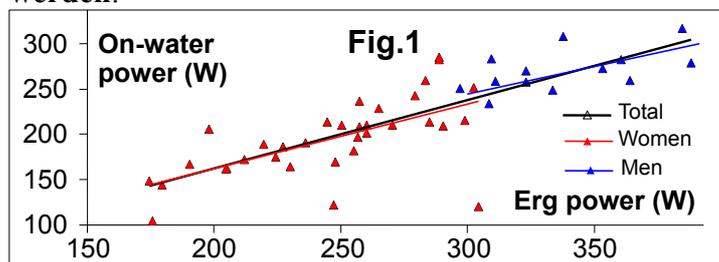


Wie korreliert die Ergometerleistung des Ruderers mit der Leistung im Boot ?

Dies ist eine der am meisten von Ruderern und Trainern gestellten Fragen. Kürzlich erhielten wir interessante Daten, die bei der Beantwortung dieser Frage helfen können. 47 Universitätsrunderer in sechs Mannschaften wurden mit dem **BioRow** Telemetrie System getestet: 34 Frauen (durchschnittliche Körperhöhe 1.73m, durchschnittliches Körpergewicht 67.9kg, wobei eine Ruderin zweimal getestet wurde und ihre besseren Werte genommen wurden), und 13 Leichtgewichts Männer (1.79m, 74.0kg,). Es wurde das **BioRow** Standard Test Protokoll, bestehend aus einer 2000m langen Teststrecke mit ansteigenden Schlagfrequenzstufen, benutzt (RBN 2013/03). Die 2k Jahresbestwerte auf dem Ergometer eines jeden Ruderers wurden vom Cheftrainer der Gruppe für die Untersuchung zur Verfügung gestellt.

Es wurde eine sehr hohe Korrelation $r=0.814$ zwischen Ergometerleistung und der durchschnittlichen Leistungserbringung im Boot festgestellt (Fig.1). Das bedeutet, **66.3% - zwei Drittel der Leistungsunterschiede im Boot können mit der Ergometerleistung des Ruderers erklärt werden.**



Weil die Leistung von der Schlagfrequenz abhängt und diese während eines Stufentestes erheblich variiert, wurde die folgende Regressionsgleichung nur unter Nutzung der Rennschlagfrequenz (die vorletzte Stufe im Testprotokoll bei einer durchschnittlichen Frequenz von 35,4 spm) gebildet: Die Bootsleistung P_b verhält sich zur Ergometerleistung P_e wie

$$P_b = 0.753 P_e + 11.4 \quad (1)$$

Um die Faktoren zu finden, die die restlichen 33,7% der Variation in der Bootsleistung ausmachen, und auch um die Analyse bei verschiedenen Schlagfrequenzen zu ermöglichen, wurde die Arbeit pro Ruderschlag WPS abgeleitet, die unabhängig von der Schlagfrequenz ist. Die Ergometerleistung P_e

wurde in $WPS_e = P_e (60/SR)$ umgewandelt, und eine Schlagfrequenz SR von 36 spm zu Grunde gelegt. Eine Regression, die WPS_e mit der Bootsarbeit WPS_b ins Verhältnis setzt, wurde gebildet ($WPS_b = 0.600WPS_e + 100.5$) und die Abweichungen ΔWPS_b davon wurden für jeden Ruderer abgeleitet. Dies zeigt die Differenz zwischen realer Leistungserbringung auf dem Wasser und der auf der Ergometerleistung basierenden prognostizierten Bootsleistung. Dann wurden die Werte von ΔWPS_b zueinander mit all den anderen Variablen und erhaltenen Faktoren in Beziehung gesetzt und nach Größe sortiert.

Die größte Korrelation $r=0.63$ wurde zwischen ΔWPS_b und dem Verhältnis von Leistung und Körpergewicht gefunden. Das bedeutet, daß **leichtere Ruderer höhere Leistung im Boot produzieren im Vergleich zu ihrer Ergometerleistung.** Auf der anderen Seite: **Schwerere Ruderer haben bessere Ergometerleistung, aber ähnliche Leistungsproduktion auf dem Wasser, verglichen mit ihren leichteren Mannschaftskameraden.** Dies wird mit der negativen Korrelation $r=-0.22$ zwischen ΔWPS_b und Ruderergewicht bestätigt.

Der Platz im Boot hatte keinen Einfluß auf die relative Ruderleistung, wohl aber das Timing relativ zu den anderen Mannschaftsmitgliedern: **Eine höhere Leistung wurde von jenen erbracht, die es schafften sich früher und direkter mit dem Wasser zu „verbinden“ („connect“)** ($r=-0.39$ mit Zeit nach dem „Schlupf“), **früher ihre maximale Rollsitgeschwindigkeit erreichten** ($r=-0.33$), **und früher die Kraft auf 70% der Maximalkraft** ($r=-0.27$) **steigern konnten.** Dies kann in Verbindung mit dem Effekt „Leistungsübertrag durch das Boot“ gebracht werden (RBN 2012/04): **Ruderer, die ihre Körpermasse früher nach dem Fassen beschleunigen, haben einen Vorteil in der Produktion von Leistung am Ruder. Größere Ruderwinkel unterstützt eine höhere Leistung auf dem Wasser relativ zur Ergometerleistung des Ruderers** ($r=0.35$). Größere Auslagewinkel hatten einen leicht höheren Effekt ($r=0.26$) als Endzugwinkel ($r=0.22$).

Einige Indikatoren der Kraftkurve beeinflussten ΔWPS_b : **relativ höhere Wasserleistung wurde mit einem kürzeren „Kraftschlupf“** ($r=-0.23$) **und „Auswaschen“** ($r=-0.21$) **erreicht.** Andere Indikatoren der Kraftkurve hatten nicht signifikante Effekte (Verhältnis von Durchschnitts-/Maximalkraft $r=0.11$), oder gar keine Effekte (Position der Kraftspitze, Gradienten).

Die relative Leistungsproduktion hatte negative Korrelation mit der Blatteffizienz ($r=-0.33$) und positive Korrelation mit der Verlustleistung am Blatt ($r=0.37$), was bedeutet, daß **Ruderer, die im Boot höhere Leistung erbringen, diese mit mehr verlorener Energie durch Blattschlupf „bezahlen“.**

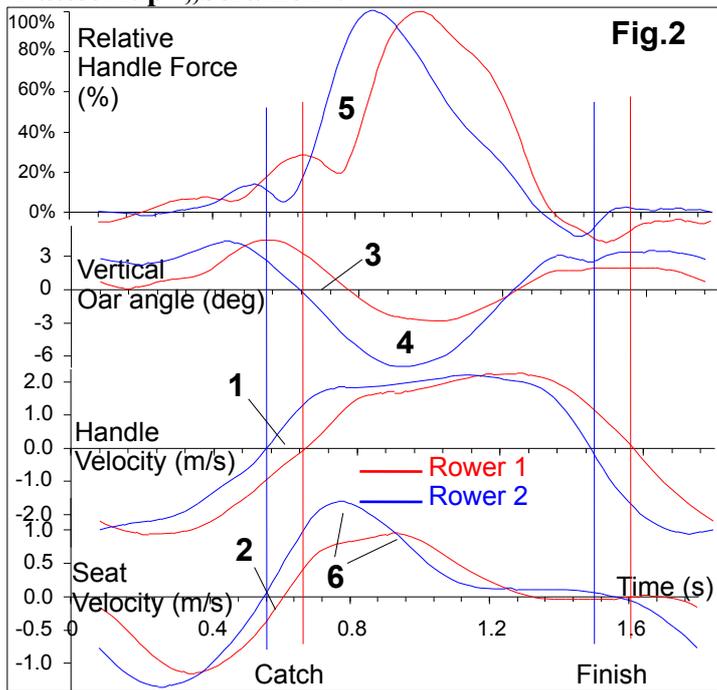


Fig.2 zeigt die Daten von zwei Ruderern im selben Achter bei 35spm: Ruderer 1 (rot) war ganz unten im ΔWPS , Ranking (-2.8 SD), und Ruderer 2 (blau) ganz oben (+2.0 SD). R2 wechselt die Richtung des Griffes (1) und Rollsitzes (2) viel früher als R1. Beim Fassen taucht R2 das Blatt früher (3) und tiefer ein (4), und hat auch einen frühzeitigeren Kraftanstieg (5) sowie das Maximum bei der Rollsitzeigwindigkeit (6). Im Endergebnis produziert R2 bei 12.3% höherer Ergometerleistung (247.1W und 279.4W), 32.9% mehr Leistung (172.0W und 239.7W) im Boot.

Danksagung: Vielen Dank an den Cambridge University Women's Boat Club für die Zusammenarbeit in dieser Studie.