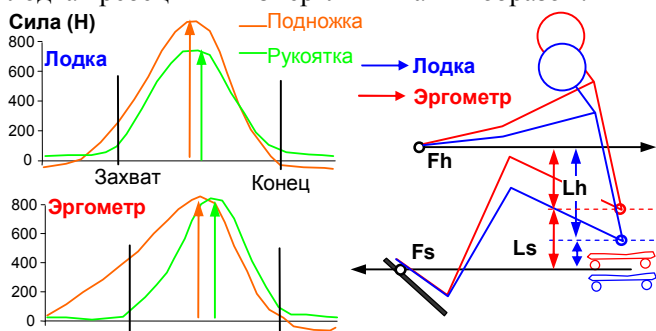


Идеи. А что если...

Ранее мы определили и объяснили причину того, что во время гребли на воде сила на подножке примерно на 40% выше, чем сила на рукоятке, в то время как на эргометре эти силы примерно равны (1, НБГ 2003/106 2005/03). Как же гребцы могут приспособить свои усилия, чтобы создавать силы столь различным образом? Мы решили использовать модель Эйнара Гессинга (2, НБГ 2008/07) чтобы объяснить этот феномен. Мы модифицировали модель таким образом, чтобы векторы сил были горизонтальны, поскольку именно в этом направлении они продвигают систему лодка-гребец и мы измеряли их таким образом:



Без учета сил инерции, которые невелики в середине проводки, можно записать:

$$F_h L_h = F_s L_s \text{ или } F_h / F_s = L_s / L_h$$

т.е. величины сил на рукоятке (F_h) и подножке (F_s) обратно пропорциональны их рычагам относительно тазобедренного сустава (L_h и L_s). Это значит, что на эргометре рычаги должны быть примерно равны, тогда как на воде рычаг силы на рукоятке L_h должен быть длиннее, рычага силы на подножке L_s .

Практическое применение этого вывода заключается в том, что положение тазобедренного сустава в лодке должно быть ближе к подножке, чем к рукоятке, тогда как на эргометре он должен быть равноудален от точек приложения этих двух сил. Если мы предположим, что высота между подножкой и рукояткой одинакова в обоих случаях, то высота банки должна быть ниже на воде или выше на эргометре. Если высота банки будет одинаковой, то гребцу придется прикладывать силы различным образом: толкать больше через носки на воде или через пятки на эргометре и тянуть рукоятку выше на воде или ниже на эргометре.

Насколько велика должна быть разница в высоте банки, если мы хотим, чтобы гребля на эргометре максимально соответствовала гребле на воде? Расчеты были выполнены для высоты тазобедренного сустава над банкой 10 см, высоте уключины над банкой 15 см (соответствует 22 см высоты рукоятки, также на эргометре). Было найдено, что банка должна быть на 1,5 см ниже точки приложения силы на подножке на воде и те же 1,5 см выше – на эргометре. В итоге, **высота банки относительно подножки на эргометре должна быть около 3 см выше, чем в лодке на воде.**

Очевидно, что реальная картина не так проста. В течение проводки соотношение сил на рукоятке и подножке значительно меняется из-за влияния сил инерции. В захвате, на эргометре сила на подножке значительно выше, поэтому гребец должен толкаться больше через носки. В конце проводки – наоборот, больше силы должно прикладываться к подножке через пятки.

Как полученные нами результаты соотносятся с предыдущими исследованиями? Каплан и Гарднер (3) обнаружили, что высокое положение подножки на эргометре позволяет производить большую мощность. Они предположили, что «это улучшение эффективности произошло по причине уменьшения активной силы, приложенной к подножке вертикально вниз, которая создает потери энергии». Однако, вертикальные силы не производят какой-либо энергии в данном случае, поскольку отсутствует вертикальное движение подножки, рукоятки и центра массы тела гребца. Наша модель прекрасно объясняет обнаруженные этими авторами факты: высокое положение подножки уменьшает рычаги сил L_h и L_s (они должны быть равны на эргометре) и позволяет производить большие силы на подножке и рукоятке при том же вращательном моменте мышц.

Сопер и Хьюм (4) нашли, что «Результаты на эргометре на 2000 м улучшаются при использовании более крутого угла подножки». Они также объяснили это «вертикальными силами» и заявили, что «неясно, почему мужчины выигрывают от крутой подножки больше, чем женщины». Наша модель объясняет улучшение результатов: крутая подножка повышает точку приложения силы, укорачивает ее рычаг L_s и увеличивает саму силу при том же вращательном моменте мышц. Различия между мужчинами и женщинами могут быть объяснены с помощью принципа снятия веса с банки (НБГ 2002/05), который не так значителен при крутой подножке. Меньшее снятие веса повышает лимит приложения силы и позволяет более сильным мужчинам производить большую мощность. Для более слабых женщин этот лимит труднее достижим в любом случае, поэтому крутая подножка влияет на их результаты меньше.

Литература

1. Kleshnev V. (2005) Comparison of on-water rowing with its simulation on Concept2 and Rowperfect machines. XXII International Symposium on Biomechanics in Sports, Beijing, p 130-133.
2. Gjessing E. (1979) Kraft, Arbeids og Bevegelsesfordeling I Roing en Analysemodell. Presented during FISA seminar in Tata, Hungary.
3. Caplan N., Gardner T.N., (2005) The Influence of Stretcher Height on the Mechanical Effectiveness of Rowing. Journal of Applied Biomechanics, 21, 286-296
4. Soper C., Hume P.A. (2005) Ergometer rowing 'performance improves over 2000 m when using a steeper foot-stretcher angle. XXII International Symposium on Biomechanics in Sports, Beijing, p 326-329

Пишите нам:

✉ ©2009 Валерий Клешнев,
www.biorow.com, kleva1@btinternet.com