

F Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit untersuchte erstmalig kombiniert in-vitro- und in-vivo-Marker zum Einfluß einer überwiegend anaeroben, dynamischen Belastung auf Gerinnung und Fibrinolyse. Es wurde überprüft, ob die deutliche metabolische Reaktion auf diese Belastung eine Aussage über die Bedeutung einzelner Faktoren, die als Ursachen der belastungsinduzierten Aktivierungen im Hämostasesystem diskutiert werden, ermöglicht.

Fünfzehn männliche gesunde Freizeitsportler (Alter 28.3 ± 6.9 Jahre, Größe 183.7 ± 5.7 cm, Gewicht 82.4 ± 8.7 kg, $\dot{V}O_{2\text{ peak}} 50.5 \pm 7.3$ ml min⁻¹kg⁻¹) absolvierten einen 30-s Wingate Anaerobic Test (WAnT), eine spezielle Fahrradergometrie, bei der die Energiebereitstellung zu ca. 80% anaerob ist. Venöse Blutabnahmen erfolgten vor dem WAnT (T0), sowie innerhalb der ersten zwei (T1), neun (T9) und 30 Minuten (T30) nach Belastungsabbruch. Bestimmt wurden daraus zur Beurteilung der Gerinnung die aktivierte partielle Thromboplastinzeit (aPTT), die Prothrombinzeit (TPZ), die Aktivität des Gerinnungsfaktors VIII (FaVIII), Fibrinogen und die Fibrinmonomere (FM) sowie zur Beurteilung der Fibrinolyse der Gewebetyp Plasminogen Aktivator (t-PA) und die D-Dimere, weiterhin zur Abschätzung der Plasmavolumenveränderung Hämoglobin, Hämatokrit und Gesamteiweiß und zusätzlich der pH-Wert. Die Bestimmung der Blutlaktatkonzentration (BLK) erfolgte aus Kapillarblut vor dem WAnT sowie minütlich bis zur zehnten und danach zweiminütlich bis zur 30. Nachbelastungsminute.

Die signifikanten Verkürzungen von aPTT (T0 29.36 ± 2.29 s, T1 22.98 ± 2.70 s, $p < 0.001$; T9 22.55 ± 3.15 s, $p < 0.001$; T30 23.08 ± 3.32 s, $p < 0.01$) und, anders als bisher für überwiegend aerobe Belastungen mehrheitlich beschrieben, auch der TPZ (T0 9.34 ± 0.63 , T1 9.15 ± 0.62 , $p < 0.01$; T9 9.17 ± 0.59 , $p < 0.01$) zeigen eine Aktivierung sowohl des intrinsischen als auch extrinsischen Gerinnungssystems an. Die deutliche Reaktion der aPTT sowie der Anstieg des FaVIII auf ca. das Doppelte (T1 $255.0 \pm 77.2\%$, $p < 0.001$; T9 $292.7 \pm 90.3\%$, $p < 0.001$) scheinen dabei eine

stärkere Aktivierung im intrinsischen System anzudeuten. Fibrinogen (T_0 $232.7 \pm 28.3 \text{ mg dl}^{-1}$) stieg ebenfalls an, wobei dem ersten Anstieg von ca. 12% (T_1 , $p < 0.001$) noch ein weiterer von ca. 5% ($p < 0.01$) zu T_9 folgte. Der Anstieg der FM ($n=12$, T_0 $1.52 \pm 2.01 \mu\text{g ml}^{-1}$; T_1 +1600%, $p < 0.001$) unterstreicht die Aktivierung der Gerinnung und spricht für eine Thrombinwirkung und Fibrinbildung. Die Fibrinolyse ist ebenfalls aktiviert. Das t-PA (T_0 $3.41 \pm 2.72 \text{ ng ml}^{-1}$; T_1 $12.31 \pm 8.46 \text{ ng ml}^{-1}$, $p < 0.001$; T_9 $10.88 \pm 10.27 \text{ ng ml}^{-1}$, $p < 0.001$; T_{30} $7.86 \pm 8.90 \text{ ng ml}^{-1}$, $p < 0.01$) und die D-Dimere ($p < 0.05$) steigen an. Bei neun der Athleten erreichen die D-Dimere Werte von über $500 \mu\text{g ml}^{-1}$ und liegen damit in einer Höhe wie sie auch bei Patienten mit venösen Thrombosen gefunden werden. Zu T_{30} haben sich die hämostatischen Meßwerte, mit Ausnahme der TPZ, noch nicht wieder den T_0 -Werten angeglichen. Der 30-s WAnT, mit einer mittleren Leistung von $700.5 \pm 60.8 \text{ W}$, führte zu einem deutlichen Anstieg der BLK (max. BLK ca. 14 mmol l^{-1} ca. sechs Minuten nach Belastungsabbruch), einer Abnahme des pH (T_0 7.39 ± 0.02) auf 7.18 ± 0.05 (T_1 , $p < 0.001$) und hatte eine Hämokonzentration von ca. 10% (T_1) zur Folge. Die Hämokonzentration konnte bei keiner der Meßgrößen der Gerinnung und Fibrinolyse zur Erklärung der Varianz beitragen. Die BLK erklärte zu T_9 52% und zu T_{30} 46% der Varianz der FM. Hingegen können zu T_1 bei der aPTT 66%, beim FaVIII 46% und beim t-PA 43%, zu T_9 bei der aPTT 37% und beim t-PA 32% sowie zu T_{30} beim t-PA 33% der Varianz durch den pH erklärt werden.

Die Ergebnisse zeigen, daß der WAnT zu einer deutlichen Aktivierung im Hämostasesystem führt. Dabei scheint während des gesamten Beobachtungszeitraums der aktivierten Gerinnung eine adäquat gesteigerte Fibrinolyse gegenüberzustehen. Somit muß der gesunde Sportler bei und unmittelbar nach einer Sprintbelastung wie dem WAnT nicht mit einem, durch das plasmatische Gerinnungssystem bedingten, erhöhten Thromboserisiko rechnen. Im Gegensatz zur wohl unbedeutenden Hämokonzentration scheint die stoffwechselbedingte pH-Veränderung als Ursache für diese Aktivierungen große Bedeutung zu haben.