

**ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА
ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ
И СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ**

**В.С. Беляев, Ю.А. Матвеев,
Ю.Л. Тушер, Д.Н. Черногоров**

**Оценка функции равновесия
у юных тяжелоатлетов в практике
тренировочного мезоцикла**

В статье обосновывается возможность использования статических двигательнo-когнитивных тестов по методу стабилoметрии для оценки статoкинетической устойчивости и функции равновесия у юных тяжелоатлетов с целью повышения уровня их координационной подготовки.

Ключевые слова: юные тяжелоатлеты; статoкинетическая устойчивость; функция равновесия, рывок как сложнокоординационное движение; возможности диагностики с помощью стабилoметрии.

Актуальность биомедицинских исследований функции равновесия у спортсменов-тяжелoатлетов, по мнению ряда авторов (А.Н. Воробьев, 1988; Л.С. Дворкин, 2005), обусловлена тем, что наибольший процент неудачных подъемов и срывов при выполнении движений в тяжелой атлетике приходится на первое соревновательное упражнение «Рывок».

Также, по данным судейской практики и анализу протоколов крупных спортивных соревнований, опубликованных за последнее десятилетие, у высококвалифицированных спортсменов наблюдается тенденция к увеличению количества допущенных ошибок техники выполнения классического рывка, достигая 40 %, что приводит к ухудшению результатов выступлений спортсменов.

Такой высокий процент отрицательных результатов связан в первую очередь с тем, что классический рывок представляет собой, во-первых, сложнокоординационное, а во-вторых, скоростно-силовое упражнение, при выполнении которого, в соответствии с правилами соревнований, штанга одним непрерывным движением должна быть поднята с помоста вверх на прямые руки и зафиксирована над головой в сед, после чего спортсмену необходимо выпрямить ноги.

Несмотря на то, что это движение длится всего лишь 2,5–3 секунды, скорость штанги в отдельных фазах рывка достигает 2 м/с [6]. Чтобы удержать штангу над головой на выпрямленных руках, да еще в периоде подседа при таком ускорении, требуется очень хорошо отработанная техника и тщательно тренированная функция удержания равновесия.

В опубликованных работах Е.В. Быкова, М.М Кузикова, Н.Г. Зинурова, К.Г. Денисова [4], О.В. Кубряка, С.С. Гроховского [7–8] мы обратили внимание на опыт исследования статических двигательных-когнитивных тестов с биологической обратной связью по опорной реакции [5], которые позволяют оценить согласованность зрительного, вестибулярного, проприорецептивного анализаторов и мышечного контроля у спортсменов, а также состояние внимания при осуществлении визуального или смешанного контроля центра давления на опорную поверхность по биологической обратной связи [5; 7]. Количественная инструментальная оценка результатов тестирования с использованием этого метода, на наш взгляд, позволит получить объективные данные о состоянии функции равновесия у испытуемых спортсменов, повысить точность выполнения движений за счет объективизации параметров поэтапного выполнения рывковых движений и в конечном итоге разработать и дать обоснованные рекомендации по повышению эффективности тренировок юных тяжелоатлетов, по выработке у них более рациональной техники выполнения рывка.

Физиологическое обоснование. Анализируя литературные источники и отвечая на вопрос: «Что же представляет собой такое свойство человеческого организма, как равновесие?» в первую очередь необходимо упомянуть известное положение, что это умение держаться прямо. По утверждению отечественных и зарубежных физиологов, способность удерживать равновесие — это процесс бессознательный, практически не зависящий от желания человека [3]. П.К. Анохин [1] считает, что «за равновесие большей частью отвечает отдел мозга, называемый мозжечком...». Этот отдел отвечает также и за рефлекторные движения, доведенные у взрослых людей до автоматизма, за координацию движений и общий мышечный тонус. Иными словами, мозжечок контролирует бессознательную нервную связь между мышцами и мозгом непосредственно. Причем чем тренированнее человек в физическом плане, тем лучше функционирует мозжечок [1].

Следующий вопрос в обсуждении проблем равновесия: «Можно ли натренировать этот отдел мозга, ведь это не мышечная ткань?» Отвечая на этот вопрос, С.С. Гроховский с соавторами [5] подчеркивают, «что даже простейшие повседневные действия, такие как стояние или ходьба, могут успешно производиться только в том случае, когда равновесие постоянно регулируется и тренируется...». Удержание человеком вертикальной позы, например, сопровождается его микроколебательными движениями. Происходят достаточно сложные гармонические колебания как общего центра масс (ОЦМ), так и центра давления стоп на плоскость опоры. В поддержании позы в норме функционирует преимущественно

тоническая мускулатура, которая для предотвращения падения человека «мозаично» перераспределяет напряжение между различными группами мышц и осуществляет свой метаболизм в экономных, с позиций энергопотребления, анаэробных условиях [5].

По данным Е.В. Быкова с соавторами, если регулирующая система человека функционирует не гармонично, то в поддержании вертикальной позы дополнительно задействуется и физическая мускулатура, требующая гораздо большего и нецелесообразного расхода энергии, что в той или иной степени отрицательно влияет на состояние устойчивости. Наряду с условно-рефлекторными предпосылками реализации функции равновесия человеку необходима постоянная тренировка (с самого рождения) органов и систем, обеспечивающих устойчивость тела. Поэтому координация вертикального положения тела может служить своеобразным индикатором функционального состояния организма, физической подготовленности и уровня спортивного мастерства [4].

В спортивной практике функция равновесия является ключевой и проявляется во многих спортивных действиях (фигурном катании, спортивной и художественной гимнастике, игровых видах спорта, горных лыжах, в равной степени как и в тяжелой атлетике). То есть человек постоянно находится на грани естественной и вечной борьбы с силой земного тяготения. При этом, как двуногое существо, он имеет следующие физические особенности: относительно малую площадь опоры для стояния и высоко расположенный центр тяжести, поэтому тело легко входит в состояние *неустойчивого равновесия*. Оно теряет равновесие, когда проекция центра тяжести выходит за пределы площади стояния (опорной поверхности) [7]. Малейшие движения, изменения положения тела требуют постоянного регулирования равновесия. Наивысшие спортивные достижения во многих случаях предполагают тренировку умения держать равновесие. Таким образом, со спортивно-научной точки зрения равновесие является аспектом координации и определяется как способность удерживать положение тела при любых изменяющихся ситуациях окружающей среды [8]. Чтобы тело адекватно реагировало на изменяющиеся условия, ему нужен постоянный приток информации в соответствии с окружающей средой и движениями всех частей тела.

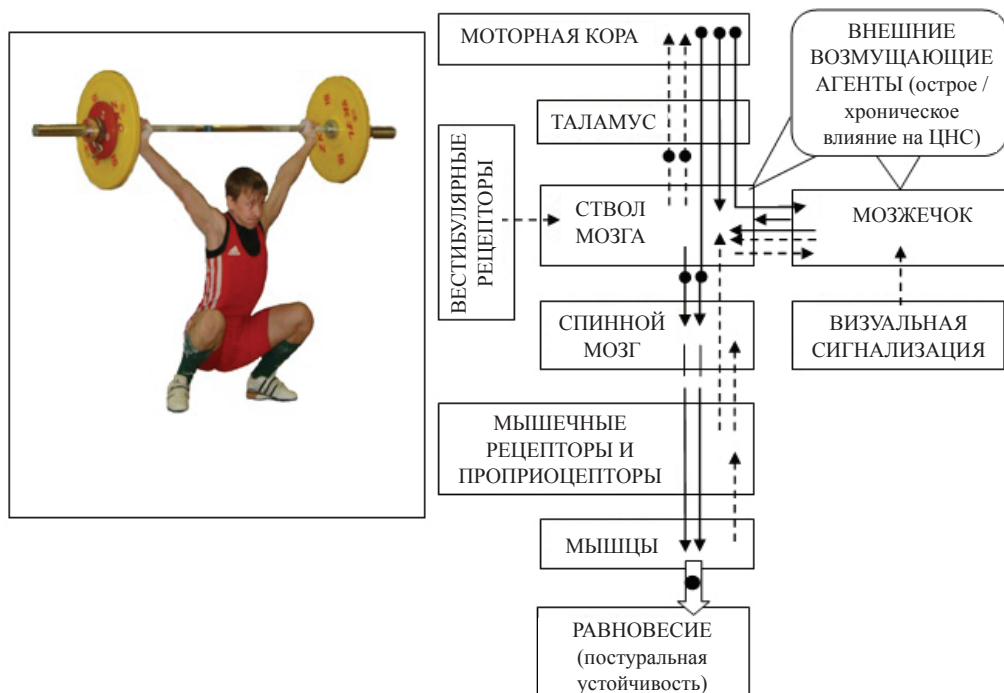
Эту информацию человек получает от зрительного, вестибулярного, кинестетического (проприорецептивного) анализаторов (постуральной системы) [8].

Структура системы равновесия, воспринимающая воздействие многочисленных внешних раздражителей, как видно из схемы 1, является очень чувствительной, поэтому статические тесты с биологической обратной связью по опорной реакции добавляют новые возможности для диагностики по сравнению с более привычными на сегодня исследованиями функции равновесия [8].

Многие авторы сходятся во мнении, что поддержание равновесия представляется сложным комплексным процессом, включающим содружественную активность названных анализаторов и различных органов и систем

Схема 1

**Структура системы равновесия спортсмена
и физиологические механизмы влияния на нее внешних раздражителей**



Примечание: -----> — афферентация; ● — действие возмущающих агентов.

организма при координирующей роли мозжечка [1; 4; 5; 7]. Если в управлении участвуют, как указано выше, зрительный, вестибулярный, проприорецептивный анализаторы, контролируемые мозжечком, то в физическом смысле равновесие — это процесс непрерывной компенсации силы тяжести, создаваемой весом штанги, и противодействие ей специфической функцией костно-мышечного аппарата спортсмена, управляемого нервной системой. В свою очередь, сила тяжести оказывает управляющее воздействие на формирование определенных двигательных рефлексов, стереотипов и навыков, в частности, фиксация штанги и удержание ее над головой является ответственным моментом равнодействия всех участвующих сил.

В классической механике используется также понятие «центр масс» как геометрическая точка, уравнивающая распределение массы по телу [7]. В постоянном однородном гравитационном поле центр тяжести должен совпадать с центром масс, и разработчики стабилметрической платформы, исследуя миграцию общего центра давления точки опоры человека на стабиллоплатформу (ОЦД) по отношению к общему центру масс (ОЦМ), выявили определенные закономерности, свидетельствующие о функциональном состоянии систем организма, участвующих в поддержании равновесия. В частности,

измерение параметров взаимодействия физического объекта с опорой под действием гравитационной силы позволяет определить уровень его взаимодействия с внешними гравитационными полями в виде отдельных кривых на мониторе компьютера. При этом само положение центра тяжести физического тела по опорной реакции отображается в системе координат, что позволяет произвести необходимые расчеты и сравнения [8].

Физиологическая трактовка результатов измерений, таким образом, основывается не только на анатомических аспектах функционирования опорно-двигательного аппарата, но и учитывает в достаточной степени психофизиологические аспекты — восприятие и управление со стороны центральной нервной системы. Если известно, что анатомо-механические составляющие функции равновесия сводятся к структурированию и координации действий мышц-сгибателей и разгибателей опорных конечностей, то применение описываемого метода в этом виде исследования позволяет выявить «критические области» регулирования позы как во фронтальной (X), так и сагиттальной плоскостях (Y) и тем самым детально охарактеризовать биомеханические свойства голеностопных, коленных, тазобедренных и плечевых суставов и степень их «вовлеченности» в управление позой [5].

Следует отметить, что получаемая при этом информация позволяет сопоставлять количественные характеристики двигательных реакций, формируемых в процессе целенаправленных тренировок, а значит, получать объективные, практически значимые данные, отражающие физические возможности испытуемого и его индивидуальные координационные способности.

Анализ полученных результатов тестирования постуральной пробы Ромберга (американский вариант установки стоп) у юных тяжелоатлетов (11–14 лет), протестированных на стабилотренажере ST-150 до учебно-тренировочных занятий (см. рис. 1), позволяет говорить о том, что показатели функции равновесия спортсменов неудовлетворительны.

На координатах ОЦД (см. рис. 1а) имеются значительные отклонения от ОЦМ, что очень вероятно влияет на отработку техники упражнения, а также на выполнение спортивного движения, что в дальнейшем повлияет и на рост спортивного результата.

Хочется отметить, что во второй фазе, изображенной черным цветом на стадиокинезиограмме рисунка 1б, когда спортсмены тестировались с закрытыми глазами, что позволяло определить уровень влияния зрительного анализатора на функцию равновесия, показатели ОЦД лучше, в отличие от первой фазы (серый цвет), когда спортсмены стояли на платформе с открытыми глазами. Данные показатели позволяют говорить о хорошем взаимодействии или влиянии координации зрительного анализатора на равновесие. Однако расход энергозатрат организма спортсмена в первой фазе теста был в два раза меньше в отличие от второй фазы, что может быть связано с максимальной сосредоточенностью организма человека и работой мышечной системы спортсмена.

Проба Ромберга «Американская установка ног»

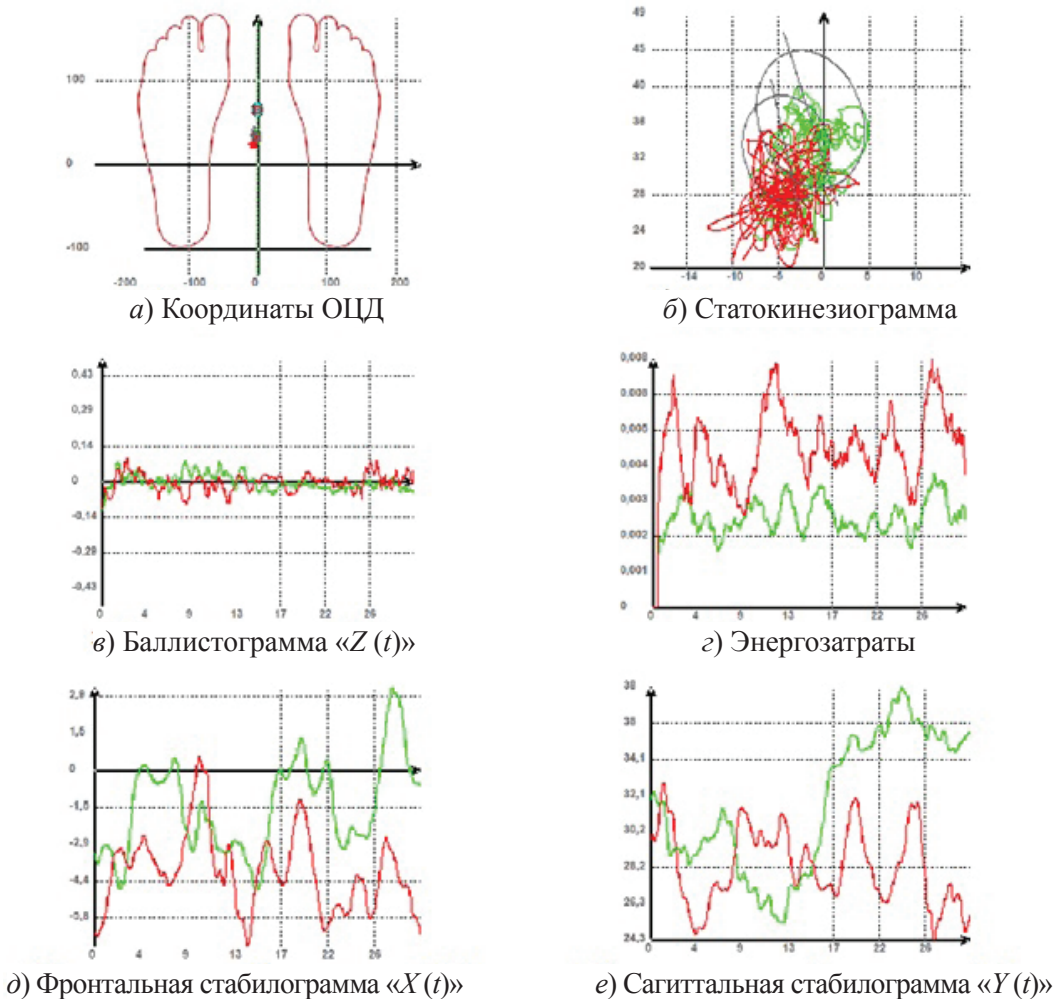


Рис. 1. Примеры влияния постральных систем на функцию равновесия у начинающих тяжелоатлетов

На сагиттальной плоскости (рис. 1е) (расстояния носок — пятка) заметно имеются смещения ОЦМ спортсменов на переднюю опору стопы, а во фронтальной плоскости (с левой стопы на правую или наоборот), изображенной на фронтальной стабилосограмме (рис. 1д), наблюдается небольшое смещение ОЦМ на левую ногу.

В совокупности полученных результатов исследования нами был определен внутригрупповой показатель функции равновесия, который в среднем составил 36 баллов, что соответствует оценке «удовлетворительно» (см. рис. 2), а при исследовании влияния зрительного анализатора на функцию равновесия в среднем по группе показал оценку «норма» — 179 баллов (см. рис. 3).

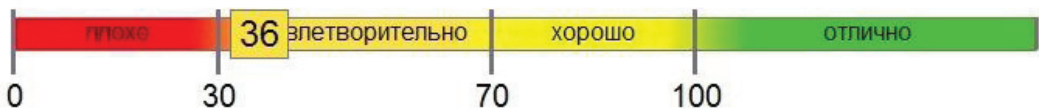


Рис. 2. Оценка усредненных показателей функции равновесия у юных тяжелоатлетов

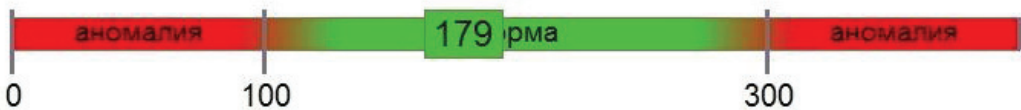


Рис. 3. Оценка влияния зрительного анализатора на функцию равновесия у юных тяжелоатлетов

По данным А.С. Назаренко с соавторами [9], статокINETическая устойчивость является одним из достаточно информативных показателей функционального состояния систем регуляции равновесия. Нагрузки, превышающие физиологические возможности спортсмена, особенно в таком сложнокоординационном виде спорта, как тяжелая атлетика, ведут к развитию утомления, рассогласованию стереотипа устойчивых механизмов регуляции, что прежде всего сказывается на нарушениях функции равновесия (дифференцировка тонких движений) и, как следствие, ведет к нарушению техники вообще. Таким образом, подтверждается мнение, что в тяжелой атлетике эффекты от мышечных и вестибулярных нагрузок суммируются и оказывают существенное влияние на координационные способности. В этой связи Е.В. Быков с соавторами [9] считает, что под влиянием систематических тренировок повышается уровень адаптации, в том числе и к вестибулярным нагрузкам. В соответствии с этим в качестве дискуссии выносятся предположение, что исследование статокINETической устойчивости с помощью описываемого метода может дать дополнительные возможности для выявления функциональных резервов центральной и вегетативной регуляции в развитии координационных способностей и функции равновесия. Запись колебаний общего центра тяжести (ОЦТ), в сущности, представляется как один из способов исследования работы мозга в его разных аспектах — от простейшей рефлекторной дуги до сложнейших реакций пространственного восприятия [4; 9].

В то же время обзор информационных источников и специальной литературы за последние годы свидетельствует, что данные о стабилOMETрических исследованиях у тяжелоатлетов, испытывающих значительные нагрузки сложнокоординационного характера, весьма малочисленны. Отсутствуют, в частности, сравнительные данные, позволяющие сформулировать критерии оценки вестибулярной системы. Например, по «коэффициенту функции равновесия» (КФР), интегрально отражающему уровень статокINETической устойчивости (СКУ), пока только дискутируются вопросы разработки критериев оценки компенсаторных резервов функции равновесия [7].

Заключение. В целом анализ опубликованных материалов о методах исследования функции равновесия в спортивной практике, в частности, в использовании статических двигательных-когнитивных тестов с биологической обратной связью по опорной реакции (стабилометрия), дает основание сделать заключение, что исследование названной функции у юных тяжелоатлетов представляется на сегодня весьма актуальной задачей, так как остается высоким процент срывов и отрицательных результатов во время соревнований именно при выполнении сложнокоординационного вида тяжелоатлетического движения – рывка. Причинами таких неудач в большинстве случаев являются нарушения функции равновесия, обусловленные утомлением и недостаточной тренированностью координационных способностей и статокINETической (вестибулярной) устойчивости спортсмена. Применение метода стабилометрии в практике тренировочных мезоциклов подготовки юных тяжелоатлетов позволит вооружить тренеров новыми данными о функциональном состоянии вестибулярного аппарата и компенсаторных возможностях функции равновесия своих подопечных. Учитывая достаточную информативность названных тестов, отражающих последовательное или одновременное «включение» систем регуляции (зрительного, вестибулярного, проприорецептивного анализаторов), предполагается, что результаты таких тестов нацелят внимание тренеров на дополнительные физиологические механизмы стабилизации и совершенствования функции равновесия на поиски путей снижения напряженности адаптационных реакций в процессе целенаправленных тренировок.

В конечном итоге применение метода стабилометрии в дальнейшем позволит тренерам путем разработки новых моделей и программ добиться успешной коррекции учебно-тренировочного процесса, а именно направить его на повышение уровня координационной подготовленности юных тяжелоатлетов, а значит, на повышение уровня их будущей спортивной результативности и квалификации.

Литература

1. Анохин П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса. М.: Медицина, 1968. 546 с.
2. Баркер Р., Баррази С., Нил М. Наглядная неврология / Пер. с англ. Г.Н. Левицкого; под ред. В.И. Скворцовой. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 136 с.
3. Бернштейн Н.К. Физиология движений и активность. М.: Наука, 1990. С. 373–410.
4. Быков Е.В., Кузиков М.М., Зинурова Н.Г., Денисов К.Г. Функциональное состояние спортсменов с различными показателями качества функции равновесия // Вестник ЮУрГУ. 2012. № 21. С. 22–25.
5. Гроховский С.С., Кубряк О.В., Филатов И.А. Архитектура сетевых медицинских систем для оценки функции равновесия (стабилометрия) и комплексной оценки состояния человека // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2011. Т. 9. № 12. С. 68–74.
6. Дворкин Л.С., Слободян А.П. Тяжелая атлетика: учебник для вузов. 1-я и 2-я главы. М.: Советский спорт, 2005. 600 с.

7. Кубряк О.В., Гроховский С.С. Постуральный тест с биологической обратной связью в оценке влияния привычного сеанса курения на показатели баланса у здоровых добровольцев // Наркология. 2011. № 9. С. 59–63.
8. Кубряк О.В., Гроховский С.С. Практическая стабилметрия. Статические двигательльно-когнитивные тесты с биологической обратной связью по опорной реакции. М.: Маска, 2012. 88 с.
9. Назаренко А.С., Чинкин А.С. Сердечно-сосудистые реакции на вестибулярное раздражение у спортсменов, занимающихся циклическими и ситуационными видами спорта // Адаптивная физическая культура, спорт и здоровье: интеграция науки и практики: сб. науч. тр. Междунар. научно-практ. конф. Ч. II. Уфа: РИЦ БашИФК, 2009. С. 126–130.
10. Николаи Е.Л. Теоретическая механика. Ч. I: Статика. Кинематика. 20-е изд. М.: ГИФМЛ, 1962. 260 с.
11. Печенкова Е.В., Фаликман М.В. Стратегия как метасредство решения перцептивной задачи в условиях быстрой смены информации и повышенной «умственной загрузки» // Актуальные проблемы истории психологии на рубеже тысячелетий. Ч. 2. М.: Изд-во МГСУ, 2002. С. 98–106.
12. Покровский В.М., Коротько Г.Ф. и др. Физиология человека: в 2 т. / Под ред. В.М. Покровского, Г.Ф. Коротько. М.: Медицина, 2003. 656 с.
13. Скворцов Д.В. Стабилметрическое исследование. М.: Маска, 2010. 176 с.
14. Тяжелая атлетика: учебник для ин-тов физ. культ. / Под общ. ред. А.Н. Воробьева. 4-е изд., перераб. и дополн. М.: Физкультура и спорт, 1988. 238 с.
15. Horak F.B., Nashner L.M. Central Programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configuration // J. Neurophysiol. 1986. № 55. P. 1369–1381.

Literatura

1. Anoxin P.K. Biologiya i nejrofiziologiya uslovnogo refleksa. M.: Medicina, 1968. 546 s.
2. Barker R., Barazi S., Nil M. Naglyadnaya nevrologiya / Per. s angl. G.N. Levicz-kogo; pod red. V.I. Skvorczojov. M.: GE'OTAR-Media, 2009. 136 s.
3. Bernshtejн N.K. Fiziologiya dvizhenij i aktivnost'. M.: Nauka, 1990. S. 373–410.
4. By'kov E.V., Kuzikov M.M., Zinurova N.G., Denisov K.G. Funkcional'noe sostoyanie sportsmenov s razlichny'mi pokazatelyami kachestva funkcii ravnesiya // Vestnik YuUrGU. 2012. № 21. S. 22–25.
5. Groxovskij S.S., Kubryak O.V., Filatov I.A. Arxitektura setevy'x medicinskix sistem dlya ocenki funkcii ravnesiya (stabilometriya) i kompleksnoj ocenki sostoyaniya cheloveka // Informacionno-izmeritel'ny'e i upravlyayushhie sistemy'. 2011. T. 9. № 12. S. 68–74.
6. Dvorkin L.S., Slobodyan A.P. Tyazhelaya atletika: uchebnik dlya vuzov. 1-ya i 2-ya glavy'. M.: Sovetskij sport, 2005. 600 s.
7. Kubryak O.V., Groxovskij S.S. Postural'ny'j test s biologicheskoy obratnoj svyaz'yu v ocenke vliyaniya privy'chnogo seansa kureniya na pokazateli balansa u zdorovy'x dobrovol'cev // Narkologiya. 2011. № 9. S. 59–63.
8. Kubryak O.V., Groxovskij S.S. Prakticheskaya stabilometriya. Staticheskie dvigatel'no-kognitivny'e testy' s biologicheskoy obratnoj svyaz'yu po opornoj reakcii. M.: Maska, 2012. 88 s.
9. Nazarenko A.S., Chinkin A.S. Serdechno-sosudisty'e reakcii na vestibulyarnoe raz-drazhenie u sportsmenov, zanimayushhixsya ciklicheskim i situacionny'mi vidami sporta //

Adaptivnaya fizicheskaya kul'tura, sport i zdorov'e: integraciya nauki i praktiki: sb. nauch. tr. Mezhdunar. nauchno-prakt. konf. Ch. II. Ufa: RIC BashIFK, 2009. S. 126–130.

10. *Nikolai E.L.* Teoreticheskaya mexanika. Ch. I: Statika. Kinematika. 20-e izd. M.: GIFML, 1962. 260 s.

11. *Pechenkova E.V., Falikman M.V.* Strategiya kak metasredstvo resheniya perceptivnoj zadachi v usloviyax by'stroj smeny' informacii i povy'shennoj «umstvennoj zagruzki» // Aktual'ny'e problemy' istorii psixologii na rubezhe ty'syacheletij. Ch. 2.M.: Izd-vo MGSU, 2002. S. 98–106.

12. *Pokrovskij V.M., Korot'ko G.F.* i dr. Fiziologiya cheloveka: v 2 t. / Pod. red. V.M. Pokrovskogo, G.F. Korot'ko. M.: Medicina, 2003. 656 s.

13. *Skvorczov D.V.* Stabilometricheskoe issledovanie. M.: Maska, 2010. 176 s.

14. Tyazhelaya atletika: uchebnik dlya in-tov fiz. kul't. / Pod obshh. red. A.N. Vorob'yova. 4-e izd., pererab. i dopoln. M.: Fizkul'tura i sport, 1988. 238 s.

15. *Horak F.B., Nashner L.M.* Central Programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configuration // J. Neurophysiol. 1986. № 55. P. 1369–1381.

V.S. Beljaev, Yu.A. Matveev,

Yu.L. Tusher, D.N. Chernogorov

Assessment of Function of Balance at Young Weight-lifters in Practice of the Training Mesocycle

Possibility of use of static motive and cognitive tests on a stabilometry method for an assessment of statokinetic stability and function of balance at young weight-lifters with the purpose of increase the level of their coordination preparation is substantiated in the article.

Keywords: young weightlifters; statokinetic stability; balance function; breakthrough as the complex coordinating movement; possibilities of diagnostics by means of a stabilometry.