

Самсонова, А.В. Некоторые факторы, влияющие на площадь поперечного сечения мышц /А.В. Самсонова //Вестник Петровской академии, Санкт-Петербург, 2010.- 2(16).- С.52-55

А.В.Самсонова

НЕКОТОРЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПЛОЩАДЬ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ МЫШЦ

Введение. Давно установлено, что уровень развития одного из важнейших силовых качеств, таких как абсолютная сила напрямую зависит от площади поперечного сечения мышц. В анатомии, физиологии и биомеханике хорошо известен принцип Вебера, который гласит: «Сила мышц, при прочих равных условиях, пропорциональна ее поперечному сечению» (Ухтомский А.А, 1927.— С. 72).

В бодибилдинге основным показателем уровня спортивного мастерства является объем мышечной массы, который также напрямую связан с площадью поперечного сечения мышц.

Существует целый ряд факторов, влияющих на поперечное сечение мышц, таких как: расположение мышцы (верхние или нижние конечности), пол, возраст, особенности конституции человека, его уровень тренированности или степень гиподинамии. На площадь поперечного сечения мышц также существенное влияет прием анаболических стероидов и других препаратов (Л.С.Дворкин, 2005; Г.П.Виноградов, 2009).

Целью настоящего обзора являлось описание некоторых факторов, влияющих на площадь поперечного сечения мышц, а именно: расположения мышц, а также пола и уровня квалификации спортсменов.

Прежде чем перейти к характеристике вышеуказанных факторов необходимо ввести понятие площади поперечного сечения мышц.

В связи с тем, что скелетные мышцы человека имеют различное строение (существуют мышцы с прямым и перистым ходом волокон)

для характеристики площади их поперечного сечения применяются два понятия: анатомический и физиологический поперечник.

Если провести разрез мышцы в плоскости, перпендикулярной линии, соединяющей ее начало и конец (так называемому «длиннику» мышцы) и измерить площадь полученной фигуры (площадь поперечного сечения мышцы), то получим значение **анатомического поперечника мышцы** (рис.1а). Под **физиологическим поперечником** (рис.1б) понимается сумма площадей поперечного сечения мышечных волокон.

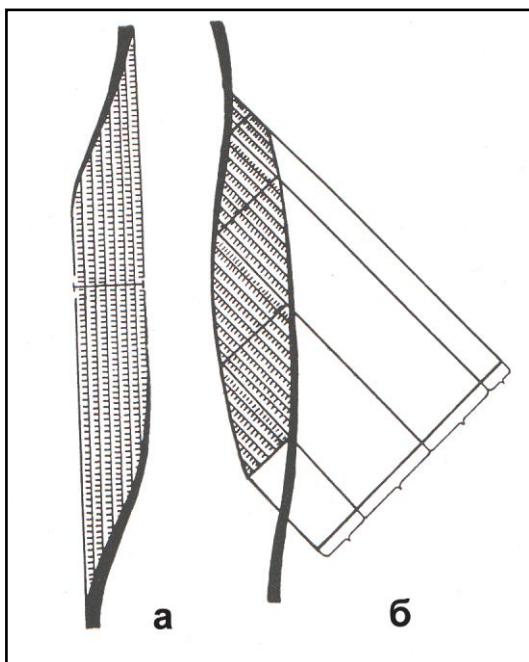


Рис. 1. Схема определения анатомического (а) и физиологического поперечника (б) у мышц с различным ходом мышечных волокон (по: K.Tittel, 1973)

Анатомический поперечник любой скелетной мышцы человека можно оценить посредством компьютерной томографии. Этот метод основан на измерении и компьютерной обработке разности ослабления рентгеновского излучения различными по плотности тканями. Благодаря методу компьютерной томографии у человека возможна прижизненная оценка анатомического поперечника скелетных мышц. На рис.2 представлено поперечное сечение мышц плеча человека. Видны проекции плечевой кости и мышц-сгибателей и разгибателей плеча. Бук-

вами ВВ обозначено поперечное сечение двуглавой мышцы плеча (*m. biceps brachii*). После получения снимка на основе математических методов и компьютерных программ определяется площадь поперечного сечения мышцы.

У веретенообразных мышц анатомический и физиологический поперечники равны. Это означает, что сумма площадей поперечного

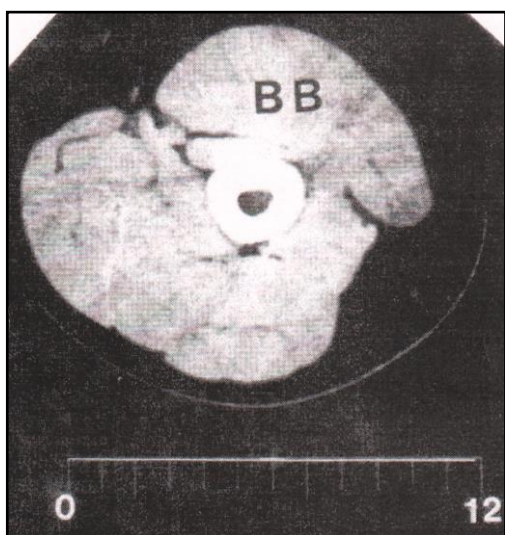


Рис.2. Компьютерная томография сгибателей плеча по: S.T.Alway et all, 1989

сечения мышечных волокон (физиологический поперечник) равна сумме поперечного сечения мышцы (анатомический поперечник). Равенство этих показателей обусловлено тем, что в веретенообразной мышце мышечные волокна расположены параллельно длиннику мышцы. Однако у перистых мышц мышечные волокна идут под углом к линии, соединяющей начало и конец мышцы. Такое строение позволяет перистой мышце, имеющей такой

же объем как и веретенообразная, обладать большим количеством мышечных волокон (Р. Александер, 1970). Поэтому у перистых мышц сумма площадей поперечного сечения мышечных волокон (физиологический поперечник) значительно больше площади поперечного сечения мышцы (анатомического поперечника). В настоящее время прижизненное измерение физиологического поперечника у человека невозможно. Поэтому во многих исследованиях оценивается анатомический поперечник мышцы.

Влияние расположения мышц на площадь их поперечного сечения

Установлено, что мышцы верхних конечностей характеризуются меньшими значениями площади поперечного сечения по сравнению с мышцами нижних конечностей. Так, по данным Ф.А.Завилейского (1968) средние значения обхвата плеча у спортсменов различных специализаций (плавание, легкая атлетика, спортигры) составляет: 30 см, а бедра – 55 см. Столь значительное превышение площади поперечного сечения мышц нижней конечности над верхней связано с необходимостью постоянного противодействия этими мышцами силе

гравитации (С.Васіц, 1966). Кроме того, линия действия силы тяжести при положении человека в основной стойке проходит относительно звеньев опорно-двигательного аппарата таким образом, что ей противодействуют мышцы-разгибатели нижней конечности (антигравитационные мышцы). В связи с этим эти мышцы имеют большую массу и объем по сравнению со своими антагонистами. Соответственно большие значения имеет и их площадь поперечного сечения, табл.1. Необходимость постоянно противодействовать силе гравитации привела к тому, что у мышц нижней конечности отношение массы разгибателей к их антагонистам составляет 2:1. В то время у мышц верхней конечности площадь поперечного сечения мышц-сгибателей такая же, как и мышц-разгибателей (П.Ф.Лесгафт, 1905).

Таблица 1

Физиологический поперечник мышц нижних конечностей человека, см² (по: G. Schumacher, E. Wolff, 1966)

Название мышцы	Значение физиологического поперечника, см ²
Бедро и тазобедренный сустав	
Большая ягодичная	30±9
Подвздошно-поясничная	15±4
Бедро и коленный сустав	
Четырехглавая	55±11
Двуглавая бедра	12±4
полусухожильная	4±3
полуперепончатая	12±6
Голень	
Икроножная	17±9
Камбаловидная	23±10
Передняя большеберцовая	7±3

Примечание: жирным шрифтом выделены антигравитационные мышцы, данные округлены до целых значений.

Влияние пола и гипертрофической силовой тренировки на площадь поперечного сечения мышц

Исследованиями, проведенными анатомами (М.Ф.Иваницкий, 1985) установлено, что на долю мышечного компонента у женщин приходится до 36% от массы тела, тогда как у мужчин эта величина колеблется от 42 до 50%.

В то же время значения обхватов звеньев верхних и нижних конечностей женщин незначительно отличаются от аналогичных показателей мужчин (табл.2). Однако прямые измерения площади поперечного сечения двуглавой мышцы плеча, полученные посредством компьютерной томографии свидетельствуют о том, что у женщин не занимающихся физической культурой и спортом этот показатель равен $8,9 \pm 0,9 \text{ см}^2$, а у мужчин – $15,0 \pm 0,6 \text{ см}^2$, то есть на 60% больше.

Таблица 2

Антропометрические показатели спортсменов высших разрядов
в различных видах спорта (по: Ф.А.Завилейскому, 1968)

Спортивная специализация	Название звена ОДА	мужчины	женщины
Спортивная гимнастика	плечо	$31,0 \pm 1,5$	$27,5 \pm 1,0$
	предплечье	$28,3 \pm 1,1$	$24,9 \pm 1,2$
	бедро	$54,3 \pm 2,0$	$56,4 \pm 3,0$
	голень	$36,5 \pm 1,2$	$35,7 \pm 1,6$
велосипедный спорт	плечо	$30,2 \pm 1,3$	$28,2 \pm 2,1$
	предплечье	$26,7 \pm 1,0$	$25,0 \pm 1,0$
	бедро	$58,0 \pm 2,4$	$59,4 \pm 2,6$
	голень	$38,3 \pm 1,7$	$36,9 \pm 1,3$

Известно, что бодибилдеры применяют целенаправленную тренировку, направленную на увеличение массы скелетных мышц. Установлено, что площадь поперечного сечения мышц элитных бодибилдеров-мужчин на 40-50% больше, чем аналогичный показатель муж-

чин, не занимающихся физической культурой и спортом, табл.3 (J.D.MacDougall et al., 1984).

Таблица 3

Морфометрические характеристики двуглавой мышцы плеча у мужчин, не занимающихся спортом и бодибилдеров различной квалификации (по: J.D.MacDougall et al., 1984)

Возраст, лет	Стаж тренировки	Рост, см	Вес, кг	Квалификация	N	S_m , см ²
22,5	–	179	78,2	мужчины не занимающиеся спортом	13	14,1±2,9
24,2	7,8	173	81,1	бодибилдеры среднего уровня	7	19,2±3,2
23,7	6,2	178	90,3	элитные бодибилдеры	5	24,8±1,8

Примечание: N – количество исследуемых; S_i – анатомический поперечник мышцы.

Аналогичные соотношения получены S.E.Alway с соавт., (1989). Показано, что у мужчин не занимающихся физической культурой и спортом площадь поперечного сечения двуглавой м. плеча составляет 15,0±0,6 см², а у элитных бодибилдеров этот показатель существенно

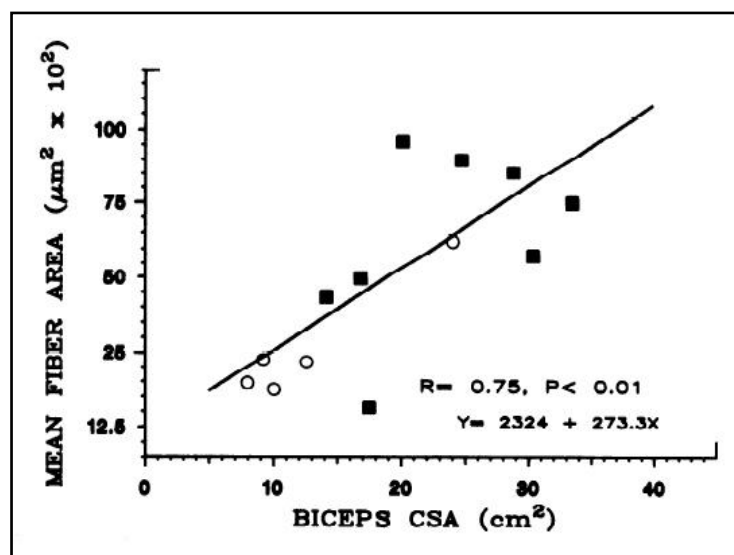


Рис.3. Зависимость между площадью поперечного сечения м. biceps brachii (BICEPS CSA, см²) и средним значением площади мышечных волокон (MEAN FIBER AREA, мкм² 10²). Обозначения: черные квадраты – мужчины, белые кружки – женщины (по: S.E.Alway, et al, 1989)

выше – $24,8 \pm 2,6 \text{ см}^2$. У женщин, не занимающихся физической культурой площадь поперченного сечения двуглавой мышцы плеча равна $8,9 \pm 0,9 \text{ см}^2$, а у женщин-бодибилдеров – $14,1 \pm 2,1 \text{ см}^2$, что больше на 35% (S.E.Alway с соавт., 1989).

Установлено, что при гипертрофической силовой тренировке площадь поперченного сечения мышц увеличивается пропорционально возрастанию площади поперченного сечения мышечных волокон. Этот вывод подтверждается результатами корреляционного анализа (рис.3), свидетельствующего о линейной связи между площадью поперченного сечения мышцы и средним значением площади поперченного сечения мышечного волокна. Значения коэффициентов корреляции, характеризующих силу этой зависимости большие и значимые: $r = 0,75$, $p < 0,01$ (S.E.Alway et al., 1989).

Выводы

1. На площадь поперченного сечения мышц влияет ряд факторов, таких как: расположение мышцы (верхние или нижние конечности), пол, возраст, особенности конституции человека, а также его уровень тренированности или степень гиподинамии.
2. Постоянно действующая сила гравитации и необходимость противодействовать ей со стороны мышц-разгибателей нижних конечностей привели к тому, что масса антигравитационных мышц в два раза больше чем их антагонистов.
3. Площадь поперченного сечения скелетных мышц мужчин превышает аналогичный показатель у женщин на 60% и более.
4. Занятия гипертрофической силовой тренировкой приводят к увеличению поперченного сечения мышц. У мужчин этот показатель возрастает на 40-50%, у женщин – на 35%.

Литература

1. Александер, Р. Биомеханика [Текст].– М.: Мир, 1970.– 339 с.
2. Виноградов, Г.П. Атлетизм: Теория и методика тренировки [Текст] : учебник для высших учебных заведений /Г.П.Виноградов // М.:

Советский спорт, 2009.— 328 с.

3. Дворкин, Л.С. Тяжелая атлетика [Текст] /Дворкин Л.С.// М.: Советский спорт, 2001.— 600 С.

4. Завилейский, Ф.А. Физическое развитие студентов ГЦО-ЛИФК [Текст] //Теория и практика физической культуры, 1968.— № 11.— С. 39-44.

5. Лесгафт, П.Ф. Основы теоретической анатомии [Текст], часть 1.— СПб: Товарищество Художественной печати, 1905.— 351 с.

6. Ухтомский, А.А. Физиология двигательного аппарата [Текст]: сборник соч. / А.А. Ухтомский; ЛГУ. — Л., 1951 (1927). — 167 с.

7. Alway, S. E. Contrasts in muscle and myofibers of elite male and female bodybuilders [Text] / S. E Alway., W. H Grumbt., W. J.Gonyea, J.Stray-Gundersen // Journal of Appllied Physiology, 1989. — V. 67: P.24-31

8. Baciuc, C. Anatomia funcțională a aparatului locomotor (cu aplicație la educația fizică) [Text].— București: CNEFS,1967.- 442 P.

9. MacDougall, J.D. Muscle fiber number in biceps brachii in bodybuilders and control subjects [Text] / MacDougall J.D., Sale D.G., Alway S.E., Sutton J.R.//Journal Applied Physiology, 1984.- N 57 (5).— P. 1399-1403.

10. Schumacher, G. Trockengewicht and phisiologischen Querschnitt des menschlichen Skelettmusculatur [Text] /Schumacher G. //Anatomie Anzaitung, 1966.— Bd.119.— S. 259-269.

11. Tittel, K. Beschreibende und funktionelle Anatomie des Menschen [Text]/ Tittel K.// Jena: Gustav Fischer Verlag,1974.— 644 S.