

Министерство спорта российской федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ
(ФГБОУ ВО «ВГИФК»)

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПОДГОТОВКИ РЕЗЕРВА
СПОРТИВНЫХ СБОРНЫХ КОМАНД РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
В ПРЫЖКАХ В ВОДУ И В СПОРТИВНОЙ ГИМНАСТИКЕ
(ПО МАТЕРИАЛАМ ЗАРУБЕЖНОЙ ПЕЧАТИ)**

**Попова И.Е., Савинкова О.Н., Артемьева С.С.,
Двурекова Е.А., Черных А.В., Седоченко С.В.,
Мануковская Т.В., Бегидова Т.П.**

Воронеж 2018

УДК 797.26 + 796.413/418
ББК 75.717.6+75.6
П 58

Методические рекомендации по совершенствованию подготовки резерва спортивных сборных команд Российской Федерации в прыжках в воду и в спортивной гимнастике (по материалам зарубежной печати) / Попова И.Е., Савинкова О.Н., Артемьева С.С., Двурекова Е.А., Черных А.В., Седоченко С.В., Мануковская Т.В., Бегидова Т.П., 2018. – Воронеж: ВГИФК. – 52 с.

Подготовлено по результатам НИР на тему: «Разработка научно-методических материалов по проблемам совершенствования подготовки спортсменов высокого класса в прыжках в воду и в спортивной гимнастике (по материалам зарубежной печати)», утвержденной приказом Минспорта России 1078 от 14 декабря 2017 г. «Об утверждении тематического плана проведения прикладных научных исследований в области физической культуры и спорта в целях формирования государственного задания для подведомственных Министерству спорта Российской Федерации научных организаций и образовательных организаций высшего образования на 2018 – 2020 годы».

Утверждено протоколом № 1 заседания ученого совета ФГБОУ ВО «ВГИФК» от 30.08.2018 г.

В методических рекомендациях проведен анализ современной зарубежной литературы, посвященной исследованиям в области физиологии, биохимии, биомеханики спортивной деятельности, теории и методики подготовки спортсменов высокого класса в прыжках в воду и в спортивной гимнастике. Авторы выделили наиболее интересные и важные научные факты, а также современные и перспективные тенденции в научных исследованиях и методике подготовки спортсменов высокого класса в указанных видах спорта.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПУБЛИКАЦИЙ ПО ПОДГОТОВКЕ СПОРТСМЕНОВ В ПРЫЖКАХ В ВОДУ.....	7
1.1 Биомеханические аспекты анализа движений в прыжках в воду....	7
1.2 Морфологические особенности и физическая работоспособность квалифицированных прыгунов в воду.....	12
1.3 Травмы в прыжках в воду.....	13
1.3.1 Рекомендации по предотвращению травм в прыжках в воду.....	14
1.4 Учебно-методические материалы для обучения прыжкам в воду...	16
1.5 Методические рекомендации по совершенствованию подготовки квалифицированных прыгунов в воду.....	32
2. СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПУБЛИКАЦИЙ ПО ПОДГОТОВКЕ СПОРТСМЕНОВ В СПОРТИВНОЙ ГИМНАСТИКЕ....	34
2.1 Биомеханические аспекты анализа движений в спортивной гимнастике.....	34
2.2 Травмы в спортивной гимнастике.....	39
2.3 Особенности функционирования кардио-респираторной системы и метаболизма у квалифицированных спортивных гимнастов.....	40
2.4 Морфологические особенности и физическая работоспособность квалифицированных спортивных гимнастов.....	43
2.5 Методические рекомендации по совершенствованию подготовки квалифицированных спортивных гимнастов.....	46
Список литературы.....	49

ВВЕДЕНИЕ

Организационное и методическое совершенствование систем подготовки спортсменов в различных странах мира на основе новейших технологий, бурное внедрение в спорт современных достижений науки и техники приводят к исключительно высокой конкуренции в крупнейших соревнованиях и постоянному росту спортивных достижений. Предполагаемой стабилизации мировых спортивных достижений на современном этапе не произошло, а в некоторых видах спорта темпы обновления рекордов даже увеличились.

Прыжки в воду – вид спорта, включающий выполнение прыжков с трамплина (высота 3 м) и вышки (5; 7,5 или 10 м – по выбору спортсменов) с разнообразными вращениями и входом в воду головой или ногами. Прыжки в воду различаются по исходному положению – из передней и задней стоек, со стойки на руках; по направлению вращений – вперед, назад и с винтами; по сложности выполнения – коэффициенту трудности (количеству и сложности вращений). Качество прыжков (высота вылета, вход в воду с наименьшим количеством брызг и др.) оценивается судьями по 10-бальной системе.

Олимпийские соревнования на трамплине включают выполнение пяти обязательных прыжков-полуоборотов, пяти произвольных – у женщин и шести – у мужчин. Соревнования проводятся в два этапа - предварительные и финальные. Итоговый результат включает половину суммы баллов, полученных в предварительных соревнованиях, и общую сумму баллов – в финальных.

Анализ тенденций развития прыжков в воду за последние 30 лет, выявил поступательное усложнение программы и усовершенствование техники исполнения прыжков, овладение «погашенным» входом в воду, изменение правил соревнований и системы судейства, введение в программу соревнований синхронных прыжков с трамплина и вышки и прыжков с трамплина 1 метр. Это дает основание прогнозировать дальнейшее развитие прыжков в воду в следующих направлениях:

- совершенствование техники исполнения прыжков спортсменами;
- повышение сложности соревновательных программ и уровней общей и специальной физической подготовленности спортсменов;
- совершенствование методики обучения и тренировки прыжкам в воду;
- совершенствование средств подготовки спортсменов и инвентаря: (трамплинных досок, средств страховки, помощи и вспомогательных спортивных снарядов, тренажерных устройств, средств специализированной подготовки);
- повышение психологической устойчивости и надежности спортсменов при выступлении в ответственных соревнованиях;
- внедрение в практику надежных средств контроля технического исполнения прыжков, а также физического и психофизиологического

состояния спортсменов.

Основной тенденцией развития прыжков в воду уже многие годы является повышение сложности соревновательных программ. Об этом свидетельствуют данные динамики суммарного коэффициента трудности произвольных прыжков программы (SKT) как у мужчин, так и у женщин.

Для освоения сложнейших прыжков в воду необходимо увеличение физического потенциала спортсменов, а также времени на техническую подготовку. История прыжков в воду также показывает, что форсирование сложности прыжков в юношеском возрасте никогда не приводило к высоким результатам и, как правило, заканчивалось травмами (физическими или психологическими) и ранним завершением спортивной карьеры.

Система подготовки прыгунов в воду сегодня строится на увеличении объемов выполняемых упражнений. Техника прыжков в воду основывается на законах физики, биомеханики и физиологии, которые определяют эффективность работы мышц и ориентировки в пространстве.

Теоретическая подготовка является одним из конкретных путей применения принципов сознательности и активности в обучении и тренировке. В свое время отдельные физически одаренные прыгуны достигали сравнительно высоких спортивных результатов и, не имея теоретической подготовки. Однако, в настоящее время уровень достижений в прыжках в воду настолько возрос, а объем используемых средств подготовки и тренировочных нагрузок настолько увеличился, что достичь действительно высоких и стабильных результатов уже невозможно без глубокого знания рациональной техники, методики обучения и тренировки, без знания основных положений анатомии и физиологии, биомеханики и психологии, гигиены спортивной тренировки.

Прыжки в воду и спортивная гимнастика относятся к сложно-координационным видам спорта. Не смотря на различия в кинематике, средах выполнения упражнений (водная-воздушная в прыжках в воду и воздушная-твердая в спортивной гимнастике) эти виды имеют много общих черт, методик подготовки, путей адаптации организма.

Спортивная гимнастика – это олимпийский вид спорта, который включает в себя соревнования в вольных упражнениях, упражнениях на гимнастических снарядах, а также в опорных прыжках. В программу женского многоборья включены: вольные упражнения, упражнения на брусках разной высоты, бревне и опорных прыжках. Программа мужского многоборья: вольные упражнения, опорный прыжок, а также упражнения на следующих снарядах: кольцах, коне, перекладине и параллельных брусьях.

Спортивная гимнастика как вид спорта относится к сложно-координационному, технико-эстетичному виду спорта, специфика которой заключается, прежде всего, в управлении движениями собственного тела в зависимости от ранее заданной программы и в искусственности двигательных форм, являющихся предметом соревнований. Отличительной особенностью спортивной гимнастики является то, что это – снарядовая

гимнастика.

Подготовка спортсменов в сложно-технических видах гимнастики предполагает взаимосвязь многих факторов, без которых в наше время не представляется система тренировки в целом. Наиболее значимыми факторами являются: методика тренировки, планирование, уровень квалификации тренеров и спортсменов, материально-техническое оснащение процесса тренировки, соревнований и т.д.

Значительный рост спортивных достижений в спортивной гимнастике связан с целым рядом факторов: во-первых, с внедрением новых методов тренировки, которые отличаются большей эффективностью; любые перемены в методике тренировки направлены, прежде всего, на улучшение спортивных результатов; во-вторых, с изменением условий проведения соревнований, совершенствованием инвентаря, оборудования, спортивной экипировки; в-третьих, со значительным увеличением объемов тренировочной работы (за последние тридцать лет – более чем вдвое); в-четвертых, с использованием новых приемов повышения работоспособности (психологической и физиологической направленности), созданием новых фармакологических средств восстановления спортсменов; общеизвестно, что понятие «спортивное соревнование» помимо соревновательной деятельности самих спортсменов охватывает соучастие в состязании, конкуренцию заинтересованных лиц (тренеров, представителей спортивной науки и др.).

Это способствует интенсификации научных разработок, связанных с созданием новейших средств восстановления, средств повышения эффективности тренировочного процесса; в-пятых, с экономическими стимулами соревнований.

Анализ тенденций развития мирового спорта позволяет выявить следующие специфические для современного спорта тенденции:

- обострение соревновательной конкуренции и расширение географии призеров как результат общего повышения уровня подготовленности атлетов в странах с традиционно высоким уровнем развития и появления на мировой арене классных спортсменов из стран с относительно низкими спортивными достижениями;

- рост и концентрация сложности соревновательных программ;
- поиск новых сложных элементов, связок, соединений;
- повышение роли и доли специальной физической подготовки в учебно-тренировочном процессе;
- доведение технического мастерства до уровня виртуозности;
- сочетание общего и индивидуального подходов в планировании и программировании процесса подготовки сборных команд.

Концепция подготовки предусматривает текущую тактическую коррекцию параметров тренировочной нагрузки в зависимости от индивидуального состояния конкретных гимнастов при сохранении общей стратегической подготовки команды.

1 Систематический обзор публикаций по подготовке спортсменов в прыжках в воду

1.1 Биомеханические аспекты анализа движений в прыжках в воду

Последовательность и инвариантность движений традиционно рассматриваются как неотъемлемые черты приобретения мастерства и спортивных достижений высококвалифицированных прыгунов в воду. В ряде работ поднимаются вопросы о традиционном подходе элитных прыгунов в воду к отказу (прекращению отталкивания) с целью выполнения только идентичных, инвариантных моделей движения во время упражнения.

Для обучения адаптации модели движения при изменяющихся условиях отталкивания и завершения запланированного погружения, а не отказа от него, была проведена 12-недельная программа обучения (2 раза в день, 6,5 часа в день) для 4 женщин прыгуньи с трамплина высокого класса. Результаты показали, что после завершения тренировки спортсменки были способны успешно адаптировать свои модели движения в более разнообразных условиях отталкивания для достижения большей последовательности и стабильности долгосрочных результатов.

На основании этих данных могут быть высказаны рекомендации о включении в тренировочный процесс специализированных программ, направленных на обучение спортсменов видоизменять свое поведение и схему выполнения прыжка в меняющихся условиях для достижения поставленного результата. Тренинги такого рода могут быть полезными для спортсменов с жестко сложившимися моделями движения для обучения вариативности двигательных действий.

Известно, что во время обучения прыжкам в воду используют два радикально отличающихся тренировочных комплекса (сухопутный и водный). В работе Barris S. и других авторов проведен анализ репрезентативности результатов в обеих средах. Было проведено сравнение кинематики подготовительной фазы реверсивных прыжков, обычно практикуемых в каждой среде. Двумерные кинематические характеристики регистрировали во время обычных тренировок и использовали для внутрииндивидуального анализа. Кинематические характеристики подготовительного этапа отталкивания выявили различия в работе с трамплином (длина шага, высота прыжка, углы нажатия на трамплин) для всех участников ключевых этапов.

Показано, что задачи, связанные с влажной и сухой средой обучения, не являются схожими, и подчеркивают необходимость того, чтобы тренеры рассматривали воспроизводимые методики тренировок в программах подготовки прыгунов. Тренеру всегда необходимо помнить о различиях в схемах выполнения движений в водной и воздушной средах, несмотря на их внешнее сходство [3].

Выполнение прыжков с несколькими поворотами является

неотъемлемым компонентом соревновательных прыжков в воду. В отдельных соревнованиях прыжки осуществляются с трамплина 1 или 3 м, а также с вышки 10 м, и прыгуны используют различные варианты техники ускорения и замедления вращения вокруг оси. Повышающиеся требования в мировом профессиональном спорте, и в прыжках в воду в том числе, ставят перед спортсменами все более усложняющиеся технические задачи.

Heinen T. проведены исследования по изучению влияния различных вариаций техники ускорения и замедления вращения вокруг оси в сальто при погружении 109С (4,5 сальто вперед в группировке) с помощью многокомпонентной компьютерной имитационной модели, основанной на реальном выполнении прыжка квалифицированным спортсменом. Также была проведена оценка возможности добавления дополнительного поворота сальто при погружении 109С.

Применение оптимизированной вариации техники в сочетании с увеличением углового и линейного импульса позволило имитационной модели выполнить прямое погружение с 5,5 оборотами в сальто при достижимых биомеханических ограничениях (1011С погружение).

Сделан вывод о том, что 1011С возможно будет достичь прыгунам, у которых сенсорно-моторная система адекватно адаптирована для выдерживания угловых скоростей приблизительно $1200^\circ/\text{с}$ и которые способны выполнять двойное сальто в раскрытом положении над вышкой [7].

В работе Vieira A.I. и др. рассматривали изокинетические коэффициенты прочности нижних конечностей спортсменов высокой квалификации, прыгающих с трамплина и вышки. Целью исследования было изучение соотношения мышечной силы разгибателей и сгибателей коленного сустава у группы прыгунов в воду высокой квалификации.

Шестнадцать прыгунов в воду (10 женщин и 6 мужчин) из сборной Бразилии были оценены на прочность нижней части тела. Они участвовали в международных соревнованиях, таких как Олимпийские игры 2016 года и Парамериканские игры 2015 года. Динамический концентрический крутящий момент сгибателей и разгибателей коленного сустава оценивали с помощью изокинетического динамометра Biodex. Двусторонние испытания проводились при 60° с^{-1} . Был также измерен коэффициент максимального крутящего момента сгибателя к разгибателю (F/E) и процентная двусторонняя разница (BD%).

Результаты показали, что высококвалифицированные прыгуны в воду показывали высокие значения крутящего момента разгибателей колена ($3,2 \text{ Н}\cdot\text{м}\cdot\text{кг}^{-1}$ для женщин и $3,6$ для мужчин $\text{Н}\cdot\text{м}\cdot\text{кг}^{-1}$). Однако они характеризовались низким уровнем крутящего момента сгибателя колена ($1,5 \text{ Н}\cdot\text{м}\cdot\text{кг}^{-1}$ у женщин и $1,8 \text{ Н}\cdot\text{м}\cdot\text{кг}^{-1}$ у мужчин). Элитные спортсмены продемонстрировали высокую силу разгибателя колена и низкую силу сгибателя колена. Это частично объясняет их низкое соотношение F/E, что может увеличить риск травм колена. Силовые программы и программы

общей физической подготовки должны стремиться исправить дисбаланс силы колена у спортсменов-прыгунов в воду, где это необходимо [28].

Сальто является важным навыком в гимнастике и прыжках в воду, включая трехмерные вращение во время полета спортсмена. Навыки, которые могут быть выполнены во время соревнования, определяются в Международной федерации гимнастики в Кодексе пунктов (CoP WAG, 2013; CoP MAG, 2013; CoP TRA, 2013) и Международной федерации плавания (FINA) в Правилах прыжков (DR FINA, 2015). Сальто – это вращение вокруг горизонтальной оси, перпендикулярной направлению движения, а поворот – это вращение вокруг продольной (с головы до ног) оси тела спортсмена. Чтобы быть награжденным за сложность, связанную с навыками скручивания сальто, прыгун в воду должен одновременно завершить кратные половины скручивания и кратные половины сальто, при этом гимнаст должен завершить кратные половины скручивания и кратные полные сальто. Далее, непреднамеренное вращение в чистом сальто приведет к вычету из счета спортсмена. Таким образом, для спецификации навыка или для определения, будет ли снижение оценки связанное с незапланированным поворотом, необходимо знать количество поворотов завершённых в сальто.

Австралийские исследователи Joanne Mikl и David C. Rye выполнили работу, посвященную квази-твердой воздушной фазе, математически описывающей движения, возникающие в результате постоянного углового момента. Они рассмотрели вращательный аспект движения.

Joanne Mikl и David C. получили уравнения, применимые к квази-жесткой фазе скручивающего сальто. Эти уравнения показывают, что скручивание может быть на практике непрерывно вращающимся или осциллирующим и возможно вычисления сальто, требуемого на половину вращения или полного скручивания. Это описание непосредственно применимо к навыкам полных скручиваний сальто или полу-скручивающихся вращений на сальто.

Математический анализ позволил заключить, что для достижения навыка скручивания сальто, оно должно быть непрерывным. В противном случае могут наблюдаться колебания в скручивании во время кувыркания. Позозависимые инерциальные свойства спортсмена и начальные условия определяют, будет ли непрерывное или колебательное сальто. Ошибка при выполнении сальто растёт в то время, когда число поворотов в сальто уменьшается, когда медиальный и поперечный моменты инерции расходятся, и когда продольный момент инерции приближается либо к медиальному, либо к поперечному моменту инерции. Это необходимо учитывать при обучении спортсмена техники скручивающегося сальто [16].

Сальто Авербах является одним из наиболее технически сложных, поэтому используется многими спортсменами в попытках получить более высокий балл. Однако сальто Авербах создает высокий момент инерции, который требует более высокого отталкивания, большего крутящего момента и гибкости, что затрудняет выполнение спортсменами этого движения.

Прыгуны в воду должны обладать достаточной силой вращения, чтобы добиться отличной результативности в сальто Авербах (Hamill, Golden, & Williams, 1985), а увеличение угловой скорости достигается путем изменения угла наклона тела в момент прыжка (Hamill, Golden, & Williams, 1985).

Jiho Park¹, Ji-seon Ryu и другие исследователи из Национального спортивного университета и института спортивных исследований Кореи провели анализ сальто Авербах в зависимости от уровня мастерства спортсменов. В исследовании приняли участие десять корейских спортсменов-прыгунов в воду со стажем более семи лет. При этом выполняли трехмерный анализ движения с семью инфракрасными камерами (Oqus 300, Qualisys, Sweden).

Наиболее заметная разница в суставном угле в момент отталкивания в зависимости от уровня мастерства было выявлено в тазобедренном суставе. Учитывая, что изменение угловой скорости при отталкивании происходит из-за изменения угла верхней части тела (Hamill, Golden & Williams, 1986), предполагается, что разница в измерениях угла тазобедренного сустава между двумя группами заключается в том, что квалифицированные члены группы осуществляют движения, наклоняя тело более кзади для достижения эффективной угловой скорости, необходимой для сальто. Также показано, что более высокая угловая скорость в коленных и тазобедренных суставах, наблюдаемая в квалифицированной группе, развивается вследствие попыток спортсменов более высокого уровня, по сравнению с менее квалифицированными спортсменами, достигнуть более вертикального расстояния и большего времени для успешного завершения движения, что способствует улучшению результативности. Поэтому предполагается, что достаточный угол разгибания в тазобедренном суставе и более высокая угловая скорость в коленных и тазобедренных суставах являются существенно важными факторами успешного выполнения сальто Авербах, и, что необходимо разработать методы тренировки для улучшения этих способностей спортсменов более низкой квалификации для повышения результативности в прыжках. Для улучшения тренировок прыгунов в воду рекомендуются упражнения на растяжку для обеспечения разгибания в области тазобедренного сустава при отталкивании и силовые тренировки мышц, чтобы увеличить скорость разгибания в коленных и тазобедренных суставах [10].

Прыгунам с трамплина необходима значительная мышечная сила нижней части тела по сравнению с верхней частью, которая достигается при помощи конкретных силовых упражнений. Еще один подход, связанный с прыжками в воду – это профилактика декомпрессионной болезни при погружении в воду. Хотя имеющиеся в настоящее время таблицы и алгоритмы декомпрессии способны снизить риск развития декомпрессионной болезни, они не могут устранить эту болезнь полностью. Существенная доля случаев декомпрессионной болезни классифицируется как «необъяснимая», когда прыгун уже выполнил действия согласно

выбранной модели декомпрессии. Таким образом, в настоящее время большой объем исследований направлен на поиск путей снижения образования микропузырьков газа при декомпрессии. Исследованию оптимизации развития декомпрессии препятствуют большая меж- (и даже внутри-) индивидуальная изменчивость декомпрессионного пузыреобразования после погружения. Другой подход к уменьшению образования пузырьков после погружения – это «предварительная подготовка» прыгунов к погружению. Общая идея этого подхода заключается в том, что пузырьки декомпрессии после погружения возникают на поверхности эндотелия сосудов. Некоторые упражнения влияют на изменение биофизических или химических свойств поверхности эндотелия, что способствует изменению формирования пузырьков газа и вызывает положительный эффект перед погружением: это кислородное дыхание, гипербарические сеансы перед прыжком, воздействие тепла, регуляция уровня гидратации и оксида азота.

Среди различных упражнений, научный интерес представляют вибрационные упражнения для всего тела (WBVE). Вибрации формируются при передаче механических колебаний, когда испытуемый контактирует с вибрационной платформой. WBVE используется в качестве безопасного и доступного упражнения, и были опубликованы важные обзорные статьи об использовании этого упражнения для лечения заболеваний и улучшения физического состояния спортсменов. Механическая вибрация, создаваемая вибрационной платформой – это физическое воздействие колебательного движения рядом с центром тяжести, которое задается биомеханическими параметрами: частотой, амплитудой, пиковым смещением и пиковым ускорением. Кроме того, имеются и некоторые другие параметры, такие как типы вибрации (синхронная, чередующаяся или изометрическая), продолжительность вибрации, время отдыха между подходами, периодичность тренировок и положение испытуемого на виброплатформе.

Некоторые исследования, проведенные на высококвалифицированных спортсменах, указывают на значительный положительный эффект вибрационных тренировок: увеличивается высота вертикального прыжка, механическая мощность, гибкость и мышечная активность.

Весьма важным является поиск оптимальных параметров вибротренировки и ее различных комбинаций для высококвалифицированных спортсменов с целью повышения их физической работоспособности. Исследователями из Рио-де-Жанейро был проведен обзор по использованию WBVE в различных видах спорта, в том числе и прыжках в воду. Для данного вида спорта были проанализированы две публикации с общим числом испытуемых 32 человека (75% мужчин) в возрасте от 17 до 44 лет.

Dallas с соавторами оценивали гибкость и взрывную силу нижних конечностей до, сразу после и через 15 минут после окончания воздействия вибрации. Было отмечено, что гибкость и взрывная сила нижних конечностей

были значительно выше в обоих протоколах WBVE по сравнению с контрольной группой (где вибрация не использовалась). Наибольшее увеличение гибкости и взрывной силы произошло сразу же после воздействия вибрации, и сохранялось в течение 15 минут в обоих исследованиях WBVE, в то время как в контрольной группе все исследованные параметры через 15 минут значительно снизились. Germonpre и соавторы измерили количество пузырьков через 30, 60 и 90 мин после погружения и результаты были оценены в соответствии с индексом тяжести повреждения Киссмана, при сгибании колена и без него. Функция артериального эндотелия измерялась до и после вибрации при помощи поток-опосредованной дилатации. После «вибрационного» погружения наблюдалось значительное снижение количества пузырьков, оцененное в баллах. Использовали синхронную платформу с частотой вибрации от 30 до 50 Гц. Испытуемые находились на платформе в статическом приседе, угол сгибания коленного сустава 120° , выполняли приседание – 2 с вверх и 2 с вниз, угол сгибания коленного сустава колебался от 120° до 180° или лежали неподвижно в течение всей вибрации. В двух публикациях использовали одну серию экспериментов. Время в сеансах колебалось от 2 до 30 минут.

Показано, что использование вибрационных упражнений для всего тела является безопасным и полезным способом улучшения физического состояния прыгунов. Тем не менее, методологические недостатки и различия между экспериментальными данными разных авторов указывают на необходимость увеличения исследований в этой области [10].

Вибрационные упражнения для всего тела также признаны как эффективная альтернативная методика осуществления упражнений с отягощением для увеличения силы и мощности, генерации производительности скелетных мышц, увеличения массы костей и улучшения функции сердечнососудистой системы. Ученые из Бразилии провели сравнение и оценку влияние тренировок WBVE на уровень гормона роста на основании. Было проанализировано 12 статей (182 испытуемых). Показано, что WBVE способствовали увеличению гормона роста в девяти из 12 публикаций. Однако следует проявлять осторожность при рассмотрении результатов из-за различий в разных методиках экспериментов [21].

1.2 Морфологические особенности и физическая работоспособность квалифицированных прыгунов в воду

В практике спорта количественная оценка состава тела и мышечных характеристик могут быть полезны для спортсменов, тренеров и диетологов для определения тренировочных условий и объемов для достижения оптимальной производительности, предотвращения травм и реабилитации после травм.

Ряд исследователей определяют мышечную массу в качестве главного положительного фактора для достижения высоких результатов. Однако

другие выявляли, что высокий уровень жировой прослойки может повышать плавучесть спортсменов. Однако чрезмерный жир в теле может снизить производительность за счет увеличения сопротивления в воде.

Erica J. и др. показали, что увеличение мышечной массы может способствовать улучшению производительности в плавании и прыжках в воду. Включение силовых тренировок на суше, предназначенных непосредственно для наращивания мышечной массы в течение сезона и в межсезонье, может быть полезно для достижения оптимального баланса между мышечной и жировой массами. Для увеличения работоспособности спортсменов необходимо отслеживать изменения в мышечной массе в течение сезона [24].

1.3 Травмы в прыжках в воду

Одной из важных проблем современного спорта является травматизм, который, по мнению многих специалистов, возникает из-за усложнения технических элементов, постоянно возрастающих физических нагрузок и увеличением количества стартов.

Результаты исследований демонстрируют существование высокого риска получения травмы прыгунами в воду – это может быть или травмирование запястий, или локтей, или плеч и спины.

Во время соревнований по прыжкам в воду спортсмены прыгают с трамплинов высотой от 1 до 3 м или с платформ от 5 до 10 м и ныряют в воду. Ударные силы очень велики в фазе входа в воду, и, поэтому, микротравматические повреждения распространены из-за огромного физического стресса, воздействующего на прыгуна. Боль в пояснице является наиболее часто регистрируемым симптомом у прыгунов.

Показано, что гибкость плеча важна для предотвращения боли в пояснице у элитных юниоров-мужчин прыгунов в воду, так как прыжки требуют полного сгибания плеча во время фазы входа в воду. Ограниченная гибкость плеча может вызвать переразгибание в пояснице при регулировке угла входа в воду.

Гибкость играет важную роль в действиях прыгунов в воду. Хорошее развитие гибкости позволяет спортсмену выполнять движения с полной амплитудой, а также создавать более быстрое вращение при выполнении прыжков в положении «согнувшись» и «группировка». Это способствует техничному выполнению отдельных прыжков. Это свидетельствует о необходимости уделять большее внимание развитию гибкости у прыгунов в воду для повышения их спортивного мастерства [20].

Прыжки в воду обычно ассоциируются с травмами спинного мозга. Перелом ладьевидной кости встречается редко, в основном у гимнастов. Однако в литературе встречаются сведения о нагрузочных или стрессовых переломах ладьевидной кости у прыгунов с вышки.

Nor Hazla Mohamed Naflah и другие ученые из Малайзии описали

двусторонний нагрузочный перелом ладьевидной кости у прыгуна с вышки, у которого только одна сторона давала симптомы перелома. Согласно данным авторов эти травмы могут быть следствием следующих факторов: переразгибание запястья при входе в воду, сальто на трамплине. У высоко тренированных спортсменов, повторяемые переразгибания и усталость мышц проявляются как основные факторы при нагрузочных переломах.

Нагрузочные переломы ладьевидных костей у спортсменов могут быть очень трудны для обнаружения клинически, так как такие переломы не имеют анамнеза травм. Таким образом, пациенты обычно обращаются поздно (с задержкой от шести недель до трех месяцев) с радиологическими характеристиками, подтверждающими несрастание.

Диагноз часто ставится несвоевременно, так как многие травматологи не знакомы с данной патологией и имеются определённые трудности в диагностике. Спортсмен часто жалуется на тупую боль, постепенно нарастающую на протяжении длительного периода времени и иррадиирующую в дистальные отделы кисти. Рентгенограммы часто не демонстрируют никаких изменений, и в этой ситуации надо иметь клиническое чутьё, для того чтобы назначить сцинтиграфию или КТ\МРТ.

Из-за частоты нагрузочных переломов у соревнующихся спортсменов, рекомендуется двусторонняя рентгенография ладьевидных костей для спортсменов с односторонним переломом ладьевидной кости, чтобы избежать пропуска перелома в контралатеральной стороне.

Травмы у прыгунов в воду, полученные исключительно в результате столкновения с водой, являются редкостью в опубликованной литературе. Тем не менее, есть публикации о случаях ушиба легких у прыгунов в воду. Причинами таких травм являются неудачные приземления на воду плоско на спину, на живот и грудь и т.д. Врачам, сопровождающим тренировки и соревнования, следует помнить о вероятности возникновения таких травм при неудачных приземлениях [18].

1.3.1 Рекомендации по предотвращению травм в прыжках в воду

В прыжках в воду после начала погружения спортсмен находится в состоянии свободного падения и имеет ограниченный контроль траектории погружения. Просчет со стороны спортсмена (например, к недостаточная горизонтальная скорость вдали от платформы в момент взлета) может привести к тому, что часть тела спортсмена попадет в нежелательный или непредвиденный контакт с платформой. Такой контакт может привести к травме тела спортсмена.

В США Povzner и др. изобретен метод и аппарат для предотвращения травм прыгуна в воду от удара платформы после начала погружения. Метод предотвращения травм заключается в размещении прокладки из мягкого защитного материала между платформой и телом спортсмена после взлета. Если траектория спортсмена случайно пересекается с платформой после

взлета (например, из-за просчета со стороны спортсмена), размещенная прокладка будет частично амортизировать удар столкновения между платформой и телом спортсмена и распространять силу удара вдоль толщины прокладки. После первоначального контакта спортсмена с прокладкой, она начинает сжиматься и генерирует постепенно увеличивающуюся тормозную силу, которая уменьшает пиковое ускорение тела атлета и уменьшает риск царапин, синяков, переломов травм тела спортсмена, которые могли возникнуть в результате столкновения с незащищенной поверхностью платформы.

Устройство предотвращения травм (изобретение) имеет два разных состояния, «загружено» и «развернуто». В «загруженном» состоянии прокладка располагается на раме прибора. В данном изобретении устройство устанавливается с платформы, ни в коем случае не препятствуя использованию спортсменом поверхности платформы с целью проведения подготовки к погружению и самого погружения. Во втором состоянии прибор включается так, что верхняя поверхность платформы покрыта защитной прокладкой. В качестве материала прокладки в данном изобретении используется сетчатый пенополиуретан, но могут быть использованы и другие материалы, которые обеспечивают такие же свойства адсорбции, природные или синтетические волокна.

Чтобы свести к минимуму повреждение спортсмена во время погружения до взлета, данное изобретение держит прокладку на раме устройства в «загруженном» состоянии. Рама надежно крепится со стороны платформы с монтажной системой, состоящей из стальной пластины, прикрепленной к платформе винтами из нержавеющей стали. Система крепления позволяет быстро отсоединить устройство от платформы для осмотра, ремонта или хранения, когда оно не используется.

Чтобы увеличить скорость и точность развертывания, в данном изобретении используются направляющие полосы и набор стержней дистанционного управления (стопорных стержней), прикрепленных к прокладке. Они улучшают точность направления развертывания и контролируют расстояние перемещения прокладки вдоль платформы во время развертывания. Направляющие полосы служат дополнительной целью уменьшения трения между платформой и прокладкой, тем самым увеличивая скорость развертывания и уменьшая износ материала прокладки. Стопорные стержни предотвращают перемещение прокладки больше, чем на заданное расстояние вдоль рамы во время развертывания.

Применение данного инновационного изобретения позволит уменьшить риск получения спортсменом травм, вызванных случайным столкновением спортсмена с платформой после взлета [23].

1.4 Учебно-методические материалы для обучения прыжкам в воду

Известно, что прыжки в воду – это вид спорта, который требует развития как физических, так и умственных способностей. Концентрация, пространственная ориентация и воображение – это лишь некоторые умственные качества, имеющие решающее значение для прыжков в воду. Lorenz Geissbühler из Федерального ведомства по спорту BASPO разработал учебный материал для обучения подростков различным техническим приемам прыжков в воду. Кроме того авторами дается подробное описание техники обучения, начиная от базовых упражнений в прыжках в воду до сложных прыжков. На mobilesport.ch представлен видеоматериал, который демонстрирует выполнение описанных ниже упражнений.

Перед тем, как прыгнуть в воду, спортсмен должен обязательно провести разминку. При освоении техники прыжков нужно помнить три важных момента: правильное расположение рук, чувствовать уши плечами, все тело должно быть в растянутом положении.

Положения тела и рук. Начинающему прыгуну необходимо освоить следующие положения тела (рисунок 1).



а) сидя, обнявши ноги: самое компактное положение. Так можно быстро повернуться (например, при сальто);



б) форма щуки: тело может быть согнуто только в тазобедренном суставе;



в) вытянувшись лежа: тело остается полностью растянутым во время прыжка.

Рисунок 1 – Примеры различных положений тела¹

¹ Geissbühler L. Wasserspringen//Hintergrundberichte [Электронный ресурс]. – 2012. – URL: <http://www.mobilesport.ch/06/2012> (дата обращения 02.02.2018)

Чтобы погрузиться в воду, есть два положения рук. Они должны быть прочно соединены, чтобы выдержать силу удара об воду (рисунок 2).



а)



б)



в)



г)



д)



е)



а-г – держа большие пальцы: подходит для новичков, так как его легче выполнять и защищать запястья;

д-ж – держа ладонь: подходит для продвинутых спортсменов, позволяет на соревнованиях прыгать с погружением без брызг.

Рисунок 2 – Примеры различных позиций рук²

² Geissbühler L. Wasserspringen//Hintergrundberichte [Электронный ресурс]. – 2012. – URL: <http://www.mobilesport.ch/06/2012> (дата обращения 02.02.2018)

Модуль прогрессивной сухой тренировки

Классические прыжковые упражнения и гимнастика для ног входят в модуль «сухой» тренировки, которая проводится в зале в качестве подготовки к занятиям в бассейне. Примеры и варианты:

- прыжки вперед / назад;
- прыжки с круговыми движениями рук;
- прыжки боком со скрещенными ногами;
- прыжки на пятках;
- прыжки вверх с вытянутыми вперед ногам;
- подпрыгивайте и в прыжке вытяните руки вверх;
- подпрыгивать боком и вытяните руки вперед;
- прыжок с обеих ног вперед, руки зафиксированы на бедрах;
- прыжок с обеих ног назад, руки зафиксированы на бедрах;
- прыжок вперед-назад в половину оборота, руки зафиксированы на бедрах;
- сальто вперед с прыжком в длину;
- три сальто вперед подряд;
- сальто назад;
- прыжки вбок с напряжением, руки и ноги не касаются пола.

Упражнения «Двигающаяся фигура» идеально подходят для разогрева в небольшом пространстве и для тренировки координации (рисунок 3).

Упражнения для ног.

Интенсивная разминка для ног имеет решающее значение. На рисунке 4 представлены различные упражнения для ног.

Сидя на корточках:

- круговые движения стопами (по и / против часовой стрелки);
- пятки и пальцы ног попеременно касаются пола;
- напряжения: хорошее напряжение тела важно для оптимального и возможного безопасного погружения в воду.



а)



б)



в)



г)



д)



е)

а-б – классическое упражнение;

в-г – упражнение сложнее: ноги боком, руки перед собой;

д-е – упражнение сложнее: одна нога спереди, другая – сзади, руки сбоку.

Рисунок 3 – Различные варианты упражнения «Двигающаяся фигура»³

³ Geissbühler L. Wasserspringen//Hintergrundberichte [Электронный ресурс]. – 2012. – URL: <http://www.mobilesport.ch/06/2012> (дата обращения 02.02.2018)



а) лечь на спину, руки прижаты к телу и напряжены, один человек поднимает ноги в тазобедренном суставе, лежащий человек остается в прямом положении и напряжен



б) более легкий вариант: одно и то же упражнение в положении стоя



в) более сложно: слегка встряхнуть и / или держать только одну ногу



г) более сложное упражнение: упражнение в отжимании



д) вариант: живот наверх

Рисунок 4 – Различные варианты упражнений для ног⁴

⁴ Geissbühler L. Wasserspringen//Hintergrundberichte [Электронный ресурс]. – 2012. – URL: <http://www.mobilesport.ch/06/2012> (дата обращения 02.02.2018)

Реакция и скорость

Между прыжком и погружением в воду всего несколько секунд. Таким образом, обучающиеся должны иметь возможность совершать движения очень быстро. На рисунке 5 представлены различные варианты упражнений для развития скорости.



а)



б)

Обучающиеся сидят, спина прямая, руки в верхней части расслаблены (а). По звуковому сигналу они немедленно принимают правильное положение для погружения на голову и растягиваются как можно сильнее в течение примерно 3 секунд (б). Повторить упражнение несколько раз.



в)



г)

Обучающиеся приседают (в). По звуковому сигналу они ложатся и вытягивают все тело. Ноги на несколько сантиметров приподняты (г).



д)



е)

Обучающиеся ложатся и растягиваются на коврике (д). По сигналу они тут же садятся и подтягивают согнутые ноги к груди (е).

Рисунок 5 – Различные варианты упражнений для развития скорости⁵

⁵ Geissbühler L. Wasserspringen//Hintergrundberichte [Электронный ресурс]. – 2012. – URL: <http://www.mobilesport.ch/06/2012> (дата обращения 02.02.2018)

Основной модуль (прыжок и погружение).

В этом модуле закладывается фундамент. Он будет способствовать тренировке различных видов прыжков и погружения в воду.

Прыжки выполняются сначала в зале, затем с края бассейна в воду, а затем – с 1-метровой доски.

Упражнения без воды (сухая тренировка):

- прыжок из положения стоя: отработка движений при отталкивании («высокий-низкий прыжок») без движения рук (руки подняты или удерживаются) (рисунок 6):

- то же, руки как качели, далеко в стороны, вперед – вверх;
- то же, с полным замахом.

Прыжки с тумбочки:

- от края бассейна;
- с трамплинов и вышек.

Прыжки сложнее:

- прыжки вперед и вверх;
- прыжки с вытянутыми вперед ногами.

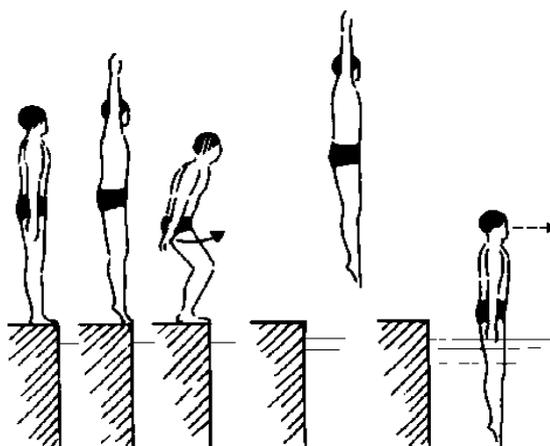


Рисунок 6 – Прыжок из положения стоя⁶

⁶ Geissbühler L. Wasserspringen//Hintergrundberichte [Электронный ресурс]. – 2012. – URL: <http://www.mobilesport.ch/06/2012> (дата обращения 02.02.2018)

Прыжки назад. Выполняются точно так же, как и вперед (рисунок 7).

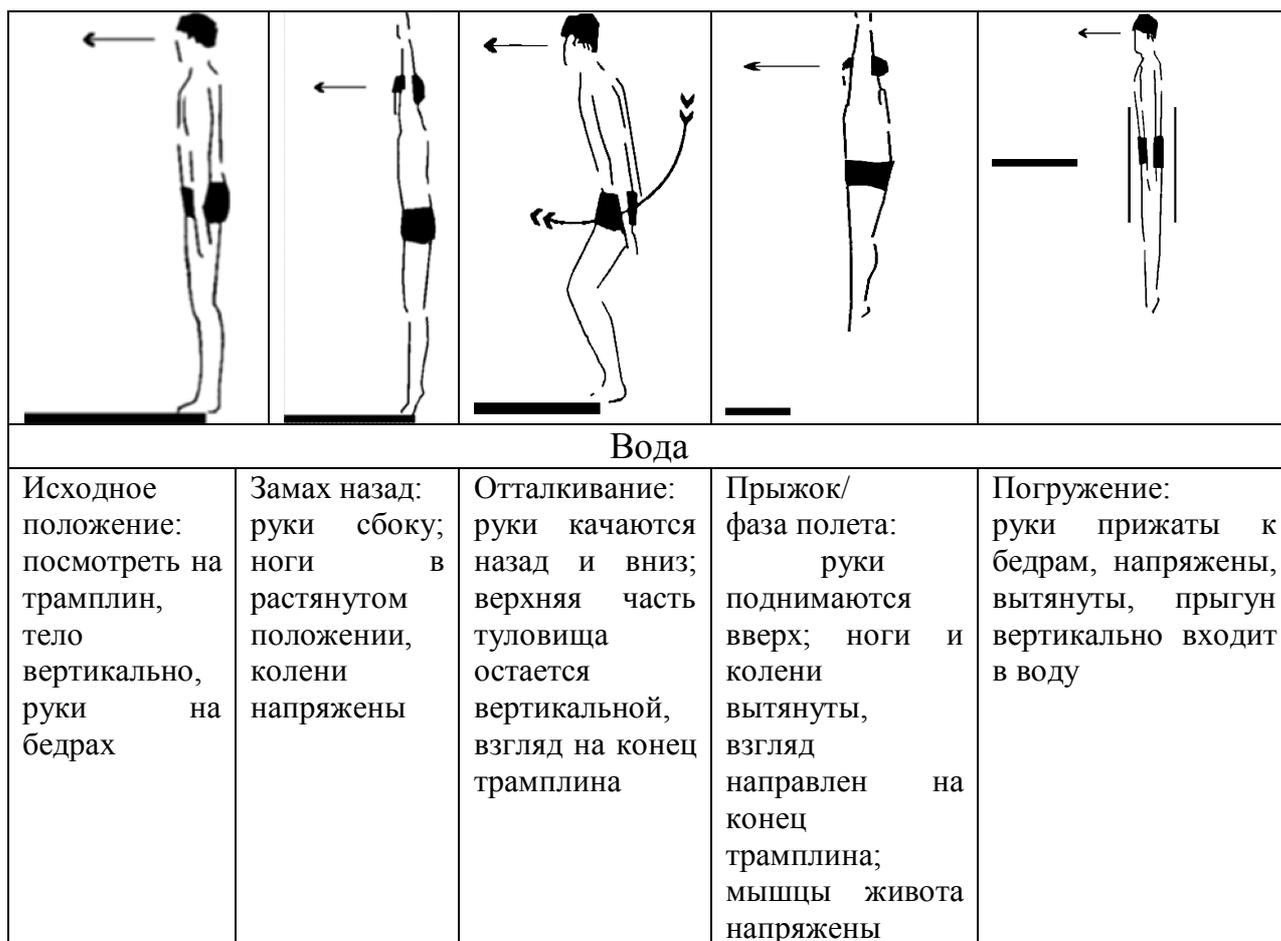


Рисунок 7 – Прыжок назад⁷

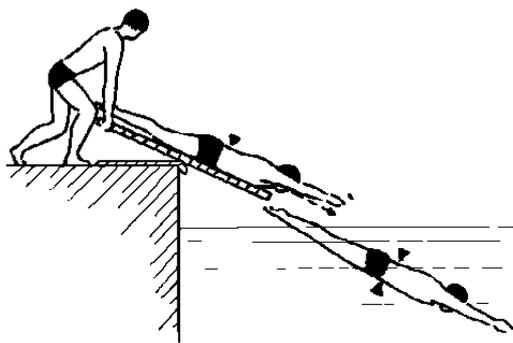
Погружение. Погружение вниз головой надо очень точно инструктировать и тренировать. Важно всегда помнить три основных правила (см. «Погружение вниз головой») и правильное положение рук (рисунок 8).

Модуль «Прыжок».

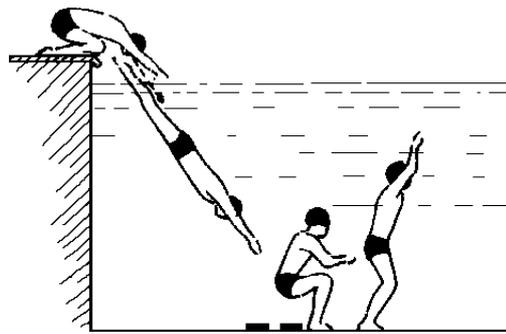
Прыжки, такие как сальто назад или прыжок «Дельфин», должны быть тщательно разучены.

На краю бассейна: кувырок назад, руки захватывают голень, тело выпрямляется и погружается в воду.

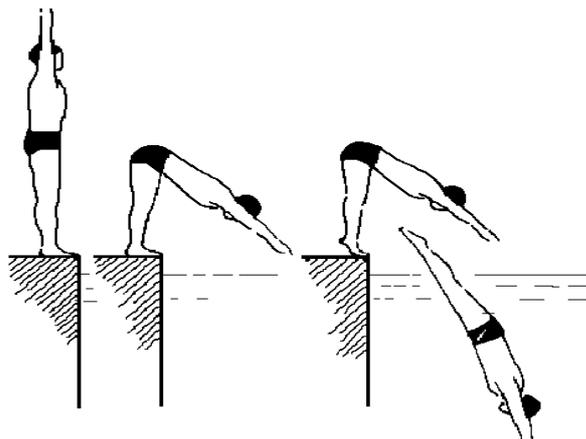
⁷ Geissbühler L. Wasserspringen//Hintergrundberichte [Электронный ресурс]. – 2012. – URL: <http://www.mobilesport.ch/06/2012> (дата обращения 02.02.2018)



а) погружение со скользящей доски



б) погружение из положения сидя



в) погружение с наклоном

Рисунок 8 – Различные способы погружения в воду⁸

С высоты 1 м: прыгун сидит на коврикe около 80 см от края доски, приседает, откидывается назад, пока не погрузится тело.

Подобные упражнения на скользящей доске: за счет увеличенной стартовой позиции и притягивания рук к голени создается более высокая скорость вращения; после перемещения на край доски ноги энергично выдвигаются назад и вниз, а туловище поднимается.

Сальто в назад: шаг вперед, вытянуться вверх и перевернуться (рисунки 9-11).

⁸ Geissbühler L. Wasserspringen//Hintergrundberichte [Электронный ресурс]. – 2012. – URL: <http://www.mobilesport.ch/06/2012> (дата обращения 02.02.2018)

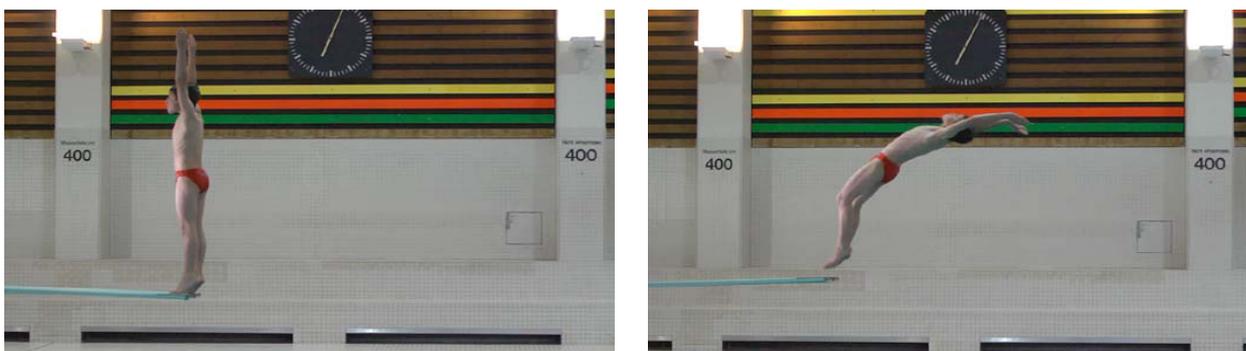
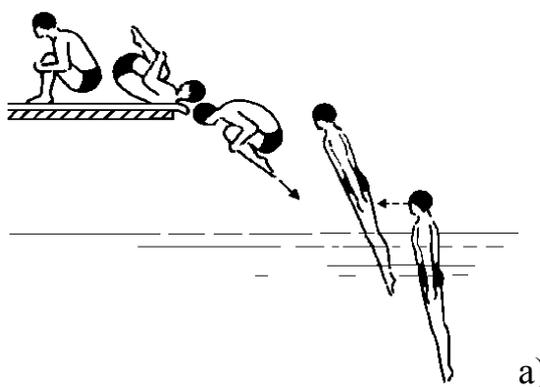
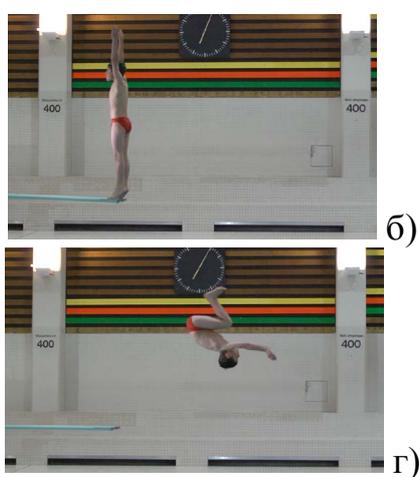


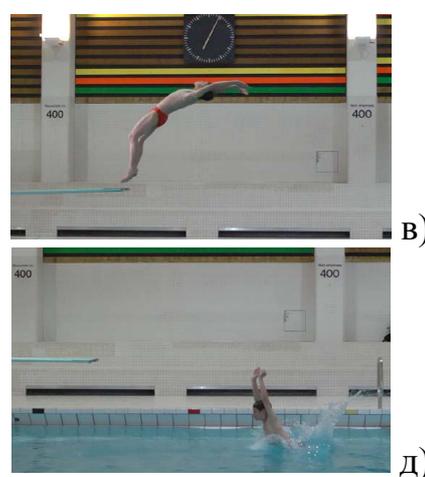
Рисунок 9 – Сальто назад⁹



а)



б)



в)

д)

Рисунок 10 – Сальто назад (различные способы)¹⁰

⁹ Geissbühler L. Wasserspringen//Hintergrundberichte [Электронный ресурс]. – 2012. – URL: <http://www.mobilesport.ch/06/2012> (дата обращения 02.02.2018)

¹⁰ Geissbühler L. Wasserspringen//Hintergrundberichte [Электронный ресурс]. – 2012. – URL: <http://www.mobilesport.ch/06/2012> (дата обращения 02.02.2018)

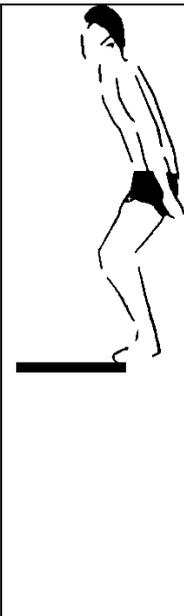
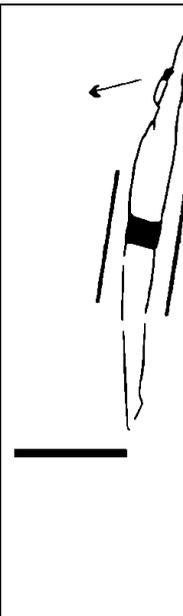
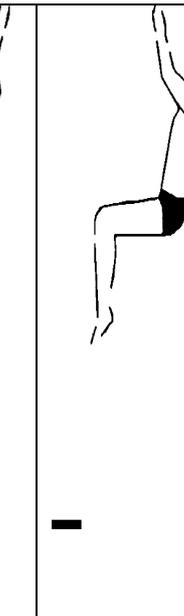
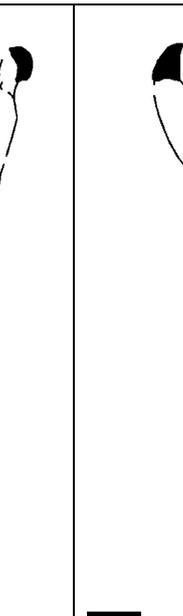
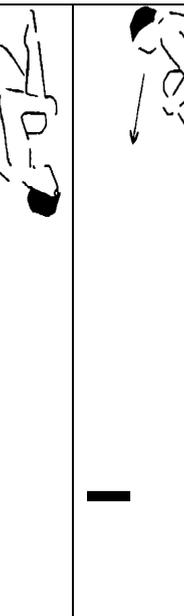
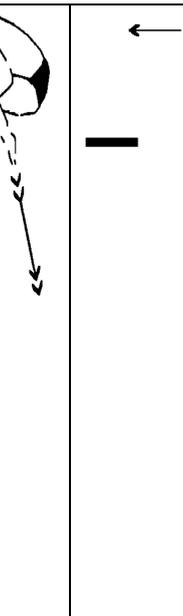
					
Вода					
Маховое движение: во время движения рук корпус остается вертикальным	Отталкивание: когда вы прыгаете с трамплина, тело слегка наклонено; голова прямая, взгляд на конец трамплина	Группировка: после резкого отталкивания соедините ноги и колени, верхняя часть тела наклоняется (без движения головы) в направлении прыжка	Фаза полета: тело превращается в единую точку; руки закрывают голени; голова остается продолжением верхней части тела	Разгруппирование: взгляд на ориентир (конец трамплина); ноги двигаются энергично назад-вниз; руки плотно прижаты к боковой поверхности тела	Погружение: верхняя часть тела выпрямлена, взгляд горизонтальный, тело выпрямлено и натянуто; погрузитесь в дно бассейна

Рисунок 11 – Сальто назад в группировке¹¹

Погружение головой вперед.

Подготовительные упражнения:

- сухая тренировка: выполняется с тумбочки, прыгайте, поднимая ягодицы и переходя в стойку для рук;
- от края бассейна: погружение из положения сидя на корточках, прыгая, ягодицы поднимают и выпрямляют ноги, погружение через дайверское кольцо; материал – дайверские кольца (рисунок 12).
- прыжок с 1-метрового трамплина: прыжок головой вперед с трамплина с поднятыми вверх руками, группируясь с удержанием (рисунок 13).

¹¹ Geissbühler L. Wasserspringen//Hintergrundberichte [Электронный ресурс]. – 2012. – URL: <http://www.mobilesport.ch/06/2012> (дата обращения 02.02.2018)

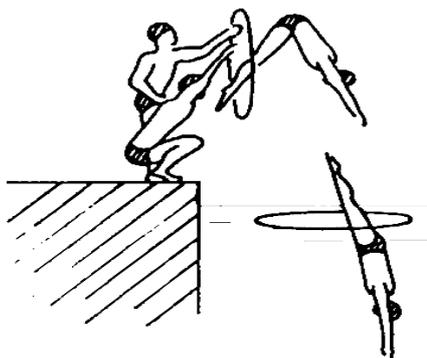


Рисунок 12 – Погружение от края бассейна через дайверское кольцо¹²

Вода				
Разбег и прыжок вверх: наклониться вперед, подняв руки вверх и удерживая их в таком положении	Отталкивание: голова в вертикальном положении, взгляд направлен вперед, ноги и колени полностью расслаблены	Группировка: после резкого отталкивания соедините ноги и колени, а верхняя часть туловища наклоняется (без движения головы) в направлении прыжка	Разгруппировка: тело превращается в единую точку; руки охватывают голень; голова остается продолжением верхней части тела	Погружение: тело вытянуто, руки являются продолжением тела, мышцы напряжены, голова находится между рук, тело напряжено и вытянуто до погружения на дно бассейна

Рисунок 13 – Прыжок с 1-метровой доски¹³

Прыжок «Дельфин».

¹² Geissbühler L. Wasserspringen//Hintergrundberichte [Электронный ресурс]. – 2012. – URL: <http://www.mobilesport.ch/06/2012> (дата обращения 02.02.2018)

¹³ Geissbühler L. Wasserspringen//Hintergrundberichte [Электронный ресурс]. – 2012. – URL: <http://www.mobilesport.ch/06/2012> (дата обращения 02.02.2018)

Предварительные требования: отталкивание из приседа, погружение с головой, прыжки вперед с 1-метрового трамплина из положения стоя (рисунок 14).

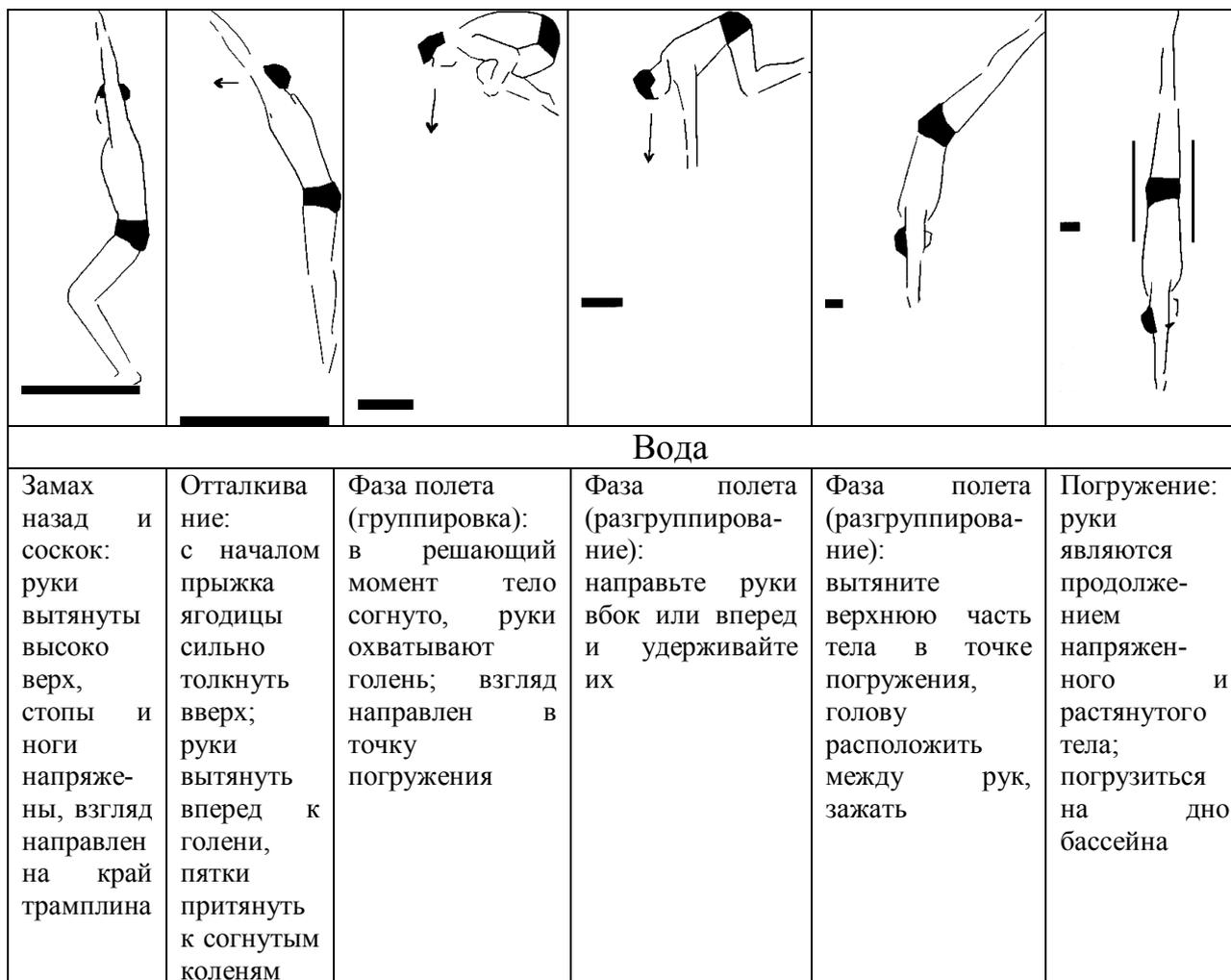


Рисунок 14 – Прыжок «Дельфин»¹⁴

Содержание занятий

Как только ученик привыкнет к воде, можно приступать к разучиванию прыжков. Для оптимального ознакомления с прыжком в воду требуется не менее трех 45-минутных занятий. Отдельные упражнения могут повторяться несколько раз.

1 занятие: сухая тренировка в зале, все упражнения выполняются из модуля сухой тренировки / разминки. Основное внимание уделяется технике отталкивания, упражнениям для погружения вниз головой и напряжению тела. Материал: не менее 5 матов.

2 занятие. Если предварительная работа в зале, техника прыжка и

¹⁴ Geissbühler L. Wasserspringen//Hintergrundberichte [Электронный ресурс]. – 2012. – URL: <http://www.mobilesport.ch/06/2012> (дата обращения 02.02.2018)

погружения вниз головой уже освоены, то приступают к занятиям в воде. После 15 минут разогрева идет сухая тренировка и 30-минутная тренировка в воде. Из основного модуля упражнения сначала выполняются с края бассейна, затем с 1-метрового трамплина, а затем упражнения с погружением. Материал: маты, доска для скольжения.

3 занятие: 10 минут выполняются упражнения из модуля сухой тренировки / разминки, 15 минут – из основного модуля, а затем 20 минут – из модуля «Прыжки». Материал: маты, трамплин.

Третье занятие всегда состоит из трех модулей. Как правило, обучающиеся будут продолжать прыгать, только если они смогут овладеть необходимыми навыками. Слишком быстрый переход от одного модуля к другому может привести к ошибкам.

Примеры занятий для разучивания сальто назад и прыжка «Дельфин» представлены в таблицах 1 и 2 [6].

Таблица 1 – Занятие 1: структура сальто назад ¹⁵

<p>Это занятие возвращает к сальто. Ученики уже справляются с прыжком назад и теперь переходят из перевернутого прыжка к сальто, контроль - звуковой.</p> <p>Условия Продолжительность занятий: 45 минут Возраст: 8-15 лет Образование: начальная школа. Уровень: продвинутый. Уровень обучения: применить</p> <p>Цели обучения: - отработка сальто назад - отработка сальто назад с 1-метрового трамплина</p> <p>Закладки: все упражнения этого занятия находятся на сайте mobilesport.ch</p>			Тема/Задания/ Упражнения/ Игровые формы	Организа ция / модель (см. сайт)	Матер иал
	Модуль разминка	10'	упражнения для ног	стр. 7	маты
			прыжки с вариациями	стр. 7	маты
			поворот назад	стр. 6	маты
			упражнения на напряжение	стр. 8	маты
			упражнения на скорость (на корточках)	стр. 9	маты
	Основной модуль	5'	ноги вытянуты вперед из положения без опоры, с качающегося края	стр. 10	
			прыжок вперед вытянутыми ногами с маховыми движениями руками	стр. 10	
			ноги вытянуты вперед без маховых движений руками с 1-метрового трамплина	стр. 10	1-м трамп лин
			прыжок назад с вытянутыми ногами без маховых движений руками с 1-метрового трамплина	стр. 10	1-м трамп лин
			прыжок назад из приседа, отталкивание без маховых движений руками с 1-метрового трамплина	стр. 10	1-м трамп лин
			прыжок назад с 1-метрового трамплина из положения сидя, оставаться в группировке до погружения	стр. 11	1-м трамп лин
	Модуль «Прыжок»	20'	перевернитесь назад с 1-метрового трамплина из позиции кувырок, при погружении тело вытянуто; первый этап контролируется со слуховой помощью, позже – самостоятельный контроль	стр. 12	маты, 1-м трамп лин
сальто назад без маховых движений руками			стр. 12	маты, 1-м трамп лин	
слуховая помощь: прыгать, присесть, растягиваться; позже без слуховой помощи			стр. 12	1-м трамп лин	

¹⁵ Geissbühler L. Wasserspringen//Hintergrundberichte [Электронный ресурс]. – 2012. – URL: <http://www.mobilesport.ch/06/2012> (дата обращения 02.02.2018).

Таблица 2 – Занятие 2: прыжок «Дельфин»¹⁶

Это занятие о структуре прыжка «Дельфин».			Тема/Задания/Упражнения/ Игровые формы	Организация / модель (см. сайт)	Материал
Ученики осваивают шаг вперед и назад, погружаются вниз головой и прыгают вперед с 1-метрового трамплина	Модуль разогрева	10'	упражнения для ног	стр. 7	маты
			упражнения с вариациями	стр. 7	маты
			прыжок назад	стр. 7	маты
			упражнения на напряжение	стр. 8	маты
			упражнения на развитие скорости, упражнения на погружение	стр. 11	маты
Условия Продолжительность занятий: 45 минут Возраст: 8-15 лет Образование: начальная школа Уровень: продвинутый Уровень обучения: применить Цели обучения: - отработать условия тренировки прыжка «Дельфин» - выполнять погружения при прыжке «Дельфин» с 1-метрового трамплина	Основной модуль	15'	прыжок с края вытянутыми ногами вперед без маховых движений руками	стр. 10	скользящая доска
			прыжок с края вытянутыми ногами вперед с маховыми движениями руками	стр. 10	
			ноги вытянуты вперед из положения с раскачиванием рук с 1-метрового трамплина	стр. 10	1-м трамплин
			прыжок назад без раскачивания рук с 1-метрового трамплина	стр. 10	1-м трамплин
			прыжок назад из приседа без раскачивания рук с 1-метрового трамплина	стр. 10	1-м трамплин
			прыжок «Щука» (сальто Авербах) / погружение со скользящей доски	стр. 11	скользящая доска
			погружение из наклона с края 1-метрового трамплина	стр. 11	1-м трамплин
Закладки Все упражнения этой лекции находятся на сайте mobilesport.ch	Модуль «Прыжок»	20'	прыжок с высокого уровня при поддержке руками и с поднятием ягодицы (почти) в стойку на руках	стр. 14	
			прыжок с кувырком - стойки прыжка, ягодицы подняты и ноги вытянуты, погружение через 2 дайверских кольца	стр. 14	дайверские кольца
			прыжок вперед из приседа без маховых движений руками, руки держать вверху	стр. 14	1-м трамплин
			погружение при прыжке «Дельфин», без маховых движений руками, руки держать вверху	стр. 15	1-м трамплин

¹⁶ Geissbühler L. Wasserspringen//Hintergrundberichte [Электронный ресурс]. – 2012. – URL: <http://www.mobilesport.ch/06/2012> (дата обращения 02.02.2018).

1.5 Методические рекомендации по совершенствованию подготовки квалифицированных прыгунов в воду

На основании результатов анализа зарубежной литературы можно сформулировать следующие рекомендации по совершенствованию подготовке квалифицированных прыгунов в воду.

1) С целью обучения прыгунов в воду с жестко сложившимися моделями движения variability двигательных действий необходимо включить в их тренировочный процесс специализированных программ, направленных на обучение спортсменов видоизменять свое поведение и схему выполнения прыжка в меняющихся условиях для достижения поставленного результата.

2) При внедрении методик тренировок в программу подготовки прыгунов в воду, необходимо учитывать различия в схемах выполнения движений в водной и воздушной средах.

3) Для достижения уровня 1011С в прыжках в воду спортсменам необходимо развитие сенсорно-моторной системы для выдерживания угловых скоростей приблизительно $1200^\circ/\text{с}$.

4) Для повышения эффективности тренировок прыгунов в воду рекомендуются упражнения на растяжку для обеспечения разгибания в области тазобедренного сустава при взлете и силовые тренировки мышц для увеличения скорости разгибания в коленных и тазобедренных суставах.

5) При помощи математического анализа установлено, что для совершенствования навыка скручивания в сальто, оно должно быть непрерывным. В противном случае могут наблюдаться колебания в скручивании. Ошибка при выполнении сальто растет с уменьшением числа поворотов, когда медиальный и поперечный моменты инерции расходятся и продольный момент инерции приближается либо к медиальному, либо к поперечному моменту инерции. Это необходимо учитывать при обучении спортсмена техники скручивания в сальто.

6) Показано, что использование вибрационных упражнений для всего тела является безопасным и полезным способом улучшения физического состояния прыгунов в воду.

7) Как отмечают ряд исследователей, для увеличения гибкости и взрывной силы мышц нижних конечностей у спортсменов (в частности, у прыгунов в воду) можно использовать виброупражнения на виброплатформе.

8) При вибронагрузках необходим строгий контроль времени вибрации и положения спортсмена на виброплатформе. На положительный эффект вибрационных воздействий влияют биомеханические параметры вибрации: тип вибрации, частота, амплитуда. Согласно проведенным исследованием, оптимальной частотой вибрации является частота от 30 до 50 Гц, амплитуда – 2-4 мм.

9) Вибрационные упражнения для всего тела являются эффективной альтернативной методикой упражнений с отягощением для увеличения силы

и мощности, генерации производительности скелетных мышц, увеличения массы костей и улучшения сердечно-сосудистой функции.

10) Имеются данные, что вибрационные упражнения для всего тела могут способствовать увеличению гормона роста в организме спортсменов. Однако, данный вывод полностью не подтвержден.

11) Несмотря на то, что исследователи сообщают о положительных эффектах вибротренировок на физические качества спортсменов, их влияние на организм остается малоизученным, а экспериментальных данных недостаточно для широкого внедрения вибротренировок в спортивную практику.

12) Увеличение мышечной массы может способствовать улучшению производительности прыгунов в воду. Включение силовых тренировок на суше, предназначенных для наращивания мышечной массы, может быть полезно для достижения оптимального баланса между мышечной и жировой массами. Для увеличения производительности спортсменов необходимо отслеживать изменения в мышечной массе в течение сезона.

13) Гибкость плеча у элитных юниоров-мужчин прыгунов в воду важна для предотвращения боли в пояснице. Ограниченная гибкость плеча может вызвать переразгибание в пояснице при регулировке угла входа в воду. Это свидетельствует о необходимости уделять большее внимание развитию гибкости у прыгунов в воду для повышения их спортивного мастерства.

2. Систематический обзор публикаций по подготовке спортсменов в спортивной гимнастике

2.1 Биомеханические аспекты анализа движений в спортивной гимнастике

Известно, что во многих видах спорта требуется ускорение верхних конечностей, в то время как нижние конечности фиксируются внизу (например, движения при метании), однако некоторые движения в спорте должны выполняться в положении с закрепленными руками (например, на высокой планке в гимнастике), а сегмент нижних конечностей должен быть ускорен с помощью рывка, чтобы эффективно выполнить конкретные элементы. Поэтому считается, что важным для производительности в некоторых гимнастических упражнениях является образование крутящего момента в направлении «от проксимального к дистальному».

Немецкие ученые провели исследование движений высокопрофессиональных гимнастических с целью изучения общих принципов эффективного управления движением человека. А именно определения является ли модель «подвижная точка – неподвижная точка» фундаментальной для любого вида эффективного ускорения при вращении независимо от вида движений, типа оси вращения, текущего положения тела или направления движения.

При этом регистрировали поверхностную элеткромиографию (ЭМГ) определенных групп мышц у 16 гимнастов высокого уровня во время целенаправленного ускорения фаз движения при выполнении 18 различных элементов гимнастики (в различных положениях тела вперед и назад, на перекладине, брусках, кольцах и батуте) а также во время неспортивных определенных движений поворотом вокруг продольной оси.

«Неподвижная точка» определяется как часть тела, которая закреплена на оси вращения, а «подвижная точка» определяется как свободная часть тела, расположенная наиболее удаленно от оси вращения. Модель включает в себя два основных принципа: (1) для генерации наиболее эффективного ускорения в подвижной точке нервно-мышечная передача должна проходить от неподвижной точки до подвижной точки; и (2) чтобы генерировать наиболее эффективную передачу импульса после ускорения подвижной точки, импульс должен проходить от подвижной точки назад к неподвижной точке.

В соответствии с терминами «неподвижная точка» ($Pfix$) и «подвижная точка» ($Pmob$) сегмент тела, который закреплен на оси вращения, определяется как «неподвижный сегмент» (например, руки в висающем положении), сегмент, который должен быть ускорен наиболее эффективно, как «подвижный сегмент» (например, ноги в подвешенном положении).

1. Результаты исследования показывают, что возбуждение от $Pfix$ до $Pmob$ является общим принципом, лежащим в основе эффективного

ускорения движения сегментов тела в соответствии с «принципом 1» модели Pfix-Pmob. Эти знания могут помочь улучшить эффективность моторного обучения посредством более ранней оптимизации и упрощения этих моделей, что позволит избежать длинных и неэффективных обходных путей во время учебного процесса, который к тому же может вызвать излишние нагрузки на опорно-двигательный аппарат [29].

Michel Marina, Mone`m Jemni и другие ученые из Испании провели исследование и сравнение факторов, влияющих на эффективность плиометрического прыжка между хорошо тренированными гимнастами и контрольной группой. В исследовании приняли участие 76 гимнастов и 91 умеренно активных добровольцев. Прыжки выполняли с высоты (высоты соскока) (DJ) 20, 40, 60, 80 и 100 сантиметров. Параметры время полета (FT) и время контакта (CT) регистрировали с использованием контактного мата. Вычисляли соотношение времени полета (FT) и выражения Bosco (BE).

Гимнасты показали значения FT аналогичные контрольной группе, тогда как у гимнасток значения FT в сравнении их с контрольной группой были значительно выше. У гимнасток получено так же более короткое CT, чем в контрольных группах, в то время, как их значения FT были значительно выше и возрастали при прыжке с высоты около 60 см. Оптимальная высота соскока, обеспечивающая наилучшее соотношение FT и BE варьировалась между группами. Наилучшие результаты были получены между высотой 40 и 60 см для обеих групп. Женская контрольная группа продемонстрировала тенденцию к снижению результатов при увеличении высоты соскока. Элитные гимнастки (финалисты чемпионатов мира) показали наилучшие результаты при высоте соскока 80 см. Время полета – это менее информативный показатель, для характеристики DJ гимнастов. Показано, что для оценки факторов, влияющих на эффективность плиометрического прыжка, необходимо проводить совместный учет результатов CT, FT и BE. Было замечено, что выражение Bosco более чувствительно к увеличению FT. Авторы предлагают BE как наилучший критерий для оценки высоты полета в целях плиометрической тренировки гимнастов, поскольку она существенно коррелирует с FT.

Анализ результатов полученных данных позволил сделать несколько практических рекомендаций для тренировочного процесса:

- Следует избегать чрезмерных высот соскока, чтобы закрепить плиометрическую технику, поскольку это может увеличить CT и поэтому прыжок не будет считаться «быстрым спрыгиванием».

- Можно рекомендовать BE, как основной критерий для индивидуальной оценки наиболее подходящей высоты спрыгивания для плиометрической тренировки гимнастов. Другими словами, можно увеличивать высоту спрыгивания, пока испытуемый может увеличить его/ее показатель BE. Однако, как только BE снижается, нужно выбрать предыдущую высоту соскока для плиометрической тренировки.

- Вместо FT только отношение FC и выражение BE могли бы

обеспечить более точную перспективу для того, чтобы сравнить производительность плиометрических прыжков между испытуемыми [14].

K. Spencer, M. Schuhmann из Новой Зеландии и Германии провели сравнения профилей выполнения перелета Ткачева квалифицированными гимнастами и спортсменами среднего уровня. Перелет Ткачева является одним из элементов спортивной гимнастики, который выполняется на перекладине. Условно его можно разделить на несколько фаз, характеризующих положение тела и конечностей относительно снаряда. Каждая фаза имеет биомеханическую особенность и выражается соответствующими значениями момента инерции и момента силы. В исследовании принимали участие 6 спортсменов различной квалификации (элита, среднего уровня и начинающие гимнасты), имеющие сходные ростовые параметры. Видеофиксация их выступлений проводилась в условиях Чемпионата мира по гимнастике (2014) и на тренировочных занятиях (2015). Видеозаписи прошли процедуру анализа с помощью программного обеспечения Sportstec Elite Version, которое использовали для измерения углов между перекладиной и центром масс, а также вычисления угловых размеров между туловищем и конечностями.

В шести исследованиях проанализированы летные характеристики фаз элемента «перелет Ткачева». Проведен расчет и описание угловых размеров каждой фазы, выявлены закономерности, обеспечивающие оптимальное выполнение данного элемента. Представлена сравнительная характеристика исследуемых параметров каждого спортсмена, проведено соотнесение продолжительности фаз и результативности выполнения «перелета Ткачева», определены оптимальные угловые и хронометрические характеристики. Показано, как различные углы и положение тела влияют на фазу полета в «перелете Ткачева». Отмечено, что позднее сгибание в нисходящей фазе с прямым положением на вертикальной линии ниже высокой перекладины положительно влияет на последующее движение перелета Ткачева, в то время как раннее сгибание в восходящей фазе увеличивает энергию гимнаста в достижении большей высоты над перекладиной и создает эстетику элемента. Определено наилучшее время для перехвата перекладины в момент положения тела в угловой степени 412° [27].

Thomas Heinen, M. Nicolaus из Германии исследовали многообразие вариантов движения и координацию при выполнении одиночного сальто в гимнастике на основе простой математической модели, отражающей траекторию гимнаста при выполнении вращения во время фазы полета. Моделью явилось сальто вперед в группировке, выполненное с помощью миниатюрного батута, используемого в качестве отталкивающей поверхности. Сальто подразделено на три фазы: отталкивания (взлета), полета и приземления. В рамках фазы полета выделены три части: первая часть, во время которой гимнаст достигает сгруппированного /согнутого положения; вторая часть, во время которой он/она остается сгруппированным /согнутым, и третья часть, в которой он/она вытягивает

свое тело для приземления. В исследовании были оценены моменты инерции для разных сегментов тела и различных осей вращения тела. Выявлены закономерные параметры имитационной модели, обеспечивающие эффективное выполнение сальто вперед в группировке:

- значения момента инерции во время отталкивания и во время приземления изменяется от 11,4 до 14,4 кг м²;
- момент инерции при нахождении в сгруппированном положении изменяется от 2,4 до 4,6 кг м²;
- продолжительность полета установлена на постоянное значение 800 мс;
- продолжительность времени для достижения сгруппированного положения изменяется от 170 до 230 мс, что составляет 21-29 % от продолжительности полета;
- продолжительность времени удержания сгруппированного положения находится в диапазоне от 0 до 460 мс, что соответствует 21-79 % от продолжительности полета;
- угловой момент находится в диапазоне от 20 до 60 Н м с.

Показано успешное моделирование при воспроизведении вращения сальто с углом между 305° и 325°.

Однако, также отмечено, что данные характеристики верны при выполнении сальто с миниатюрного батута в качестве взлетной поверхности и соблюдении определенного набора биомеханических ограничений. В связи с чем, при выборе оптимального варианта вращательного движения при выполнении сальто вперед следует учитывать внутреннюю динамику движущейся системы [8].

В настоящее время практическое применение сложных динамических систем и компьютерное моделирование приобретают возрастающую популярность в исследованиях и тренировке в гимнастике, плавании и других видах спорта. Arampatzis и др. изучили влияние гимнастических матов из различных материалов на движения ног во время приземления в гимнастике. Мульти-сегментная модель использовалась для исследования оптимальных деформируемых поверхностей для прыжков с гимнастического мостика стоя. Роль махового движения руки в прыжках на деформируемых поверхностях для максимизации обратных поворотов сальто исследовалась с использованием многокомпонентной модели в прыжках в воду с трамплина. Späthle и др. описана эффективная биомеханическая модель нижней конечности человека с целью моделирования реальных движений человека в прыжках.

Lifemod является продвинутой мульти-компонентной программой для обеспечения компьютерного моделирования, обычно используемой для моделирования движений человека с ADAMS. Chiu и др. использовали Lifemod для создания модели человеческой головы, шеи и верхней части туловища. Shi и др. разработали динамическую модель коленного сустава после полной замены коленного сустава с помощью модуля ADAMS.

Jing-guang Qian, Yang Su и др. из Китая и Америки предприняли попытку создания мульти-сегментной динамической модели с использованием Lifemod и изучили кинематику центра масс, ступней, а также активности выбранных мышц верхней конечности при помощи трехмерной модели (3D) кинематики движения и поверхностной электромиографии (sEMG) во время движения ногами по кругу (DLC).

DLC и другие движения в гимнастике являются одними из самых точных и контролируемых движений человека. Завершение каждого одиночного движения требует участия и координации многих скелетных мышц. Величина силы, режим сокращения, количество, и продолжительность вовлеченных групп мышц во время выполнения движений должны быть организованы и выполнены в точности как компьютерная программа под управлением центральной нервной системы.

Результаты моделирования продемонстрировали следующую биоэлектрическую активность мышц о всех четырех фазах DLC. Во время фазы 1, упоре спереди, показано, что трехглавая мышца плеча, широчайшая мышца спины и дельтовидная мышца обеспечивают главные усилия в этой 1 фазе DL, при этом одновременно сокращается правый трицепс и бицепс.

В фазе 2 (упор левый) левый плечевой сустав должен быть отведен и пронирован, в то время как правый плечевой сустав должен быть приведен, чтобы захватить активно ручку. Результаты моделирования показали, что левая большая грудная мышца, правая широчайшая мышца спины и большая грудная мышца проявляли большие биоэлектрические активности во время 2 фазы. Большая грудная мышца непрерывно напрягалась на протяжении всего этапа.

Во время фазы 3 (упор сзади) правый плечевой сустав вращался кнутри и поддерживал отведение и быстрое отталкивание левой руки. Результаты EMG показали высокую мышечную активность правого трицепса и бицепса во время данной фазы, обе большие грудные мышцы сохранили относительно высокую активность.

В заключительной стадии фаза 4 (упор правый) правая рука отведена и вращается кнутри, в то время как левый плечевой сустав приведен для активного захвата ручки. Результаты симуляционной модели показали высокие амплитуды трицепса, широчайшей мышцы спины и дельтовидной мышцы обеих сторон. Эти оценки были подтверждены высокой активностью EMG правого трицепса, большой грудной мышцы, широчайшей мышцы спины и дельтовидных мышц с обеих сторон.

Результаты данного исследования представляют некоторые доказательства, которые могут быть полезны для разработки планов силовых тренировок мышц верхней конечности, которые являются специфическими в движении. Одно из применений модели это помощь в выявлении ошибок в технике во время тренировки. Возможна также регулировка мышечных сил относительно параметров в модели для поиска оптимальных решений движения для улучшения техники [11].

2.2 Травмы в спортивной гимнастике

Edouard P, Steffen K. и др. из Франции, Швейцарии и Норвегии определяли частоту и особенности травматизма в женской и мужской спортивной гимнастике в течение трех последних Олимпийских игр. В течение трех Олимпиад была зарегистрирована в общей сложности 81 травма у 963 гимнастов, причем разницы в травматизме между гимнастками и гимнастами обнаружено не было. В 38 % случаев травмы привели к отстранению от тренировок. Наиболее частые травмы и повреждения у гимнастов – это травмы голеностопа (22%) и растяжение связок (35%). Из растяжений наиболее распространенным было растяжение связок голеностопа, причем частота травматизации у гимнасток была выше (107 ± 35), чем у гимнастов [5].

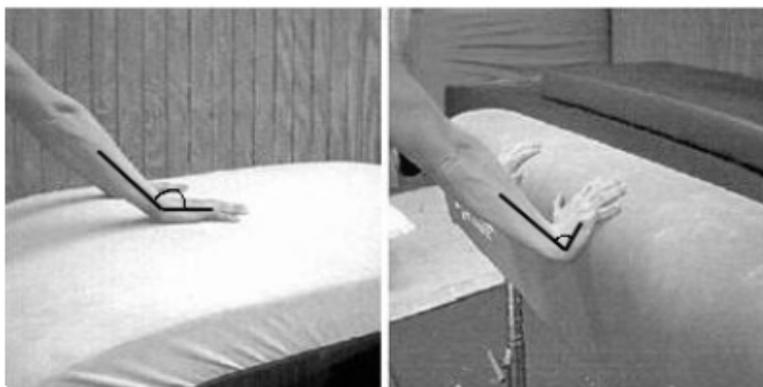
Kolar E, Pavletič MS. и др. из Словении изучали восприятие спортсменами причин травматизации и возможных путей снижения их встречаемости. В исследовании принял участие 41 квалифицированный спортсмен, из них 20 гимнастов и 21 гимнасток. В ходе проведенного исследования выявлено, что основными психологическими факторами травматизации в спортивной гимнастике вне зависимости от пола считаются: плохая техника, неправильные методы обучения и несоответствующая нагрузка. Причем, гимнасты-мужчины считают основными причинами острой и хронической травмы тренировочные перегрузки. Основными причинами возникновения травм в женской спортивной гимнастике они называли нерациональную технику, неправильные методы обучения и неадекватную нагрузку.

Таким образом, улучшение коммуникации между спортсменами и тренерами, учет мнения спортсмена, а также активное участие спортсмена в подготовке программы включают в себя наиболее важные моменты для снижения частоты травм [12].

G. Penitente, W.A. Sands из Великобритании изучили кинематические и кинетические различия при низких и высоких нагрузках на руки, возникающих в момент ударных нагрузок во время опорного прыжка вперед (рисунок 15). Высокоскоростная видеокамера (500 Гц) и две портативные силовые платформы (500 Гц) были установлены на поверхности прыжкового стола. Был проведен анализ 24 опорных прыжков вперед в исполнении 12 гимнасток высокого уровня юниорской Олимпийской программы ($16,9 \pm 1,4$ года; рост $1,60 \pm 0,1$ м; масса тела $56,7 \pm 7,8$ кг). Интенсивность нагрузки при ударе классифицировалась как низкая (максимальная сила $< 0,8 \cdot$ вес тела) и высокая (максимальная сила $> 0,8 \cdot$ вес тела).

Для высокой интенсивности наблюдали статистически значимые отличия между уровнем нагрузки и временем достижения максимальной ударной силы. Максимальная ударная сила, время достижения максимальной ударной силы и угол плечевого сустава при ударе были определены как основные переменные, потенциально участвующие в определении больших

повторяющихся нагрузок во время опорного прыжка вперед (рисунок 15) [22].



Угол кисти на поверхности стола для прыжка оказывается меньше, чем на коне для прыжков (фотографии откорректированы с разрешения Sands and McNeal, 2001).

Рисунок 15 – Позиция рук на поверхности для прыжков для опорного прыжка вперед на коне для прыжков (справа) и на столе для прыжков (слева)¹⁷

2.3 Особенности функционирования кардио-респираторной системы и метаболизма у квалифицированных спортивных гимнастов

Специфика каждого упражнения делает спортивную гимнастику уникальным видом спорта, где каждый отдельный элемент значительно отличается от другого не только физически, но с точки зрения мышления. Например, требования к упражнениям на кольцах основаны исключительно на физической силе и мощности (Brewin et al., 2000). Кроме того, с точки зрения аэродинамических различий между упражнениями скорость растяжения и характер сокращений различаются по сравнению с теми, которые требуются для опорного прыжка, гимнастического коня и параллельных брусьев. Сложные воздушные фигуры добавляют страх и серьезный психологический стресс для гимнастов, поэтому они требуют значительной умственной и психологической подготовки на ранней стадии специализации (Pineda-Espejel et al., 2013; Salmela, 2011). Во всех случаях гимнасты стремятся сосредоточиться на элегантности и техничности, более того, необходимо применять оптимальную силу, высокий уровень гибкости, совершенства и координации движения в сочетании с большим чувством гармонии и творчества. Эти требования весьма важны, принимая во внимание, что гимнасты должны соревноваться во всех шести упражнениях, следуя определенному порядку. Порядок олимпийской программы всегда

¹⁷ Penitente G., Sands W.A. Exploratory investigation of impact loads during the forward handspring vault//Journal of Human Kinetics. – 2015. – V. 46, Section I (Kinesiology). – P. 59 – 68.

один и тот же, но может отличаться во время отборочных соревнований (т.е. вольные упражнения, гимнастический конь, кольца, опорный прыжок, параллельные брусья и перекладина).

Большинство авторов исследовали особенности метаболизма и сердечно-сосудистой системы в спортивной гимнастике следуя инструкциям, указанным в Международной федерацией гимнастики (FIG, 2009), согласно которым соревнования должны начинаться с вольных упражнений, за которыми следуют гимнастический конь, кольца, опорный прыжок, параллельные брусья, (Heller et al., 1998; Iruetia et al., 2007; Lange et al., 2005; Marina and Rodríguez, 2014).

Ученые из Туниса В. Мкаouer, М. Jemni и др. сравнили параметры кардиореспираторной системы и метаболизма между двумя различными типами олимпийской программы в мужской спортивной гимнастике; одна начиналась с вольных упражнений, а другая – с гимнастического коня.

В этом исследовании приняли участие шесть элитных гимнастов-мужчин. Регистрировали частоту сердечных сокращений в реальном времени, а также концентрацию лактата капиллярной крови после выполнения каждого упражнения.

Сердечно-сосудистые и метаболические стрессы были значительно выше, когда гимнасты начинали программу с гимнастического коня во всех упражнениях. Установлено, что начало соревнований по гимнастике вольными упражнениями подразумевает меньшее сердечно-сосудистое и метаболическое напряжение, связанное с лучшей производительностью по сравнению с другим порядком программы. Гимнасты, которые начинают с этого упражнения, могут иметь небольшое преимущество по сравнению с другими спортсменами.

Результаты данного исследования могут помочь тренерам в тактическом управлении трудностями гимнастов, возникающими в соответствии с их физическими и техническими возможностями, а также их специализацией [17].

Польские исследователи Piotr Sawicki и др. изучили различия между уровнями аэробной и анаэробной выносливости мальчиков, занимающихся спортивной гимнастической (стаж занятий 6 лет), и контрольной группой. Анаэробную эффективность оценивали с использованием 30-секундного анаэробного теста Wingate для рук. Нагрузку определяли на уровне $50 \text{ г} \cdot \text{кг}^{-1}$ массы тела. Аэробную эффективность определяли с помощью постепенного усилия по утомлению нижних конечностей на велоэргометре с одновременным анализом дыхательных газов. Показано, что анаэробная эффективность для параметров верхних конечностей, общая работа и средняя мощность были выше в группе мальчиков, занимающихся спортивной гимнастикой, в то время как индекс усталости, напротив, был ниже по сравнению с контрольной группой [26].

Испанские исследователи Marina M., Rodríguez F.A. изучили физиологические показатели в период соревнований в женской спортивной

гимнастике: частоту сердечных сокращений (HR) после тренировки, поглощение кислорода (VO_2) и концентрацию лактата в крови (L_{max}). Объектом исследования явились 8 молодых элитных гимнасток. У гимнасток установлены высокие значения HR ($183-199 \text{ уд}\cdot\text{мин}^{-1}$), VO_2 / V_m ($33-44 \text{ мл}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{мин}^{-1}$) и L_{max} ($7-9 \text{ ммоль}\cdot\text{л}^{-1}$) в вольных упражнениях и брусках. Опорный прыжок сопровождался наименьшим ЧСС ($154-166 \text{ ударов}\cdot\text{мин}^{-1}$) и L_{max} ($2,4-2,6 \text{ ммоль}\cdot\text{л}^{-1}$), а гимнастическое бревно – самым низким уровнем VO_2 ($27-35 \text{ мл}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{мин}^{-1}$). Средние относительные пиковые интенсивности, достигнутые в разных упражнениях (от 65 до 85% в $\text{VO}_{2\text{max}}$ и HR_{max}) свидетельствуют о том, что сердечно-дыхательные и метаболические потребности гимнасток высокие. Высокий процент измеряемого VO_2 , особенно после вольного упражнения, предполагает, что в женской спортивной гимнастике нельзя пренебрегать обучением аэробной силе [15].

Alves C.R., Borelli M.T. и др. из Бразилии провели исследование по разработке полевого теста для оценки анаэробных характеристик гимнастов. Сначала был разработан специальный анаэробный тест для аэробной гимнастики (SAGAT), который включал элементы, относящиеся к гимнастике, выполненные в максимально повторяющемся режиме спринта с общей продолжительностью 80-90 с. Для проверки SAGAT были проведены три независимых исследования для оценки достоверности (исследование I, $n = 8$), надежности (исследование II, $n = 10$) и чувствительности (исследование III, $n = 30$) у элитных спортсменов. Показано, что SAGAT является специфическим, надежным и чувствительным тестом для измерения анаэробных характеристик элитных гимнасток. Результаты данного теста можно использовать для эффективного обучения спортсменок [1].

Бельгийские ученые Dumortier J, Mariman A. и др. исследовали некоторые параметры сна и их взаимосвязь с тренировочной нагрузкой и результативностью у гимнасток высокого класса. Обследовано 26 гимнасток высокого класса различного возраста: до 13-ти лет, 13-16 лет и взрослые гимнастки (свыше 16 лет) – участницы чемпионата Мира.

В ходе эксперимента регистрировали сон спортсменок и изучали его характеристики (общее время сна, эффективность сна). Тренировочную нагрузку оценивали с использованием шкалы скорости воспринимаемой нагрузки. Результативность гимнасток – участниц чемпионата Мира оценивали с помощью рейтинга тренеров и по результатам квалификации.

Установлено, что общее время сна гимнасток и его эффективность были короче в тренировочные по сравнению с ночным отдыхом в те дни, когда гимнастки не тренировались. Высокая тренировочная нагрузка приводила к снижению общего времени сна. Для участниц чемпионата Мира общее время сна накануне квалификаций было самым коротким в течение чемпионата Мира.

Показана взаимосвязь между уменьшенным общим временем сна, увеличенной тренировочной нагрузкой и невысокой результативностью гимнасток. Сон является важным методом восстановления. Поэтому

оптимизация сна и тренировочной нагрузки могут представлять собой стратегию увеличения результативности [4].

Isacco L., Ennequin G. из Франции исследовали физиологические особенности французских гимнасток высокого класса и влияния соревновательной нагрузки на физиологические изменения. Были проведены антропометрические измерения, тестирование физической подготовки и смоделирована соревновательная нагрузка (4 вида женского многоборья). В течение симитированного соревнования непрерывно регистрировали частота сердечных сокращений, оценивали изометрическая сила верхних конечностей, анаэробную выносливость и мощность. Концентрацию лактата в крови определяли в покое, до начала и через 2, 4 и 10 минут после завершения упражнения на каждом снаряде.

В ходе проведения эксперимента установлено, что наиболее высокие значения ЧСС и концентрации лактата в крови были во время вольных упражнений и в упражнениях на брусках. Кроме того, концентрация лактата в крови и ЧСС оставались значительно повышенными на 10-ой минуте восстановления по сравнению с покоем. Анаэробная выносливость и мощность уменьшались значительно по мере длительности соревнования.

Таким образом, использование различных средств восстановления в период отдыха гимнасток между выступлениями на отдельных снарядах являются актуальными для предотвращения и минимизации утомления и оптимизации их работоспособности [9].

2.4 Морфологические особенности и физическая работоспособность квалифицированных спортивных гимнастов

Sarita Vaccioti и др. из Бразилии представили обзорный материал по изучению особенностей телосложения гимнасток высокого уровня. Актуальность данного исследования заключается в том, что антропометрические характеристики помогают в прогнозировании успеха в спортивной гимнастике и используются в качестве генетических маркеров при начальном отборе. Кроме того, установление взаимосвязи между телосложением гимнастки и ее двигательными способностями играет ключевую роль в мониторинге тренировочного процесса. Это позволяет повысить работоспособность, увеличить тренировочные эффекты, избежать перетренированности, снизить риск возникновения травм.

В результате анализа литературных данных установлено, что гимнастки высокого класса характеризуются низкорослостью, небольшой массой тела, узкими бедрами и относительно широкими плечами. Средний рост 16-летних гимнасток составил $154,3 \pm 6,5$ см и масса тела $45,5 \pm 6,3$ кг, что ниже возрастных нормативов.

Согласно исследованиям, у гимнасток обнаружены различия в компонентах соматотипа. В целом, гимнастки высокого уровня классифицируются как эктомезоморфы. На крупных международных

соревнованиях наилучший результат имели гимнастки с эктоморфией. Эти антропометрические характеристики соответствуют необходимым биомеханическим критериям для успешного выполнения упражнения на снарядах.

Выявлено, что соматотип гимнасток может меняться в зависимости от возраста, и эти изменения в связаны с темпами роста и сроками полового созревания.

Установлено, что гимнастки имеют очень низкий процент жира в организме по сравнению со сверстницами, не занимающимися гимнастикой. Согласно исследованиям, наименьший процент жира у 14-17-летних гимнасток составил $11,3 \pm 2,4\%$, наибольший – $19,5 \pm 4,2\%$. Это может быть связано не только с особенностями соматотипа, но и с низким биологическим возрастом гимнасток (по сравнению со сверстницами).

Показано, что гимнастки, имеющие наилучший результат в соревнованиях международного уровня, имели значительно меньший процент жировой массы, чем гимнастки с низким результатом. В других исследованиях не было обнаружено существенных различий в процентном содержании жира между успешными ($15,9 \pm 2,7\%$) и менее успешными гимнастками ($14,8 \pm 1,8\%$).

Установлено, что высококвалифицированные гимнастки имеют более низкий скелетный возраст по сравнению с возрастными нормами, характерными для лиц, не занимающихся спортом. Кроме того, существует разница в 2,3 - 3,0 года между хронологическим и скелетным возрастом у гимнасток мирового уровня. Кроме того, возраст менархе у высокотренированных гимнасток наступает позднее по сравнению с возрастным контролем – в $15,2 \pm 1,4$ лет. Сделан вывод, что гимнастки с поздним биологическим созреванием, по-видимому, имеют преимущества в двигательной деятельности. Однако нет доказательств, что позднее созревание вызвано физическими нагрузками.

Таким образом, телосложение гимнасток высокого уровня характеризуется небольшими размерами и низкой массой тела, с преобладанием эктомезоморфии, низкой массой жира и поздним биологическим созреванием. Однако среди исследователей нет единого мнения в отношении того, насколько сильно влияют эти особенности телосложения на результативность в соревнованиях [2].

Учеными из США Malina R.M., Baxter-Jones A.D. и др. показано, что невысокий рост и позднее созревание молодых спортивных гимнастов часто объясняются последствиями тренировок с раннего возраста. Учитывая ограниченность имеющихся данных, специфику тренировки, непринятие во внимание других факторов, влияющих на рост и созревание, до сих пор не удалось установить причинно-следственные связи между тренировками, ростом и созреванием юных спортивных гимнастов. В ответ на эту продолжающуюся дискуссию научная комиссия Международной федерации гимнастики (FIG) создала комитет для обзора текущей литературы и

рассмотрела четырех вопросов.

1) Имеется ли отрицательное влияние тренировки на достижение роста взрослого человека?

2) Существует ли негативное влияние тренировок на рост сегментов тела?

3) Ослабляют ли тренировки рост и созревание в период полового созревания, в частности, темпы роста и/или сроки и темп созревания?

4) Оказывает ли тренировка негативное влияние на эндокринную систему, в частности гормоны, связанные с ростом и половым созреванием?

Основная информация для обзора была получена от активного участия членов комитета в исследованиях по нормальным изменениям и клиническим аспектам роста и созревания, а также по росту и созреванию спортивных гимнастов и других юных спортсменов. Таким образом, комитет был хорошо знаком с литературой по вопросам роста и взросления в целом, а также у гимнастов и молодых спортсменов. Соответствующие данные были более доступны для женщин, чем мужчин. Молодежь, которая продолжает заниматься этим видом спорта, является весьма избранной выборкой, которая, как правило, меньше по возрасту и имеет соответствующие весо-ростовые показатели. Данные по вторичным половым признакам, возрасту скелета и возрасту на пиковой скорости роста указывали на более позднее созревание, но статус зрелости гимнастов перекрывал нормальный диапазон изменчивости, наблюдаемый в общей популяции. Группа гимнастов продемонстрировала модель роста и созревания, аналогичную той, которая наблюдалась у людей с коротким, нормальным и поздним созреванием, которые не были спортсменами. Доказательства эндокринных изменений у гимнастов были недостаточны для выводов относительно потенциальных эффектов тренировки.

Принимая во внимание отмеченные ограничения, были сделаны следующие выводы:

- рост взрослых или почти взрослых мужчин и женщин спортивных гимнастов не нарушается интенсивной гимнастической тренировкой;

- обучение гимнастике, по-видимому, не уменьшает рост верхних или нижних сегментов тела;

- обучение гимнастике, по-видимому, не ослабляет рост и созревание в пубертатный период, ни темпы роста, ни время и темп скачка роста;

- имеющиеся данные недостаточны для решения проблемы изучения интенсивной тренировки на эндокринную систему [13].

Исследователями из Испании и Великобритании изучили сагиттальный морфотип позвоночника у 48 мужчин и женщин, занимающихся спортивной гимнастикой. Показано значительное увеличение грудного кифоза у мужчин. Никаких существенных корреляций между количеством учебных часов в год, объемом обучения и любыми измерениями позвоночника в сагиттальной плоскости не обнаружено. Показано, что 62,5% гимнастов имели функциональный грудной кифоз, а 39,6% имели поясничное кифотическое

изменение.

Установлено, что интенсивность обучения не влияла на сагиттальное искривление у спортивных гимнастов. Однако этот вид спорта, по-видимому, вызывает специфические адаптации, выраженные в постуральном гиполордозе, функциональном грудном кифозе и поясничном кифотическом изменении. Последствия функциональных адаптаций могут потребовать профилактического вмешательства в мужской и женской спортивной гимнастике [25].

2.5 Методические рекомендации по совершенствованию подготовки квалифицированных спортивных гимнастов

На основе анализа статей и рефератов, посвященных актуальным проблемам спортивной гимнастики разработан комплекс методических рекомендаций для тренеров.

1) Возбуждение мышц при ускорении движения сегментов тела передается от «неподвижной точки» к «подвижной точке». «Неподвижная точка» определяется как часть тела, которая закреплена на оси вращения, а «подвижная точка» определяется как свободная часть тела, расположенная наиболее удаленно от оси вращения. Эти знания могут быть использованы для улучшения эффективности моторного обучения посредством более ранней оптимизации и упрощения моделей гимнастических упражнений.

2) Для повышения эффективности плиометрической тренировки гимнастов, необходимо следующее:

- избегать чрезмерных высот соскока, чтобы закрепить плиометрическую технику, поскольку это может увеличить время контакта;

- рекомендовать выражения Bosco в качестве основного критерия для индивидуальной оценки наиболее подходящей высоты прыгивания для плиометрической тренировки гимнастов. То есть можно увеличивать высоту прыгивания, пока испытуемый может увеличить его/ее показатель выражения Bosco. Однако, как только выражения Bosco E снижается, нужно выбрать предыдущую высоту соскока для плиометрической тренировки.

3) Для повышения эффективности «перелета Ткачева» показано, что позднее сгибание в нисходящей фазе с прямым положением на вертикальной линии ниже высокой перекладины положительно влияет на последующее движение перелета Ткачева, в то время как раннее сгибание в восходящей фазе увеличивает энергию гимнаста в достижении большей высоты над перекладиной и создает эстетику элемента. Определено наилучшее время для перехвата перекладины в момент положения тела в угловой степени 412° .

4) Для эффективного выполнения сальто вперед в группировке выявлены следующие параметры:

- значения момента инерции во время отталкивания и во время приземления должны быть от 11,4 до 14,4 кг м²;

- момент инерции при нахождении в сгруппированном положении

должен находиться в пределах от 2,4 до 4,6 кг м²;

- оптимальная продолжительность фазы полета составляет 800 мс;
- продолжительность времени для достижения сгруппированного положения – от 170 до 230 мс;

- продолжительность времени удержания сгруппированного положения должна находиться в диапазоне от 0 до 460 мс;

- угловой момент должен находиться в диапазоне от 20 до 60 Н м с.

Данные характеристики верны при выполнении сальто с миниатюрного батута в качестве взлетной поверхности и соблюдении определенного набора биомеханических ограничений.

5) Проведен анализ биоэлектрической активности мышц, включающихся при выполнении движения ногами по кругу. Показано, что в первой фазе данного упражнения (передняя стойка на руках) активно сокращаются трехглавая мышца плеча, широчайшая мышца спины и дельтовидная мышца при этом одновременно сокращается правый трицепс и бицепс. Во второй фазе (стойка на левой) левый плечевой сустав должен быть отведен и вращаться кнутри, в то время как правый плечевой сустав должен быть приведен, чтобы захватить активно ручку. Выявлено, что максимальную активность проявляют левая большая грудная мышца, правая широчайшая мышца спины и большая грудная мышца. Во время третьей фазы (задняя стойка на руках) правый плечевой сустав вращался кнутри и поддерживал отведение и быстрое отталкивание левой руки. Показана высокая мышечную активность правого трицепса и бицепса, а также двух больших грудных мышц. В заключительной стадии фаза 4 (стойка на правой) правая рука отведена и вращается кнутри, в то время как левый плечевой сустав приведен для активного захвата ручки. При этом установлены высокие амплитуды трицепса, широчайшей мышцы спины и дельтовидной мышцы обеих сторон. Результаты данного исследования могут быть полезны для разработки планов силовых тренировок мышц верхней конечности, которые вносит наибольший вклад в выполнение движения.

6) Во время выполнения опорного прыжка вперед основными переменными, определяющими нагрузку, являются максимальная ударная сила, время достижения максимальной ударной силы и угол плечевого сустава при ударе.

7) Согласно проведенным исследования, наибольшие физиолого-биохимические сдвиги в организме гимнастов происходят во время выполнения упражнений на брусьях, процесс восстановления после них является замедленным. Кроме того, следует помнить, что анаэробная выносливость и мощность уменьшаются по мере длительности соревнования. Учитывая этот факт, тренерам важно уделить внимание развитию кардиореспираторной системы и анаэробной выносливости гимнастов с учетом индивидуальной скорости восстановления каждого спортсмена. Для мониторинга скорости восстановления (желательно после каждого снаряда) необходим индивидуальный подход с использованием биохимического

контроля и контроля ЧСС. Совместно со спортивным врачом необходимо подобрать такие средства восстановления, которые можно было бы использовать в период отдыха гимнастов между выступлениями на отдельных снарядах.

8) Поскольку вольные упражнения способствуют меньшему сердечно-сосудистому и метаболическому напряжению по сравнению с другими видами многоборья, то гимнасты, которые начинают свою программу с вольных упражнений имеют преимущество по сравнению с другими гимнастами.

9) Оптимизация сна гимнасток, особенно при высокоинтенсивных тренировках, а также в период проведения крупных международных турниров (перед квалификационными соревнованиями) могут способствовать увеличению результативности и минимизации травматизма.

10) Для предотвращения и минимизации утомления гимнастов, а также оптимизации их работоспособности необходимо использование различных средств восстановления в период отдыха гимнасток между выступлениями на отдельных снарядах.

11) Показано, что телосложение гимнасток высокого уровня характеризуется небольшими размерами и низкой массой тела с преобладанием эктомезоморфии, низким содержанием жировой ткани и поздним биологическим созреванием. Однако среди исследователей нет единого мнения в отношении того, насколько сильно влияют эти особенности телосложения на результативность в соревнованиях.

12) Интенсивные гимнастические тренировки не ослабляют рост и созревание в пубертатный период.

13) Занятия спортивной гимнастикой вызывает специфические морфологические адаптации организма, выраженные в постуральном гиполордозе, функциональном грудном кифозе и поясничном кифотическом изменении.

14) Антропометрические характеристики важно учитывать, поскольку они соответствуют оптимальным биомеханическим критериям, необходимым для успешного выполнения упражнения на снарядах. Существует вероятность изменения соматотипа гимнастов в зависимости от возраста. Поэтому внедрение (усиление) врачебно-педагогического мониторинга за соматотипом гимнастов высокого уровня позволит увеличить тренировочный эффект, избежать перетренированности и снизить риск возникновения травм.

15) Для снижения уровня травматизации в спортивной гимнастике необходимо улучшение коммуникации между спортсменами и тренерами, а также активное участие спортсмена в подготовке программы.

Список литературы

1. Alves C.R., Borelli M.T., Paineli V. de S., Azevedo R. de A., Borelli C.C., Lancha Junior A.H., Gualano B., Artioli G.G. Development of a specific anaerobic field test for aerobic gymnastics//*PLoS One*. – 2015. – V. 10 (4). – P. 189 – 200.
2. Bacciotti S., Baxter-Jones A., Gaya A., Maia J. The physique of elite female artistic gymnasts: a systematic review//*Journal of Human Kinetics*. – 2017. – V. 58. – P. 247 – 259.
3. Barris S., Farrow D., Davids K. Do the kinematics of a baulked take-off in springboard diving differ from those of a completed dive//*Journal of Sports Sciences*. – 2013. – V. 31 (3). – P. 305 – 313.
4. Dumortier J., Mariman A., Boone J., Delesie L., Tobback E., Vogelaers D., Bourgois J.G. Sleep, training load and performance in elite female gymnasts//*European Journal of Sport Science*. – 2018. – Vol. 18 (2). – P. 151 – 161.
5. Edouard P., Steffen K., Junge A., Leglise M., Soligard T., Engebretsen L. Gymnastics injury incidence during the 2008, 2012 and 2016 Olympic Games: analysis of prospectively collected surveillance data from 963 registered gymnasts during Olympic Games//*British Journal of Sports Medicine*. – 2018 – Vol. 52 (7). – P. 475 – 481.
6. Geissbühler L. Wasserspringen//*Hintergrundberichte* [Электронный ресурс]. – 2012. – URL: <http://www.mobilesport.ch/06/2012> (дата обращения 02.02.2018).
7. Heinen T., Supej M., Čuk I. Performing a forward dive with 5,5 somersaults in platform diving: simulation of different technique variations//*Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. – 2017. – V. 27 (10). – P. 1081 – 1089.
8. Heinen T., Nicolaus M. Option selection in whole-body rotation movements in gymnastics//*Rev. Bras. Educ. Fis. Esporte, (Sro Paulo)*. – 2016. – V. 30 (1). – P. 29 – 39.
9. Isacco L., Ennequin G., Cassirame J., Tordi N. Physiological pattern changes in response to a simulated competition in elite women artistic gymnasts//*Journal of Strength and Conditioning Research*. – 2017. – Aug 4. [Epub ahead of print, PubMed].
10. Jiho P., Ji-seon R., Sangkyoon P., Heesung L., Sangheon P., Joonyeon K., Chan-hyuck J., Sukhoon Y. Kinematic analysis of diving back pike somersault in platform according to players' skill level//*35th Conference of the International Society of Biomechanics in Sports/Cologne, Germany, (June 14–18, 2017)*. – 2017. – V. 35. – P. 645 – 647.
11. Jing-guang Q., Yang Su, Ya-wei S., Ye Q., Songning Z. Comparison of a multi-body model and 3D kinematics and EMG of double-leg circle on pommel horse//*Journal of Human Kinetics*. – 2012. – V. 31, Section I (Kinesiology). – P. 45 – 53.

12. Kolar E., Pavletič M.S, Smrdu M., Atiković A. Athletes' perception of the causes of injury in gymnastics//The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. – 2017. – Vol. 57 (5). – P. 703 – 710.
13. Malina R.M., Baxter-Jones A.D., Armstrong N., Beunen G.P., Caine D., Daly R.M., Lewis R.D., Rogol A.D., Russell K. Role of intensive training in the growth and maturation of artistic gymnasts//Sports Medicine. – 2013. – V. 43 (9). – P. 783 – 802.
14. Marina M., Jemni M., Rodri'Guez F.A., Jimenez A. Plyometric jumping performances of male and female gymnasts from different heights//Journal of Strength and Conditioning Research. – 2012. – V. 26 (7). – P. 1879 – 1886.
15. Marina M., Rodríguez F.A. Physiological demands of young women's competitive gymnastic routines//Biology of Sport. – 2014. – V. 31 (3). – P. 217 – 222.
16. Mikl J., Rye D.C. Twist within a somersault//Human movement science. – 2016. – V. 45. – P. 23 – 39.
17. Mkaouer B., Jemni M., Chaabene H., Amara S., Njah A., Chtara M. Effect of two different types of Olympic rotation order on cardiovascular and metabolic variables in men's artistic gymnastics//Journal of Human Kinetics. – 2018. – V. 61. – P. 179 – 187.
18. Mohamed Haflah N.H., Mat Nor N.F., Abdullah S., Sapuan J. Bilateral scaphoid stress fracture in a platform diver presenting with unilateral symptoms//Singapore Medical Journal.– 2014. – V. 55 (10). – P. 159 – 161.
19. Morel D.S., Dionello C.D.F., Moreira-Marconi E., Brandão-Sobrinho-Neto S., Paineiras-Domingos L.L., Souza P.L., Sá-Caputo D.D.C., Dias G., Figueiredo C., Carmo R.C.R., Paiva P.C., Sousa-Gonçalves C.R., Kütter C.R., Guedes-Aguiar E.O., Cloak R., Bernardo-Filho M. Relevance of whole body vibration exercise in sport: a short review with soccer, diver and combat sport//African Journal of Traditional, Complementary Alternative Medicines. – 2017. – Vol. 14. – P. 19 – 27.
20. Narita T., Kaneoka K., Takemura M., Sakata Y., Nomura T., Miyakawa S. Critical factors for the prevention of low back pain in elite junior divers//British journal of sports medicine. – 2014. – V. 48 (11). – P. 919 – 923.
21. Paineiras-Domingos L.L., da Cunha de Sá-Caputo D., Marconi E.M., Morel D.S., da Fontoura Dionello C., Sousa-Gonçalves C.R. Can whole body vibration exercises affect growth hormone concentration? A systematic review//Growth Factors. – 2017. – V. 35. – P. 189 – 200.
22. Penitente G., Sands W.A. Exploratory investigation of impact loads during the forward handspring vault//Journal of Human Kinetics. – 2015. – V. 46, Section I (Kinesiology). – P. 59 – 68.
23. Patent B2 US009695609 CPC, date of patent: Jul. 4, 2017.
24. Roelofs E.J., Smith-Ryan A.E., Trexler E.T., Katie R. Hirsch K.R. Seasonal effects on body composition, muscle characteristics, and performance of collegiate swimmers and divers//Journal of athletic training. – 2017. – V. 52 (1). – P. 45 – 50.

25. Sanz-Mengibar J.M., Sainz-de-Baranda P., Santonja-Medina F. Training intensity and sagittal curvature of the spine in male and female artistic gymnasts//The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. – 2018. – V. 58 (4). – P. 465 –471.

26. Sawicki P., Dornowski M., Grzywacz E., Kaczor J. The effects of gymnastics training on selected parameters of anaerobic capacity in 12-year-old boys//The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. – 2017. – URL: <https://medworm.com/337784427/the-effects-of-gymnastics-training-on-selected-parameters-of-anaerobic-capacity-in-12-year-old-boys> (дата обращения 01.03.2018).

27. Spencer K., Schuhmann M. The influence of body position on the straddled Tkatchev's flight phase in men's horizontal bar//Journal of Human Sport and Exercise. – 2017. – V. 12 (1). – P. 204 – 218.

28. Vieira A., Alex S., Martorelli A., Brown L.E., Moreira R., Bottaro M. Lower-extremity isokinetic strength ratios of elite springboard and platform diving athletes//The Physician and Sportsmedicine. –2017. – V. 45 (2). – P. 87 – 91.

29. von Laßberg C., Rapp W. The punctum fixum-punctum mobile model: A neuromuscular principle for efficient movement generation?//PLoS One. – 2015. – URL.: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4378895> (дата обращения 11.02.2018).

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПОДГОТОВКИ РЕЗЕРВА
СПОРТИВНЫХ СБОРНЫХ КОМАНД РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
В ПРЫЖКАХ В ВОДУ И В СПОРТИВНОЙ ГИМНАСТИКЕ
(ПО МАТЕРИАЛАМ ЗАРУБЕЖНОЙ ПЕЧАТИ)

Подписано в печать 30.08.2018. Тираж 500 экз.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
институт физической культуры

394036,, г. Воронеж, ул. Карла Маркса, д. 59
Тел. +7 (473) 253-36-05
<http://www.vgifk.ru>.