

Бенсбаа Абделькрим

ORCID 0000-0002-0931-184

ResearcherID A-1030-2016

Кандидат наук по физическому воспитанию и спорту,
Научный сотрудник, Военный Центр Спортивного Воспитания
(Абу Даби, ОАЭ) E-mail: benleone@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ СИММЕТРИИ АНТИГРАВИТАЦИОННЫХ МЫШЦ, УЧАСТВУЮЩИХ В РЕГУЛЯЦИИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОЗЫ И ФОРМИРОВАНИИ ОСАНКИ У ШТАНГИСТОВ И ПЛОВЦОВ

В статье осуществлен теоретический анализ и на экспериментальной основе определено влияние плавательных и тяжелоатлетических упражнений на симметрию биомеханических свойств антигравитационных мышц, участвующих в регуляции вертикальной позы и формировании осанки.

Цель: выявление степени симметрии антигравитационных мышц по показателям их биомеханических свойств под воздействием физических упражнений, моделирующих условия повышенной и пониженной гравитации.

Методология. В работе использован анализ специальной литературы по вопросам физических упражнений различной дидактической направленности и их влияния на развитие осевого скелета и состояние осанки. В методологических основах исследования основное внимание уделялось исследованию механизмов формирования и поддержания вертикальной позы у человека при длительных и систематических занятиях физическими упражнениями различной гравитационной направленности (тяжелой атлетикой и плаванием). Для исследования особенности влияния условий гравитации нами изучалось воздействие упражнений различной дидактической направленности на биомеханические свойства мышц, обеспечивающих ортоградную позу человека; в исследовании принимали участие лица, занимающиеся тяжелой атлетикой ($n=20$), лица, занимающиеся плаванием ($n=25$) и контрольная группа испытуемых – лица, не занимающиеся спортом ($n=36$). Реакции скелетной мускулатуры испытуемых фиксировались методом миотонометрии. В этой связи было определено тонус 5 мышц: 1) трапецевидной; 2) мышцы, выпрямляющей позвоночник; 3) большой ягодичной; 4) двуглавой мышцы бедра; 5) икроножной мышцы. Также нами введен показатель симметрии, определяемый как отношение меньшей по абсолютной величине тонуса определенной мышцы к большей по величине тонуса соответствующей мышцы, выраженный в процентах.

Научная новизна заключается в установлении степени симметрии антигравитационных мышц, участвующих в регуляции вертикальной позы, по показателям их биомеханических свойств, у спортсменов, занимающихся в условиях пониженной и повышенной гравитации.

Выводы. Анализ биомеханических свойств антигравитационных мышц, участвующих в регуляции вертикальной позы, показал, что у спортсменов различных специальностей топография тонуса этих мышц зависит от направленности воздействия физических упражнений относительно вектора гравитации их тела. Установлено, что физические упражнения, моделирующие условия повышенной и пониженной гравитации, являются формообразующими средствами, определяющими тип телосложения спортсмена в конкретном виде спорта. Показано, что асимметрия, приобретенная в процессе онтогенетического развития, остается фактором, сопровождающим развитие физических качеств спортсмена с учетом индивидуальных особенностей, специфики адаптационных перестроек органов и систем и предрасположенности атлета к применяемым упражнениям.

Ключевые слова: симметрия, вертикальная поза, осанка, мышечный тонус, гипергравитация, гипогравитация.

Постановка проблемы. У спортсменов различных специализаций мышечная и костная массы их тела распределяются и формируются в тесной зависимости от пространственных параметров механического взаимодействия тела спортсмена и внешней среды при выполнении физических

упражнений. Преимущественное развитие получают те мышечные и костные массы, на которые падает основное механическое воздействие организма и среды [2; 8; 9; 11; 12; 14; 15; 16; 18; 22; 29].

Так, при выполнении большинства тяжелоатлетических упражнений сила тяжести штанги передается через верхние конечности на плечевой пояс и далее – на позвоночный столб. Позвоночный столб представляет собой мощную опорную ось скелета, способную выдержать нагрузку на сжатие, причем различные его отделы, как известно, имеют различную прочность [19; 23; 24; 28; 30; 35; 40; 42]. Возможность позвоночного столба к сопротивлению на сжатие при этом определяется не только прочностью самих позвонков, но и упруго-вязкими свойствами межпозвоночных дисков, которые с биомеханической точки зрения можно рассматривать как своеобразные амортизаторы нагрузок и ударов [1; 3; 11; 17]. Устойчивость всей системы атлет – штанга может изменяться в результате изменения положения тела спортсмена и штанги [5; 6; 19; 26]. В выполнении тяжелоатлетических упражнений мышцы принимают самое разнообразное участие. Почти все мышцы ног, среди которых особенно выделяется группа мышц задней поверхности голени и мощный разгибатель бедра, выполняют основную работу при подъеме штанги и вставании из подседа.

Следует также отметить ягодичные и другие мышцы таза, удерживающие тело атлета в вертикальном положении. Активно участвуют в подъеме штанги на грудь мышцы спины, в частности, глубокие и поверхностные разгибатели позвоночного столба [4; 20; 21; 27; 28; 30].

Плавание, в отличие от тяжелой атлетики, осуществляется при горизонтальном положении тела, в условиях пониженной гравитации. Тело человека в воде теряет свой вес, а горизонтальное положение почти полностью освобождает его от необходимости сохранять равновесие за счет использования статических рефлексов. При отсутствии силового воздействия на кость в условиях весовой разгрузки собственное внутреннее напряжение изменяется в соответствии с новыми функциональными условиями [7; 10; 12; 13; 23].

По мнению И. Б. Козловской, устранение гравитации преобразуется в сложной многокомпонентной двигательной системе в ряд факторов: мышечная разгрузка, устранение опорных нагрузок, изменение биомеханики движений и др., каждый из которых может обусловить изменение функции того или иного звена; при этом изменения, обусловленные ограничением двигательной активности, являются не специфичными для костной системы, а отражением общего воздействия гипокинезии на структуру организма [25]. У пловцов же при отсутствии значительных статических усилий вырабатываются плавность движений и способность хорошо расслаблять мышцы тела, так как у них постоянно работают только те ограниченные группы мышц, сокращение которых необходимо для движения тела вперед (динамическое плавание) или для поддержания его на поверхности воды (статическое плавание) [7; 32; 34].

С точки зрения биомеханики, организм человека представляет собой деформируемое тело, которое непрерывно испытывает воздействие гравитации, и вызывает в нем функциональные и структурные изменения, накладывая при этом существенный отпечаток на его строение и в том числе на степени его моторной симметрии, который, в свою очередь, сказывается на конечном соревновательном результате.

Анализ последних исследований и публикаций. Проблема влияния среды и уровня физической активности на формирование осанки и строения позвоночного столба, рассматривается авторами разных научных специальностей: Г. Белкания, Г. Бранков, Д. Донской, Б. Козловская, А. Козловский, А. Лапутин, Н. Лапутин, В. Оганова, А. Студитский, Г. Ступаков. В работах А. Аруина, М. Бойко, Г. Гилевича, Е. Жукова, В. Закиорского, И. Козловской, Д. Пинчука, А. Шапошникова особое внимание уделяется биомеханическим свойствам мышц. В специальной литературе внимание уделяется влиянию внешнего воздействия на организм и происходящих в нем функциональных и структурных изменений, вызванных повышенной и пониженной гравитацией: Я. Винников, А. Воложин, Б. Голод, Е. Дыскин, В. Казеикин, В. Ковешников, А. Козловский, А. Лапутин, Б. Савин, Г. Ступаков. Влияние спорта на морфофункциональные характеристики пловцов и тяжелоатлетов рассматривались Н. Булгаковой, И. Жековым, М. Корпеевым, Н. Лапутиным, М. Нечипоренко, Б. Оноприенко, В. Парфеновым, Г. Петренко, Г. Полесей, Х. Тюннеманном, Ю. Хартманом, П. Хертлингом и др.

Цель: выявление степени симметрии антигравитационных мышц по показателям их биомеханических свойств под воздействием физических упражнений, моделирующих условия повышенной и пониженной гравитации.

Методология. В работе использован анализ специальной литературы по вопросам физических упражнений различной дидактической направленности и их влияния на развитие осевого скелета и состояние осанки. В методологических основах работы основное внимание уделялось исследованию механизмов формирования и поддержания вертикальной позы у человека при длительных и систематических занятиях физическими упражнениями различной гравитационной направленности (тяжелой атлетикой и плаванием) [27; 29].

Для исследования особенности влияния условий гравитации нами изучалось воздействие упражнений различной дидактической направленности на биомеханические свойства мышц, обеспечивающих ортоградную позу человека; в исследовании принимали участие лица, занимающихся физическими упражнениями, моделирующими условия повышенной гравитации (штангисты $n=20$), лица, занимающиеся физическими упражнениями, моделирующими условия пониженной гравитации (пловцы $n=25$) и контрольная группа испытуемых – лица, не занимающиеся физическими упражнениями ($n=36$). Реакции скелетной мускулатуры испытуемых фиксировались методом миоэлектрографии, прибором статического типа – миоэлектрометр доктора Сирмай (Венгрия), который может успешно применяться для измерения твердости расслабленной и напряженной мускулатуры. Этот прибор удобен в обращении, портативен и обладает достаточной степенью точности. Его возможности позволяют получить срочную информацию о состоянии исследуемых мышц. Прибор устанавливается на головку исследуемой мышцы или в месте наиболее выраженной массы мышцы [44].

Измерения проводилась 3 – 4 раза, при этом учитывалось среднее значение. Все точки измерения маркировались. Щуп миоэлектрометра становился всегда в перпендикулярном направлении к мышце так, чтобы вся площадь щупа соприкасалась с мышцей. Все величины выражены в миотонах (условных единицах).

В этой связи было определено тонус 5 мышц: 1) трапециевидная (*m.trapezius*); 2) мышца, выпрямляющая позвоночник (*m.erector spinae*); 3) большая ягодичная (*m.gluteus maximus*); 4) двуглавая мышца бедра (*biceps femoris*), 5) икроножная мышца (*m.gastrocnemius*, внутренняя головка). Определение тонуса мышц проводилось в покое (в положении лёжа). Также нами введен показатель симметрии, определяемый как отношение меньшей по абсолютной величине тонуса определенной мышцы к большей по величине тонуса соответствующей мышце, выраженное в процентах.

Научная новизна заключается в установлении степени симметрии антигравитационных мышц, участвующих в регуляции вертикальной позы, по показателям их биомеханических свойств, у спортсменов, занимающихся в условиях пониженной и повышенной гравитации.

Результаты исследования. В таблице 1 представлены характеристики тонуса мышц испытуемых, а также введенный нами показатель симметрии, определяемый как отношение меньшей по абсолютной величине тонуса определенной мышцы к большей по величине тонуса соответствующей мышце, выраженное в процентах.

Таблица 1

Показатели тонуса исследуемых мышц (у. е.)

ИССЛЕДУЕМЫЕ МЫШЦЫ	тонус (у. е.)								
	Штангисты		Степень симметрии (%)	Пловцы		Степень симметрии (%)	Контрольная группа		Степень симметрии (%)
	правая	левая		правая	левая		правая	левая	
Трапециевидная м.	0,73**	1,10**	66 %	1,03**	0,90**	87%	0,83**	0,50**	60%
М. выпрямляющая позвоночник	0,66**	1,10**	60 %	0,63*	0,60*	95?	0,70**	0,50**	71%
Большая ягодичная мышца	0,56**	0,90**	62%	1,00**	0,70**	70%	0,52**	0,80**	65%
Двуглавая мышца бедра	1,03**	1,40**	73%	0,37**	0,70**	53%	0,63*	0,60*	95%
Икроножная мышца	0,47*	0,50*	94%	0,43*	0,40*	93%	0,49**	0,60**	81%

Примечания: 1. * – нет достоверных различий; 2. ** – различия достоверны

Показатели тонуса исследуемых мышц (трапециевидная, выпрямляющая позвоночник, большая ягодичная, двуглавая мышца бедра, икроножная мышца) левой стороны у штангистов, (1.10, 1.10, 0.90, 1.40, 0.50 у.е. соответственно), выше, чем правой (0.73, 0.66, 0.56, 1.03, 0.47 у.е. соответственно) (табл. 1).

Показатели степени симметрии (%) соответствующих мышц у штангистов от выпрямляющей позвоночник до икроножной мышцы имеют динамику по возрастанию (60%, 62%, 73%, 94% соответственно), однако степень симметрии (%) трапециевидной мышцы составляет 66%.

Средняя величина общей симметрии соответствующих мышц тела штангиста составляет 68.6%.

У пловцов показатели тонуса исследуемых мышц (трапециевидная, выпрямляющая позвоночник, большая ягодичная, икроножная мышца) правой стороны (1.03, 0.63, 1.00, 0.43 у.е. соответственно),

выше, чем левой (0.90, 0.60, 0.70, 0.40 у.е. соответственно); однако, этот показатель у двуглавой мышцы бедра, наоборот, выше с левой стороны и составляет 0.70 у.е. и 0.37 у.е. – с правой стороны (табл. 1).

Показатели степени симметрии (%) соответствующих мышц у пловцов от трапецевидной до икроножной мышцы имеют волнообразную динамику и составляют (87%, 95%, 70%, 53%, 93% соответственно).

Средняя величина общей симметрии соответствующих мышц тела штангиста составляет 78.8%.

У лиц контрольной группы показатели тонуса исследуемых мышц (трапецевидная, выпрямляющая позвоночник, двуглавая мышца бедра) правой стороны (0.83, 0.70, 0.63 у.е. соответственно) выше, чем левой (0.50, 0.50, 0.60, у.е. соответственно), однако, этот показатель у большой ягодичной и икроножной мышцы, наоборот, выше с левой стороны и составляет 0.80 у.е. и 0.60 у.е., а с правой стороны – 0.52, и 0.60 у.е. соответственно (табл. 1).

Показатели степени симметрии (%) соответствующих мышц у лиц контрольной группы, как у пловцов, от трапецевидной до икроножной мышцы имеют волнообразную динамику и составляют (60%, 71%, 65%, 95%, 81% соответственно).

Средняя величина общей симметрии соответствующих мышц тела штангиста составляет 74.4% (рис. 1).

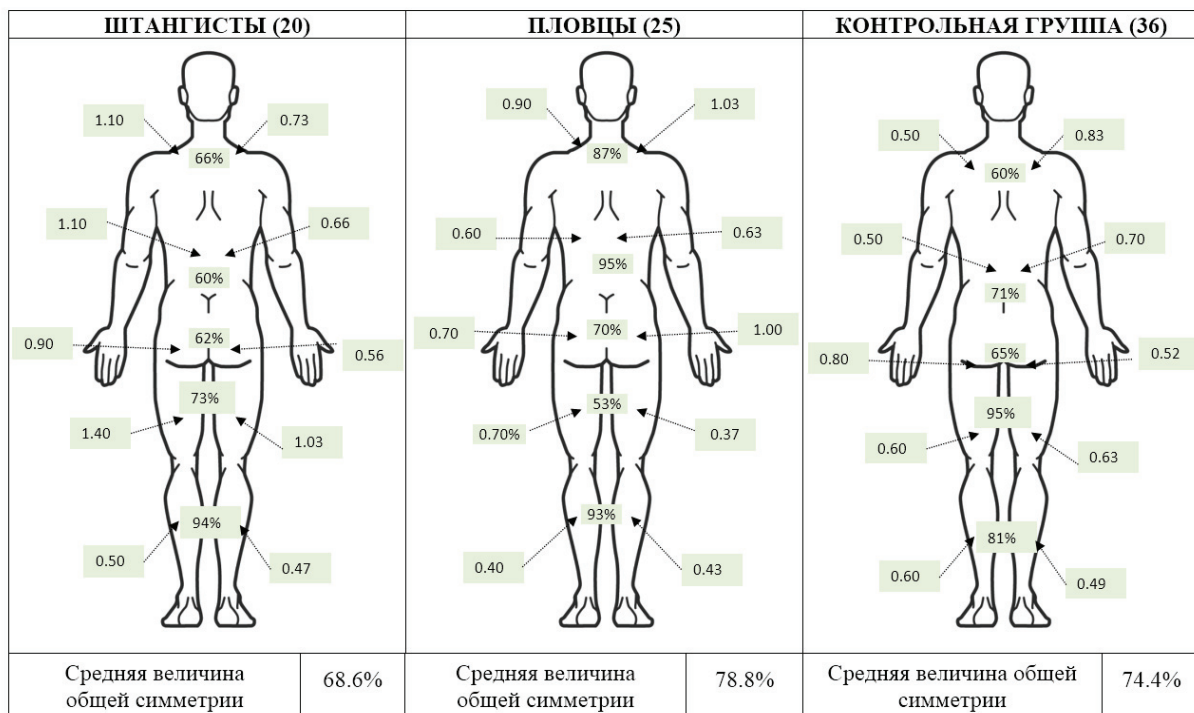


Рис. 1. Топография тонуса мышц, участвующих в регуляции вертикальной позы и формировании осанки у штангистов, пловцов и лиц контрольной группы, не занимающихся спортом

Выводы. Результаты исследований дают основание утверждать, что физические упражнения, моделирующие условия повышенной и пониженной гравитации, являются формообразующими средствами, определяющими тип телосложения спортсмена в конкретном виде спорта.

Сравнение средней величины общей симметрии показывает, что физические упражнения, моделирующие условия пониженной гравитации (плавание), улучшают симметрию тонуса мышц, участвующих в регуляции вертикальной позы, на 13 % по сравнению с показателями штангистов и на 5.6% по сравнению с показателями лиц контрольной группы.

Таким образом, асимметрия, приобретенная в процессе онтогенетического развития, остается фактором, сопровождающим развитие физических качеств спортсмена с учетом индивидуальных особенностей, специфики адаптационных перестроек органов и систем и предрасположенности атлета к применяемым упражнениям.

Дальнейшие работы о влиянии степени симметрии биомеханических свойств мышц на динамику развития специальных физических качеств, и соответствующих результатов в конкретном виде спорта, дают более полную картину для прогнозирования, моделирования и проектирования подготовки спортсменов высокого класса.

References

1. Агашин Ф. К. Биомеханика ударных движений. М.: Физкультура и спорт, 1977. 207 с.
Agashin, F. K. (1977). *Biomechanika udarnyx dvizhenij* [Biomechanics of shock movements]. Moscow, USSR : Fizkultura i sport.
2. Аруин А. С. Определение механических свойств мышц нижних конечностей человека. *Материалы I Всесоюз. науч. конф. по биомеханике спорта*. Киев, 1974. С. 18.
Aruin, A. S. (1974). *Opredelenie mexanicheskix svojstv myshc nizhnix konechnostej cheloveka* [Determination of the mechanical properties of the human lower limbs muscles]. *Materialy I Vsesoyuz. nauch. konf. po biomexanike sporta – Materials of the 1st All-Union scientific conf. on sports biomechanics*. Kyiv, UkrSSR. P. 18.
3. Арутюнян С. С. Определение оптимальных режимов тракции позвоночника тяжелоатлетов методом компромиссного решения ряда нормированных показателей. *Материалы XVII Республиканской науч.-мет. конф. «Совершенствование системы подготовки высоко-квалифицированных спортсменов»*. Ереван, 1989. С. 44–45.
Arutyunyan, S. S. (1989). *Opredelenie optimal'nyx rezhimov trakkii pozvonochnika tyazhelootletov metodom kompromissnogo resheniya ryada normirovannykh pokazatelej* [Determination of the optimal modes of weightlifters' spine traction by the method of compromise solution of a number of normalized indicators]. *Sovershenstvovanie sistemy podgotovki vysoko-kvalificirovannykh sportstmenov Materialy XVII Respublikanskoj nauch.-met. konf. – Improving the system of highly qualified athletes' training: Materials of the XVII Republican Scientific-Met. conf.* Erevan. Pp. 44–45.
4. Бойко М. И., Бойко Н. С., Пинчук Д. Ю., Шапошников А. В. Использование мышечного тонуса в качестве обратной связи. *Всесоюз. конф. «Проблемы нейрогуморальной регуляции деятельности висцеральных систем», посвящ. 80-летию со дня рождения академика В. Н. Черниговского*. Ленинград, 1987. С. 16.
Vojko, M. I., Vojko, N. S., Pinchuk, D. Yu., Shaposhnikov, A. V. (1987). *Ispol'zovanie myshechnogo tonusa v kachestve obratnoj svyazi* [Using muscle tone as feedback]. *Problemy nejrogumoral'noj regulyacii deyatel'nosti visceral'nyx sistem: Vsesoyuz. konf., posvyashh. 80-letiyu so dnya rozhdeniya akademika V. N. Chernigovskogo – Problems of neurohumoral regulation of the activity of visceral systems: Proceedings of All-Union. conf. dedicated to the 80th anniversary of the birth of Academician V. N. Chernigovskiy*. P. 16.
5. Бранков Г. Основы биомеханики. Москва : Мир, 1981. 254 с.
Brankov, G. (1981). *Osnovy biomexaniki* [Fundamentals of biomechanics]. Moscow, USSR : Mir.
6. Бретз К. Устойчивость равновесия тела: Дис... д-ра пед. наук. Киев, 1997.
Bretz, K. (1997). *Ustojchivost ravnovesiya tela* [Stability of body balance]. *Doctor's thesis*. Kyiv, Ukraine.
7. Булгакова Н. Ж. Морфофункциональные характеристики пловцов высокого класса. *Совершенствование высшей подготовки спортсменов высшей квалификации*. М., 1980. С. 4–15.
Bulgakova, N. Zh. (1980). *Morfofunktional'nye karakteristiki plovcov vysokogo klassa* [Morphofunctional characteristics of high class swimmers]. *Sovershenstvovanie vysshej podgotovki sportstmenov vysshej kvalifikacii – Improvement of the highest training of the highest qualification athletes*. M. S. 4–15.
8. Вайн А. А. Биомеханика адаптации опорно-двигательного аппарата юных спортсменов при нагрузках ударного характера. *Биология, биомеханика, биохимия, медицина, физиология. Всемирный научный конгресс «Спорт в современном обществе»*. Тбилиси. 1980. М.: Физкультура и спорт, 1980. С. 212–213.
Vajn, A. A. (1980). *Biomechanika adaptacii oporno-dvigatel'nogo apparata yunyx sportstmenov pri nagruzках udarnogo haraktera* [Biomechanics of adaptation of the musculoskeletal system of young athletes under shock loads.]. *Biologiya, biomexanika, bioximiya, medicina, fiziologiya. Vsemirnyj nauchnyj kongress «Sport v sovremennom obshhestve» – Biology, biomechanics, biochemistry, medicine, physiology. World Scientific Congress «Sport in Modern Society»*. Tbilisi. 1980. M.: Fizkul'tura i sport. S. 212–213.
9. Вайн А. А. Диагностика опорно-двигательного аппарата спортсмена. *Современные проблемы биомеханики. Оптимизация биомеханических движений*. Вып. 3. Рига. 1986. С. 85–96.
Vajn, A. A. (1986). *Diagnostika oporno-dvigatel'nogo apparata sportstmen* [Diagnostics of the athlete's musculoskeletal system]. *Sovremennye problemy biomexaniki. Optimizaciya biomexanicheskix dvizhenij – Modern problems of biomechanics. Optimization of biomechanical movements*. Vol. 3. Riga. Pp. 85–96.
10. Винников Я. А. Происхождение рецептора гравитации: Сб. науч. тр. Ленинград, 1987. С. 35–37.
Vinnikov, Ya. A. (1987). *Proisxozhdenie receptora gravitacii* [The origin of the gravity receptor]. Leningrad, USSR. Pp. 35–37.

11. Райхинштейн В. Х., Овсейчик Я. Г., Михайловский М. В., Курбатов В. С. Влияние длительной статической нагрузки на тангенциальное растяжение фиброзного кольца межпозвоночного столба поясничных дисков в эксперименте. *Патология позвоночного столба*. Ленинград, 1978. Вып. 2. С. 53–56.
Rajxinshtejn, V. X., Ovsejchik, Ya. G., Mixajlovskij, M. V., Kurbatov, V. S. (1978). Vliyanie dlitel'noj staticheskoj nagruzki na tangencial'noe rastyazhenie fibroznogo koltsa mezhpозvonochnogo stolba poyasnichnyx diskov v e'ksperimente [The influence of long-term static load on the tangential extension of the fibrous ring of the intervertebral column of the lumbar discs in the experiment]. *Patologiya pozvonochnogo stolba – Spinal column pathology*, 2, 53–56.
12. Воложин А. И., Ступаков Г. П., Казеикин В. С. Гипогравитационные изменения в костной системе. *Космическая биология и авиакосмическая медицина*. 1988. Т. 22. №4. С. 4–13.
Volozhin, A. I., Stupakov, G. P., Kazeikin, V. S. (1988). Gipogravitacionnyye izmeneniya v kostnoj sisteme [Hypogravitational changes in the skeletal system]. *Kosmicheskaya biologiya i aviakosmicheskaya medicina – Space biology and aerospace medicine*, 22(4), 4–13.
13. Гавриленко Б. С. Применение подводного вертикального вытяжения при некоторых заболеваниях позвоночника. *Мат. VII съезда травматологов, ортопедов УССР*. 1–3 октября 1977 г. С. 233–234.
Gavrilenko, B. S. (1977). Primenenie podvodnogo vertikal'nogo vutyazheniya pri nekotoryx zabolevaniyax pozvonochnika [The use of underwater vertical traction in some diseases of the spine]. *Mat. VII syezda travmatologov, ortopedov USSR. 1-3 oktyabrya. – Mat. VII Congress of Traumatologists, Orthopedists of the Ukrainian SSR. 1-3 October, 1977*. Pp. 233–234.
14. Гамбурцев В. А. Гониометрия человеческого тела. Москва : Медицина, 1973. 192 с.
Gamburcev, V. A. (1973). Goniometriya chelovecheskogo tela [Human body goniometry]. Moscow, USSR : Meditsina.
15. Гилевич Г. И., Григорьева Л. С., Бойко М. И., Козловская И. Б. Оценка тонуса скелетных мышц методом регистрации поперечной жесткости. *Космическая биология и авиакосмическая медицина*. 1983. № 5. С. 86–89.
Gilevich, G. I., Grigor'eva, L. S., Bojko, M. I., Kozlovskaya, I. B. (1983). Ocenka tonusa skeletnyx myshc metodom registracii poperechnoj zhestkosti [Assessment of skeletal muscle tone by recording transverse stiffness]. *Kosmicheskaya biologiya i aviakosmicheskaya medicina – Space biology and aerospace medicine*, 5, 86–89.
16. Годик М. А. Спортивная метрология. Москва : Физкультура и спорт, 1988. 192 с.
Godik, M. A. (1988). Sportivnaya metrologiya [Sports metrology]. Moscow, USSR : Fizkultura i sport.
17. Дыскин Е. А., Савин Б. М. Некоторые вопросы методики изучения влияния на организм гравитационных перегрузок. *Архив анатомии*. 1970. Т. 59. Вып. 7. С. 106–113.
Dyskin, E. A., Savin, B. M. (1970). Nekotorye voprosy metodiki izucheniya vliyaniya na organizm gravitacionnyx peregruzok [Some issues of the methodology for studying the effect of gravitational overloads on the body.]. *Arxiv anatomii – Anatomy Archive*, 59, 7, 106–113.
18. Жарков П. Л. Особенности позвоночника спортсменов. *Биология, биомеханика, биохимия, медицина, физиология. Всемирный научный конгресс «Спорт в современном обществе»*. (Тбилиси, 1980). Москва : Физкультура и спорт, 1980. С. 297.
Zharkov, P. L. (1980). Osobennosti pozvonochnika sportsmenov. *Biologiya, biomexanika, bioximiya, medicina, fiziologiya* [Features of the spine of athletes. Biology, biomechanics, biochemistry, medicine, physiology]. *Vsemirnyj nauchnyj kongress «Sport v sovremennom obshhestve» – World Scientific Congress "Sport in Modern Society"*. (Tbilisi, 1980). Moscow, Russia : Fizkultura i sport. P. 297.
19. Жеков И. П. Биомеханика тяжелоатлетических упражнений. Москва : Физкультура и спорт, 1976. 192 с.
Zhekov, I. P. (1976). Biomexanika tyazheloatleticheskix uprazhnenij [Biomechanics of Weightlifting Exercises]. Moscow, USSR : Fizkultura i sport.
20. Жуков Е. К., Магазаник Л. Г., Ушаков В. Б. Развитие сократительной функции мышц двигательного аппарата. Ленинград : Наука, 1974. 339 с.
Zhukov, E. K., Magazanik, L. G., and Ushakov, V. B. (1974). Razvitie sokratitel'noj funkcii myshc dvigatel'nogo apparata [Development of the contractile function of the muscles of the motor apparatus]. Leningrad, USSR : Nauka.
21. Зацюрский В. М., Аруин А. С. Биомеханические свойства мышц. *Теория и практика физической культуры*. М., 1978. № 9. С. 21–35.
Zaciorskij, V. M., Aruin, A. S. (1978). Biomexanicheskie svojstva myshc [Biomechanical properties of muscles]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury – Theory and practice of physical culture*, 9, 21–35.

22. Земсков Е. А. О формировании осанки и походки у человека. *Физическая культура, воспитание, образование, тренировка*. 1997. №1. С. 52–57.
Zemskov, E. A. (1997). O formirovanii osanki i pohodki u cheloveka. [On the formation of posture and gait in humans]. *Fizicheskaya kultura, vospitanie, obrazovanie, trenirovka – Physical culture, upbringing, education, training*, 1, 52–57.
23. Караев М. Г., Васюков Г. В., Мамедов А. В., Мусаева С. А. Влияние тренировочных нагрузок различных объемов на механические свойства мышц спортсменов. *Тез. Всесоюз. науч. конф. «Космическая диагностика и оценка функциональных возможностей организма и механизмы адаптации к напряженной мышечной деятельности высококвалифицированных спортсменов»*. Москва, 1990. С. 110–112.
Karaev, M. G., Vasyukov, G. V., Mamedov, A. V., Musaeva, S. A. (1990). Vliyanie trenirovochnykh nagruzok razlichnykh ob'emov na mexanicheskie svojstva myshc sportsmenov [Influence of training loads of different volumes on the mechanical properties of athletes' muscles.]. *Тез. Всесоюз. науч. конф. «Космическая диагностика и оценка функциональных возможностей организма и механизмы адаптации к напряженной мышечной деятельности высококвалифицированных спортсменов» – Abstracts of All-Union scientific conf. "Space diagnostics and assessment of the body's functional capabilities and mechanisms of adaptation to intense muscular activity of highly qualified athletes"*. Pp. 110–112.
24. Ковешников В. Г., Голод Б. В. Силы гравитации – фактор роста и формообразования скелета. *Аспекты адаптации*. Ч. 1. Горький, 1977. С. 55–57.
Koveshnikov, V. G., Golod, B. V. (1977). Sily gravitacii – faktor rosta i formoobrazovaniya skeleta [The forces of gravity are a factor in the growth and formation of the skeleton]. *Aspekty adaptacii – Aspects of adaptation* 16 55–57.
25. Козловская И. Б. Механизмы влияния невесомости на двигательный аппарат человека. *XIV съезд Всесоюзного физиологического общества им. Павлова*. Т. 1. Ленинград, 1983. С. 386–387.
Kozlovskaya, I. B. (1983). Mexanizmy vliyaniya nevesomosti na dvigatel'nyj apparat cheloveka [Mechanisms of the influence of weightlessness on the human motor apparatus]. *XIV syezd Vsesoyuznogo fiziologicheskogo obshhestva im. Pavlova – XIV Congress of the All-Union Physiological Pavlov's Association*. Vol. 1. Pp. 386–387.
26. Лапутин А. Н. Биомеханика физических упражнений (лабораторные работы). Київ : Вища школа, 1976. 86 с.
Laputin, A. N. (1976). Biomexanika fizicheskix uprazhnenij (laboratornye raboty) [Exercise biomechanics (laboratory works)]. Kyiv, UkrSSR : Vyshcha shkola.
27. Лапутин А. Н. Гравитационная тренировка. Київ : Знання, 1999. 315 с.
Laputin, A. N. (1999). Gravitacionnaya trenirovka [Gravity training]. Kyiv, Ukraine : Znannia.
28. Лапутин Н. П. Специальные упражнения тяжелоатлетов. М.: Физкультура и спорт, 1973. С. 36–37.
Laputin, N. P. (1973). Spetsialnye uprazhneniya tyazheloatletov [Special exercises for weightlifters]. Moscow, USSR : Fizkultura i sport. Pp. 36–37.
29. Мартиросов Э. Г. Методы исследования в спортивной антропологии. Москва : Физкультура и спорт, 1982. 194 с.
Martirosov, E'. G. (1982). Metody issledovaniya v sportivnoy antropologii [Research methods in sports anthropology]. Moscow, USSR : Fizkultura i sport.
30. Нечипоренко М. Н. Изменения в позвоночнике под влиянием занятий тяжелой атлетики. *ВГИФК материалы итоговых научных конф. за 1963–1964 гг.* Волгоград, 1965. С. 189–190.
Nechiporenko, M. N. (1965). Izmeneniya v pozvonochnike pod vliyaniem zanyatij tyazhelej atletiki [Changes in the spine under the influence of weightlifting]. *VGIFK materialy itogovykh nauchnykh konf. za 1963–1964 gg. – VGIFK materials of the final scientific conference. for 1963-1964*. Volgograd, USSR. Pp. 189–190.
31. Оганов В. С. Опорно-двигательный аппарат млекопитающих как гравитационно-зависимая система. *Космическая биология и авиакосмическая медицина*. Москва, Калуга, 1982. Ч. 2. С. 142–143.
Oganov, V. S. (1982). Oporno-dvigatel'nyj apparat mlekopitayushhix kak gravitacionno-zavisimaya sistema [The musculoskeletal system of mammals as a gravitational-dependent system]. *Kosmicheskaya biologiya i aviakosmicheskaya medicina – Space biology and aerospace medicine*. Moskva, Kaluga, Vol. 2. S. 142–143.
32. Оноприенко Б. И. Биомеханика плавания. Київ : Здоров'я, 1981. 192 с.
Onoprienko, B. I. (1981). Biomexanika plavaniya [Swimming biomechanics]. Kyiv, UkrSSR : Zdorovya.
33. Парина В. В. Медико-биологические исследования в невесомости. М.: Медицина, 1968. 464 с.
Parina, V. V. (1968). Mediko-biologicheskie issledovaniya v nevesomosti [Biomedical research in zero gravity]. Moscow, USSR : Medicina.

34. Парфенов В. А. Плавание. Київ : Вища школа, 1978. 288 с.
Parfenov, V. A. (1978). Plavanie [Swimming]. Kyiv, Ukraine : Vyshcha shkola.
35. Конрой Б. П., Кремер У. Д., Мареш К. М. и др. Плотность минералов кости у сильнейших штангистов юниоров. *Наука в олимпийском спорте*. 1996. № 2.
Konroj, B. P., Kremer, U. D., Maresh, K. M. et al. (1996). Plotnost' mineralov kosti u sil'nejshix shtangistov yuniorov [Density of bone minerals in the strongest junior weightlifters]. *Nauka v olimpijskom sporte – Science in Olympic sports*. Issue 2.
36. Поляса Г. В., Петренко Г. Г. Лечебное плавание при нарушении осанки и сколиоза у детей. Київ : Здоров'я, 1980. С. 24–39.
Polesya, G. V., and Petrenko, G. G. (1980). Lechebnoe plavanie pri narushenii osanki i skolioza u detej [Therapeutic swimming in case of poor posture and scoliosis in children]. Kyiv, UkrSSR : Zdorovya. Pp. 24–39.
37. Лапутин А. Н., Гамалий В. В., Архипов А. А., Кашуба В. А., Носко Н. А., Хабинец Т. А. Практическая биомеханика / Под общ. ред. А. Н. Лапутина. К.: Наук. світ, 2000. 298 с.
Laputin, A. N., Gamalij, V. V., Arhipov, A. A., Kashuba, V. A., Nosko, N. A., Habinec, T. A. (2000). Prakticheskaya biomexanika [Practical biomechanics] / ed. A. N. Laputin. Київ : Nauk. svit. 298 s.
38. Родионов А. А., Польшырева Н. Б. Об изгибах позвоночного столба в сагиттальной плоскости у людей различного возраста *Структура и биомеханика скелетно-мышечной и сердечно-сосудистой систем позвоночных*. Київ : Наукова думка, 1984. С. 152–153.
Rodionov, A. A., and Poltyreva, N. B. (1984). Ob izgibax pozvonochного stolba v sagittal'noj ploskosti u lyudej razlichnogo vozrasta [On the bends of the spinal column in the sagittal plane in people of different ages]. *Struktura i biomexanika skeletno-myshechnoj i serdechno-sosudistoj sistem pozvonochnyx – Structure and biomechanics of the musculoskeletal and cardiovascular systems of vertebrates*. Kyiv, UkrSSR : Naukova dumka, S. 152–153.
39. Ступаков Г. П., Козловский А. П., Казейкин В. С. Биомеханика позвоночника при ударных перегрузках в практике авиационных космических полетов. *Проблемы космической биологии*. Ленинград, 1987. Т. 56. 245 с.
Stupakov, G. P., Kozlovskij, A. P., and Kazejkin, V. S. (1987). Biomexanika pozvonochnika pri udarnyx peregruzkax v praktike aviacionnyx kosmicheskix poletov [Biomechanics of the spine during shock loads in the practice of aeronautical space flights]. *Problemy kosmicheskoy biologii – Space biology problems*. (Vol. 56).
40. Судзиловский Ф. В., Корнева Е. Ф., Корпев М. А. Адаптационные изменения в костной системе юных спортсменов *Биология, биомеханика, биохимия, медицина, физиология. Всемирный научный конгресс «Спорт в современном обществе»*. (Тбилиси – 1980). М.: Физкультура и спорт, 1980. С. 322.
Sudzilovskij, F. V., Korneva, E. F., Korpev, M. A. (1980). Adaptacionnye izmeneniya v kostnoj sisteme yunyx sportsmenov [Adaptive changes in the skeletal system of young athletes]. *Biologiya, biomexanika, bioximiya, medicina, fiziologiya. Vsemirnyj nauchnyj kongress «Sport v sovremennom obshhestve» – Biology, biomechanics, biochemistry, medicine, physiology. World Scientific Congress "Sport in Modern Society"*. (Tbilisi – 1980). Moscow, USSR : Fizkultura i sport. P. 322.
41. Туманян Г. С. Мартиросов Э. Г. Телосложение и спорт. М.: Физкультура и спорт, 1976. 239 с.
Tumanyan, G. S. Martirosov, E'. G. (1976). Teloslozhenie i sport [Physique and sports]. М.: Fizkul'tura i sport, 239 s.
42. Цивиян Я. Л., Коржавин Г. М., Тряцучева Р. М., Жданов Г. М. Управление ростом и формой позвоночного столба / Отв. ред. Ю. Н. Бородин. Новосибирск: Наука, 1984. 187 с.
Civiyani, Ya. L., Korzhavin, G. M., Tryacucheva, R. M., Zhdanov, G. M. (1984). Upravlenie rostom i formoj pozvonochного stolba [Controlling the growth and shape of the spinal column] / ed. Yu. N. Borodin. Novosibirsk, USSR : Nauka.
43. Шейн А. П., Криворучко Г. А. Асимметрия некоторых биомеханических и биоэлектрических характеристик произвольной и вызванной активности мышц верхних и нижних конечностей у здоровых субъектов. *Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура»*. № 4. 2005. С. 270–276.
Shein, A. P., Krivoruchko, G. A. (2005). Asimmetriya nekotoryx biomexanicheskix i bio'lektricheskix charakteristik proizvol'noj i vyzvannoj aktivnosti myshc verxnix i nizhnix konechnostej u zdorovyx sub'ektov [Asymmetry of some biomechanical and bioelectric characteristics of voluntary and evoked muscle activity of the upper and lower extremities in healthy subjects]. *Vestnik YuUrGU. Seriya «Obrazovanie, zdavoохranenie, fizicheskaya kul'tura» – Bulletin of SUSU. Series «Education, health care, physical education»*. Issue 4. С. 270–276.
44. Szirmai E. (1952). Myotonometer Instrument zur Messung des Tonus und den Kontraktionen der quergestreiften Muskulatur. *Zbl. Chir*, V. 49. P. 2415–2416.

Bensbaa A.

ORCID 0000-0002-0931-184
ResearcherID A-1030-2016Ph.D. in Physical Education and Sport
Researcher, Military Center of Physical Education and Sports
(Abu Dhabi, United Arab Emirates) E-mail: benleone@gmail.com**STUDY OF THE DEGREE OF SYMMETRY OF ANTIGRAVITY MUSCLES INVOLVED
IN THE REGULATION OF THE VERTICAL POSE AND FORMATION
OF POSTURE IN WEIGHTLIFTERS AND SWIMMERS**

The article carries out a theoretical analysis and determines on an experimental basis the influence of swimming and weightlifting exercises on the symmetry of the biomechanical properties of antigravity muscles involved in the regulation of the vertical posture and the formation of posture.

The purpose of the work is revealing the degree of antigravity muscles symmetry, in terms of their biomechanical properties, under the influence of physical exercises that simulate conditions of increased and decreased gravity.

Methodology. The work used the analysis of special literature on physical exercises of various didactic orientations and their influence on the development of the axial skeleton and the posture's state. To methodological foundations of the study, the main attention was paid to the study of the mechanisms of the formation and maintenance of the upright pose under long-term and systematic influence of physical exercises various gravitational orientation (weightlifting and swimming). We studied the effect of these exercises on biomechanical properties of muscles that ensure the orthograde pose. The reactions of the skeletal muscles of the subjects were recorded by the method of myotonometry. In this regard, the tone of 5 muscles was determined: 1) trapezius; 2) straightening the spine; 3) gluteus maximus; 4) biceps femoris; 5) the gastrocnemius muscle. Also, the symmetry index introduced by us, defined as the ratio of the lower in absolute value of the tone of a muscle to the greater in terms of tone of the corresponding muscle, expressed as a percentage.

Scientific novelty lies in the establishment of the degree of symmetry of antigravity muscles involved in the regulation of the vertical pose, according to their biomechanical properties indicators, in weightlifters and swimmers.

Conclusions. Analysis of the biomechanical properties of antigravity muscles involved in the regulation of the vertical pose showed that in weightlifters and swimmers, the topography of the muscle tone depends on the direction of the impact of physical exercises relative to the gravity vector of their body. It was found that physical exercises simulating conditions of increased and decreased gravity are the morpho-forming means that determine the type of body in a given sport. It is characterized that the asymmetry acquired in the process of ontogenetic development remains a factor accompanying the development of the athlete's physical qualities, taking into account individual characteristics, the specificity of adaptive rearrangements of organs and systems and the athlete's predisposition to the practiced exercises.

Further work on the influence of the degree of symmetry of the biomechanical properties of muscles on the dynamics of development of the special physical qualities, and the corresponding results in a given sport, give a more complete picture for predicting, modeling and projecting the preparation of high class athletes.

Key words: symmetry, vertical pose, posture, muscle tone, hypergravity, hypogravity.

Стаття надійшла до редакції 21.11.2020 р.

Рецензент: доктор педагогічних наук, професор О. А. Архипов