

Sportler haben heutzutage mehr Zugang zu Informationen als je zuvor. Egal ob es sich um BewegungsTracker handelt, die jeden Ihrer Schritte analysieren, oder Wearables, die messen wie Ihr Körper funktioniert, es gibt viele Daten die sie zur Hand haben. Aber es stellt sich die Frage: Welche Messwerte sind am Wertvollsten, und können dem Athleten helfen, sich in seinem Sport zu verbessern?

## Was bisher galt

Wenn wir uns speziell auf die Wearables konzentrieren, die Ihnen sagen, was in Ihrem Körper vor sich geht, sind die Herzfrequenz-Messer (HF-Messer) am Bekanntesten und waren am längsten in Gebrauch. Herzfrequenzmesser können in Form von Gurten um die Brust oder am Handgelenk getragen werden. Der von HF-Messern gemeldete Wert der Anzahl von Herzschlägen pro Minute zeigt an, wie der Körper auf eine bestimmte Aktivität reagiert, was in bestimmten Szenarien ein sehr nützlicher Wert ist. Wenn Sie die Intensität bei einem Lauftraining erhöhen, erhöht sich Ihre HF und wenn Sie langsamer werden, wird Ihre HF ebenfalls sinken. Die Nützlichkeit des HF-Training liegt bei der Verwendung von Zonen, die alle vom Verhältnis Ihrer HF zu Ihrer maximalen HF abhängen. Es gibt jedoch mehrere Probleme bei der Überwachung der HF von Athleten:

1. Die maximale HF wird oft mit der Formel  $220$  abzüglich des Alters der Person oder ähnlicher Formeln berechnet. Die körperliche Fitness, körperliche Verfassung oder andere individuelle Abweichungen, die diesen Maximalwert beeinflussen könnten, werden nicht berücksichtigt.
2. Die HF hängt von mehreren externen Faktoren ab wie zum Beispiel der Koffeineinnahme, Außentemperatur oder sogar Schlaf. Daher kann die HF-Messung unzuverlässig sein, wenn sie nicht in einer extrem kontrollierten Umgebung durchgeführt wird.
3. Die HF ist eine systemische Messung. Sie zeigt Ihnen an, wie Ihr Herz auf die Aktivität reagiert, ohne Sie darüber zu informieren, wie der beanspruchte Muskel Ihres Körpers auf die Anstrengung reagiert. Deshalb brauchen wir eine andere Art von Messung, die den Athleten ein individualisierteres Feedback liefern kann.

## Was jetzt Gültigkeit hat

Die Kontrolle der Muskelsauerstoffversorgung ist eine Messung, die als nützlicher Parameter zur Optimierung der Leistungsfähigkeit von Sportlern ins Spiel kommt. Die Sauerstoffsättigung ( $SmO_2$ ) bezieht sich auf die Menge an Sauerstoff im Gewebe Ihrer Muskeln. Die Technologie hinter den Muskelsauerstoffmessgeräten wurde vor einigen Jahrzehnten entwickelt, und die Geräte die heute auf dem Markt sind messen mittels nicht-invasiven Lichtwellen die Menge an oxygeniertem und desoxygeniertem Blut in den Muskeln.

Das Verhältnis zwischen mit Sauerstoff angereichertem Blut und der Gesamtmenge von Blut ist, was der  $SmO_2$ -Wert (als Prozentsatz) darstellt. Wenn Ihre Muskeln härter arbeiten, wird mehr Sauerstoff verbraucht und der  $SmO_2$ -Wert sinkt. Daher liefert die Messung des  $SmO_2$  den Athleten einen lokalisierten Messwert darüber, wie sich die

Muskeln während einer Aktivität verhalten. Im Folgenden erläutern wir, welche Vorteile die Nutzung des SmO<sub>2</sub>-Wertes bringt:

1. Messung der lokalisierten Muskelleistung. Die Art und Weise, wie der Sauerstoff im Muskel zugeführt und verbraucht wird, kann ohne invasives Eingreifen überwacht werden.
2. Muskeln werden oft über ihre Grenzen hinaus gefordert: Der SmO<sub>2</sub>-Wert kann den Athleten sagen, wenn die Sauerstoffzufuhr in ihren Muskeln niedrig ist und sie die aktuelle Aktivität verlangsamen müssen.
3. Auswertung der Muskelregeneration. Der SmO<sub>2</sub>-Wert gibt an, wie schnell der Sauerstoff in die Muskeln zurückgeführt wird und wann die Muskeln wieder bereit sind zu arbeiten.

Die Kontrolle des SmO<sub>2</sub>-Niveaus durch die Überwachung der beanspruchten Muskeln ist die Zukunft der Trainingsoptimierung von Athleten auf individueller Ebene.

## Überzeugen Sie sich selbst

Sehen Sie sich die zwei folgenden Grafiken an. Die Athleten führten einen stufenweise Inkrementaltest auf einem stationären Fahrrad durch, während sie einen HF-Gurt um die Brust und einen Muskeloxygenierungssensor an ihrem Oberschänkelmuskel trugen. Die Bikeleistung wurde alle vier Minuten um 30 W erhöht (die Leistung wird oben zwischen den vertikalen schwarz gepunkteten Linien angezeigt) und die Probanden hielten freiwillig an, als sie ihre persönliche Erschöpfungsschwelle erreicht hatten. Eine Erholungsphase wurde dann am Ende des Tests bei 30 W aufgezeichnet.

### 1. Limit

Betrachtet man die Herzfrequenz (rote Linie) in beiden Darstellungen, kann man sehen, wie sie linear ansteigt, wenn das Training zunehmend schwieriger wird. Es gibt jedoch keinen klaren Hinweis darauf, wann der Athlet seine Grenze erreicht, insbesondere wenn man bedenkt, wie die Herzfrequenz durch die bereits genannten externen Faktoren wie Koffeinaufnahme, Schlaf und Temperatur beeinflusst werden kann. Diese Faktoren können dazu führen, dass sich die HF-Linie nach oben oder unten verschiebt, wodurch es sehr schwierig ist, die Grenze zu bestimmen. Wenn Sie sich jedoch den Prozentsatz des SmO<sub>2</sub>-Werts (blaue Linie) ansehen, können Sie sehen, wie dieser bei Subjekt 1 und Subjekt 2 bei 180 W bzw. 210 W Leistung dramatisch fällt. Dieser Abfall des SmO<sub>2</sub>-Werts zeigt an, dass die Muskeln viel mehr Sauerstoff verbrauchen als vom Blut geliefert werden kann. Daher arbeiten die Muskeln in einem zu hohen Tempo und der Athlet wird nicht in der Lage sein, die Aktivität für lange Zeit fortzusetzen.

### 2. Regenerierung

Sobald die Athleten erschöpft sind, beginnen sie sich bei 30 W zu erholen. Während der Erholungsphase nimmt die Herzfrequenz schnell ab und die Aufzeichnungen erscheinen für beide Athleten sehr ähnlich. Was den SmO<sub>2</sub>-Wert betrifft, stellt sich bei beiden Athleten anfänglich eine Zunahme ein, die angibt, dass der Sauerstoff zu den Muskeln zurückkehrt, jedoch haben die zwei Athleten eine sehr unterschiedliche Regenerierung: Beim Athleten Nummer 1 erkennt man einen zunehmenden Trend an SmO<sub>2</sub>, was bedeutet, dass der Sauerstoff schnell wieder in die Muskeln zugeführt wird und schon nach wenigen Minuten kehrt der SmO<sub>2</sub> wieder auf den Ausgangswert zurück.

Vergleichen wir dieses Ergebnis nun mit der Erholungsphase des Athleten Nummer 2, erkennt man dass dessen SmO<sub>2</sub>-Wert auch nach mehreren Minuten nicht zum Ausgangswert zurückkehrt. Das bedeutet, dass dieser Athlet extrem müde ist und seine Muskeln nach diesem Test nicht für eine weitere Aktivität bereit sind.

Bild

Insgesamt liefert die Beobachtung des SmO<sub>2</sub>-Werts viel mehr Information, als wenn man nur die Herzfrequenz betrachtet. Durch die Kontrolle der Muskelsauerstoffversorgung kann der Athlet sein Training verbessern, da er erfährt wie seine Muskeln auf Anstrengung und Erholung reagieren.