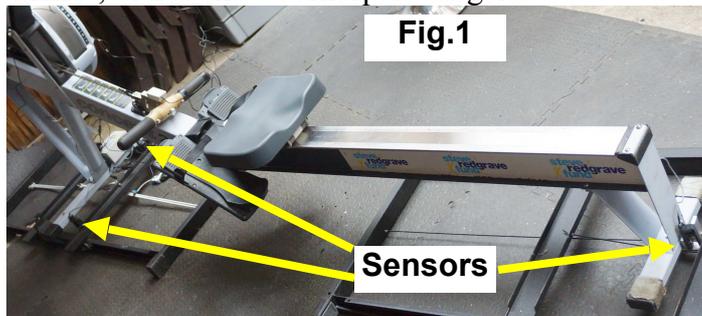
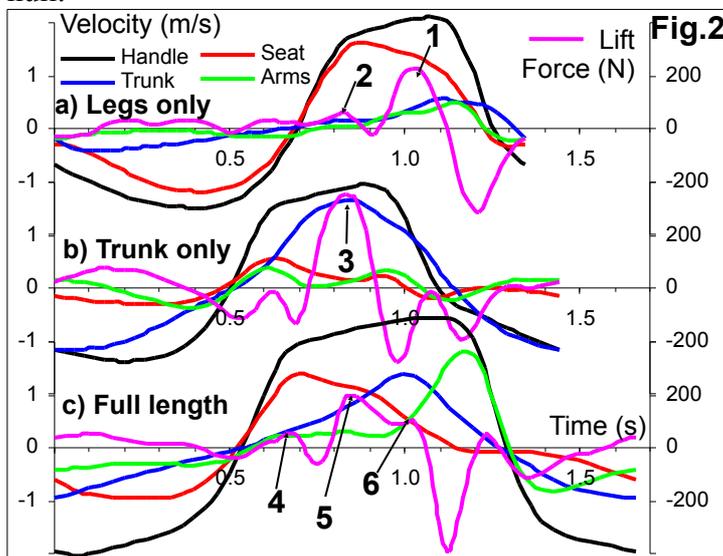


Die Gründe der Hubkraft beim Rudern

Es wurden zwei weitere Experimente zur Untersuchung der Hubkräfte durchgeführt. Ein Concept2 Ergometer wurde auf Slides montiert. Drei Sensoren maßen die gesamte Gewichtskraft von Ergometer und Ruderer (Fig.1). Die Hubkraft wurde als die Differenz zwischen dem statischen Gewicht und den gemessenen vertikalen Kräften während des Ruderns abgeleitet. Der Ergometer war mit Sensoren zur Erfassung der Griffkraft, sowie der Position des Griffes, Sitzes und Oberkörpers ausgerüstet.

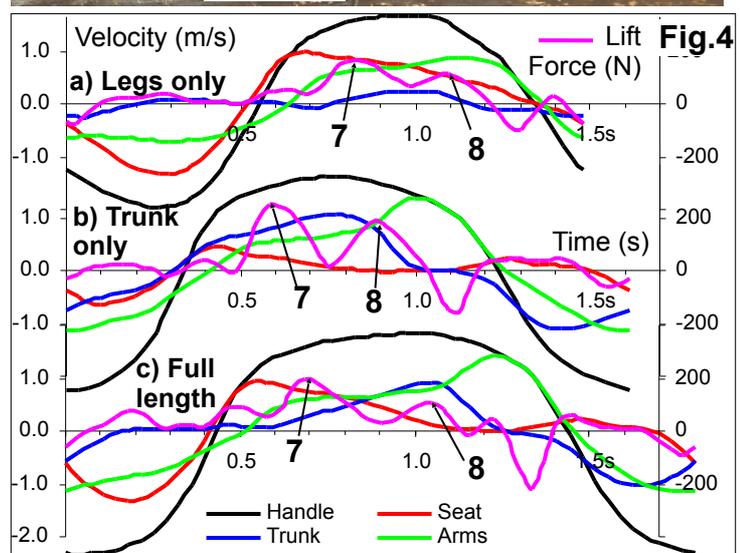
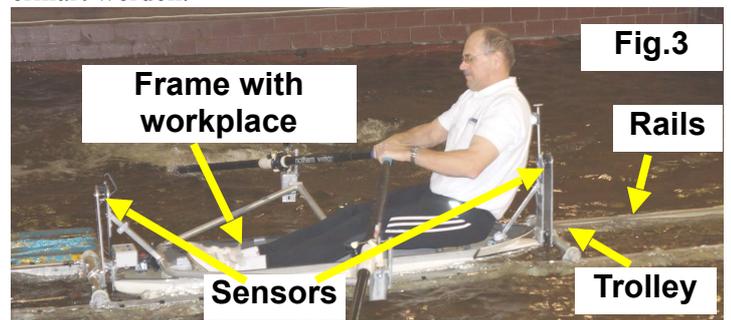


Es wurden drei Messungen durchgeführt, jede mit 10 Ruderschlägen mit verschiedenen Techniken: a) nur Beine (Schlagfrequenz 44 spm), b) nur Oberkörper (41 spm) und c) volle Schlaglänge (36 spm). Wie erwartet, war die durchschnittliche Hubkraft über den Schlagzyklus bei allen Messungen null.



Die maximale Hubkraft bei „nur Beine“ war 220N (Fig.2) und sie trat in der zweiten Hälfte des Durchzuges auf (1), als die Sitzgeschwindigkeit langsamer wurde und Oberschenkel und Schienbein sich senkten. Eine viel kleinere Hubkraft von 55N wurde bei maximaler Rollsitze geschwindigkeit gemessen (2). Die Hubkraft war bei "nur Oberkörper" die signifikanteste mit ihrem Maximum bei 350N, die bei höchster Oberkörpergeschwindigkeit auftrat (3). Die Hubkraft bei "voller Schlaglänge" hatte sogar drei Peaks: bei maximaler Rollsitze geschwindigkeit (4), bei maximaler Oberkörpergeschwindigkeit (6) und den größten von 190N zwischen beiden (5).

Das zweite Experiment wurde in dem mobilen Ruderbecken "BRIS" (Fig.3) durchgeführt, wo zwei Sensoren für die vertikale Kraft zwischen einem Wagen und einem Rahmen mit dem Arbeitsplatz des Ruderers („Boot“) montiert waren. Somit maßen sie das Gesamtgewicht von Ruderer und „Boot“ minus der Auftriebskraft. Es wurden auch die Ruderwinkel, Griffkraft, sowie die Positionen von Rollsitze und Oberkörper gemessen. Drei ähnliche Messungen (wie auf dem Ergometer) wurden mit je 10 Ruderschlägen bei Frequenzen 40, 37 und 33 spm entsprechend durchgeführt. Die durchschnittliche Hubkraft über den Schlagzyklus war über null: 33, 39 und 30N, was 9-13% von der durchschnittlichen Griffkraft entspricht. Das kann mit den vertikalen Kräften am Blatt bei 6° Anlagewinkel ($\sin(6^\circ) = 10.5\%$) erklärt werden. Das wiederum ist der durchschnittliche Wert der Hubkraft, die wir auf dem Wasser gemessen haben (RBN 2013/08-9), aber ihr Wesen ist verschieden: auf dem Wasser wurden die Kräfte zwischen dem Ruderer und dem Bootsrahmen gemessen, aber hier wurden die Kräfte zwischen dem „Boot“ mit dem Ruderer und der Umgebung gemessen. Somit wurde die externe Blattkraft gemessen, und nicht, wie in diesem Falle die Hubkraft, aber auf dem Wasser drückt die vertikale Griffkraft den Ruderer nach unten und verkleinert damit die Hubkraft zwischen Ruderer und Boot. Der positive Versatz bei der durchschnittlichen Hubkraft auf dem Wasser kann möglicherweise mit dem Übertrag eines Teils der vertikalen Kraft durch die Waden, wenn sie am Ende des Durchzuges das Boot (Rollschienen) berühren, erklärt werden.



Die Dynamik der Hubkraft war der des Ergometers recht ähnlich (Fig.4): sie hatte ihren größten Wert von 250N bei "nur Oberkörper" und 170-200N bei „nur Beine" und "volle Schlaglänge". Die Peaks traten nach der maximalen Rollsitze geschwindigkeit auf (7), und

das fällt mit dem Maximum der Oberkörpergeschwindigkeit zusammen (8).

Schlußfolgerungen: 1. Die Zentripetalkraft der Oberkörperrotation scheint der Hauptfaktor für die Hubkraft während des Ruderns zu sein.

2. Kleinere Hubkraft wird durch die vertikale Beschleunigung der Beine in der zweiten Hälfte des Durchzuges erzeugt.

3. Die vertikale Blattkraft ist nur ein externer Faktor, der das gesamte Ruderer-Boot-System hebt, aber die ist relativ klein.

Danksagung: Vielen Dank an Sergey Belousov vom Saint-Petersburg Sport Institute, Russland für sein freundliches Angebot, sein „BRIS“ Ruderbecken für dieses Experiment zu nutzen.

©2013: Dr. Valery Kleshnev www.biorow.com