green AR, Taylor NF. Characteristics of stabilizer muscles: A systemic review. *Physio Can* 66: 348–358, 2014.
26. Schoenfeld BJ. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *J Strength Cond Res* 24: 2857–2872, 2010.
27. Shirazi-Adl A. Nonlinear stress analysis of the whole lumbar spine in torsion Mechanics of facet articulation. *J Biomech* 27: 289–299, 1994.
28. Spencer S, Wolf A, Rushton A. Spinal exercise prescription in sport: Classifying physical training and rehabilitation by intention and outcome. *J Athl Train* 51: 613–628, 2016.
29. Thornton JS, Vinther A, Wilson F, et al. Rowing injuries: An updated review. *Sports Med* 47: 641–661, 2017.
30. Uali I, Herrero AJ, Garatachea N, et al. Maximal strength on different resistance training rowing exercises predicts start phase performance in elite kayakers. *J Strength Cond Res* 26: 941–946, 2012.
31. Wassinger CA. Kinematics during the kayak stroke. In: *Biomechanical and physical characteristics of whitewater kayakers with and without shoulder pain* [PhD dissertation]. Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh, 2007.
32. Wilson JM, Marin PJ, Rhea MR, et al. JCA concurrent training: A meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercise. *J Strength Cond Res* 26: 2293–2307, 2012.
33. Zamparo P, Tomadini S, Didone F, Grazzina F, Rejc E. Bioenergetics of a slalom kayak (K1) competition. *Int J Sports Med* 27: 546–552, 2016.
34. Bielik, Viktor & Lendvorský, Leonard & Vajda, Matej & Lopata, Peter & Ruzbarsky, Pavel & Masselli, Ivan & Messias, Leonardo. (2021). Comparison of Aerobic and Muscular Power Between Junior/U23 Slalom and Sprint Paddlers: An Analysis of International Medalists and Non-medalists. *Frontiers in Physiology*. 11. 617041. 10.3389/fphys.2020.617041.