

Wettkampf noch notwendig??? Ableitung eines Ergometrie-basierten Modells zur zeitnahen Vorhersage der Wettkampf-Leistung im Hochleistungssport Rudern

Saß A, Fabian K, Sauermaun A, Krummenauer F

Bereich Klinische Epidemiologie und Gesundheitsökonomie / Rehabilitations- und Sportmedizin, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden
Frank.Krummenauer@uniklinikum-dresden.de

Einleitung und Fragestellung: Die (Ruder-) Spiro-Ergometrie wird seit langem als ein wichtiges Instrument der Leistungsdiagnostik und Trainings-Steuerung im Rudersport eingesetzt. Das übliche Verfahren dabei ist der „Stufentest“, bei dem die ergometrische Leistung (=Belastung) stufenweise erhöht wird. Die kontinuierlich steigende Belastung führt dabei zu vermehrter Laktatausschüttung, die zu einer Übersäuerung und dadurch letztendlich zum Leistungsabbruch führt. Während der Belastung werden die Atemgasparameter (Sauerstoffaufnahme und Kohlendioxidabgabe) sowie nach jeder Stufe die Laktatwerte als Maße für die Leistungsfähigkeit des Sportlers bestimmt. Aus diesen Werten wird u.a. die aerob-anaerobe Schwelle eines Sportlers ermittelt – die Leistung, bei der die Laktatproduktion- und Elimination gerade im Gleichgewicht stehen. Je später diese Schwelle erreicht wird und je höher die Leistung bis zu dieser „Ausbelastung“, desto erfolversprechender wird der aktuelle Trainings-Status des Rudersportlers angesehen.

Während die Ergebnisse von Ergometrien in diesem Kontext seit langem als Basis einer Trainings-Steuerung verwendet werden [1, 2], existieren derzeit keine quantitativen Verfahren, aus dem Ergebnis einer Wettkampf-nahen Ergometrie auch die erwartbare Wettkampf-Leistung abzubilden. Nicht zuletzt die Möglichkeit eines dieser Prognose entsprechenden zeitnahen Coachings durch den Trainer wäre aber eine wichtige Konsequenz aus einer solchen Vorhersage.

Ziel dieser Untersuchung [3] war daher die Identifikation von möglichen Determinanten der in einem Wettkampf erwarteten Leistung, welche mit einer zeitlich nahe zum Wettkampf gelegenen Spiro-Ergometrie gemessen werden können. Um zusätzlich eine genauere Aussage hinsichtlich der anaeroben Leistungsfähigkeit (Pufferkapazität der entstehenden und zum Leistungsabbruch führenden Azidose) treffen zu können, wurde ergänzend zur Spiro-Ergometrie eine Blutgasanalyse jeweils vor, während und nach Belastung vorgenommen und dokumentiert.

Material und Methoden: In einem ersten Schritt wurden die Ergometrie-Ergebnisse von Rudersportlern der Wettkampf-Saisonen 2003, 2004 und 2005 retrospektiv ausgewertet. Die Tests wurden jeweils maximal 2 Monate vor einem im Training angezielten nationalen Wettkampf durchgeführt. Für insgesamt 77 Ergometrien wurden u.a. die pH-Profile, die Laktat-Profile sowie die maximale Sauerstoffaufnahme, die maximal erreichte Leistung im Stufentest, die Laktatschwelle (Leistung bei Blutlaktat von 4 mmol/l) sowie demographische Charakteristika des Sportlers (Kaderstatus, BMI, Wettkampfdistanz etc.) dokumentiert. Weiter wurde aus der im Wettkampf erreichten Zeit für die zu fahrende Strecke (6000m bzw. 2000m) die Wettkampf-Geschwindigkeit [m/s] bestimmt, welche sich als näherungsweise normalverteilt zeigte (van der Waerden $p=0.288$). Eine lineare Kovarianz-Analyse wurde durchgeführt, um die Wettkampf-Geschwindigkeit aus den genannten Parameter zu modellieren. Das Modell wurde mittels Vorwärts-Selektion auf der Basis lokaler Wald-Tests zum Niveau 5% konstruiert. In einem zweiten Schritt wurde neben der multiplen linearen Bestimmtheit die Abweichung zwischen vorhergesagter und erreichter Geschwindigkeit als heuristisches Gütemaß des linearen Regressionsmodells bestimmt.

Ergebnisse: Es gingen 77 Ergometrien aus 41 Wettkämpfen über eine Distanz von 6000m und 36 Wettkämpfen über eine Distanz von 2000m in den Testdatensatz ein. Die Rudersportler waren zu 26% bzw. 29% in C-Kadern vertreten, die verbleibenden in DC- bzw. D-Kadern; das mediane Alter bei der Ergometrie war 15 bzw. 16 Jahre, der mediane BMI 22.2 bzw. 22.6 kg/qm. In den 6000m-Wettkämpfen zeigte sich eine mediane Geschwindigkeit von 3.70 m/s (Interquartilsrange 3.32 – 3.99 m/s), in den 2000m-Wettkämpfen von 4.82 m/s (4.49 – 5.33 m/s). Als lokal signifikante Determinanten der Geschwindigkeit zeigten sich das Alter des Sportlers ($p=0.028$), die maximale Sauerstoff-Aufnahme ($p=0.011$), die maximal erreichte Leistung im Stufentest ($p=0.012$) sowie die Wettkampf-Distanz ($p<0.001$). Weder das Laktat- und pH-Profil noch der zeitliche Abstand der Ergometrie zum Wettkampf oder der Kaderstatus des Sportlers zeigten sich jedoch statistisch signifikant mit der Wettkampf-Geschwindigkeit assoziiert (p -Werte zwischen 0.289 und 0.552). Die aus obigen Ergometrie-Parametern ableitbare lineare Prognose-Formel zeigte ein lineares Bestimmtheitsmaß von 0.941 im Testdatensatz. Insbesondere zeigte sich eine exzellente Übereinstimmung zwischen den linear vorhergesagten und den erreichten Wettkampf-Geschwindigkeiten angesichts medianer Abweichungen von 0.02 m/s (-0.17 – 0.18 m/s) bei 6000m-Wettkämpfen und 0.00 m/s (-0.07 – 0.06 m/s) bei 2000m-Wettkämpfen. Die Vorhersagen wichen bei keiner der Wettkampf-Distanzen statistisch signifikant von der tatsächlich erreichten Wettkampf-Geschwindigkeit ab (Vorzeichentest $p=0.349$ bzw. $p=0.868$).

Diskussion: Aus einem zeitlich dem Rudersport-Wettkampf nahe vorgelagerten spiro-ergometrischen Stufentest lassen sich minimal-invasive klassische Parameter der Trainings-Steuerung gewinnen. Das hier aus retrospektiven Daten abgeleitete Vorhersagemodell für die erwartbare Wettkampf-Leistung hat auf der Basis dieser Parameter eine überraschend hohe Vorhersagequalität sowohl für kürzere als auch längere Wettkampf-Distanzen demonstriert. Eine weitergehende prospektive Validierung anhand Wettkampf-naher Spiro-Ergometrien und der darauf folgenden Wettkampf-Ergebnisse ist in Vorbereitung.

Anmerkung: Die vorliegende Untersuchung wurde vom Deutschen Sportbund finanziell gefördert.

Literatur

- [1] Heck, H. Laktat in der Leistungsdiagnostik, Schorndorf, 1990
- [2] Kindermann, W. Schon wieder (immer noch) Laktat? Dtsch. Z. Sportmed. 40, S. 311, 1989
- [3] Saß A. Evaluation verschiedener Ergometrie-basierter Blutparameter inklusive Blutgasanalyse hinsichtlich ihrer Wertigkeit bei der Vorhersage von Wettkampf-Erfolgen. Dissertation zur Erlangung des Grades „Dr. med.“, eingereicht der Medizinischen Fakultät der Technischen Universität Dresden, 2006