

**Орлова Евгения Алексеевна**

магистрант

ФГБОУ ВО «Российский государственный

университет физической культуры,

спорта, молодёжи и туризма»

г. Москва

DOI 10.21661/r-112619

## **ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ СИЛОВЫХ УПРАЖНЕНИЙ НА НЕУСТОЙЧИВОЙ ОПОРЕ**

*Аннотация:* в данной статье автором рассматривается вопрос влияния выполнения серии отжиманий на неустойчивой платформе на миографические показатели работы мышц корпуса и плечевого пояса, а также 6-недельной тренировки с использованием этого упражнения на неустойчивой опоре на динамику роста силовых способностей. Как отмечает исследователь, в эксперименте участвовали 10 студентов спортивного вуза. Электромиограмму с 6 мышц регистрировали при выполнении серии из 10 отжиманий на устойчивой и на неустойчивой опоре. Это же упражнение использовали в течение 6 недель для развития силовой выносливости. До и после цикла тренировок испытуемые выполняли тесты в упражнении отжимание «до отказа» и в жиме неподвижной штанги на тензоплатформе для регистрации максимальной произвольной силы. После 6 недельной тренировки испытуемые достоверно улучшили свои показатели как по силовой выносливости, так и по произвольной силе.

*Ключевые слова:* силовые способности, студенты спортивного вуза, неустойчивая опора, мышцы туловища, мышцы плечевого пояса, электромиограмма, тренировка силовой выносливости.

### *Введение*

В настоящее время наблюдается рост интереса исследователей к применению упражнений в условиях неустойчивой опоры в практике физического вос-

питания и спортивной тренировки. Значительная часть таких исследований посвящена изучению физиологических эффектов дестабилизирующей опоры, прежде всего, в аспекте улучшения координации движений [12; 14; 18; 28]. Эти упражнения часто рассматриваются в качестве эффективного средства совершенствования равновесия, походки, а также устойчивости позы человека, что особенно важно в некоторых видах спорта [9; 12; 14; 15; 19]. В современном фитнесе также широко используются упражнения на нестабильной опоре, которые считаются эффективным средством повышения тонуса мышц корпуса, что важно для улучшения осанки и походки, а также силы мышц, участвующих в работе при нахождении человека на нестабильной опоре [7; 8; 10; 11; 13; 16; 20; 28]. Эффективность применения нестабильной опоры для тренировки базируется на представлении об относительно больших физиологических затратах на ту же по объему механическую работу, чем выполняемую на неподвижной стационарной опоре [6; 16]. С одной стороны, это достаточно очевидно. С другой стороны, конкретные различия в организации движения на неподвижной и на неустойчивой опоре все еще изучены недостаточно. В частности, представляет интерес вклад различных мышц корпуса и конечностей в выполнение одинаковых движений на устойчивой и неустойчивой опоре. Выяснение различий в электрической активности ряда крупных мышц, участвующих в выполнении упражнения «сгибание-разгибание рук в упоре лежа», когда задание выполняется на устойчивой и на неустойчивой опоре, стало целью настоящего исследования. Наряду с этим, мы оценили тренировочный эффект упражнений, выполняемых на неустойчивой опоре, по результатам педагогического тестирования до и после 6-недельного цикла тренировок.

#### *Гипотеза исследования*

Гипотеза исследования заключалась в предположении о том, что силовые упражнения, выполняемые в условиях неустойчивой опоры, физиологически более затратные по сравнению с силовыми упражнениями, выполняемыми в условиях устойчивой опоры, и являются эффективным средством развития силовых способностей.

*Задачи исследования*

1. Определить физиологическую стоимость упражнений, выполняемых в условиях устойчивой и неустойчивой опоры, по данным электромиограммы крупных мышц туловища и верхних конечностей.
2. Провести сравнительный анализ участия отдельных мышц в выполнении силовых упражнений в условиях устойчивой и неустойчивой опоры.
3. Оценить эффективность 6-недельной тренировки с применением силовых упражнений на неустойчивой опоре для развития силовых способностей.

*Организация и методы исследования*

Исследование проведено на базе РГУФКСМиТ. Педагогический эксперимент продолжался 6 недель в мае – июне 2016г. В ходе него проводились силовые тренировки с применением неустойчивой опоры.

В исследовании приняли участие 10 хорошо тренированных студентов РГУФКСМиТ различных спортивных специализаций в возрасте 19–25 лет, в том числе две девушки. Их общая характеристика дана в таблице 1. Все студенты на момент проведения эксперимента были здоровы и дали письменное информированное согласие на участие в исследовании.

Таблица 1

*Общая характеристика участников эксперимента*

№	ФИО	Масса тела (кг)	Длина тела (м)	ИМТ	Возраст	Вид спорта
1	ГКС-д	58	1.74	19.16	24	Худ.гимн-ка
2	КАА	82	1.84	24.22	19	Футбол
3	СНГ	74	1.74	24.5	25	ЛА
4	СЕА-д	63	1.68	22.32	23	Худ.гимн-ка
5	ПЕА	75	1.78	23.67	22	Спрт.ориент-е
6	КНО	80	1.73	26.73	19	ТА
7	ЛЕР	88	1.80	27.16	19	Борьба ГР
8	ЗТМ	80	1.80	24.69	19	Борьба ГР
9	СЕД	65	1.71	22.26	19	Армрестлинг
10	БАВ	58	1.76	18.72	19	Футбол

Перед проведением педэксперимента было проведено физиологическое исследование, в ходе которого определяли электрическую активность ряда скелетных мышц при выполнении упражнения «сгибание и разгибание рук в упоре лежа» 10 раз на стабильной и на неустойчивой опоре. В качестве неустойчивой опоры использовалась платформа BOSU. При этом регистрировали: показатели электрической активности мышц с помощью стандартных накожных металлических электродов (миограф – «Синапсис»). Электромиограмму регистрировали с мышц: дельтовидной (Д), трехглавой плеча (ЗГЛ), трапециевидной (Т), большой грудной (БГ), прямой мышцы живота (П), широчайшей мышцы спины (С).

Педагогический эксперимент заключался в регулярном выполнении отжиманий на НО. Тренировка проводилась 3 раза в неделю. Ориентиром для определения оптимальной нагрузки для каждого, стал повторный максимум отжиманий на НО на «входном» тесте. В каждую тренировку входило три подхода. Первый и второй подход составлял по количеству отжиманий примерно 75% от повторного максимума, а третий был «до отказа». По интенсивности выполнения не было жестких рамок, испытуемые выполняли упражнения в удобном для себя темпе, но без перерывов. На протяжении 6 недель нагрузка выполнялась циклично, динамика объема нагрузок была такова: на первой неделе – на уровне 75%, на второй неделе на 3–6 отжиманий больше, в зависимости от подготовки спортсмена; на 3 неделе она вновь повысилась на 3–6 отжиманий, а 4 неделя была разгрузочной – нагрузку снизили до уровня первой недели с целью восстановления. На пятой неделе нагрузка опять была повышена до уровня 3 недели или несколько выше, а заключительная шестая неделя отличалась ударной нагрузкой, на 5–8 отжиманий больше, чем на третьей неделе.

До и после 6-недельного педагогического эксперимента проводили контрольное тестирование в упражнении «отжимания» в режиме «до отказа». При этом регистрировали: количество выполненных отжиманий.

Отжимания от пола в условиях устойчивой и неустойчивой опоры проводились в одинаковых условиях. Все участники эксперимента ставили руки на ши-

рину платформы BOSU. В связи с тем, что оборудование имеет стандартные размеры, испытуемые подстраивали положение рук под эти стандартные условия, которые не были одинаковыми для разных испытуемых в виду различий телосложения. По этой причине межиндивидуальные сравнения мы не проводили. Во время отжиманий от неустойчивой опоры ноги ставили на медицинские мячи, это было сделано для того, чтобы руки и ноги находились на одинаковой высоте от пола (примерно 20 см, такие же условия и при отжимании в обычных условиях).

В качестве дополнительного теста силовых способностей измеряли показатели максимальной произвольной силы в движении «жим неподвижной штанги» на тензоплатформе. Упражнение выполнялось на скамейке, закрепленной на тензоплатформе. Над скамьей находились стойки с грифом и атлетическими блинами на ней. Испытуемые прикладывали максимальные усилия для того, чтобы выжать неподвижную штангу, в это время на компьютере, соединенном с тензоплатформой, фиксировались показатели прикладываемой силы в ньютонах. Спина была прямой, ширина рук выставлялась по диаметру платформы BOSU, угол между плечом и предплечьем составил примерно 90 градусов. Тем самым участники имитировали выполнение отжиманий от пола. Интервал между тестами «отжимание» и «жим штанги» составлял 1 сутки для полноценного восстановления испытуемых.

Для статистических расчетов использовали стандартное программное обеспечение MSExcel. Выявление достоверных сдвигов производили методом парных сравнений (критерий Стьюдента для связанных выборок).

### *Результаты*

*1. Электрическая активность мышц при выполнении силовой циклической нагрузки (10 отжиманий от устойчивой (УО) и неустойчивой (НО) опоры).*

На рис. 1 представлены данные электрической активности мышц, которые выполняют работу в процессе отжиманий на УО и НО.

Электрическая активность мышц при выполнении конкретного движения зависит от ряда факторов, в том числе от объема мышцы, ее роли в реализации

движения, и др. Как видно из рис. 1А, исследованные мышцы четко различаются по своей электрической активности при отжиманиях от устойчивой опоры, составляя следующий ряд (в порядке уменьшения импульсации): дельтовидная (Д), трехглавая плеча (ЗГЛ), трапециевидная (Т), большая грудная (БГ), прямая мышца живота (П), широчайшая мышца спины (С). Разница в электрической активности дельтовидной и широчайшей мышцы спины при отжиманиях достигает временами 30-кратных значений. Интересно, что ЭА всех исследованных мышц в процессе выполнения серии из 10 отжиманий не остается постоянной, а синусоидально колеблется, причем наиболее выражены эти колебания у трапециевидной мышцы. Важно отметить, что колебания ЭА разных мышц не синхронизированы – по-видимому, это отражает постепенное изменение паттерна поддержания позы по мере выполнения упражнения и накопления утомления.

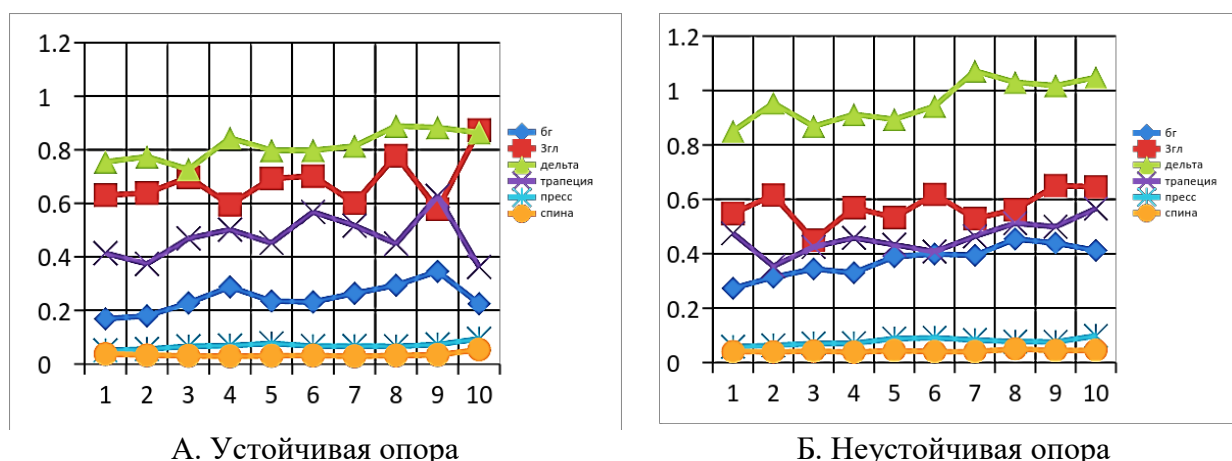


Рис. 1. Электрическая активность мышц на устойчивой (А) и неустойчивой (Б) опоре, мВ. В процессе выполнения 10 отжиманий

Ось абсцисс – последовательные отжимания ( $n = 10$ );

Ось ординат – электрическая активность мышцы, мВ.

Рассматривая график электрической активности мышц на НО (рис. 1Б), мы видим в целом те же закономерности, что и на УО: тот же порядок мышц по степени их ЭА, та же асинхронная синусоидальность по мере выполнения 10 отжиманий, такое же, но еще сильнее выраженное, увеличение ЭА от начала к концу серии отжиманий вследствие утомления. Разница состоит в том, что амплитуда ЭА в условиях НО для большинства исследованных мышц выше, чем в

условиях УО – что вполне естественно, так как неустойчивость опоры задает организму дополнительную задачу удержания позы в процессе выполнения движений (отжиманий). Для того чтобы оценить вовлеченность отдельных мышц в дополнительную работу, связанную с неустойчивостью опоры, мы рассмотрели относительные показатели ЭА каждой мышцы, рассчитанные как частное от деления текущего показателя амплитуды электрического сигнала данной мышцы в условиях НО на аналогичный показатель при УО. При таком расчете величина меньше 1,0 будет означать, что мышца работает более напряженно в условиях УО; около 1,0 – что степень устойчивости опоры не столь важна для активации данной мышцы; выше 1,0 – что мышца сильно вовлечена в стабилизацию позы при работе на НО. Полученные кривые представлены на рис.2. Вертикальная ось на графике показывает отношение амплитуд ЭА мышцы в НО по отношению к УО, то есть «вовлеченность» каждой мышцы в работу по удержанию позы в условиях НО. По горизонтальной оси отложены последовательные отжимания ( $n = 10$ ).

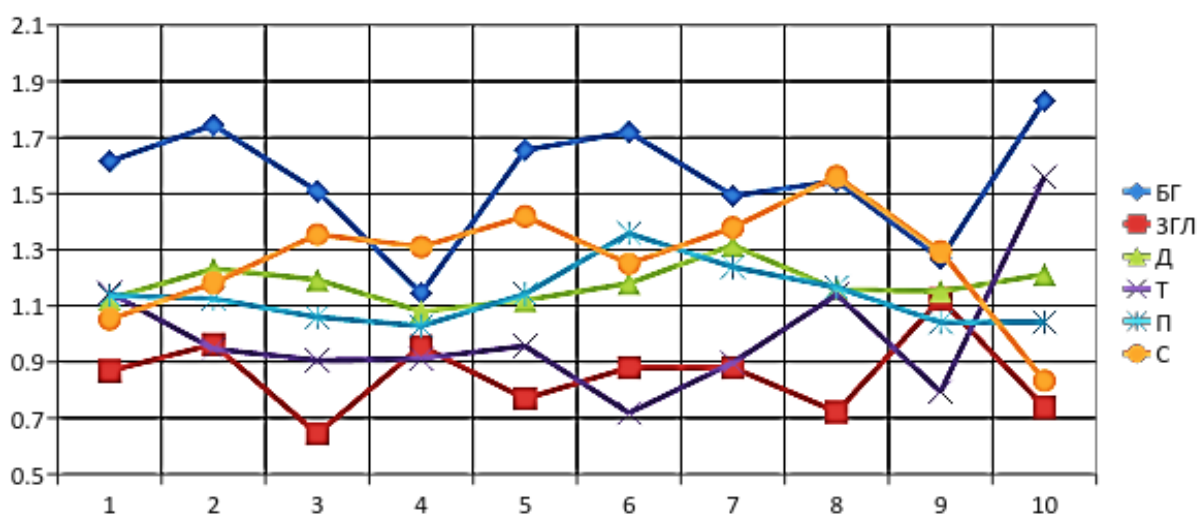


Рис.2. Относительные показатели электрической активности («вовлеченности») мышц, о.е. в динамике выполнения 10 отжиманий на УО и НО

Как наглядно видно из представленного графика, мышцы по-разному вовлечены в работу, связанную с удержанием позы на НО. Так, показатели трехглавой и трапецевидной мышц колеблются около отметки 1,0, что означает их малую вовлеченность в позные реакции организма на НО. Сильнее других в эти реакции

включены большая грудная мышца и широчайшая мышца спины. Промежуточное положение занимают мышцы брюшного пресса и дельтовидная. Следует отметить, что динамические изменения показателя для каждой мышцы опять же напоминают синусоиду, причем между мышцами нет определенной синхронизации.

Для более конкретного суждения о межмышечной синхронизации мы провели корреляционный анализ ЭА мышц при работе в условиях УО и НО. Результаты в виде корреляционных диаграмм представлены на рис. 3.

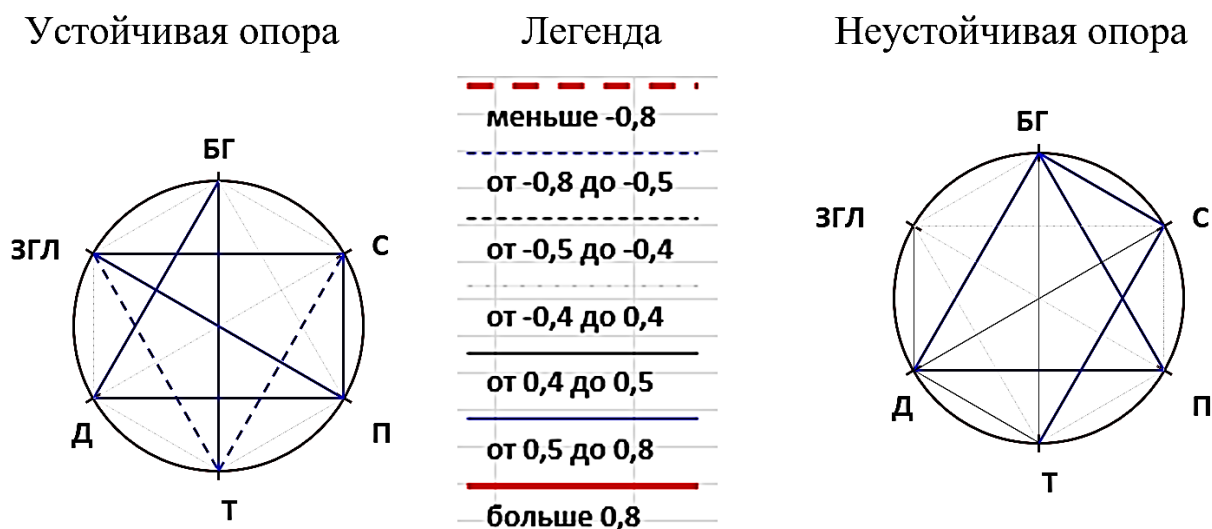


Рис. 3. Корреляционные диаграммы взаимодействия мышц при выполнении отжиманий на УО и на НО

Как видно из сравнения корреляционных диаграмм, паттерн взаимодействия мышц на УО и на НО отличается. В условиях НО исчезают отрицательные связи, общее число значимых связей увеличивается, что характерно для ситуаций напряжения физиологических механизмов регуляции. Если в условиях УО полюсами корреляционной диаграммы являются 3-главая мышца и трапециевидная мышца, то в осложненных условиях НО таким полюсом становится большая грудная мышца – наиболее массивная, более всего «включенная» в удержание позы и демонстрирующая наибольший прирост «корреляционного показателя утомления» при переходе от УО к НО (рис. 4).

О том, что утомление в данном упражнении накапливалось, говорит динамика ЭА большинства мышц, имеющая явный тренд в сторону увеличения от 1



к 10 циклу отжиманий (рис. 1). Этот тренд может быть количественно охарактеризован коэффициентом корреляции ЭА каждой мышцы с порядковым номером отжимания: чем выше этот коэффициент, тем сильнее выражено увеличение ЭА по мере выполнения серии из 10 отжиманий. На рис. 4 представлена диаграмма этого «корреляционного показателя утомления» для 6 исследованных мышц. Чем выше величина показателя, тем сильнее его ЭА зависит от номера последовательных циклов отжиманий, а стало быть мышца больше утомляется. В условиях УО самой утомляемой мышцей можно считать дельтовидную, тогда как менее всего зависит от порядкового номера отжимания ЭА трапецевидной мышцы. В условиях НО этот ряд выглядит иначе – на первое место выходит большая грудная мышца, дельтовидная остается лишь на втором месте, а наименее утомляемой оказывается 3-главая мышца. Интересно, что при переходе от УО к НО наибольший прирост ЭА демонстрируют большая грудная мышца, трапецевидная и широчайшая мышца спины, в то время как три другие мышцы не изменяют зависимость ЭА от порядкового номера отжимания при переходе от УО к НО. Это может свидетельствовать об их меньшей вовлеченности в стабилизацию позы при работе на НО.

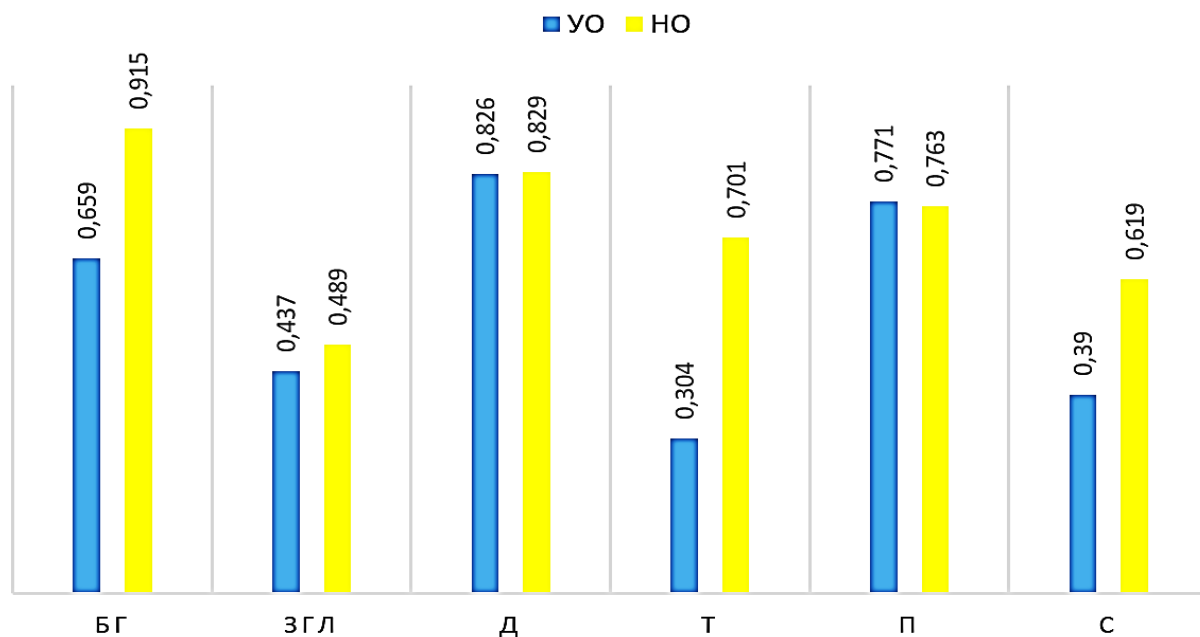


Рис. 4. Величина «Корреляционного показателя утомления» для 6 исследованных мышц при выполнении 10 отжиманий в условиях УО

и НО. Высота столбика отражает коэффициент корреляции между амплитудой электрического сигнала мышцы и порядковым номером отжимания, у.е.

По данным литературы [7; 8; 10; 11; 13; 16; 20; 28], на неустойчивой опоре в работу в основном включаются мышцы стабилизаторы (еще их называют мышцами корпуса): это в первую очередь мышцы брюшного пресса и мышцы спины. Согласно полученным нами данным, мышцы спины (широчайшая) действительно важны для выполнения работы на неустойчивой опоре, тогда как активность мышц живота, похоже, практически не зависит от устойчивости опоры. Также в удержании позы не участвуют дельтовидная и трехглавая мышцы.

Ведущими мышцами в отжиманиях на устойчивой и неустойчивой опорах являются дельтовидная мышца и трехглавая мышца плеча. Их степень активации при отжиманиях существенно выше, чем у других мышц. Поэтому именно эти мышцы, скорее всего, наращивают свой потенциал в процессе тренировки с применением циклических силовых упражнений.

## *2. Эффективность силовой циклической нагрузки на неустойчивой опоре в качестве средства развития силовой выносливости*

Цель педагогического эксперимента была в том, чтобы оценить эффективность силовой тренировки на неустойчивой опоре. Методика тренировки описана выше. Для оценки эффективности тренировки измеряли силовую выносливость и пульсовую реакцию на нагрузку при выполнении отжимания «до отказа» на УО и на НО, а также силу, проявляемую в тесте «жим неподвижной штанги» на тензоплатформе. После 6-недельной тренировки все тесты были проведены повторно. Результаты тестирования каждого из участников педагогического эксперимента до и после цикла тренировок приведены в табл. 2.

Таблица 2

Сдвиг в результатах тестов «до отказа» под воздействием тренировки

№ п/п	ФИО	КО НО до, раз	КО НО после, раз	КО УО до, раз	КО УО после, раз	ЖЛ до, н	ЖЛ после, н
1	ГКСД	2	10	8	15	318,7	386
2	КАА	28	41	53	56	531,3	657

3	СНГ	50	56	75	80	625,7	871
4	СЕАд	22	30	20	28	412,7	432,7
5	ПЕА	37	47	70	85	556,1	959
6	КНО	16	40	39	52	851,2	891
7	ЛЕР	48	50	30	39	1120	1190
8	ЗТМ	52	52	35	45	950,3	1098
9	СЕД	65	85	40	50	837,9	950,3
10	БАВ	50	58	23	28	640,7	680
Среднее		37	46,9	39,3	47,8	684,5	811,5

*Примечания: КО – количество отжиманий до отказа; ЖЛ – жим лежа.*

Под влиянием 6-недельной тренировки результаты в тесте «отжимания до отказа» на НО выросли в среднем на 9,9 отжиманий, а на УО на 8,5.

Тест «жим штанги лежа» на тензоплатформе показал, что произвольная сила мышц плечевого пояса сильно увеличилась за 6 недель тренировки. Прирост в среднем составил свыше 125 Ньютонов, или 18,5%.

Полученные данные говорят о том, что тренировка на неустойчивой платформе эффективна, и использованную нами схему тренировки можно применять для повышения уровня силовой выносливости как при занятиях спортом, так и фитнесом.

### *Заключение*

Полученные нами данные об электрической активности крупных мышц туловища и верхнего плечевого пояса показывают, что при работе на неустойчивой опоре происходит перераспределение нагрузки на разные мышцы. Наиболее сильно откликаются на неустойчивость опоры мышцы туловища: большая грудная мышца, трапециевидная мышца и широчайшая мышца спины. В значительно меньшей степени в управлении позой участвуют дельтовидная, трехглавая и прямая мышца живота. Это дает возможность предположить, что тренировка с помощью отжиманий на неустойчивой опоре будет оказывать воздействие в первую очередь на развитие силы вовлеченных в поддержание позы скелетных мышц.

Реальные сдвиги в результате 6 недельной тренировки мы получили в тестах «жим лежа», а также в тесте «отжимания до отказа». Спортсмены улучшили свои показатели в обоих тестах, что говорит об увеличении их силовых способностей. Поскольку тренировка на НО обладает определенной эмоциональной привлекательностью и при этом создает умеренно стрессовый функциональный фон, она может с успехом применяться как в спортивной подготовке, так и в фитнесе. Такую методику тренировок можно использовать не только для общего укрепления опорно-двигательного аппарата или для улучшения координации движений, но и в целях воспитания силовых возможностей человека и его силовой выносливости.

### *Благодарности*

Работа выполнена в рамках подготовки магистерской диссертации в РГУФКСМиТ (2014–2016 гг.).

Автор выражает благодарность проф. С.И. Вовку и проф. В.Д. Сонькину за ценные советы и рекомендации при проведении экспериментальных исследований и подготовке статьи к публикации.

### *Список литературы*

1. Грец Г.Н. Педагогические основы применения нетрадиционных технологий в системе физической реабилитации // Вестник спортивной науки. – 2007. – №3. – С. 33–34.
2. Максимов А.Е. Применение тренажера Bosu в комплексной физической реабилитации детей с детским церебральным параличом // Вестник спортивной науки 6 (6) 2011, 01 декабря 2011. – С. 65–66.
3. Михеев А.А. Комбинированные методы тренировки с применением СБА / А.А. Михеев, П.М. Прилуцкий // Физическое воспитание и здоровье студентов и учащихся на рубеже веков: Материалы Междунар. науч. конф. и выставки. – Мн.: Беларусь, 1998. – С. 112–114.
4. Михеев А.А. Стимуляция биологической активности как метод управления развитием физических качеств спортсменов: В 2 ч. – Мн., 1999. – 398 с.

5. Михеев А.А. Реабилитационные программы СБА эффективное средство ускоренного восстановления спортсменов в посттравматический период // Научные труды НИИ ФКиС РБ: Сб. науч. тр. – Мн., 1999. – Вып. 1. – С. 74–78.

6. Anderson K. Trunk muscle activity increases with unstable squat movements / K. Anderson, D.G. Behm // Can. J. Appl. Physiol. 30. – 2005. – P. 33–45

7. Behm D.G. Muscle force and neuromuscular activation under stable and unstable conditions / D.G. Behm, K. Anderson, S. Curnew // J Strength Cond Res. 16. – 2002. – P. 416–422.

8. Behm D.G. Trunk muscle EMG activity with unstable and unilateral exercises / D.G. Behm, A. Leonard, W.B. Young, A.C. Bonsey, S.N. Mackinnon // J Strength Cond Res. 19. – 2005. – P. 193–201.

9. Bressel E. Effect of instruction, surface stability, and load intensity on trunk muscle activity / E. Bressel, J.M. Willardson, B. Thompson, F.E. Fontana // J. Electromyogr. Kinesiol. – 2009. – №19 (6). – P. 500–504.

10. Cosio-Lima L.M. Effects of physioball and conventional floor exercises on early phase adaptations in back and abdominal core stability and balance in women / L.M. Cosio-Lima, K.L. Reynolds, C. Winter, V. Paolone, M.T. Jones // Journal of Strength and Conditioning Research. – 2003. – №17 (4). – P. 721–725.

11. DiStefano L.J. Evidence supporting balance training in healthy individuals: a brief review / L.J. DiStefano, M.A. Clark, D.A. Padua // J Strength Cond Res. – 2009. – №23 (9). – P. 2718–2731.

12. Gruber M. Differential effects of ballistic versus sensorimotor training on rate of force development and neural activation in humans 175 / M. Gruber, S.B. Gruber, W. Taube, M. Schubert, S.C. Beck, A. Gollhofer // J Strength Cond Res. – 2007. – №21 (1). – P. 274–282.

13. Holm I. Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handball players / I. Holm, M.A. Fosdahl, A. Friis, M.A. Risberg, G. Myklebust, H. Steen // Clin J Sport Med 14. – 2004. – P. 88–94.

14. Kovacs E.J. Effect of training on postural control in figure skaters: A randomized controlled trial of neuromuscular versus basic off-ice training programs / E.J. Kovacs, T.B. Birmingham, L. Forwell, R.B. Litchfield // *Clin J Sport Med* 14. – 2004. – P. 215–224.

15. L.M. Cosio-Lima. *Journal of Strength and Conditioning Research* / L.M. Cosio-Lima, K.L. Reynolds, C. Winter, V. Paolone, M.T. Jones. – 2003. – №17 (4). – P. 721–725. q 2003 National Strength & Conditioning Association Effects of Physio-ball and Conventional Floor Exercises on Early Phase Adaptations in Back and Abdominal Core Stability and Balance in Women. Health Sciences Department, Springfield College, Springfield, Massachusetts 01109.

16. McGuine T.A. The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes / T.A. McGuine, J.S. Keene // *Am J Sports Med* 34. – P. 1103–1111. – 2006.

17. Muehlbauer T. Intra and intersession reliability of balance measures during one-leg standing in young adults / T. Muehlbauer, R. Roth, S. Mueller, U. Granacher // *J Strength Cond Res*. Aug. – 2011. – №25 (8). – P. 2228–2234.

18. Myer G.D. The effects of plyometric vs. dynamic stabilization and balance training on power, balance, and landing force in female athletes. 24 / G.D. Myer, K.R. Ford, J.L. Brent, T.E. Hewett // *Journal of Strength and Conditioning Research*. – 2006. – №20 (2). – P. 345–353.

19. Norwood J.T. Electromyographic activity of the trunk stabilizers during stable and unstable bench press / J.T. Norwood, G.S. Anderson, M.B. Gaetz, P.W. Twist // *J Strength Cond Res*. May. – 2007. – №21 (2). – P. 343–347.

20. Olsen O.E. Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: Cluster randomised controlled trial / O.E. Olsen, G. Myklebust, L. Engebretsen, I. Holme, R. Bahr // *BMJ*. – 2005. – P. 330–449.

21. Ogaya S. Effects of balance training using wobble boards in the elderly / S. Ogaya, T. Ikezoe, N. Soda, N. Ichihashi // *J Strength Cond Res*. Sep. – 2011. – №25 (9). – P. 2616–2622.

22. Oliver G.D. Functional balance training in collegiate women athletes / G.D. Oliver, B.R. Di // J Strength Cond Res. – 2009. – №23 (7). – P. 2124–2129.
23. Sparkes R. Training adaptations associated with an 8-week instability resistance training program with recreationally active individuals / R. Sparkes, D.G. Behm // J Strength Cond Res. – 2010. – №24 (7). – P. 1931–1941.
24. Stanforth D. A 10 week training study comparing resistaball and traditional trunk training / D. Stanforth, P.R. Stanforth, S.R. Hahn, A. Phillips // Journal of Dance Medicine and Science. – 1998. – №2 (4). – P. 134–140
25. Sternlicht E. Electromyographic comparison of a stability ball crunch with a traditional crunch / E. Sternlicht, S. Rugg, L.L. Fujii, K.F. Tomomitsu, M.M. Seki // J Strength Cond Res. May. – 2007. – №21 (2). – P. 506–509.
26. Tsimaras V.K. Effect of training on the muscle strength and dynamic balance ability of adults with Down Syndrome / V.K. Tsimaras, E.G. Fotiadou // Journal of Strength and Conditioning Research. – 2004. – №18 (2). – P. 343–347.
27. Taube W. Differential reflex adaptations following sensorimotor and strength training in young elite athletes / W. Taube, N. Kullmann, C. Leukel, O. Kurz, F. Am-tage, A. Gollhofer // Int. J. Sports Med. – 2007. – №28 (12). – P. 999–1005.
28. Trunk Muscle Activation During Dynamic Weight-Training Exercises and Isometric Instability Activities. Article in the journal of strength and conditioning research december 2007. Impact Factor: 2.08 · DOI: 10.1519/R-20366.1 · Source: PubMed David Behm; Warren B Young.
29. Yaggie J.A. Effects of balance training on selected skills / J.A. Yaggie, B.M. Campbell // J Strength Cond Res. – 2006. – №20 (2). – P. 422–428.
30. Zech A. Balance Training for Neuromuscular Control and Performance Enhancement: A Systematic Review / A. Zech, M. Hubscher, L. Vogt, W. Banzer, F. Hansel, K. Pfeifer // Journal of Athletic Training. – 2010. – №45 (4). – P. 392–403.