

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт физической культуры и спорта

(наименование института полностью)

Кафедра «Физическая культура и спорт»

(наименование кафедры)

49.03.01 «Физическая культура»

(код и наименование направления подготовки)

«Физкультурное образование»

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: «Количественные критерии оценки развития равновесия у
людей разного возраста»

Студентка

Д.А. Кудряшова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

А.А. Джалилов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.п.н., доцент А.Н. Пиянзин

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« ____ » _____ 2017г.

Тольятти 2017

АННОТАЦИЯ

на бакалаврскую работу Кудряшовой Дарии Андреевны по теме: «Количественные критерии оценки развития равновесия у людей разного возраста».

Мнение исследователей о роли вестибулярного анализатора в реакциях поддержания равновесия противоречиво. Вместе с ходьбой, бегом и другими двигательными актами способность человека удерживать вертикальное положение в поле земной гравитации имеет жизненно важное значение, т.к. исходным при выполнении ряда видов движений является ортоградное положение. Многие двигательные акты и рабочие позы включают элементы равновесия, а поэтому правильное и точное выполнение даже относительно простых движений не может быть совершено без достаточно высокого уровня развития органов, обеспечивающих поддержание тела человека в равновесии.

Гипотеза. Можно предположить, что раздражение вестибулярного анализатора через систему межанализаторных функциональных связей оказывает влияние на эффективность протекания физиологических процессов, лежащих в основе регуляции равновесия тела.

Результаты исследования. Улучшение динамического равновесия, происходящее с возрастом, свидетельствует о совершенствовании анализаторов, входящих в общий комплекс систем, управляющих равновесием и ориентацией тела человека в пространстве.

Для практики спорта важно знать нормативные показатели, характеризующие развитие равновесия спортсменов, специализирующихся в видах спорта, предъявляющих повышенные требования к уровню развития этого качества.

Полученные результаты исследования обработаны методами математической статистики. Все операции выполнялись на компьютере.

Работа состоит из трех глав и списка литературы. В работе использованы более 50 литературы по исследуемой проблеме.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАВНОВЕСИЯ У СПОРТСМЕНОВ (обзор литературы).....	7
1.1. Методы оценки равновесия	7
1.2. Пути совершенствования равновесия.....	16
МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ	18
2.1. Методы исследования.....	18
2.2. Организация исследования.....	20
2.3. Критерии оценки тестов на информативность.....	21
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ ...	23
3.1. Роль зрительного анализатора в реакциях поддержания равновесия.....	23
3.2. Влияние тотальных размеров тела.....	25
3.3. Влияние сердечной деятельности и дыхательных движений.....	31
3.4. Влияние уровня развития некоторых физических качеств	33
3.5. Разработка оптимальной дозы вестибулярной нагрузки.....	36
3.6. Количественные показатели, характеризующие развитие равновесия у людей разного возраста.....	38
3.7. Устойчивость тела как критерий технического мастерства фигуристов.....	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	48
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	52

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Вместе с ходьбой, бегом и другими двигательными актами способность человека удерживать вертикальное положение в поле земной гравитации имеет жизненно важное значение, т.к. исходным при выполнении ряда видов движений является ортоградное положение. Многие двигательные акты и рабочие позы включают элементы равновесия, а поэтому правильное и точное выполнение даже относительно простых движений не может быть совершено без достаточно высокого уровня развития органов, обеспечивающих поддержание тела человека в равновесии.

Занятия спортом предъявляют к этому качеству большие требования. Способность ориентироваться в пространстве и времени, быстро и точно, выполнять сложные движения в условиях малой, неустойчивой и приподнятой площади опоры, после различного рода ускорений (опорных и акробатических прыжков) достигается за счет совершенствования анализаторов, принимающих участие в реакциях поддержания равновесия. Достаточный уровень развития равновесия позволяет быстрее овладевать сложной техникой разнообразных физических упражнений, выполнять их рационально и на более высоком техническом уровне. От степени развития органов и систем, управляющих позной активностью, зависят не только успехи в трудовой и спортивной деятельности, но и здоровье людей. Вот почему справедливо мнение, что «необходимое для нашей повседневной деятельности равновесие является элементарной предпосылкой вашего существования» [6].

Однако, несмотря на широкое и разностороннее изучение этого качества специалистами разного профиля (врачами, педагогами, физиологами), многие вопросы, относящиеся к теории, методике, практике физического воспитания и спорта, не получили однозначного ответа, не обобщены, находятся лишь в стадии постановки.

Мнение исследователей о роли вестибулярного анализатора в реакциях поддержания равновесия противоречиво. Одни считают вестибулярный анализатор «органом равновесия» и именно с его деятельностью связывают возможность удерживать равновесие и способность ориентироваться в пространстве [1,9,13,23]. Большая группа специалистов придерживается противоположной точки зрения [11,22,28], считая, что вестибулярному аппарату не принадлежит абсолютная роль в поддержании равновесия и что он не является единственным органом, управляющим равновесием и ориентацией тела человека в пространстве. Это мнение поддерживают и клиницисты, отвечающие, что люди, у которых функция вестибулярного аппарата была нарушена или полностью отсутствовала, все же могли ориентироваться в пространстве и сохранять равновесие. Подобные явления наблюдалась в том случае, когда не была нарушена деятельность зрительного анализатора и проприоцепции.

Кроме двух изложенных мнений, в литературе существует еще одно. Сторонники его полагают, что вестибулярный аппарат у человека играет сравнительно незначительную, второстепенную роль в поддержании вертикального положения тела [2,3,14].

Решение всех этих противоречий и является научной **проблемой** нашего исследования.

Объект исследования. Функция вестибулярного анализатора у спортсменов.

Предметом исследования выступает динамическое и статическое равновесие.

Целью исследования является совершенствование количественных критериев оценки развития равновесия у людей разного возраста.

Гипотеза. Можно предположить, что раздражение вестибулярного анализатора через систему межанализаторных функциональных связей оказывает влияние на эффективность протекания физиологических процессов, лежащих в основе регуляции равновесия тела.

Новизна. Улучшение динамического равновесия, происходящее с возрастом, свидетельствует о совершенствовании анализаторов, входящих в общий комплекс систем, управляющих равновесием и ориентацией тела человека в пространстве.

Практическая значимость. Для практики спорта важно знать нормативные показатели, характеризующие развитие равновесия спортсменов, специализирующихся в видах спорта, предъявляющих повышенные требования к уровню развития этого качества.

Задачи исследования.

1. Изучить функции анализаторов в реакциях поддержания равновесия.
2. Установить взаимосвязь между равновесием и развитием моторики спортсменов разного возраста и квалификации.
3. Разработать методику оценки равновесия тела как критерия технического мастерства спортсменов и проверить ее эффективность на практике.

ГЛАВА 1. ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАВНОВЕСИЯ У СПОРТСМЕНОВ

Развитие равновесия происходило в эволюционном плане в ногу с развитием движений. В классе позвоночных в развитии движений и равновесия можно отметить несколько критических переломных этапов.

Первый связан с переселением позвоночных на сушу. Скорость их движения ограничена. Площадь опоры велика.

Второй этап связан с формированием у позвоночных животных конечностей рычажного типа, представляющих сложные многосвязные кинематические цепи. Следствием их формирования явилось резкое ускорение локомоций, перемещений в пространстве. Но возникли затруднения в поддержании равновесия, потребовавшие развития рефлекторных механизмов, обеспечивающих поддержание равновесия в новых условиях передвижения, так называемых установочных рефлекторных актов, блестяще изученных Робертом Магнусом с сотрудниками.

Следующий критический момент в развитии двигательных актов и поддержании равновесия связан с переходом в вертикальное положение. Переход в вертикальное положение привел к освобождению человеческих рук от таких банальных функций, как опорные. Для эволюции движения характерен постепенный переход от движений в грубых массивных суставах к утонченной функции человеческой кисти.

Переход в вертикальное положение еще в большей мере затруднил поддержание равновесия в поле земного тяготения, ибо площадь опоры резко уменьшилась. Сравнительно малая площадь опоры и высокое положение общего центра тяжести, проекция которого располагается впереди от линии голеностопных суставов; (расстояние варьирует в пределах от 28 до 86 мм), создают затруднительные условия для поддержания равновесия тела. Поэтому поддержание равновесия предъявляет высокие требования к мышцам человеческого тела. Все наши мышцы являются

антигравитационными, ибо при каждом усилии приходится преодолевать вес предметов, с которыми мы имеем дело, да и костные рычаги наши весомы, во истинно-антигравитационными мышцами, обеспечивающими нам вертикальное положение в состоянии бодрствования, является экстензоры разгибатели (шеи, спины, бедра и голени). На страже поддержания равновесия и тонко дозированного распределения мышечного тонуса в скелетной мускулатуре стоит в каждый данный момент проприоцептивная иннервация, бдительно несущая свою службу в состоянии бодрствования человека.

В онтогенетическом плане качество равновесия у человека проявляется не сразу после рождения, и здесь в известной мере повторяются общие закономерности развития движений и равновесия, установленные в филогенезе.

Двигательный аппарат человека представляет сложную кинематическую цепь, имеющую большое количество степеней свободы (более 105 по А.А.Ухтомскому). Высокое положение общего центра тяжести над сравнительно малой площадью опоры и действующие на тело силы гравитации затрудняют условия сохранения устойчивого вертикального положения, стремясь вывести тело человека из состояния равновесия.

Несмотря на широкое и разностороннее изучение этого качества специалистами разного профиля (врачами, педагогами, физиологами), многие вопросы, относящиеся к теории, методике, практике физического воспитания и спорта, не получили однозначного ответа, не обобщены, находятся лишь в стадии постановки.

Речь идет о факторной структуре и количественных показателях, характеризующих онтогенез равновесия; стандартизированных методах оценки; роли различных анализаторных систем на разных этапах онтогенеза; факторах, определяющих величину устойчивости стояния, а также методах развития и совершенствования этого качества в процессе занятий физической культурой и спортом.

1.1. Методы оценки равновесия

О величине устойчивости тела можно судить по амплитуде, частоте, периоду и направлению колебаний общего центра масс тела.

При изучении уровня развития равновесия, а также влияния различных факторов на величину устойчивости исследователи старались графически выразить, а затем и количественно оценить величину колебаний тела при стоянии. Методы, применяемые для характеристики равновесия, условно можно разделить на несколько групп:

1 - геометрический метод, основанный на определении общего центра тяжести тела в различных его положениях по отношению в основном к площади опоры. Этот метод, постоянно совершенствуясь, вошел в арсенал биомеханики.

2 - клинический метод, заключающийся в изучении строения и функционирования органов и систем организма, осуществляющих регуляцию позы тела путем хирургического вмешательства. Он применяется, как правило, в опытах на животных.

3 - механический метод. С его помощью изучается способность сохранять устойчивость позы при действии различного рода внешних сил, выводящих тело из равновесия [В.П. Крапивинцева, 1954].

4 - кефалография в различных ее модификациях позволяет регистрировать колебания тела стоящего человека с помощью различных приспособлений, укрепляющихся на голове. Методика кефалографии заключается в том, что укрепленная на голове испытуемого кисточка (карандаш, перо), соприкасаясь с листом бумаги или закопченной поверхностью, отпечатывает колебания головы и туловища исследуемого.

Фирорд К., основоположник этого метода, в 1864 г. впервые писал колебания тела стоящего человека.

Для количественной оценки величины колебаний тела Россолимо в 1928 г. предложил простой и достаточно удобный прибор, назвав его

ортостазиметром. В этом же году Д.Е. Роземблю и К.С. Мендюк предложили кефалограф новой конструкции.

Значительный вклад в дальнейшее развитие кефалографического метода внесли работы Ю.М. Уфлянда, который создал кефалограф новой конструкции, позволяющий регистрировать колебания тала в сагиттальном и фронтальном направлениях.

Считая, что прибор Ю.М. Уфлянда является несовершенным, Н.С. Савченко в 1936 г. предложил для записи кефалограмм новую установку.

В дальнейшем [Е.Я. Бондаревский, 1964] отечественными и зарубежными авторами были внесены значительные изменения в конструкцию кефалографа и методику записи кефалограмм.

5 - метод регистрация колебаний общего центра масс тела (стабилография). Суть его состоит в том, что смещения общего центра масс тела человека, стоящего на жесткой платформе (площадке), усиливаются и регистрируются. Иными словами: механические величины, получаемые при деформации жесткой опоры, на которой стоит испытуемый, превращаясь в электрические, записываются. С помощью этого метода можно с большой степенью точности исследовать амплитуду, частоту, направление в период колебаний ОЦТ тела человека.

Получив дальнейшее совершенствование и развитие, стабилография (например, стабиллоплатформа серженного типа) широко вошла в практику биомеханических и педагогических исследований. К этой группе методов также относятся механические приборы, построенные на принципе шарнирно-рычажной системы, например, педагограф конструкции В.Г. Стрельца [1962].

Таким образом, большинство авторов при исследования статического равновесия стремились определить величину колебаний тела при стоянии.

6 - ихнография - метод, позволяющий оценить способность человека сохранять определенное положение или направление движения тела во время ходьбы.

Для оценки динамического равновесия многие исследователи использовали обычный вид локомоций - ходьбу с закрытыми глазами в заданном направлении. По восприятию идущим направления движения и величине отклонений от прямой можно судить о функциональной полноценности физиологических систем, принимающие участие в реакциях равновесия и ориентации тела человека в пространстве. Величина отклонений является показателем, количественно характеризующим развитие динамического равновесия.

В 1880 г. Neugebauer с помощью регистрации отпечатков стоп исследовал походку в целом. Им же введен термин ихнограмма.

Русский врач С.Ф. Штейн применил для этой цели жидкую краску. Испытуемый становился на войлок, пропитанный краской, после этого он проходил в заданном направлении определенный отрезок прямой. Оставленные следы обводились белой краской и фотографировались.

В настоящее время методика записи ихнограмм изменилась немногим. Часто к обуви испытуемого крепился мокрая прокладка. Оставленные на полу следы отмечаются мелом, это дает возможность рассчитать величину отклонений от прямой, угол разворота стоп, длину шага. При проведении подобных исследований испытуемому закрывают глаза. Выключение зрительного анализатора усложняет условия поддержания равновесия и ориентировку в пространстве. Понятно, что «следовой» метод имеет недостатки. В последнее время для целей ихнографии предложен прибор, который назван ихнографом [20].

7 - метод контрольных упражнений (проб), дающий возможность определить способность к удержанию равновесия тела при выполнении определенных положений или длительность сохранения конкретной позы.

Простота регистрации и способов обработки получаемой информации, возможность проводить обследование в «полевых» условиях (зал, стадион и т.п.), людей разного возраста, пола и физической подготовленности делают

методы, объединенные в группу 7, очень ценными для практики врачебных и научных исследований в спорте.

Вестибулярный анализатор. Мнение исследователей о роли вестибулярного анализатора в реакциях поддержания равновесия противоречиво. Одни считают вестибулярный анализатор «органом равновесия» и именно с его деятельностью связывают возможность удерживать равновесие и способность ориентироваться в пространстве [1,9,13,23]. Большая группа специалистов придерживается противоположной точки зрения [11,12,18], считая, что вестибулярному аппарату не принадлежит абсолютная роль в поддержании равновесия и что он не является единственным органом, управляющим равновесием и ориентацией тела человека в пространстве. Это мнение поддерживают и клиницисты, отвечающие, что люди, у которых функция вестибулярного аппарата была нарушена или полностью отсутствовала, все же могли ориентироваться в пространстве и сохранять равновесие. Подобные явления наблюдались в том случае, когда не была нарушена деятельность зрительного анализатора и проприоцепции.

Кроме двух изложенных мнений, в литературе существует еще одно. Сторонники его полагают, что вестибулярный аппарат у человека играет сравнительно незначительную, второстепенную роль в поддержании вертикального положения тела [2,3,14].

Работы В.С. Гурфинкеля [1961, с.412] показали, что «...противоречие в оценке роли вестибулярного аппарата, однако, существует только до тех пор, пока мы будем считать его непосредственным регулятором позы и реакций равновесия. Если же допустить, что вестибулярный аппарат принимает участие в регуляции равновесия не непосредственно, а через другие регулирующие системы, то противоречия не остается, так как в этом случае к нему предъявляются совершенно иные требования в отношении чувствительности, временных параметров и др.».

Функциональные параметры вестибулярного и зрительного анализаторов «не могут обеспечить необходимой чувствительности и быстродействия системы регуляции позы. Суставная (и отчасти мышечная) проприоцепция играет основную роль в механизме регуляции позы. Однако без участия зрительного и вестибулярного анализаторов работа по регуляции позы становится неустойчивой» [2,9].

Известно, что раздражение вестибулярного аппарата, как правило, ухудшает равновесие тела, способствуя в ряде случаев появлению вегетативных расстройств. Однако в литературе встречаются единичные экспериментальные данные, свидетельствующие в том, что после адекватного раздражения вестибулярного аппарата наступает уменьшение амплитуды колебаний общего центра масс тела, улучшение показателей скоростной выносливости [4,15,17,20], увеличение частоты движений [2,9,16,23] и продолжительности статического усилия [7,10]. Если это действительно так, то использование данного феномена может открыть дополнительные возможности в плане расширения арсенала нетрадиционных средств тренировки органов равновесия спортсменов, специализирующихся в видах спорта, предъявляющих повышенные требования к этому качеству. К сожалению, сведения о времени восстановления равновесия после раздражения вестибулярного анализатора крайне противоречивы [32,45]. Возможным объяснением данного факта может служить:

а) разнообразие методов воздействия на вестибулярный анализатор и регистрации возникающих при этом изменений в показателях устойчивости стояния; б) использование различных интервалов времени с момента раздражения и до начала исследования равновесия; в) незначительное число испытуемых. Все это, естественно, не только затрудняет интерпретацию механизмов, лежащих в основе отмеченного феномена, но и не дает однозначного ответа на ряд вопросов (например, время, в течение которого отмечается улучшение устойчивости), решение которых не лишено практического смысла для методики физического воспитания.

Для дальнейшего изучения этого явления - улучшения регуляции позы тела, возникающего в результате раздражения вестибулярного анализатора и использования его для целей спортивной практики, по нашему предложению было проведено специальное исследование [26].

Следует отметить, что уменьшение амплитуды колебаний ОЦТ происходит одновременно с увеличением частоты колебаний (обнаружена почти пропорциональная зависимость), что, вероятно, свидетельствует о повышении нервно-мышечной активности. Эта гипотеза подтверждается материалами, имеющимися в литературе [20], и данными синхронной регистрации ЭМГ и стабилограммы. Отчетливо видно, что в момент улучшения устойчивости стояния происходит незначительное понижение биоэлектрической активности регистрируемых мышц по сравнению с данными, полученными сразу же после раздражения вестибулярного анализатора.

Наиболее отчетливо изменения показателей, характеризующих устойчивость тела и данных миографии.

Основной вывод, полученный в результате этой серии экспериментов, сводится к тому, что специально подобранная доза вестибулярного раздражения вызывает улучшение устойчивости тела, которое наступает через определенный (строго индивидуальный) промежуток времени после раздражения вестибулярного аппарата.

Можно предположить, что раздражение вестибулярного анализатора через систему межанализаторных функциональных связей оказывает влияние на эффективность протекания физиологических процессов, лежащих в основе регуляции равновесия тела. Возможная схема, удовлетворительно описывающая механизмы, лежащие в основе физиологической сущности описанного феноменологического факта, может быть следующей:

Вестибулярная нагрузка, вестибулярные ядра, гамма-мотонейроны, чувствительность, мышечных рецепторов к растяжению, миотатический рефлекс, изменение межсуставных углов, качество регуляции.

Иными словами: нагрузка на вестибулярный анализатор оказывает влияние на вестибулярные ядра, которые тесно связаны с гамма-мотонейронами, регулирующими чувствительность мышечных рецепторов к растяжению.

Таким образом, раздражение вестибулярного анализатора сопровождается ускорением протекания миотатического рефлекса (рефлекс на растяжение), что способствует повышению чувствительности двигательного анализатора на изменение межсуставных углов, а это, в конечном счете, улучшает качество регуляции позы.

Объяснение обсуждаемому факту может быть дано с позиций общих закономерностей, лежащих в основе рассмотрения возбуждения как фазового явления. Известно, что за всяким возбуждением следует процесс торможения [по А.А.Ухтомскому так называемое «торможение вслед за возбуждением», «последовательно торможение» по И.П. Павлову], Существование зависимости между этими процессами общепризнано: чем сильнее возбуждение, тем сильнее торможение. Отечественными исследователями.

Шерингтоном было доказано, что биологический объект очень часто после возбуждения, пройдя фазу последовательного торможения, не только возвращается в исходное положение, но даже его превышает (фаза экзальтации, суперкомпенсация). Вероятно, с этих позиций можно объяснить не только восстановление после раздражения вестибулярного аппарата величины стабิโลграфических индексов, но и значительное улучшение (фаза суперкомпенсации) устойчивости в ортоградном положении.

1.2. Пути совершенствования равновесия

Имеющиеся в настоящее время рекомендации по совершенствованию равновесия тела носят общий характер, касаясь главным образом вопросов распределения дидактического материала и методических приемов, усложняющих выполнение упражнений в равновесии.

В последние годы [2,10,17] вопросам методики совершенствования равновесия в физическом воспитании и спорте уделяется значительное внимание. Большинство специалистов придерживаются старых традиционных средств, справедливо полагая, что совершенствовать способность поддерживать равновесие можно с помощью «специальных» упражнений в равновесии или путем отдельного совершенствования анализаторов, обеспечивающих сохранение равновесия.

В школьном звене системы физического воспитания является эффективной комплексная методика, включающая: а) отдельную тренировку анализаторов, входящих в комплекс систем, управляющих равновесием тела, с помощью упражнений, составляющих содержание разных разделов программы по физической культуре; б) совершенствование равновесия специальными упражнениями, выполняемыми на специальных снарядах (бревно, бум, скамейка и т.п.); в) тренажерное устройство (туго натянутый трос). Методика, обеспечивающая тренировку анализаторов, участвующих в поддержании ортоградной стойки, средствами общей физической подготовки и выполнение специальных упражнений на равновесие - оказалась также эффективной в системе занятий людей среднего и старшего возраста.

В последние годы с целью оптимизации процесса спортивной тренировки и управления физической подготовленностью разрабатываются методы нетрадиционного плана, нашедшие широкое применение и при совершенствовании систем, управляющих равновесием тела:

1. Тренажерные технические устройства.

2. Акупунктура.
3. Модальные характеристики и «модели сильнейших спортсменов».
4. Технические средства обучения тренировки и контроля.
5. Алгоритмизация обучения и математическое моделирование физического состояния.

Так, например, в основе педагогического эксперимента, позволившего разработать методику совершенствования равновесия тела фигуристов, лежал факт наличия следовых явлений после раздражения вестибулярного аппарата, положительно влияющих на качество удержания тела человека в равновесии.

Раздражение вестибулярного аппарата проводилось с помощью кресла Барани в среднем $14,0 \pm 3,3$ вращения (в 1 секунду -1 вращение).

После раздражения вестибулярного аппарата гимнастов было отмечено улучшение регуляции позы, как правило, через $27,6 \pm 1,3$ секунды. Это позволило улучшить результаты в выполнении сложно-координационных упражнений в среднем на 8,1 % ($t = 3,0$).

Необходимо отметить, что эффект влияния рассматриваемого методического приема находится в прямой зависимости от степени чувствительности вестибулярного аппарата. Наибольшие положительные сдвиги в результативности выполнения упражнения по фигурному катанию наблюдались после трехкратного раздражения вестибулярного аппарата, проводимого перед выполнением упражнения и после каждой серии из 6 прыжков.

Разумный учет этого факта может служить эффективным методическим приемом в системе тренировки спортсменов, уровень мастерства которых во многом определяется развитием качества равновесия.

ГЛАВА 2. МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Методы исследования

1. Анализ литературных источников
2. Тестирование
3. Педагогический эксперимент.
4. Математическая статистика.

Анализ литературных источников

Анализ литературных источников показал, что несмотря на широкое и разностороннее изучение специалистами разного профиля (врачами, педагогами, физиологами) проблемы, связанной с оценкой уровня развития равновесия спортсменов, многие вопросы, относящиеся к теории, методике, практике физического воспитания и спорта, не получили однозначного ответа, не обобщены, находятся лишь в стадии постановки.

Нами было изучено более 60 литературных источников по общей и специальной тематике исследования, а также учебные журналы и планы учебно-тренировочного процесса учителей физической культуры средних школ и тренеров. В процессе анализа полученных материалов были выявлены противоречия, поиск решения которых и явилось научной проблемой нашего исследования.

Тестирование

Следует отметить, что тесты, оценивающие равновесие тела, ранее не подверглись стандартизации. Лишь некоторые из них нами прошли проверку на воспроизводимость и информативность.

Раздражение вестибулярного аппарата проводилось с помощью кресла Барани в среднем $14,0 \pm 3,3$ вращения (в 1 секунду - 1 вращение).

Анализ раздражения вестибулярного аппарата испытуемыми, проводимого перед выполнением упражнения и после каждой серии.

Попытка решения рассматриваемого вопроса выполнена посредством моделирования колебаний тела человека с помощью механического маятника (маятник устанавливался на площадку стабиллоплатформы и груз 1200 г, имитирующей изменение расстояния ОЦТ маятника, крепился в разных точках – «А», «Б» и «В»).

Стабилография – установка для исследования положения проекции общего центра тяжести тела спортсмена во время выполнения спортивного упражнения или удержания заданной статической позы.

Установка работает следующим образом. Вследствие изменения центра тяжести спортсмена, стоящего на платформе, сигналы с двух систем тензодатчиков, усиленные тензоусилителем, поступают на входы вертикального и горизонтального отклонения луча электронно-лучевого осциллоскопа. Светящая точка на экране осциллоскопа отклоняется от начального положения в соответствии с направлением центра тяжести и ее отклонения от линии вертикали, общего центра тяжести тела человека.

Нами проведено дальнейшее изучение этой проблемы. На платформу стабилографа устанавливался стул, на котором сидел испытуемый. С каждым проводилось 6 измерений. В трех попытках предлагалось задержать дыхание. При максимальном усилении сигнала, поступающего с тензодатчиков, в течение 30 секунд проводилась запись стабилограммы.

Кефалография в различных ее модификациях позволяет регистрировать колебания тела стоящего человека с помощью различных приспособлений, укрепляющихся на голове. Методика кефалографии заключается в том, что укрепленная на голове испытуемого кисточка (карандаш, перо), соприкасаясь с листом бумаги или закопченной поверхностью, отпечатывает колебания головы и туловища исследуемого.

Тест для оценки устойчивости стояния на одной ноге и т.п.

Педагогический эксперимент

На первом (2014-2015) этапе были сформулированы рабочая гипотеза, цель и задачи исследования, разрабатывались основные положения экспериментальной методики, ориентированной на оценку уровня равновесия у лиц разного возраста и пола.

На втором (2015-2016) этапе – разработана методика оценки положения тела в пространстве. Проведена экспериментальная проверка выдвинутой гипотезы и эффективности разработанной педагогической системы.

На третьем (2016-2017) этапе – осуществлялась проверка достоверности надежности использованной методики.

Математическая статистика

Для обработки полученных научных данных нами были использованы методы математической статистики, так, как средние арифметические значения, средние квадратические отклонения, коэффициент вариации, коэффициент парной корреляции, коэффициент детерминации, методы факторного анализа, а также для установления достоверности различия применяли t – критерия Стьюдента при уровне значимости $p < 0,05$.

2.2. Организация исследования

Педагогический эксперимент проводился в течение 3 лет, т.е. с 12 октября 2014 года по 20 апреля 2017 года в УСК «Олимп» города Тольятти. В эксперименте принимали участие 150 человек в возрасте с 7 до 70 лет женщины и мужчины, занимающихся и незанимающихся физической культурой и спортом.

Целью исследования являлась оценка уровня развития равновесия у спортсменов и неспортсменов разного возраста и пола.

В основе педагогического эксперимента, позволившего разработать методику совершенствования равновесия тела лиц, лежал факт наличия следовых явлений после раздражения вестибулярного аппарата, положительно или отрицательно влияющих на качество удержания тела человека в равновесии, т.е. на их функцию.

2.3. Критерии оценки тестов на информативность

Слово «тест» английского происхождения и на языке оригинала означает испытание – проверку.

Измерение или испытание, проводимое с целью определения состояния или способностей спортсмена, называется тестом.

Но не всякие измерения могут быть использованы как тесты, а только те, которые отвечают специальным требованиям. К ним относятся:

- 1) стандартность (процедура и условия тестирования должны быть одинаковыми во всех случаях применения теста);
- 2) наличие системы оценок (квалиметрии – эта качественная и количественная оценка);
- 3) надежность (один и тот же тест, примененный к одним и тем же испытуемым, должен давать в одинаковых условиях совпадающие результаты);
- 4) информативность (это степень точности, с какой он измеряет свойство, для оценки которого используется).

Поэтому применение тех или иных тестов будет наиболее эффективным и обеспечит надежные выводы лишь при условии правильного выявления их сочетания информативности со всеми другими группами тестов.

Тесты, которые были использованы на информативность для оценки координации (равновесия) движений:

1. Равновесие
2. Балансирование предметов
3. 1) Общий статический баланс.
Поддержание равновесия в положении на одной ноге на специальном бруске. Глаза открыты. 0,686
- 2) Равновесие на предметах 0,632
4. Равновесие
 - 1) Стояние на спец. бруске, наклоняясь вперед, глаза открыты 0,672
 - 2) туловище прямо 0,697
 - 3) Стояние на мяче, одна нога на полу 0,486
 - 4) Балансирование тросточкой 0,539
 - 5) Ходьба по спец. бруску 0,435

В процессе экспериментального исследования нами была выявлена высокая информативность этих тестов. Мы считаем что, полученные результаты (коэффициенты) тестов можно использовать на практике для оценки координационных способностей (равновесия) людей разного возраста, пола и уровня спортивной подготовки.

Полученные коэффициенты корреляции говорят об их информативности, стабильности и эквивалентности.

Данные тесты прошли проверку на информативность.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Роль зрительного анализатора в реакциях поддержания равновесия

В реакциях поддержания равновесия, рефлекторно взаимодействуя, принимает участие ряд анализаторов (зрительный, двигательный, кожный и вестибулярный). Кратко рассмотрим роль зрительного и вестибулярного аппарата, принимающих активное участие в поддержании равновесия.

Более 100 лет назад замечено, что выключение зрения ведет к ухудшению устойчивости тела при стоянии и ходьбе. Одним из первых клиницистов, указавшим на это явление, был Ромберг [1851 г.].

Большинство исследователей поддерживают мнение о большом удельном значении зрения в общем комплексе систем, обеспечивающих поддержание тела в равновесии. Основным доводом в пользу данного заключения служит общеизвестный факт, что устойчивость тела значительно снижается в случае выключения зрительной афферентации. Однако имеющиеся в литературе материалы, количественно характеризующие эту реакцию по данным различных авторов, фрагментарны, не охватывают широкий возрастной контингент людей, не однозначны и противоречивы.

Данный факт, вероятно, можно объяснить за счет довольно широкого набора методов и методических приемов, используемых разными авторами при регистрации этого явления.

Знание величин, характеризующих устойчивость стояния людей разного возраста и тех изменений, которые происходят при выключении зрительного анализатора, имеет большое значение, позволяя определить границы нормальной реакции и степень патологии.

Используя стабилотографическую методику и простой методический прием: по специальному сигналу испытуемый закрывал глаза, мы провели оценку роли зрения в общем комплексе систем, управляющих равновесием

тела человека. Испытуемые - люди разного пола и возраста, занимающаяся и не занимающиеся спортом, в возрасте от 4-х до 70 лет. Полученные материалы приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Данные, характеризующие ухудшение (в процентах) устойчивости стояния в ответ на закрывание глаз у людей разного возраста (сагиттальная плоскость)

№ п/п	Возраст (в годах)	Пол	N	Величина, характеризующая ухудшение устойчивости		Примечание
				В абсолютных величинах	В процентах	
1.	4	♂ ♀	35 33	2,4 2,2	17,0 17,7	Выключение зрения ухудшает равновесие тела в среднем от 9 до 30%
2.	5	♂ ♀	25 29	1,9 2,2	15,0 16,9	
3.	6	♂ ♀	29 28	2,3 1,0	20,5 8,8	
4.	7	♂ ♀	34 27	1,7 3,1	16,6 31,0	
5.	8-12	♂♀	110	-	62	
6.	12-16	♂♀	160	-	40-45 %	В среднем увеличение амплитуды составляет 57 %, варьируя в пределах от 20 до 65 %
7.	41-45	♀	111	-	31,3	Амплитуда колебаний в ответ на выключение зрительной афферентации увеличивалась не зависимо от возраста в среднем на 35,3 %, варьируя в пределах от 28,8 до 40,8 %
8.	56-70	♀	115	-	36,5	

Спортсмены:

Стрелки, мастера спорта ♂ 54

Акробаты, мастера спорта ♂ 21

Фигуристы, мастера спорта ♂ 18

Приведенный в таблице материал свидетельствует о наличии определенной вполне конкретной и по величине одинаковой адаптационной реакции организма, наступающей в ответ на выключение зрения. Эта реакция в период стабилизации в развитии механизмов, управляющих равновесием (после 12 лет), у людей разного возраста одинакова, что свидетельствует о вполне определенном, почти постоянном удельном значении зрительного анализатора в общем комплексе систем, обеспечивающих регуляцию равновесия тела.

Средства, используемые в системе тренировки спортсменов разных специализаций, оказывают неэквивалентные влияние на развитие компенсаторных способностей организма к сохранению равновесия при отсутствии зрительного контроля. У спортсменов, специализирующихся в стрелковом спорте, роль зрительного анализатора в реакциях поддержания равновесия больше, чем у занимающихся другими видами спорта.

3.2. Влияние тотальных размеров тела

Влияние биомеханических показателей на способность поддерживать равновесие тела имеет определенное значение для практики спорта (например, методика обучения упражнениям в равновесии, проблема отбора), системы профтехобразования (вопросов профессиональной подготовки) в некоторых разделах протезирования и протезостроения (конструирование протезов).

Данные литературы о влиянии роста и веса тела фрагментарны и противоречивы. Четко просматриваются две противоположные точки зрения: а) рост и вес отрицательно влияют на показатели, характеризующие равновесие тела [13,14]; б) между ростом, весом и показателями устойчивости стояния тела человека отсутствует какая-либо зависимость [7,8,15].

Результаты нашего исследования показали, что у женщин не обнаружена зависимость ($p = 0,07$) между особенностями телосложения и уровнем развития равновесия, в то время как у мужчин эта связь ($p = 0,63$) просматривается (рис.1).

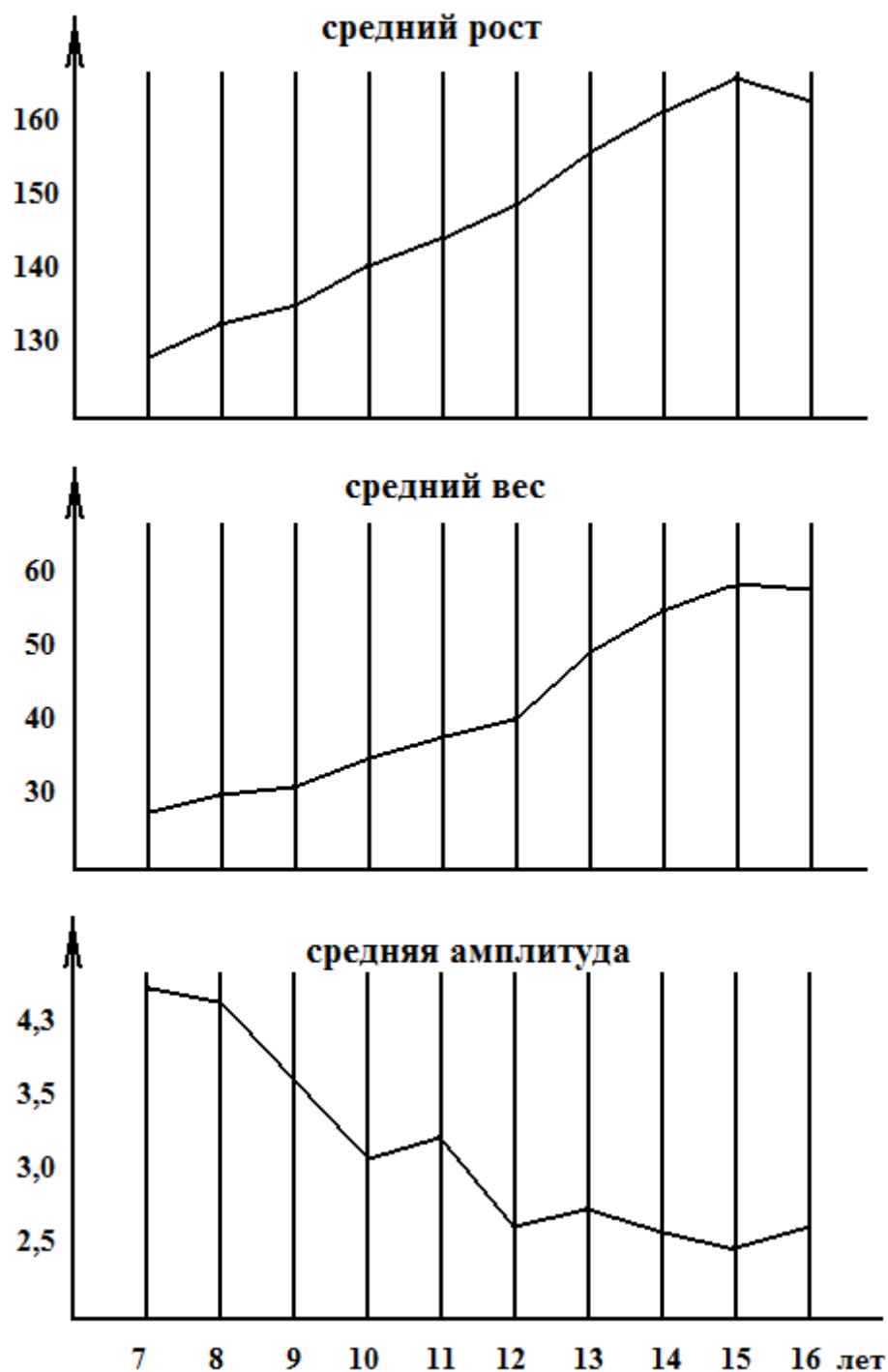


Рис. 1. График зависимости величины смещения ОЦТ от росто-весовых показателей.

Большинство исследователей для решения вопроса о влиянии биомеханических показателей на степень устойчивости тела использовали главным образом кефалографическую методику, применение которой имеет определенные ограничения, так как амплитуда кефалографической записи зависит от длины пищащего рычага: чем выше рост, тем больше показатели кефалографии.

Исследование проблемы с помощью наиболее современного метода - стабилотграфии проведено на людях старшего возраста, различия в показателях роста и веса у которых, естественно не были ярко выражены.

Учитывая противоречивость приведенных данных, трудно судить, в какой степени особенности физического развития (главным образом рост и вес) влияют на величину устойчивости тела при стоянии.

Нами дальнейшее рассмотрение этого вопроса было проведено на школьниках.

Разница в росте между детьми в возрасте 7 и 16 лет составляла до 60 см, в весе – до - 55 кг. В каждой возрастной группе были определены средние величины роста, веса и построен график зависимости амплитуды колебания ОЦТ тела, роста и веса от возраста (рис. 2).

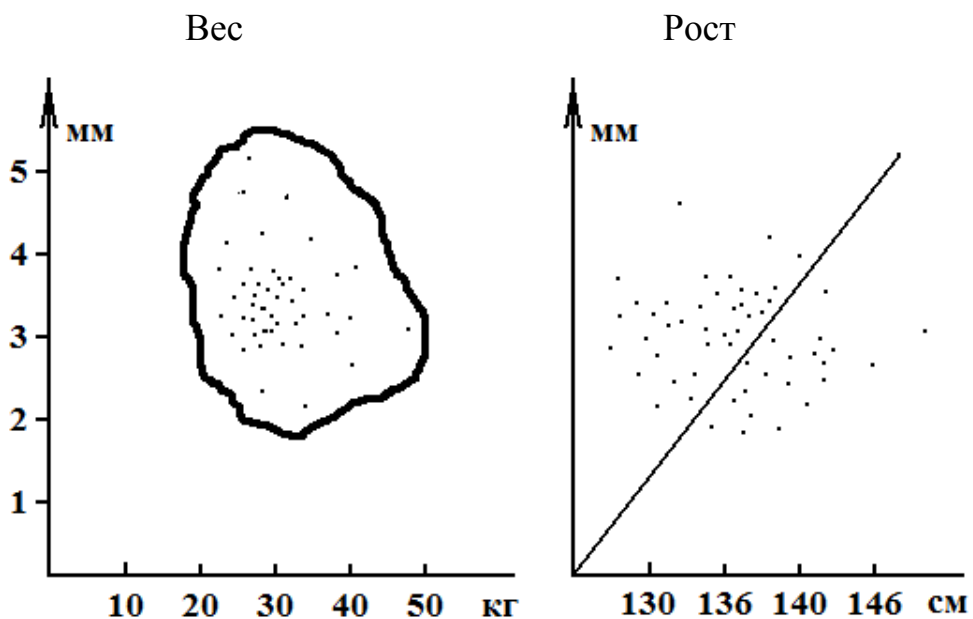


Рис. 2. Зависимость амплитуды колебаний ОЦТ от веса и роста 9 – летних детей.

Из данных графика следует, что изменения в устойчивости стояния детей связана не с ростом и весом, а с возрастом, так как кривая роста и веса у детей после 12 лет продолжает расти и даже более круто, чем раньше; устойчивость же стояния не изменяется, поскольку дальнейшие колебания в величине смещения общего центра тяжести не являются статически достоверными ($p = 0,09$).

Для каждого возраста были рассчитаны также коэффициенты корреляции между ростом, весом испытуемых и величиной, характеризующей устойчивость стояния. Значения коэффициентов корреляции представлены в (таблице 2).

Таблица 2

Оценка коэффициентов корреляция между величиной амплитуды колебаний ОЦТ школьников 7-16 лет и их росто-весовыми данными

Возраст	Число испытуемых	Рост (см)		Вес (кг)		Вывод о достоверности коэффициента корреляции
		r	r _(m)	r	r _(m)	
7 лет	19	-0,4200	0,9	-0,4215	0,19	Для роста статически достоверен, для веса – нет
8 лет	27	-0,2739	0,18	-0,2719	0,18	Статически не достоверен
9 лет	37	-0,0210	0,16	-0,1435	0,16	Статически не достоверен
10 лет	29	-0,3936	0,16	-0,5115	0,14	Для веса статически достоверен, для роста – нет

Продолжение таблицы 2.

11 лет	26	-0,2220	0,19	-0,4371	0,16	Статически не достоверен
12 лет	34	-0,3895	0,15	-0,3877	0,145	Статически не достоверен
13 лет	27	-0,0848	0,19	-0,2619	0,18	Статически не достоверен
14 лет	28	-0,3879	0,12	-0,3383	0,14	Для роста статически достоверен, для веса – нет
15 лет	33	-0,1375	0,17	-0,2564	0,65	Для роста статически достоверен, для веса – нет
16 лет	16	-0,4577	0,2	-0,1130	0,25	Для роста статически достоверен, для веса – нет

С целью проверки полученных результатов для каждой возрастной группы были построены графики зависимости величины смещения ОЦТ от веса и роста детей. На рис. 2 (в качестве иллюстрации) приведен график, характеризующий зависимость ($p = 0,76$) амплитуды колебаний общего центра тяжести от веса и роста школьников в возрасте 9 лет.

В результате выполненных работ не удалось выявить какой-нибудь зависимости между ($p = 0,15$) тотальными размерами тела детей и уровнем развития равновесия.

Попытка дальнейшего решения рассматриваемого вопроса выполнена посредством моделирования колебаний тела человека с помощью механического маятника (маятник устанавливался на площадку стабилоплатформы и груз 1200 г, имитирующей изменение расстояния ОЦТ

маятника, крепился в разных точках – «А», «Б» и «В»). Выявлено (таблица 3) отсутствие какой-либо зависимости между точкой крепления груза и величиной стабилотграмм.

Таблица 3

Амплитуда колебаний маятника в зависимости от места крепления груза (1200 г)

№ п/п	Условие эксперимента: точка крепления постоянного груза и величина веса (г) рычага маятника	Средняя амплитуда колебаний (мм)	Частота колебаний (количество за 1 мин)
1.	Груз (1200 г) опущен до основания рычага маятника (точка "А")	20,10	66,35
2.	Груз (1200 г) поднят до середины рычага маятника (точка "Б")	20,25	82,43
3.	Груз (1200 г) поднят до верхней крайней точки рычага маятника (точка "В")	20,00	90,25

Этот факт является определенным доводом в пользу мнения об отсутствии зависимости между ростом человека и устойчивостью его тела.

Увеличение частоты колебаний при условии изменения места расположения ОЦТ рычага маятника вполне объяснимо, т.к. постоянная средняя амплитуда колебания может поддерживаться за счет величины амплитуды каждой асцилляции или частоты колебаний.

Исследование влияния веса человека на величину устойчивости стояния с помощью механического маятника (вес груза переменный, точка крепления - постоянная) показало (таблица 4), что по мере увеличения веса груза увеличивалась амплитуда колебаний маятника. Вероятно, амплитуда колебания ОЦТ тела в какой-то мере зависит от веса (искусственное отягощение). Однако эту зависимость следует рассматривать как физический фактор, учет которого необходимо проводить в ходе применения стабилотографической методики.

Таким образом, в условиях непринужденного стояния тотальные размеры тела - рост и вес не оказывают существенного влияния на устойчивость тела ($p = 0,27$).

Таблица 4

Амплитуда колебаний маятника в зависимости от величины веса груза

Порядок записи	Вес рычага маятника (г)	Средняя амплитуда колебаний (мм)
1.	500	5,20
2.	800	1,25
3.	1200	20,30
4.	1500	25,55

3.3. Влияние сердечной деятельности и дыхательных движений

Для создания эффективной методики обучения упражнениям в равновесия (например, в системе тренировки фигуристов, стрелков) представляет определенный интерес знание влияние дыхательных движений и сердечной деятельности на показатели равновесия тела человека. В литературе [1,3,20] есть категорические высказывания об ухудшении

равновесия за счет смещений масс внутри тела, которые происходят под влиянием дыхания и сердечной деятельности.

Проверка этих данных показала, что отсутствует связь ($p = 0,03$) между колебаниями тела (по данным стабิโลграфии) и сердечными сокращениями (по данным электрокардиографии).

Нами (со студентами в возрасте 19-21 год и спортсменами) проведено дальнейшее рассмотрение этого вопроса. На платформу стабิโลграфа устанавливался стул, на котором сидел испытуемый. С каждым проводилось 6 измерений. В трех попытках предлагалось задержать дыхание. При максимальном усилении сигнала, поступающего с тензодатчиков, в течение 30 секунд проводилась запись стабิโลграммы.

Оказалось, что на прямой, отражающей отсутствие колебаний тела, были зарегистрированы осцилляции, соответствующие ритму сердечных сокращений (см. рис. 3).



Рис. 3. Влияние сердечной деятельности на стабิโลграфические показатели.

Результаты исследований свидетельствуют об отсутствии связи между колебаниями тела и движениями грудной клетки во время дыхания.

Однако указывается, что при форсированном дыхании колебательные движения тела увеличиваются.

Установлено также, что задержка дыхания в течение 30 секунд приводит к снижению колебаний тела в среднем на 6,5 %. При этом показатель частоты колебаний тела остается без видимых изменений.

Таким образом, результаты полученных данных в общих чертах не противоречат литературным данным, позволяя заключить, что сердечные сокращения не оказывают существенного влияния на величину устойчивости стояния тела человека, в то время как задержка дыхания способствует искусственному снижению амплитуды колебаний тела.

3.4. Влияние уровня развития некоторых физических качеств

Зарубежные исследователи (см. таблицу 5) считают, что равновесие - двигательное качество, являющееся частью моторики людей. Их доводы основаны главным образом на экспериментальных данных, характеризующих факторную структуру физической подготовленности. Действительно, при определении структуры тестов физической подготовленности выделяется ортогональный фактор, идентифицируемый как равновесие тела человека.

Представляет значительный практический интерес установить взаимосвязь этого качества с другими факторами, определяющими структуру физической подготовленности человека. Это имеет не только теоретическое, но и большое практическое значение, позволяя разработать эффективные методические приемы, обеспечивающие развитие и совершенствование равновесия.

Анализ коэффициентов, полученных на группе детей школьного возраста, свидетельствует о наличии корреляционной связи между

равновесием, показателями динамометрии и скоростно-силовых возможностей. Объяснение данному факту можно найти в материалах, свидетельствующих об участии мышц туловища в поддержании равновесия тела в статических положениях.

Действительно, проявление силовых и скоростно-силовых возможностей человека при выполнении широкого круга заданий определяется уровнем развития мышц, которые осуществляют одновременно и антигравитационную функцию, т.е. удерживают тело человека в состоянии равновесия. Вероятно, тренировка с целью повышения уровня развития скоростно-силовых качеств будет способствовать совершенствованию антигравитационных мышц, что, естественно, должно оказывать положительное влияние на механизмы, обеспечивающие регуляцию равновесия тела в разнообразных статических положениях. Интересно отметить, что и результаты в «челночном беге» коррелируют с заданиями на равновесие. При этом наибольшая корреляция выявлена с упражнениями, характеризующими динамические формы равновесия. По-видимому, способность поддерживать равновесие во время движения является составной частью качественного выполнения скоростных упражнений. Вероятно, это действительно так, ибо мастера-бегуна от новичка, помимо всего, отличает умение бежать по условной прямой от старта до финиша с минимальными отклонениями от нее. Это трудная задача, так как выполнять ее приходится в считанные секунды, число которых в определенной мере зависит от умения бежать по прямой. Последнее определяется в значительной мере (по данным коэффициентов детерминации от 35 до 41 %) от уровня развития органов и систем, обеспечивающих поддержание равновесия тела при движении.

Известно, что правильное взаиморасположение звеньев тела оказывает существенное влияние на напряжение мышц и колебания ОЦТ тела. Реально предположить, что способность удерживать равновесие в определенной мере

зависит от уровня развития подвижности в суставах. Это предположение нашло подтверждение.

Обнаружена корреляция ($r = 0,79$) между гибкостью и равновесием тела.

Установлена также взаимосвязь ($r = 0,67$) между показателями пространственной дифференцировки (в условиях выключенного зрения) и результатами выполнения тестов на равновесие.

Таблица 5

Данные, характеризующие величину связи амплитуды колебаний ОЦТ с некоторыми показателями уровня развития моторики девочек 4-7 лет

Возраст (в годах)	Тесты				
	прыжок в длину с места	прыжок в высоту с места	метание теннисного мяча	наклон вперед с прямыми ногами	динамометрия (становая)
4	-0,27	-0,31	-0,25	-	-0,20
	-	-	-	-	-
5	-0,23	-0,36	-0,33	-	-0,22
	-0,31	-0,48	-0,55	-	-0,28
6	-0,37	-0,32	-0,37	-0,33	-0,26
	-0,50	-0,50	-0,56	-0,55	-0,33
7	-0,35	-0,34	-0,43	-0,36	-0,25
	-0,60	-0,53	-0,68	-0,48	-0,32

Примечание. В числителе представлены коэффициенты корреляций между эмпирическими данными, в знаменателе - величина корреляции между «истинными» значениями.

Результаты проведенного анализа позволили установить определенную связь между факторами (силой, скоростно-силовым фактором, гибкостью, быстротой), определяющими структуру физической подготовленности и равновесием тела человека.

Расчеты коэффициентов корреляции с учетом данных о величине воспроизводимости тестов позволяют более категорично утверждать (таблица 5) о наличии связи между уровнем развития равновесия и двигательными качествами.

3.5. Разработка оптимальной дозы вестибулярной нагрузки

Для дальнейшего изучения этого явления - улучшения регуляции позы тела, возникающего в результате раздражения вестибулярного анализатора и использования его для целей спортивной практики, нами было проведено специальное исследование (табл.6).

Таблица 6.

Время, в течение которого происходит восстановление равновесия тела после воздействия вестибулярных раздражений

Время, в течение которого происходит восстановление равновесия тела после воздействия вестибулярных раздражений	Величина раздражения
До 30 и более минут	-
До 10 и более минут	-
До 30 секунд	10 оборотов за 10 секунд
Отмечено улучшение регуляции двигательной активности в ответ на раздражение вестибулярного аппарата	

В результате установлено, что 12-кратное вращение в кресле Барани (I оборот за 1 секунду). Испытуемый сидит с наклоненным вперед на 30-40° туловищем вызывало значительные вестибулосоматические и вегетативные расстройства.

Выявлена оптимальная доза вестибулярной нагрузки. Для школьников она равна - $10,6 \pm 0,6$ оборота, а для фигуристов – $11,5 \pm 0,5$ оборота за 10 секунд. Таким образом, оптимальная доза вестибулярного раздражения находится в пределах 10-22 оборотов за 10 секунд.

Оказалось, что время (30-40 секунд), в течение которого происходит восстановление равновесия после воздействия на вестибулярный анализатор стандартной вестибулярной нагрузки, характеризуется значительной индивидуальной вариабельностью (30 – 35 %).

Время восстановления равновесия у фигуристов меньше ($t = 2,9$), чем у школьников, не занимающихся спортом, что указывает на лучшую устойчивость вестибулярного аппарата гимнастов.

Установлено, что вестибулярная нагрузка в виде 10 оборотов за 10 секунд приводит после индивидуального восстановительного периода к улучшению устойчивости стояния: у школьников в среднем на 8,5 %; у фигуристов-мужчин на 9,3 %. Фаза гиперкомпенсации длится в среднем 2 минуты.

Следует отметить, что уменьшение амплитуды колебаний ОЦТ происходит одновременно с увеличением частоты колебаний (обнаружена почти пропорциональная зависимость $r = 0,67$), что, вероятно, свидетельствует о повышении нервно-мышечной активности. Эта гипотеза подтверждается материалами, имеющимися в литературе [20].

3.6. Количественные показатели, характеризующие развитие равновесия у людей разного возраста

Исследование уровня развития равновесия у людей разного возраста с давних пор привлекает к себе внимание специалистов различных областей знаний. Их интересует не только роль отдельных систем, принимающих участие в реакциях равновесия, и влияние различных факторов (устомление, тренировки, употребление алкоголя и т.п.) на способность удерживать вертикальное положение, но главным образом показатели, характеризующие устойчивость тела при стоянии (табл. 7).

Таблица 7

Результаты, характеризующие равновесие детей 4-7 лет (данные стабиллографии – амплитуда колебаний ОЦТ тела, сагиттальное направление)

Пол	Возраст (в годах)	N	x	δ	m	V %
Мальчики	4	35	14,1	2,7	0,5	19,4
	5	55	12,6	2,7	0,4	21,4
	6	49	11,2	2,3	0,3	20,4
	7	54	10,2	2,6	0,4	26,0
Девочки	4	33	13,1	2,6	0,5	19,5
	5	49	11,8	2,4	0,3	20,3
	6	48	11,3	2,7	0,4	23,0
	7	47	10,0	2,1	0,3	21,0

Знание количественных показателей, характеризующих устойчивость стояния, имеет большое значение в деле правильной организации педагогического процесса.

Эти сведения полезны учителю физической культуры, тренеру, они позволяют обосновать конкретные требования к занимающимся, определить степень подготовки или сдвиги, которые произошли после применения конкретной методики в обучении физическим упражнениям. Имея точные критерии, характеризующие степень развития равновесия, можно установить отклонения от нормы, что играет важную роль при подборе средств и содержания материала, направленного на совершенствование равновесия тела человека.

Материалы об уровне развития тела, имеющиеся в литературе, видно, что многие эксперименты проведены неадекватными методами на многочисленных группах людей. Полученные результаты не подверглись статистически корректной обработке. Вот почему сделать вывод о показателях, призванных количественно характеризовать уровень развития качества равновесия у людей разного возраста, а также спортсменов, специализирующихся в разных видах спорта, не представляется возможным.

Из данных, приведенных в таблице, видно, что способность удерживать тело в равновесия улучшается с увеличением возраста. Отмечены статистически достоверные изменения стабилеографических индексов в каждый год жизни детей. За период от 4 до 7 лет величина амплитуды колебаний ОЦТ тела уменьшается: у мальчиков на 27,6 %, у девочек - на 23,6 %, что происходит, вероятно, за счет совершенствования рефлекторных механизмов и систем, регулирующих равновесие тела.

На рис. 4 графически представлено изменение амплитуды, числа колебаний и среднего периода одного колебания у школьников разного возраста.

Учитывая изменение амплитуды колебаний общего центра тяжести как основной фактор, можно утверждать, что устойчивость улучшается у детей до 12 лет (амплитуда уменьшается) и в этом возрасте достигает величины, равной величине устойчивости взрослых.

Вывод о стабилизации развития равновесия к 12 годам основан на данных сравнения с имеющимися в литературе сведениями [11], полученными на немногочисленной группе взрослых людей. Потребовались дополнительные эксперименты, результаты которых подтвердили выводы об этапах формирования качества равновесия у школьников.

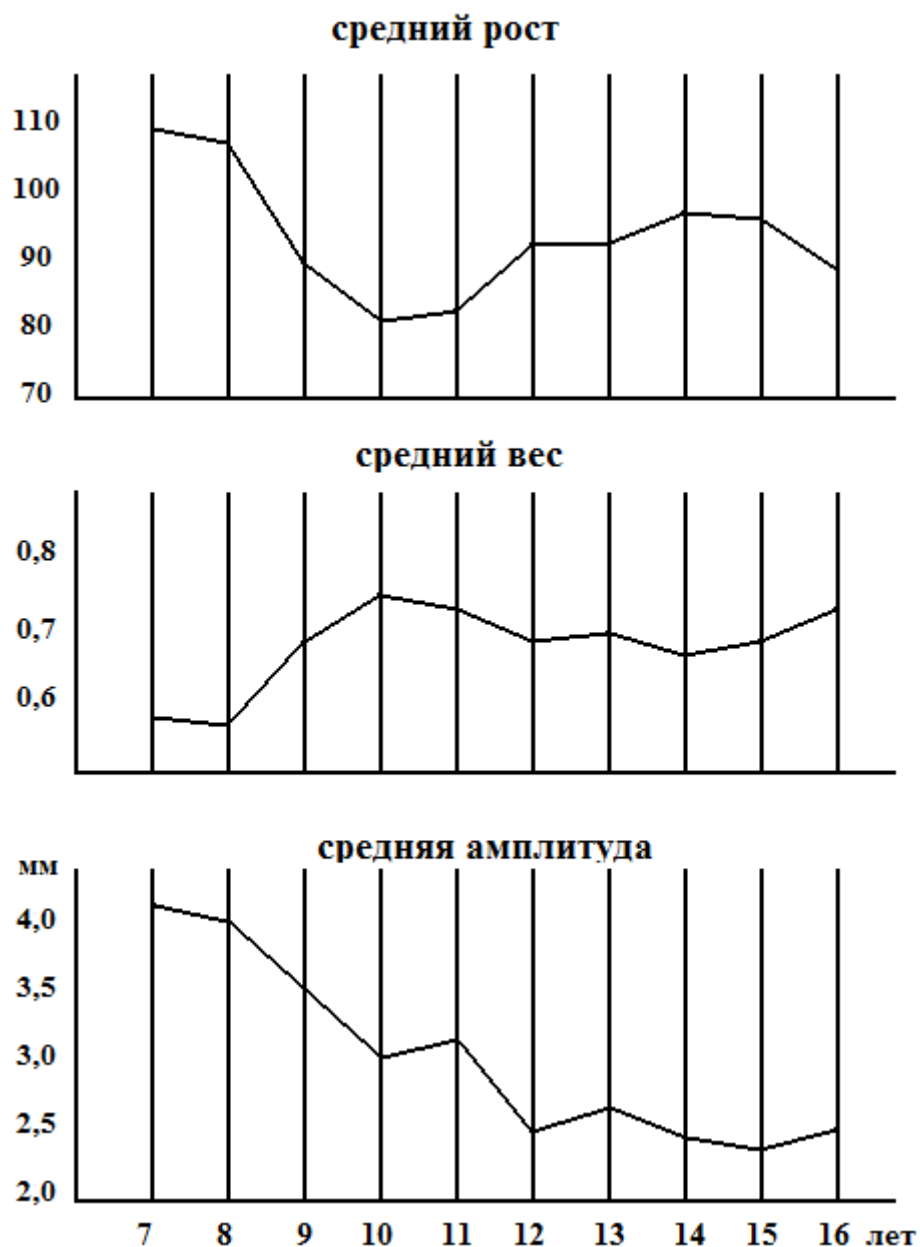


Рис. 4. Изменение амплитуды колебаний ОЦТ, числа колебаний и среднего периода одного колебания у детей 7-16 лет.

Изложенные результаты были получены по данным теста, качество выполнения которого определяется главным образом уровнем развития рефлекторных механизмов прямохождения. Для практики физического воспитания представляет значительный интерес определение уровня развития равновесия по данным выполнения контрольных заданий, полно характеризующих способность удерживать равновесие (например, в условиях ограниченной площади опоры). С помощью достаточно информативного теста было установлено (таблица 7), что с увеличением возраста происходит развитие равновесия, уровень которого к 12 годам достигает значительной величины, близкой к показателям взрослых.

Доказана статистическая достоверность улучшения устойчивости у мальчиков и девочек до 13 лет. Девочки в каждом возрасте до 13 лет имеют лучшие показатели, однако эти различия статистически не ($p = 0,09$) достоверны.

В возрастной динамике развития равновесия людей старшего возраста (женщин 26 – 70 лет) можно выделить (см. таблицу 7) три этапа: первый – в возрасте 26 – 45 лет, когда наблюдается период компенсации и особых изменений в развитии равновесия тела не происходит;

второй - до 55 лет, когда отмечается тенденция (фактически недостоверная) к ухудшению равновесия тела в статических положениях;

третьей - с 56 лет, когда устойчивость стояния уже заметно (статистически достоверно) ухудшается.

Анализ частоты колебаний (см. таблицу 7) позволил установить, что с возрастом она претерпевает лишь незначительные изменения, и, как правило, находится на уровне 65 - 69 колебаний, достигая в 66-70 лет максимальной величины - 80 колебаний.

Материалы изучения способности удерживать равновесие во время движения (с помощью ихнографа) приведены в таблицах 7, 8.

Из таблицы 8 (данные ихнографии) видно, что средние данные, характеризующие уровень развития динамического равновесия, указывают

на прогрессивное улучшение способности детей удерживать равновесие тела при ходьбе. Несмотря на то, что ребенок начинает ходить в конце первого или в начале второго года жизни, совершенствование способности правильно ориентировать тело в пространстве продолжается еще многие годы и лишь в 12-летнем возрасте достигает показателей, близких к взрослым.

В развитии динамического равновесия отсутствуют различия между результатами мальчиков и девочек. Большинство отклонений - 49,7 % было в левую сторону, 42,2 % в правую и 7,8 % детей прошли по прямой без отклонений. Указанная закономерность (левосторонняя асимметрия) при ходьбе находится в согласии с опубликованными в литературе результатами [7,14].

Таблица 8

Данные, характеризующие величину отклонений (в см) от прямой при прохождении школьниками 15-метрового отрезка с закрытыми глазами.

Возраст в годах	N	X	б
7	60	90,9	24,8
8	50	75,8	21,0
9	50	62,6	18,0
10	70	50,2	11,4
11	90	42,0	8,2
12	80	32,4	7,3
13	60	33,0	7,1
14	50	32,6	8,3
15	50	32,0	7,4
16	50	34,7	7,5
Взрослые	50	32,0	7,3

Улучшение динамического равновесия, происходящее с возрастом, свидетельствует о совершенствовании анализаторов, входящих в общий комплекс систем, управляющих равновесием и ориентацией тела человека в пространстве.

Таким образом, изучение с помощью разнообразных методов и методических приемов уровня развития равновесия у людей, не занимающихся спортом, в возрасте 5-70 лет и спортсменов разной специализации и квалификации показывает, что уменьшение амплитуды колебаний общего центра тяжести в дошкольном и младшем школьном возрасте составляет в среднем 26 %. К 11 годам изменения не носят достоверный характер, а в 12 лет показатели развития равновесия достигают уровня взрослых.

В возрастном развитии равновесия женщин 26-70 лет выделено три периода: компенсации (с 26 до 45 лет); тенденции к ухудшению функции равновесия (до 55 лет) и ухудшения (с 56 лет).

Занятия спортом оказывает специфическое (в зависимости от спортивной специализации и квалификации) влияние на степень развития равновесия. Наилучшие показатели устойчивости тела при выполнении позы естественного стояния наблюдаются у мастеров спорта по стрельбе ($4,3 \pm 0,2$ мм). Акробаты-прыгуны, гимнасты и занимающиеся фигурным катанием на коньках имеют приблизительно одинаковые величины средней амплитуды колебаний ОЦТ тела (5,1-5,4 мм).

3.7. Устойчивость тела как критерий технического мастерства фигуристов

Фигурное катание - вид спорта, основанный на тончайших мышечных ощущениях, которые внешне никак не проявляются. Помочь фигуристу и тренеру зарегистрировать ошибку, допускаемые спортсменом при

выполнении упражнения, и выявить причины ее возникновения можно с помощью технических средств.

В фигурном катании, наряду с остальными элементами техники, большую роль играет устойчивость тела и всей системы «фигурист - партнер». При анализе литературы, касающейся проблемы устойчивости, выяснилось, что проводилось лишь простейшее определение частоты и амплитуды колебаний [1,2], однако, на наш взгляд, необходимо рассматривать весь спектр частот, входящих в колебательный процесс.

В исследовании перед нами стояла задача: определить, можно ли, используя результаты тестирования устойчивости тела фигуриста, говорить о техническом мастерстве, и если можно, то в какой степени найденные критерии устойчивости связаны с квалификацией спортсменов.

Для выявления зависимости между колебаниями тела и партнера (не стандартность тела партнера и т.д.) нами использовался комплекс специальной аппаратуры, позволяющий объективно и с меньшими затратами ручного труда в минимальное время обрабатывать получаемые данные. В этот комплекс входят: стабิโลграфическая платформа ПД-3А (для регистрации колебаний тела фигуриста и всей системы «фигурист - партнер»), индукционный датчик (для регистрации колебания снаряда), 4 - канальный магнитограф «Шлюмберже» (для записи всей информации) и вычислительная машина СМ-4, на которой производились все вычисления.

На I этапе рассматривалась взаимосвязь колебаний фигуриста и всей системы «фигурист - партнер». В процессе проведения эксперимента регистрировались колебания снаряда в двух плоскостях (соответственно влево - вправо и ближе - дальше относительно линии О.Ц.Т.М.) и колебания тела в тех же плоскостях. В результате математической обработки обнаружилось, что существует взаимная корреляционная связь между колебаниями тела и снарядом одной и той же плоскости (0,78 при движении влево - вправо и 0,68 - ближе - дальше). Рассмотрев общую, когерентность колебаний и обнаружив значительную их взаимосвязь, мы с помощью

спектрального и фазового анализов определили, как связаны колебания тела и снаряд на отдельных частотах. Выяснилось – сагиттальной плоскости наблюдается большая степень совпадения фаз колебаний тела и снаряда на более низких частотах, с увеличением частоты эта фазовая взаимосвязь уменьшается (рис. 5). Видимо, более низкочастотные колебания тела почти не компенсируются фигуристом и отражаются на колебаниях снаряда с той же фазой и с незначительным уменьшением амплитуды. В то же время более высокочастотные колебания тела гасятся внутри системы «фигурист - партнер» и на колебаниях снаряда отражаются в гораздо меньшей степени.

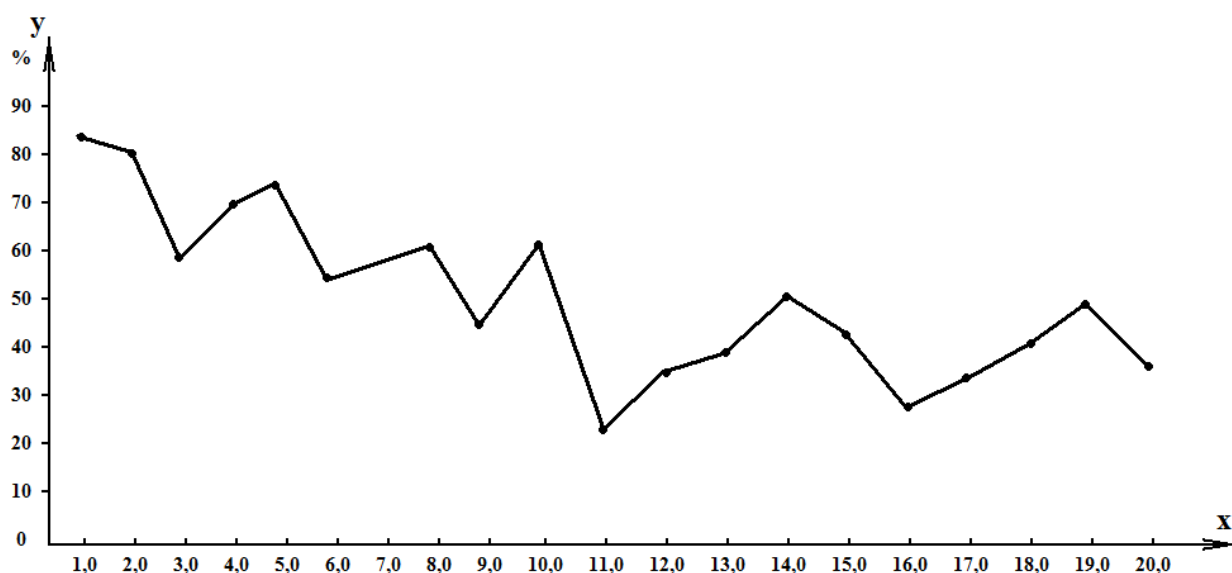


Рис. 5. Степень совпадения фаз колебаний тела и снаряда в сагиттальной плоскости на разных частотах. По оси X – частота колебаний, по оси Y – степень совпадения фаз колебания, %.

Таким образом, зная степень вклада устойчивости тела в устойчивость снаряда, мы можем, рассматривая только колебания тела в сагиттальной – плоскости на низких частотах, судить об одной из сторон технической подготовленности фигуриста. Это дает нам право использовать показатель

устойчивости, тела в массовых и длительных обследованиях фигуристов, а также людей, не занимающихся фигурным катанием.

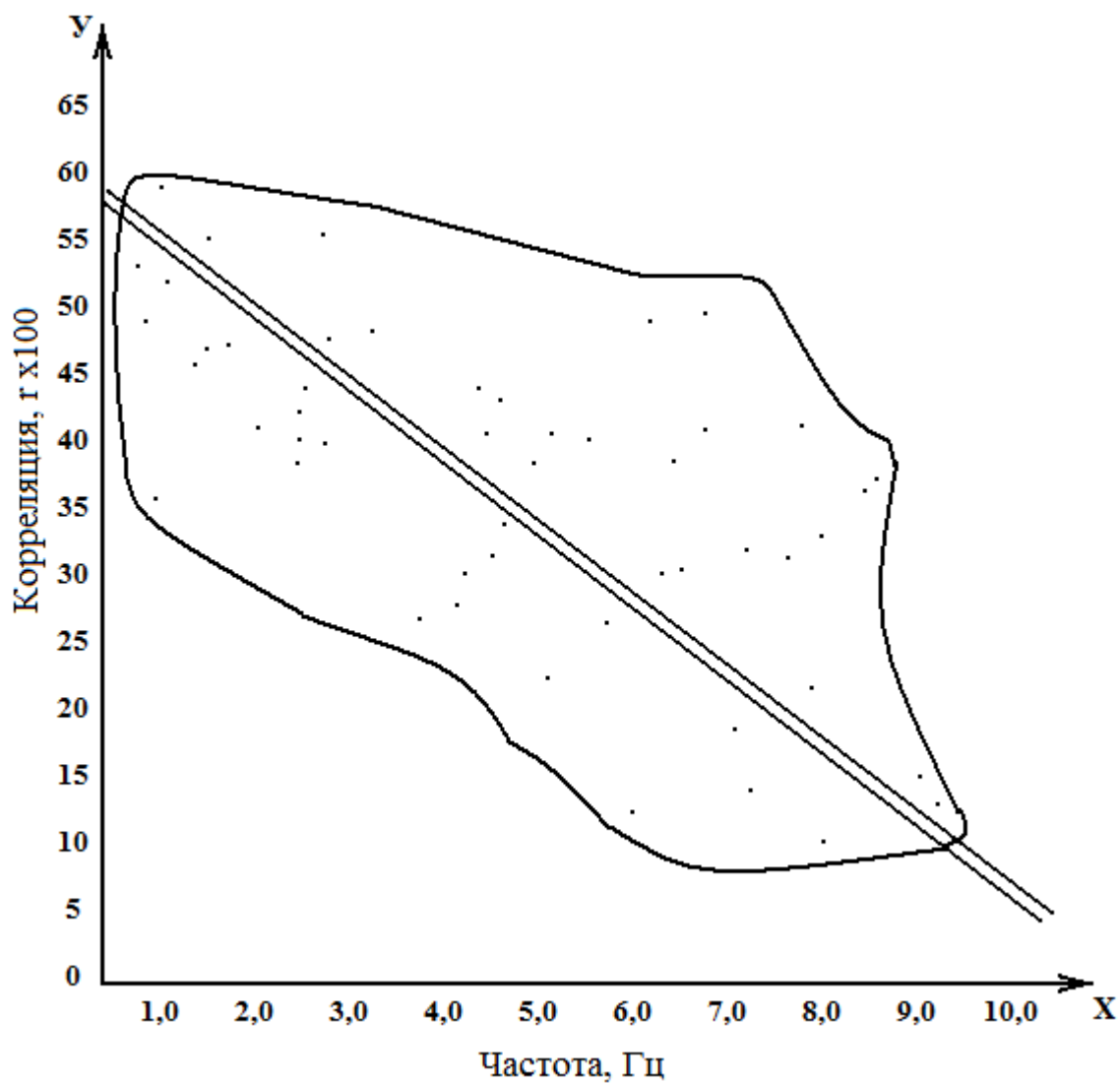


Рис. 6. Зависимость частоты колебаний тела в сагиттальной плоскости, с одной стороны, и корреляционной связи между мастерством спортсменов и амплитудой колебаний тела - с другой.

По оси X - частота колебаний, по оси Y - коэффициенты корреляции, умноженные на 100. Очерченное пунктиром поле представляет собой разброс значений коэффициентов корреляций по отдельным гармоникам

На II этапе цель наших исследований состояла в выявлении методов обработки информации о колебаниях тела и нахождении критериев оценки этих наблюдений.

В эксперименте приняли участие 30 спортсменов различной квалификации: от новичков до мастеров спорта. На магнитограф записывались и потом обрабатывались на компьютере сигналы, поступающие со стабилографической платформы, на которой в привычной позе стояли испытуемые.

После проведения корреляционного анализа между мастерством спортсмена и выявленными с помощью спектрального и дисперсионного анализов показателями устойчивости выяснилось, что общая дисперсия колебаний связана с мастерством (0,64 при $p = 0,01$). Далее мы рассматривали взаимосвязь мастерства спортсменов и частоты колебаний тела. На рис. 6 представлен график зависимости между амплитудой колебаний на каждой гармонике и квалификацией фигуриста.

По оси X отложены частоты каждой гармоники, по оси Y - коэффициенты корреляции между мастерством спортсмена и амплитудой колебания на каждой частоте. Из анализа этой зависимости видно, что на низких частотах взаимосвязь колебаний тела с квалификацией спортсменов выражена отчетливей. С увеличением частоты эта взаимосвязь ослабевает. Следовательно, чем выше частота колебаний, тем меньше амплитуда этих колебаний связана с мастерством фигуристов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного анализа позволили установить определенную связь между факторами (силой, скоростно-силовым фактором, гибкостью, быстротой), определяющими структуру физической подготовленности и равновесием тела человека.

Установлена также взаимосвязь между показателями пространственной дифференцировки (в условиях выключенного зрения) и результатами выполнения тестов на равновесие.

3. В результате также установлено, что 12-кратное вращение в кресле Барани (I оборот за I секунду). Испытуемый сидит с наклоненным вперед на 30-40° туловищем вызывало значительные вестибулосоматические и вегетативные расстройства.

Выявлена оптимальная доза вестибулярной нагрузки. Для школьников она равна - $10,6 \pm 0,6$ оборота, а для фигуристов – $11,5 \pm 0,5$ оборота за 10 секунд.

Таким образом, оптимальная доза вестибулярного раздражения находится в пределах 10-22 оборотов за 10 секунд.

Оказалось, что время (30-40 секунд), в течение которого происходит восстановление равновесия после воздействия на вестибулярный анализатор стандартной вестибулярной нагрузки, характеризуется значительной индивидуальной вариабельностью (30 – 35 %).

Время восстановления равновесия у фигуристов меньше ($t = 2,9$), чем у школьников, не занимающихся спортом, что указывает на лучшую устойчивость вестибулярного аппарата фигуристов.

С помощью достаточно информативного теста (рис. 7) было установлено (таблица 6), что с увеличением возраста происходит развитие равновесия, уровень которого к 12 годам достигает значительной величины, близкой к показателям взрослых.

Установлено также, что задержка дыхания в течение 30 секунд приводит к снижению колебаний тела в среднем на 6,5 %. При этом показатель частоты колебаний тела остается без видимых изменений.

В результате выполненных работ не удалось выявить какой-нибудь зависимости между тотальными размерами тела детей и уровнем развития равновесия.

У женщин не обнаружена зависимость ($p = 0,07$) между особенностями телосложения и уровнем развития равновесия, в то время как у мужчин эта связь ($p = 0,63$) просматривается.

Основной вывод, полученный в результате этой серии экспериментов, сводится к тому, что специально подобранная доза вестибулярного раздражения вызывает улучшение устойчивости тела, которое наступает через определенный (строго индивидуальный) промежуток времени после раздражения вестибулярного аппарата.

В результате предпринятого исследования можно заключить, что для оценки способности фигуриста удерживать позу с минимальными колебаниями достаточно рассматривать колебания тела в сагиттальной плоскости, анализируя дисперсию колебаний и соотношение низкочастотных и высокочастотных составляющих этих колебаний, которые с повышением мастерства сдвигаются в более высокочастотную область.

В школьном звене системы физического воспитания является эффективной комплексная методика, включающая:

- а) отдельную тренировку анализаторов, входящих в комплекс систем, управляющих равновесием тела, с помощью упражнений, составляющих содержание разных разделов программы по физической культуре;
- б) совершенствование равновесия специальными упражнениями, выполняемыми на специальных снарядах (бревно, бум, скамейка и т.п.);
- в) тренажерное устройство (туго натянутый трос).

Улучшение динамического равновесия, происходящее с возрастом, свидетельствует о совершенствовании анализаторов, входящих в общий

комплекс систем, управляющих равновесием и ориентацией тела человека в пространстве.

Методика, обеспечивающая тренировку анализаторов, участвующих в поддержании ортоградной стойки, средствами общей физической подготовки и выполнение специальных упражнений на равновесие - оказалась также эффективной в системе занятий людей среднего и старшего возраста.

В возрастной динамике развития равновесия людей старшего возраста (женщин 26 – 70 лет) можно выделить три этапа:

первый – в возрасте 26 – 45 лет, когда наблюдается период компенсации и особых изменений в развитии равновесия тела не происходит;

второй - до 55 лет, когда отмечается тенденция (фактически недостоверная) к ухудшению равновесия тела в статических положениях;

третьей - с 56 лет; когда устойчивость стояния уже заметно (статистически достоверно) ухудшается.

Анализ частоты колебаний позволил установить, что с возрастом она претерпевает лишь незначительные изменения, и, как правило, находится на уровне 65 - 69 колебаний, достигая в 66-70 лет максимальной величины - 80 колебаний.

Эти сведения полезны учителю физической культуры, тренеру, они позволяют обосновать конкретные требования к занимающимся, определить степень подготовки или сдвиги, которые произошли после применения конкретной методики в обучении физическим упражнениям. Имея точные критерии, характеризующие степень развития равновесия, можно установить отклонения от нормы, что играет важную роль при подборе средств и содержания материала, направленного на совершенствование равновесия тела человека.

Анализ тестов, показал, что они характеризуют способность выполнять упражнения в:

- а) статических условиях (статическое равновесие),
- б) в движении (динамическое равновесие);

в) в статике и движении, находясь на ограниченной, неподвижной и повышенной опоре, часто в условиях исключенной зрительной афферентации.

Статические и динамические формы равновесия не связаны между собой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бондаревский Е.Я. Оценка статического и динамического равновесия.// Ж. ТиПФК, 2/1998. с. 17-19.
2. Иванов В.В. Комплексный контроль в спорте. М.; ФиС, 1990. 189 с.
3. Ивойлов А.В. Помехо-устойчивость движений спортсмена. М.: ФиС, 2001. – 276 с.
4. Караулова Н.И. Изменение функции вестибулярных реакций у пловцов. Саратов. Сб. науч. трудов. 2017. – с. 77-85.
5. Ливицкий А.Н. Изменение функции равновесия тела у прыгунов в воду. Саратов. Сб. науч. трудов. 2007. – с. 77-85.
6. Ратов И.П. Совершенствование движения спортсмена. М.: ФиС, 1998. 247 с.
7. Ратов И.П. Двигательные возможности человека (нетрадиционные методы их развития и восстановления). Минск, 2004. – 116 с.
8. Ратов И.П. К возможности повышения качества процесса подготовки хоккеистов на основе использования изобретений новых технических средств. ТиПФК, 2005. - №8. – с. 12.14.
9. Родионов А.В. Спортсмен прогнозирует решение. ФиС, 2001. - с. 72 – 79.
10. Солодков А.С., Сологуб Е.Б. М.: Терра-Спорт, Олимпия Пресс, 2001. – 520 с.
11. Фролов О.П. Совершенствование динамической и статической координации гимнаста. Ж.: Спортивная гимнастика. 2011. – с 41-43.
12. Фомин О.Н. Управление нервно-мышечной координацией боксеров и кикбоксеров. Ж.: Бокс. 2012. - С. 56-57.
13. Федотова М.И. Техника и методика ее совершенствование в фигурном катании. М.: . «Пламя» 2015. – 123 с.
14. Фомин Н.А. На пути к спортивному мастерству. М.: ФиС, 1996. - 159 с.

15. Филиппович В.И. Некоторые теоретические предпосылки к исследованию ловкости как двигательного качества. Ж.: ТиПФК. 2003. - №2. – с. 58-62.
16. Фомин Н.А. Психофизиология здоровья. Челябинск: Издатель Татьяна Лаурье. 1998. 392 с.
17. Холодов Ж.К. Теория и методика физического воспитания и спорта.
18. Чурков В.В. 100 упражнений в спортивной борьбе. М.: ФиС, 2011. 78 с.
19. Чернов Л.В. Методика построение тренировки женского спорта. М.: «Пламя» 2009. - 57 с.
20. Шемуратов Ф.А. Методы тренировок и восстановления двигательных возможностей человека. М.: ВНИИФК, 2007. – С. 71-98.
21. Щавлак Ю.Т. Статика и статическая координация в фигурном катании. М.; ФиС, 2006. - 144 с.