

# humon

## THE LIMITATIONS OF TRAINING WITH HEART RATE AND THE CRUCIAL INFORMATION MUSCLE OXYGENATION CAN OFFER YOU

Dr. Pamela Anderson, PhD  
Bio-Algorithm Engineer  
Humon

May 5th, 2017  
[humon.io](http://humon.io)

Спортсмены сегодня имеют доступ к большому количеству информации, чем когда-либо прежде. Будь то трекеры движения, анализирующие каждый ваш шаг, или устройства, измеряющие, как функционирует ваше тело, есть много форм доступных вам данных. Но возникает вопрос: какие показатели наиболее ценны для того, чтобы помочь спортсменам совершенствоваться в своем виде спорта?

## Устарелый

Самый распространенный аксессуар сообщающий о вашем состоянии является кардиодатчик. Мониторы сердечного ритма могут быть в виде нагрудных ремней или наручных ремней. Измерения ударов в минуту, полученные от мониторов HR, показывают, как ваше тело реагирует на активность, что является полезным показателем. По мере того, как вы увеличиваете интенсивность во время бега, ваш HR будет увеличиваться, и, соответственно, по мере замедления ваш HR также будет снижаться. Ценность тренировки с HR заключается в использовании зон, которые основаны на вашем HR относительно вашего максимального HR. Тем не менее, существуют многочисленные проблемы с мониторингом ЧСС для спортсменов, такие как:

1. Максимальное HR часто рассчитывается по формуле  $220 - \text{возраст}$  человека, или аналогичные формулы. Не учитывается физическая подготовка, состав тела или другие индивидуальные отклонения, которые могут повлиять на это максимальное значение.
2. HR зависит от множества внешних факторов, таких как потребление кофеина, температура снаружи, или даже сон. Поэтому, HR может быть ненадежным, если не измеряется в крайне контролируемых условиях.
3. HR представляет собой системное измерение. В нем рассказывается о том, как ваше сердце приспособливается к активности, и ничего особенного о том, как рабочая часть вашего тела реагирует на нагрузку.

Именно поэтому существует необходимость для другого типа измерений, которые могут обеспечить индивидуальную обратную связь для спортсменов.

## Новый

Мышечная оксигенация - это измерение, которое вошло в игру как полезный параметр, помогающий спортсменам оптимизировать свои показатели.

Мышечная оксигенация (SmO<sub>2</sub>) относится к количеству кислорода в крови ваших мышц. Технология мониторов оксигенации мышц была разработана несколько десятилетий назад, и устройства, представленные на рынке сегодня, работают путем неинвазивного измерения количества оксигенированной и раскисленной крови в мышцах с помощью световых волн. Соотношение крови, в которой содержится кислород, к общему количеству крови - это то, что представляет собой SmO<sub>2</sub> (в процентах). Поскольку ваши мышцы работают больше, используется больше кислорода, и SmO<sub>2</sub> уменьшается. Таким образом, SmO<sub>2</sub> предоставляет спортсменам локальное измерение того, как мышцы работают во время занятий. Некоторые из преимуществ использования SmO<sub>2</sub> можно найти в таких обстоятельствах, как:

1. Измерение локализованной работы мышц. Способ подачи и потребления кислорода в мышцах может контролироваться без использования каких-либо предположений.
2. Работающие мышцы оказываются за их пределами. SmO<sub>2</sub> может информировать спортсмена о том, что у его мышц мало кислорода и они не могут поддерживать текущую активность.
3. Оценка восстановления мышц. SmO<sub>2</sub> может показать скорость, с которой кислород доставляется обратно в мышцы, и когда мышцы готовы снова работать.

SmO<sub>2</sub> - это будущее оптимизации спортивных тренировок на индивидуальном уровне путем мониторинга работающих мышц.

## Убедитесь сами

Посмотрите на два графика ниже. Спортсмены выполняли дифференциальный тест шага на велотренажере с HR кардиодатчиком на груди и датчиком оксигенации мышц на их четырехъядерной мышце. Мощность велосипеда увеличивалась на 30 Вт каждые четыре минуты (мощность показана вверху между вертикальными черными пунктирными линиями), и субъекты останавливались, когда достигали добровольного истощения. Затем в конце испытания регистрировалось охлаждение при 30 Вт.

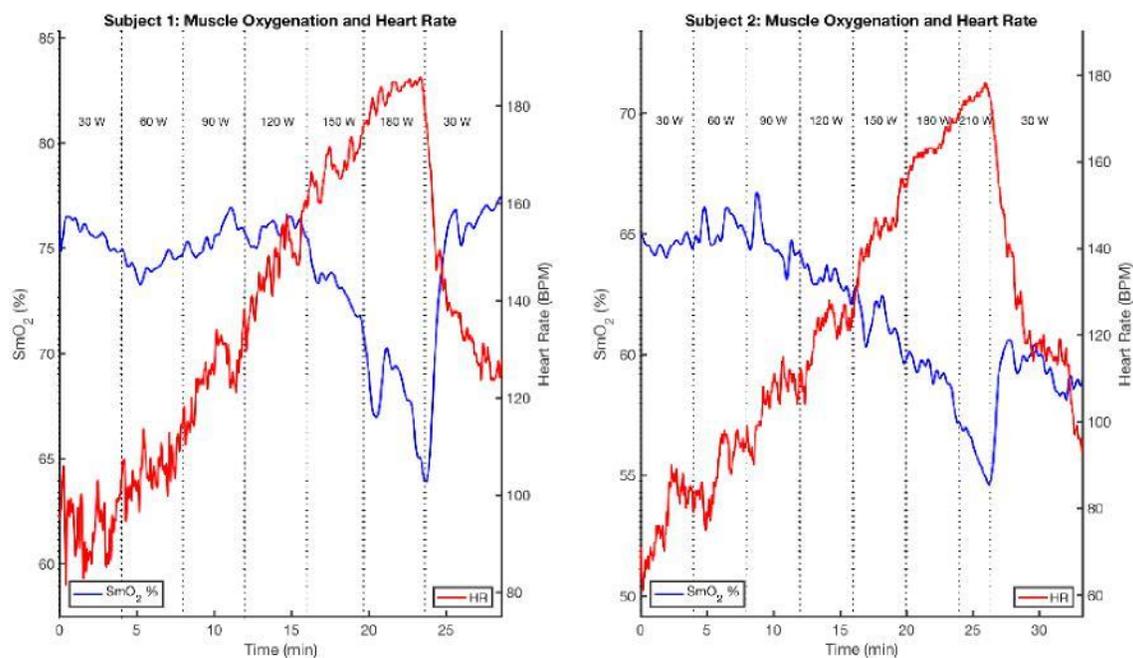
### 1. Пороговый предел

Глядя на HR (красная линия) на обоих графиках, вы можете увидеть, как она растет линейно, как тренировка становится все более трудной. Тем не менее, нет четких указаний на то, когда спортсмен может достичь своего предела, особенно учитывая, как на сердечный ритм могут влиять внешние факторы,

упомянутые выше, такие как потребление кофеина, сон и температура. Эти факторы могут вызвать смещение линии HR вверх или вниз, что затрудняет определение предела. Однако, взглянув на SmO<sub>2</sub>% (синяя линия), вы можете увидеть, как субъект 1 и субъект 2 демонстрируют резкое падение мощности около 180 Вт и 210 Вт соответственно. Это снижение SmO<sub>2</sub> указывает на то, что мышцы потребляют гораздо больше кислорода, чем может обеспечить кровь. Поэтому мышцы работают в нестабильном темпе, и спортсмен не сможет продолжать заниматься этим долго.

## 2. Восстановление

Как только спортсмены достигают истощения, они начинают восстанавливаться обратно в 30 Вт. В течение периода восстановления частота сердечных сокращений быстро снижается. Что касается SmO<sub>2</sub>, оба спортсмена испытывают начальное увеличение, что указывает на то, что кислород возвращается в мышцы, однако у двух спортсменов очень разные реакции восстановления. Обратите внимание, что для субъекта 1 тенденция к увеличению SmO<sub>2</sub> показывает, что кислород возвращается в мышцы быстрыми темпами, а величина возвращается к исходному значению через пару минут. Сравните это с восстановлением субъекта 2, у которого SmO<sub>2</sub> не возвращается к исходному уровню через несколько минут. Это указывает на то, что этот спортсмен чрезвычайно утомлен, и его мышцы не будут готовы к другим действиям после этого теста.



В целом, реакция восстановления SmO<sub>2</sub> дает гораздо больше информации, чем просто просмотр частоты сердечных сокращений. Оксигенация мышц может направлять тренировку спортсменов, исследуя, как их мышцы реагируют на нагрузку и восстановление.