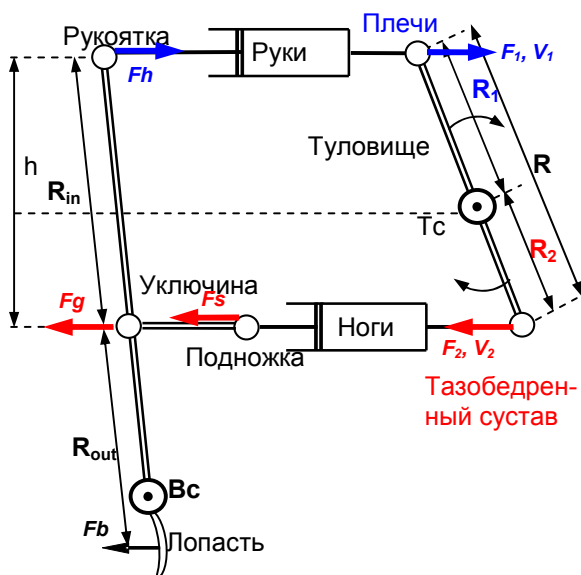


### Идеи. А что если...

Мы получили несколько откликов на предыдущую публикацию, которые поставили под сомнение нашу гипотезу о моментах вращения сил относительно тазобедренного сустава. Мы согласились, что было неправильно вывести лишь горизонтальные составляющие моментов сил на рукоятке и подножке. Теперь мы попытаемся проанализировать этот вопрос с несколько другой точки зрения.

Вопрос остается: как гребец может варьировать соотношение усилий прикладываемых к рукоятке и подножке? Этот вопрос имеет следствия в определении мощности туловища (1, НБГ 2004/06) и, далее, стилей гребли (НБГ 2006/05). Следующая упрощенная модель может быть рассмотрена, как развитие модели Dal-Monte и Komor (2).



Ошибкой предыдущего метода было то предположение, что тазобедренный сустав является осью вращения туловища. На самом деле, таз не зафиксирован и движется вместе с лодкой и банкой. Поэтому, мощность, производимая туловищем может переноситься через оба его конца (плечи и таз) и, далее, через рукоятку и подножку (НБГ 2008/12). В НБГ 2004/06 мы выразили мысль, что осью вращения туловища является его центр массы. Однако, не существует механических причин для этого и осью вращения может быть любая виртуальная точка **Тс**. Аналогично, осью вращения весла является виртуальная точка **Вс** на его стержне, положение которой определяется соотношением скоростей лодки и сплывания лопасти в воде.

Положение оси вращения туловища **Тс** определяется соотношением рычагов **R<sub>1</sub>** и **R<sub>2</sub>**, которое трудно определить через скорости банки и плеч (аналогично определению оси вращения весла) потому, что последние зависят от выбора системы координат. Поэтому, было решено использовать соотношение сил, предполагая, что они должны быть пропорциональны

скоростям. Игнорирую инерцию рук, ног и лодки, можно предположить, что  $F_1 = Fh$  and  $F_2 = Fs = Fg$ , поэтому:

$$R_1 / R_2 = F_2 / F_1 = Fs / Fh = Fg / Fh = k \quad (1)$$

В лодке коэффициент **k** определяется отношением действующих длины весла **Loar = Rin + Rout** и внешнего рычага **Rout** :

$$k = (Rin + Rout) / Rout \sim 1.44 \quad (2)$$

Если отношение **R1/R2** выразить в процентах, то в лодке оно приблизительно равно 59% / 41%. На эргометре, если мы, опять же, не учитываем силы инерции, **R1/R2 = 50/50%**. Высота между подножкой и банкой делится в той же пропорции, поэтому различие в 9% при **h=22см** дает нам на 2 см более высокое положение оси вращения туловища на эргометре в сравнении с лодкой.

Нужно ли нам действительно подгонять подножку, чтобы учесть эту разницу? Это скорее маловероятно, учитывая виртуальный характер оси вращения туловища. Мышцы всегда создают моменты вокруг осей суставов, однако геометрическое вращение может происходить вокруг некой виртуальной точки, поскольку суставы перемещаются сами в пространстве.

Как можно вывести мощность туловища **Pt** из измеренных сил на рукоятке и подножке (**Fh**, **Fs**) и линейной скорости **Vt** между банкой и плечами? На этот вопрос трудно ответить в рамках строгой механики и мы были бы благодарны, если бы лучший метод мог быть найден. Сейчас же, мы используем следующую логику. Расчет силы и мощности, произведенной туловищем зависит от выбора точки отсчета. Если мы выберем тазобедренный сустав за ось вращения, то  $Pt^1 = Vt Fh$ , если плечи - то  $Pt^2 = Vt Fs$ , что дает примерно в 1,44 раза большую мощность. Поскольку ось вращения расположена между этими двумя точками, сила произведенная туловищем может быть оценена, как среднее между силами на рукоятке **Fh** и подножке **Fs**, взвешенное в определенной выше пропорции:

$$Pt \sim Vt (0.59 Fh + 0.41 Fs) \quad (3)$$

Какие практические следствия можно вывести из анализа этой, одной из наиболее трудных областей биомеханики гребли? Очень простая мысль может быть полезна для тренеров: **в лодке, туловище работает не только «через рукоятку», но и «через подножку»**. Мощность переносимая через подножку может производиться не только ногами, но и туловищем. На стационарном эргометре, гребец не имеет выбора и должен прикладывать мощность только через верхний конец туловища, т.е. через плечи и рукоятку.

#### Литература

1. Kleshnev V., 2000, Power in Rowing. XVIII Symposium of ISBS, Proceedings, Hong-Kong, p. 96-99.
2. Dal Monte A., Komor A. 1989. Rowing and sculling mechanics. Biomechanics of Sport. p. 54-119

#### Пишите нам:

✉ ©2009 Валерий Клешинев,  
[www.biorow.com](http://www.biorow.com), [kleva1@btinternet.com](mailto:kleva1@btinternet.com)