

## Intervalltraining mit Muskeloxygenierung

Für die meisten Athleten besteht das Training aus einer Mischung aus Schnelligkeits- und Ausdauerarbeit. Die Tempoarbeit besteht typischerweise aus Intervallen, das heisst aus aufeinanderfolgenden Serien mit hoher Intensität, gefolgt von einer Erholungsphase. Diese Speed-Workouts können Läufer auf einer Laufbahn durchführen, oder Radfahrer, die für kurze Zeit auf sehr hoher Frequenz fahren.

Athleten können beim Speedtraining auf verschiedene Problemstellungen stossen:

Zu verstehen, wie sehr sie ihre Muskeln während jeder Serie angestrengt haben.

Zu wissen, wann ihre Muskeln erholt und bereit für die nächste Serie sind.

Zu erkennen, wann das Intervalltraining aufgrund der allgemeinen Muskelermüdung beendet werden muss.

Wenn Sie je auf eine dieser Problemstellungen gestoßen sind, werden Sie in dieser Artikel erfahren, wie Ihnen die Überwachung der Sauerstoffversorgung in den Muskeln helfen kann.

## Was Sauerstoffmessgeräte ermitteln

Muskelsauerstoffmessgeräte verwenden optische Techniken zur Messung der mit Sauerstoff angereicherten Hämoglobinkonzentration ( $\text{HbO}_2$ ) und der nicht mit Sauerstoff angereicherten Hämoglobinkonzentration (Hb) im Muskel, während des Workouts eines Athleten. Diese Geräte können diese Werte ermitteln, indem sie Nahinfrarotlicht in den Muskel einstrahlen und das zurückreflektierte Licht detektieren. Durch die Messung der Lichtmenge, die absorbiert wird, kann der Sensor die Hämoglobinkonzentrationen bestimmen. Der Parameter, der typischerweise an den Athleten weitergegeben wird, wird als Muskelsauerstoffsättigung ( $\text{SmO}_2$ ) bezeichnet. Das ist das Verhältnis von  $\text{HbO}_2$  zur Gesamthämoglobinkonzentration ( $\text{HbT} = \text{HbO}_2 + \text{Hb}$ ).

## Die Daten verstehen

Es gibt zwei Hauptfaktoren, welche die  $\text{SmO}_2$ -Messung während des Trainings beeinflussen: Die Sauerstoffzufuhr und der Sauerstoffverbrauch.

Sprinten:

Da die Muskeln einer höheren Belastung ausgesetzt sind, verlangen sie mehr Sauerstoff und die Blutversorgung zu den Muskeln wird erhöht.

1,2 Diese Erhöhung der Blutversorgung wird hauptsächlich durch eine Erhöhung der Herzfrequenz erreicht. Es gibt jedoch einen Punkt, an dem die erhöhte Blutzufuhr den Sauerstoffbedarf innerhalb des Muskels nicht mehr ausgleichen kann, was sich an der Reduzierung des  $\text{SmO}_2$ -Wertes widerspiegelt.

Erholungsphase:

Wenn ein Athlet in einem Intervalltraining während der Erholungsphase langsamer wird, steigt der SmO<sub>2</sub> an und zwar aufgrund des geringeren Sauerstoffbedarfs in den Muskeln und der noch vorhandenen erhöhten Blutversorgung.

Ein Beispiel für ein Tempotraining ist in der Abbildung unten zu sehen, hier trägt ein Athlet den Humon Hex-Muskelsauerstoffsensor während eines Fahrradtrainings auf seinem Oberschänkel.

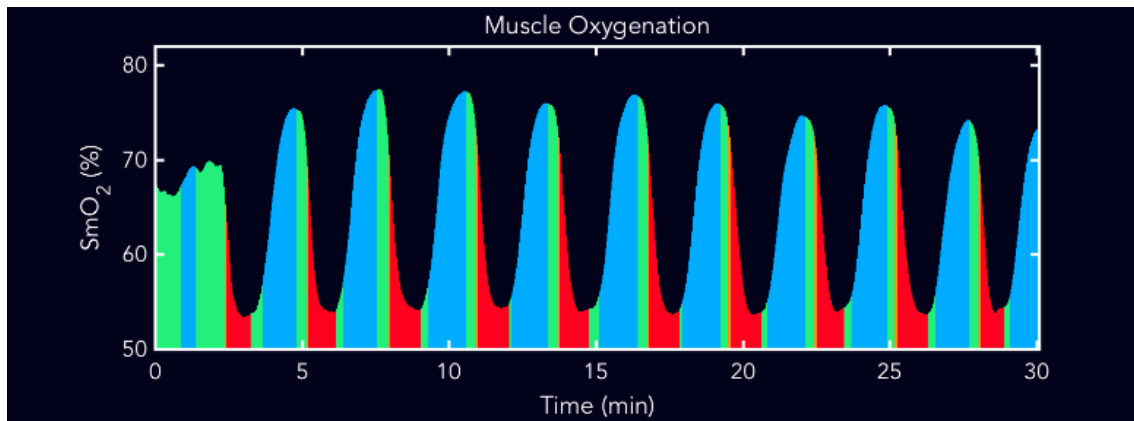
Der SmO<sub>2</sub> beginnt bei 68% und nimmt während der ersten zwei Minuten der Aufwärmphase bei 50 Watt allmählich zu, weil sich die Kapillaren innerhalb des Muskels erweitern und dem Gewebe mehr Sauerstoff zugeführt wird. Durch die Überwachung dieses Sauerstoffanstiegs in Echtzeit kann der Athlet erkennen, wann er bereit ist, die Aktivität zu beginnen, sobald er sich ausreichend aufgewärmt hat.

Sobald er aufgewärmt ist, startet der Athlet die Intervallserien. Während der grössten Kraftanstrengung des Tempotrainings, in diesem Beispiel bei 250 Watt, wird eine schnelle Abnahme von SmO<sub>2</sub> beobachtet.

Eine bemerkenswert schnelle Abnahme von SmO<sub>2</sub> ist in der Grafik rot gekennzeichnet. Das heisst, die roten Zahlen zeigen an, wenn ein schneller Sauerstoffrückgang auftritt. Sobald sich der SmO<sub>2</sub>-Wert beginnt zu stabilisieren, hier bei 53%, alarmiert der Humon Hex den Athleten, und fordert ihn auf in die Erholungsphase einzutreten, indem der Athlet die Fahrradleistung auf 50 W reduziert.

Indem der Athlet der Aufforderung zur Erholung nachgeht, kann er sicherstellen, dass er sich ausreichend fordert um seine Leistungsfähigkeit zu verbessern, und er stellt ausserdem sicher, dass er das ganze Training durchhalten kann, bevor extreme Müdigkeit einsetzt. Athleten, die mehr anaerobes Training absolvieren möchten, können auf einem niedrigeren SmO<sub>2</sub>-Niveau trainieren.

Die Erholungsphase ist im Diagramm Blau gekennzeichnet und der schnelle Anstieg des SmO<sub>2</sub>-Werts ist auf den geringen Sauerstoffverbrauch der Muskulatur bei der geringen Leistungsabgabe zurückzuführen, und auf die noch immer vorhandene hohe Blutversorgung aufgrund der vorangegangenen Sprint-Phase. Der Humon Hex überwacht diese Erholungsphase und zeigt dem Athleten an, sobald es Zeit ist, den nächsten Intervall zu beginnen.



## Wie man die Daten nutzt

Die Verhaltensmuster des SmO<sub>2</sub>-Wertes während der Speed-Workouts informieren den Athleten darüber, was in seinen Muskeln vor sich geht. Die SmO<sub>2</sub>-Wertveränderungen während der hohen Belastungs- und während der Erholungsphasen können Sportlern dabei helfen, ihre Trainingseinheiten effizienter und effektiver zu gestalten.

### Optimierung der Erholungsphasen

Nach einem Trainingsabschnitt mit hoher Intensität während eines Intervalltrainings, zeigt der SmO<sub>2</sub>-Wert an, wann sich die Muskeln in der Erholungsphase befinden (von der Humon-App blau markiert) und wann die Muskeln wieder für den nächsten Leistungsanstieg bereit sind (von der Humon-App grün markiert). Die Länge des Zeitraums, den die Muskeln brauchen, um sich zu erholen, ist ein Indikator dafür, wie hoch die Anstrengung während dieser Serie war.<sup>3</sup>

Die Muskeln brauchen mehr Zeit, um sich zu erholen, wenn die Anstrengung hoch ist oder die Muskeln ermüden. Der Humon Hex kann einem Sportler sagen, wie lange seine Muskeln brauchen um sich zu erholen und der Sportler kann dies während des ganzen Speed-Trainings kontrollieren.

Ein weiterer Aspekt der Regeneration, der während des Intervalltrainings überwacht werden muss, ist, wie hoch der SmO<sub>2</sub>-Wert in jeder Regenerationsphase ansteigt. Wenn man sich das obige Diagramm anschaut, kann man sehen, dass der SmO<sub>2</sub>-Höchstwert nach den Rot-Phasen mit hoher Intensität immer bei 74-75% liegt, mit Ausnahme der letzten zwei Erholungsphasen. Der Rückgang des maximalen SmO<sub>2</sub>-Werts während der letzten Erholungsabschnitte deutet auf eine allgemeine Muskelermüdung hin, was normalerweise bedeutet, dass das Speed-Workout zu einem Ende kommen sollte. Wenn sich Sportler überanstrengen und weiter trainieren, riskieren sie eine Dekonditionierung ihrer Muskeln, die die gesamte Leistungsfähigkeit hemmen kann.

## Über das Limit gehen

Durch das Auswerten wie weit der SmO<sub>2</sub>-Wert während jedes Intervalls gesunken ist, ermöglicht es die Sauerstoffkontrolle dem Athleten, seinen Kraftaufwand während des Trainings zu ermitteln. Optische Messtechniken wurden verwendet, um die Muskelleistung im Sprint-Training zu bestimmen. 4,5

Im Beispiel auf Seite 2 blieb der Athlet bei jedem Intervall auf der gleichen Leistungsstärke (250W) und der SmO<sub>2</sub>-WERT fiel konstant auf etwa 53%. Wenn während des Trainings Abweichungen aufgekommen wären oder der Athlet am Ende des Trainings in den Sprintphasen die gewünschte Intensität nicht erreicht hätte, hätte ein Abfall des SmO<sub>2</sub>-Werts widerspiegelt, wie die Muskeln den verfügbaren Sauerstoff verbrauchen. Diese Informationen ermöglichen es den Sportlern, mehr über die Vorgänge in ihren Muskeln zu erfahren und ihre Trainingsmethoden zu verbessern.

## Verweise

1. Yu, Guoqiang, et al. "Time-dependent blood flow and oxygenation in human skeletal muscles measured with noninvasive near-infrared diffuse optical spectroscopies." *Journal of biomedical optics* 10.2 (2005): 024027-02402712.

2. Joyner, Michael J., and Darren P. Casey. "Regulation of increased blood flow (hyperemia) to muscles during exercise: a hierarchy of competing physiological needs." *Physiological reviews* 95.2 (2015): 549-601.

3. Chance, Britton, et al. "Recovery from exercise-induced desaturation in the quadriceps muscles of elite competitive rowers." *American Journal of Physiology-Cell Physiology* 262.3 (1992): C766-C775.

4. Bailey, Stephen J., et al. "Influence of repeated sprint training on pulmonary O<sub>2</sub> uptake and muscle deoxygenation kinetics in humans." *Journal of Applied Physiology* 106.6 (2009): 1875-1887.

5. Bae, S. Y., et al. "Comparison of muscle oxygen consumption measured by near infrared continuous wave spectroscopy during supramaximal and intermittent pedalling exercise." *International journal of sports medicine* 21.03(2000): 168-174.