



## **News 2001**

### **Das Geheimnis der Laktatdiagnostik**

Die moderne Sportmedizin hat sich bemüht, Meßgrößen zu etablieren, die den Energiestoffwechsel im Körper bei sportlicher Belastung erfassen. Traditionelle Parameter hierfür sind die maximale Sauerstoffaufnahme, die maximale Herzgröße und das zirkulierende Blutvolumen pro Minute.

Diese Parameter zeigen aber insbesondere bei gut trainierten Sportlern oftmals nur geringe Veränderungen, obgleich die sportartspezifische Ausdauerleistung zunimmt.

Es wurde das Konzept der Laktatmessung unter Belastung entwickelt, welches empfindlicher den aktuellen physiologischen Leistungszustand anzeigt und es erlaubt, den Trainingsprozeß beurteilen und beeinflussen zu können.

Biochemisch gesehen verläßt der Körper bei intensiver Belastung den energetisch ausschöpfenden Stoffwechselweg der sauerstoffverbrauchenden Energiegewinnung durch Zuckerabbau in die Bestandteile Kohlendioxid und Wasser, weil die Energieflußrate (Energie pro Zeit) sehr hoch sein muß.

Um eine hohe Energieflußrate zu erhalten, baut der Körper die Zucker (energetisch nicht ausschöpfend) nur noch zu Milchsäure ab. Dieser Stoffwechselweg ermöglicht für kurze Zeit einen hohen Energiefluß ohne Sauerstoffverbrauch. Nachteile sind die Anhäufung saurer Valenzen, die darauf folgende körperliche Erschöpfung und der später notwendige Abbau der Milchsäure. Da Milchsäure rasch zu Laktat und H<sup>+</sup> zerfällt, kann durch Messung des Laktatspiegels auf die Milchsäureproduktion rückgeschlossen werden.

Fletcher und Hopkins erkannten bereits 1907, daß die Laktatkonzentration im Blut während Belastung ansteigt. Sie führten dies auf die unzureichende Sauerstoffversorgung der arbeitenden Muskulatur zurück.

Hill prägte den Begriff des Sauerstoffdefizits, das bei sehr intensiver körperlicher Belastung eingegangen werden muß.

Hollmann beschrieb eine Sauerstoffdauerleistungsgrenze unterhalb derer die Sauerstoffschuld unabhängig von der Dauer der körperlichen Belastung gleich bleibt.

Wassermann schloß durch Messung der ventilatorischen Parameter - Sauerstoffaufnahme, - Kohlendioxidabgabe und - Menge der eingeatmeten und ausgeatmeten Luft auf diejenige Belastungsintensität, bei der die ventilatorischen Parameter in Relation zur Sauerstoffaufnahme ihre Linearität verlieren und, ab der die Blutlaktatkonzentration gegenüber dem Ruhewert zu steigen beginnt. Dieser Anstieg wird als Beginn der anaeroben (nicht sauerstoffverbrauchenden) Energiegewinnung gewertet.

# MEDIZINISCHES INSTITUT FÜR LEISTUNGSDIAGNOSTIK IM SPORT

Prävention und Rehabilitation von Herz- und Kreislauferkrankungen



Grundlage der Laktatdiagnostik sind stufenförmig gleichmäßig ansteigende Belastungsprotokolle, sogenannte Stufentests. Hierbei wird die gesamte physiologische Leistungsbreite des Organismus ausgehend von einer niedrigen Belastungsintensität mit rein aerober (Sauerstoff verbrauchenden) Energiebereitstellung bis hin zur individuellen Maximalleistung mit maximaler anaerober (laktatbildender, nicht sauerstoffverbrauchender) Energiebereitstellung durchlaufen. Sowohl auf dem Fahrradergometer als auch auf dem Laufbandergometer werden nach jeder Belastungsstufe durch Blutabnahme am Ohrläppchen Blutlaktatkonzentrationen gemessen und diese den entsprechenden Belastungsintensitäten zugeordnet. Es wird so eine Laktatleistungskurve erstellt.

Zur Beurteilung der Ausdauerleistungsfähigkeit eines Sportlers werden sowohl der gesamte Verlauf der Laktatleistungskurve als auch definierte Punkte bzw. Bereiche herangezogen. Der Beginn des Anstiegs der Laktatleistungskurve wird als aerobe (ventilatorische) Schwelle bezeichnet. Sie markiert den Beginn des aerob- anaeroben Übergangs (nach Kindermann). Er liegt bei 1,5- 2 mmol/l und bei 50- 65% der maximalen Sauerstoffaufnahme. Der aerob- anaerobe Übergang endet mit der anaeroben Schwelle. Definitionsgemäß ist dies die Belastungsintensität, bei der sich Milchsäureanflutung und Milchsäureabbau gerade noch die Waage halten (maximaler Blutlaktat steady state). Oberhalb dieser Schwelle führt jede Intensitätszunahme zu einem kontinuierlichen Anstieg der Blutlaktatkonzentration. Die Schwelle liegt bei 70- 80% der maximalen Sauerstoffaufnahme und bei etwa 4 mmol/l Laktat. Da individuelle Schwankungen bestehen, ist es notwendig für jeden Sportler die eigene Schwelle zu bestimmen (Werte zwischen 2,3 bis 6,8 mmol/l werden beschrieben).

Während körperliche Belastungen, definiert durch Watt oder Geschwindigkeit unterhalb der ermittelten Schwelle, immer zu einem Laktat steady state führen, kommt es bei Belastungen oberhalb der Schwelle zum kontinuierlichen Laktatanstieg.

Zur Trainingssteuerung werden folgende Bereiche angewendet:

Training im regenerativen und niedrig extensiven Bereich (70- 80% der individuellen anaeroben Schwelle): Zur Trainingssteuerung sind die Herzfrequenzwerte besonders geeignet, wobei die empfohlene Herzfrequenz 15- 30 Schläge/min unter der Herzfrequenz an der individuellen anaeroben Schwelle liegt.

Training im extensiven Dauerlaufbereich (80- 90% der individuellen anaeroben Schwelle) und im intensiven Ausdauerbereich (oberhalb 90% der individuellen anaeroben Schwelle) wird weniger gut über die Herzfrequenz und besser über die Laufgeschwindigkeit gesteuert.

Im hügeligen Gelände kann bei extensivem Dauerlauftempo bei Anstiegen die Herzfrequenz an der individuellen anaeroben Schwelle als Grenzwert angenommen werden, bei Gefällpassagen sollten die Laufgeschwindigkeitsvorgaben berücksichtigt werden.