

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ ТЕЛА СПОРТСМЕНОВ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ В БОДИБИЛДИНГЕ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Усыченко В.В.

Национальный университет физического воспитания и спорта Украины

**Аннотация.** В статье изучена локализация общего центра тяжести тела высоко квалифицированных спортсменов-бодибилдеров, а также на основе всестороннего анализа построена модель, характеризующая взаимосвязь общего центра тяжести спортсменов с их антропометрическими показателями. Составлена математическая модель спортсмена. Она характеризует взаимосвязь локализации общего центра тяжести бодибилдера высокой квалификации с его антропометрическими показателями.

**Ключевые слова.** Общий центр тяжести, локализация, анализ, корреляция, взаимосвязь, модель.

**Анотація.** Усиченко В.В. Вивчення загального центру тяжіння тіла спортсменів-бодібілдерів високої кваліфікації. У статті вивчена локалізація загального центру ваги тіла високо кваліфікованих спортсменів-бодібілдерів, а також на основі всебічного аналізу побудована модель, що характеризує взаємозв'язок загального центру ваги спортсменів з їх антропометричними показниками. Складено математичну модель спортсмена. Вона характеризує взаємозв'язок локалізації загального центру ваги бодібілдера високої кваліфікації з його антропометричними показниками.

**Ключові слова.** Загальний центр тяжіння, локалізація, аналіз, кореляція, взаємозв'язок, модель.

**Annotation.** *Usychenko V.V. Determining of the common barycentre of the body of the sportsmen specializing in bodybuilding of tall qualification.* In the article studied localization of general centre of gravity of body highly skilled sportsmen-bodybuilders, also on the basis of comprehensive analysis and built a model, which characterizing intercommunication of general centre of gravity of sportsmen with their anthropometric indexes. The mathematical model of the sportsman is made. She characterizes interrelation of localization of general centre of gravity sportsmen-bodybuilder tall qualification with his anthropometric parameters.

**Key words:** general centre of gravity, localization, analysis, correlation, intercommunication, model.

### Введение.

Рассматривая тело человека как систему взаимно подвижных масс, следует отметить, что оно обладает вполне определенными динамическими свойствами. В зависимости от того, как эти массы располагаются в пространстве друг относительно друга, а также, на сколько они подвижны, зависят и динамические свойства всего тела человека. Тело человека как биомеханическая система находится в равновесии, степень устойчивости которого характеризует положение общего центра тяжести (ОЦТ) тела спортсмена. Другими словами, по положению ОЦТ тела человека оценивают различные статические положения. Так как тело человека не является неизменным твердым телом, а представляет собой систему подвижных звеньев, то положение ОЦТ будет определяться главным образом позой тела человека и изменяться с изменением позы. Процессы накопления организмом человека гравитационной энергии объективно отражает высота расположения над опорой ОЦТ тела [5].

Положение ОЦТ в теле человека изучалось многими исследователями [3, 4]. Как известно, его локализация у человека зависит от размещения ЦМ отдельных частей тела. Любые изменения в теле, связанные с перемещением его масс и нарушением прежнего их соотношения, изменяют и положение ОЦТ.

По свидетельствам авторов, впервые положение ОЦТ определил Джованни Альфонсо Борели [4], который в 1679 г. в своей книге "О локомоциях животных" писал, что ЦМ человеческого тела, находящегося в выпрямленном состоянии располагается между ягодицами и лобком". Пользуясь методом уравнивания (рычагом первого рода), он определял локализацию ОЦТ тела на трупах, положив их на доску и уравнивая ее на остром клине.

Для изучения положения ОЦТ было много сделано W. Braune, O. Fischer (1989) [7], которые проводили свои исследования на трупах. На основании этих исследований они определили, что ОЦТ тела человека расположен в области малого таза в среднем на 2,5 см ниже мыса крестца и на 4-5 см выше поперечной оси тазобедренного сустава. Если при стоянии туловище выдвинуто вперед, то вертикаль ОЦТ тела проходит впереди поперечных осей вращения тазобедренного, коленного и голеностопного сочленений.

В процессе выполнения физических упражнений человек изменяет площадь опоры, взаимное положение звеньев тела, то есть позу — и тем самым изменяет место положения ОЦТ тела по отношению к опорному контуру. Все это приводит к изменению механических показателей устойчивости равновесия. Степень напряжения тех или иных мышечных групп зависит от положения центра тяжести (ЦТ) соответствующего звена и вышележащих звеньев.

Определение локализации общего центра масс (ОЦТ) тела атлета важно как для решения различных вопросов механики спортивных движений, так и для описания соматических особенностей спортсмена [2]. Как отмечают специалисты [], у спортсменов при одинаковых линейных размерах тела положение ОЦТ тела может быть различным в зависимости от удельного веса тех или иных тканей и органов, заключенных в этих размерах, количество массы, определяемое этими размерами, может быть неодинаково. Когда речь

идет о ОЦТ тела человека, фактически подразумевается не геометрическая точка, а сфера, в которой эта точка непрерывно перемещается. Это перемещение обуславливается процессами кровообращения, дыхания, пищеварения, мышечного тремора и особенностей геометрии масс тела спортсмена. Существует мнение, согласно которому ориентировочно можно считать, что диаметр той сферы, внутри которой происходит постоянное перемещение ОЦТ тела в ортоградном положении равняется около 10 мм.

Как показал анализ литературных источников в настоящее время существуют отработанные методы определения ОЦТ, используемые в практике физического воспитания и спорта. По мнению специалистов, зная вес звеньев и радиусы центров их тяжести, можно приближенно определить положение ОЦТ всего тела. ОЦТ всего тела - это воображаемая точка, к которой приложена равнодействующая сил тяжести всех звеньев тела. Например, при основной стойке он расположен в области малого таза, впереди крестца (по М.Ф. Иваницкому) [2].

Опытным путем (О. Фишер, Н.А. Бернштейн) были определены средние данные о массе звеньев тела и положении их центров тяжести. Если принять вес тела за 100%, то вес каждого звена может быть выражен в относительных единицах (%). При выполнении расчетов не обязательно знать ни вес всего тела, ни каждого его звена в абсолютных единицах. Центры тяжести звеньев определены или по анатомическим ориентирам (голова, кисть), или по относительному расстоянию ЦТ от проксимального сустава (радиус центра тяжести - часть всей длины конечностей), или по пропорции (туловище стопа).

Согласно рекомендаций специалистов [4,3], при расчетах ОЦТ тела человека следует считать относительную массу головы равным 7% массе всего тела, туловища — 43%, плеча — 3%, предплечья — 2%, кисти — 1%, бедра — 12%, голени — 5%, стопы — 2%. Центр тяжести звена определяют по расстоянию от него до оси проксимального сустава — по радиусу центра тяжести. Его выражают относительно длины всего звена, принятой за единицу, считая от проксимального сочленения. Для бедра он составляет приблизительно 0,44; для голени — 0,42; для плеча — 0,47; для предплечья — 0,42; для туловища — 0,44 (отмеряют расстояние от поперечной оси плечевых суставов до оси тазобедренных суставов). Центр тяжести головы расположен в области турецкого седла клиновидной кости (проекция спереди на поверхность головы — между бровями, сбоку — на 3-3,5 см выше наружного слухового прохода). Центр тяжести кисти расположен в области головки третьей пястной кости, центр тяжести стопы - на прямой, соединяющей пяточный бугор пяточной кости с концом второго пальца, на расстоянии 0,44 от первой точки (рис. 1).

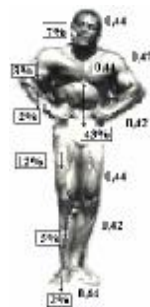


Рис. 1. Геометрия масс тела человека: центры тяжести и относительные веса звеньев (по О. Фишеру и Н. А. Бернштейну)

Не смотря на то, что вопросы определения ОЦТ спортсменов достаточно широко освещена в литературных источниках, отыскать свидетельства того, что специалистами была всесторонне исследована проблема изучения ОЦТ спортсменов-бодибилдеров высокой квалификации, нам не удалось.

Работа выполнена согласно плана научно-исследовательской работы кафедры кинезиологии Национального университета физического воспитания и спорта Украины и «Сводного плана НИР в области физической культуры и спорта на 2006–2010 гг.» Министерства Украины по делам семьи, молодежи и спорта по теме: 2.2.2 «Совершенствование средств и методов технической подготовки квалифицированных спортсменов».

#### **Формулирование целей работы**

*Цель исследования* - изучить локализацию ОЦТ тела высоко квалифицированных спортсменов-бодибилдеров и разработать модель, характеризующую взаимосвязь ОЦТ спортсменов с их морфологическими показателями.

#### **Результаты исследований.**

В наших исследованиях для определения расположения ОЦТ тела спортсменов бодибилдеров разной весовой категории использовался графический метод, который традиционно используется в биомеханике (Биомеханика спорта, 2005).

На рис. 1 представлена типичная биосхема расположения ОЦТ тела бодибилдера, определяемого с помощью графического метода.



До 80	166	42,8	43,0	118,8	42,8	42,8	58,3	58,0	32,5	31,8	72,0	93,3
80 — 90	170,5	48,0	48,1	131,5	44,8	44,6	69,5	70,0	39,5	39,6	76,0	101, 5
От 90	178,4	48,8	48,8	134,4	45,4	45,5	70,6	70,9	40,7	40,9	85,2	110, 7

В процессе дальнейшего анализа эмпирических данных нами проведен корреляционный анализ, позволивший установить взаимосвязь между антропометрическими показателями спортсменов-бодибилдеров высокой квалификации и расположением их ОЦТ. В результате проведенных расчетов, было определено, что существует тесная корреляция между ОЦТ бодибилдеров и их ростом ( $r = 0,75$ ), обхватом бицепса ( $r = 0,68$ ), бедра ( $r = 0,68$ ), а также обхватом предплечья ( $r = 0,68$ ) (табл. 2).

В ходе дальнейшего исследования, нами была построена модель локализации ОЦТ бодибилдера высокой квалификации в зависимости от его антропометрических показателей, наиболее тесно коррелирующих с ОЦТ спортсменов. Для решения поставленной цели нами использовался пакет Анализа данных, включенный в программу Microsoft Excel (табл.3).

Таблица 2

*Определение взаимосвязи между антропометрическими показателями спортсменов-бодибилдеров и ОЦТ тела (корреляционная матрица)*

	Рост, см	Обхват бицепса, см	обхват грудной клетки, см	Обхват голени, см	Обхват бедра, см	Обхват предплечья, см	Обхват талии, см	ОЦТ, см
Рост, см	1,00							
Обхват бицепса, см	0,49	1,00						
обхват грудной клетки, см	0,51	0,88	1,00					
Обхват голени, см	0,32	0,67	0,55	1,00				
Обхват бедра, см	0,47	0,90	0,82	0,79	1,00			
Обхват предплечья, см	0,55	0,77	0,67	0,83	0,88	1,00		
Обхват талии, см	0,76	0,55	0,59	0,22	0,42	0,40	1,00	
ОЦТ, см	0,75	0,68	0,63	0,44	0,68	0,68	0,60	1,00

Таблица 3

*Результат построения регрессионной модели ОЦТ бодибилдера высокой квалификации*

	Коэффициенты	Нижние 95%	Верхние 95%
У-пересечение	-34,55	-104,49	35,40
Рост, см	0,55	0,10	1,00
Обхват бицепса, см	0,48	-1,57	2,54
Обхват бедра, см	0,24	-1,11	1,58
Обхват предплечья, см	0,13	-1,33	1,59

Следовательно, модель локализации ОЦТ бодибилдера высокой квалификации имеет следующий вид:

$$y = -34,55 + 0,55x_1 + 0,48x_2 + 0,24x_3 + 0,13x_4 \quad (1)$$

где  $x_1$  — рост, см,  $x_2$  — обхват бицепса, см,  $x_3$  — обхват бедра, см,  $x_4$  — обхват предплечья, см.

**Выводы.**

В результате проведенного исследования нами было изучено и проанализировано положение общего центра масс бодибилдера высокой квалификации разных весовых категорий и определено, что локализация ОЦТ тела спортсменов в среднем имеет следующие значения: категория до 80 кг – 0,93 м; категория до 90 кг – 1,02 м; категория свыше 90 кг – 1,11 м.

Корреляционный анализ позволил установить, что ОЦТ тела бодибилдеров зависит от их роста ( $r = 0,75$ ), обхвата бицепса ( $r = 0,68$ ), обхвата бедра ( $r = 0,68$ ), а также обхвата предплечья ( $r = 0,68$ ).

Итогом исследования стало построение математической модели спортсмена, характеризующей взаимосвязь локализации ОЦТ бодибилдера высокой квалификации с его антропометрическими показателями, имеющую вид (1).

Дальнейшее исследование необходимо направить на построение индивидуальных тренировочных программ для спортсменов-бодибилдеров высокой квалификации с учетом полученных данных.

#### Литература

1. Бернштейн Н.А. О построении движений. - М.: Медгиз, 1947. – 255 с.
2. Иваницкий М.Ф. Анатомия человека. - М.: Физкультура и спорт, 1956. - Т. I. - С. 420 - 438.
3. Козырев Г.С. Возрастные особенности положения центра тяжести у человека. / Ученые записки Харьковскогo ун-та, 1947. - С. 25.
4. Определение общего центра тяжести тела человека: Методические рекомендации к изучению курса биомеханики для студентов факультета физвоспитания / Калинингр. ун-т. - Сост. В.В. Федотов - Калининград, 1996. - 23 с.
5. Лапутин А.Н. Гравитационная тренировка. - К.: Знание, 1999. – 315 с.
6. Практическая биомеханика - К.: Знания, 2000. – 296 с.
7. Braune W., Fischer O. (1989). In: Abhandlungen der mathematisch-physischen Class der Konigl. Sachsischen Gesellschaft der Wissenschaften, Bd. 26, 561 -672.

Поступила в редакцию 29.09.2008г.