

Wearables – Die Bedeutung der neuen Technologie für die Sportmedizin

Wearables – Importance of the New Technology in Sports Medicine

Die Digitalisierung macht rasante Fortschritte und dringt in alle Bereiche unserer Gesellschaft. Mit der Entwicklung von tragbaren Geräten zur Registrierung von biologischen Signalen, den sogenannten Wearables, hat sich ein neuer Anwendungsbereich, ein neues Forschungsfeld in der Sportmedizin eröffnet.

Wearables sind komplexe, mit Sensoren ausgestattete Geräte mit geringem Gewicht, die als Arm- oder Stirnband, in Textilien eingearbeitet oder im Ohr getragen werden. In aller Regel ist ein Hautkontakt notwendig. Die Messungen werden mit einer bestimmten „sampling rate“ übermittelt und auf einen Datenträger übertragen. Die Daten können in der Cloud, lokal auf dem Server des Herstellers oder auf dem Smartphone gespeichert werden. Die Online Auswertung ermöglicht ein Biofeedback zur direkten Kontrolle und Optimierung des Trainings. Mit Hilfe dieser Daten kann die Balance zwischen Training und Regeneration optimiert werden, unter der Voraussetzung, dass die Geräte kontinuierlich getragen werden. An dieser Stelle ist der Übergang zwischen der Überwachung des Trainings und der Überwachung des Gesundheitszustands fließend.

In aller Regel enthalten Wearables die Möglichkeit zur Messung der Herzfrequenz und daraus abgeleitet der Herzfrequenzvariabilität. Die seit Jahrzehnten etablierte Herzfrequenzmessung ist optimiert worden. Erst kürzlich wurde ein Gerät der neuesten Generation zur Bestimmung der Herzfrequenzvariabilität als sehr gut im Vergleich zum Langzeit-EKG validiert (3). Dennoch dürfen die Nachteile dieser Messmethode nicht verschwiegen werden. Das Tragen eines Brustgurtes wird oft als unbequem oder für die Atmung hindernd empfunden. Andere Methoden der Herzfrequenzmessung über die Photoplethysmographie erwiesen sich nur in Ruhe als zuverlässig; in Abhängigkeit von der Photosensibilität der Haut und waren bei hoher Belastung oft ungenau, genauso wie die Pulsoximetrie.

Weiterentwickelt wurde auch die schon seit Jahrzehnten etablierte Messung der Schritte über Akzelerometer, wobei die Genauigkeit erst ab einer mittleren Gehgeschwindigkeit hoch ist. Erweitert wird diese Methode mit der GPS-Technologie; daraus lässt sich die Geschwindigkeit, die zurückgelegte Entfernung und die Beschleunigung genauer messen. Oft können die modernen Geräte Informationen zur Temperatur, Luftfeuchte und Meereshöhe angeben. Es gibt bereits Versuche, die Erhebung dieser für die Sportmedizin so wichtigen Daten zu standardisieren (5).

Die Akzelerometer finden auch Anwendung in der Schlafüberwachung mit einer relativ hohen prozentualen Übereinstimmung mit der Polysomnographie. Allerdings muss auf eine besonders gute Befestigung der Akzelerometer geachtet werden. Die Überwachung der Schlafqualität gibt Aufschluss über die Regeneration des Sportlers. Je besser dieselbe ist, desto höher die nächtliche Wachstumshormon-Ausschüttung.

In den letzten 20 Jahren kommen vermehrt in Textilien gewebte Sensoren zum Einsatz, ergänzt bei manchen Anbietern mit Sensoren für Atmung, Körpertemperatur und EKG. Der Einsatz im Sport und in der Sportmedizin hat sich nicht durchgesetzt, zumal bei hohen Belastungen nur bei sehr eng anliegenden Textilien belastbare Ergebnisse zu erreichen sind. Sie finden ihren Einsatz in der Raumfahrt sowie bei chronisch Kranken zur Therapieüberwachung und zur Diagnostik. Das sich rasant entwickelnde Gebiet der Telemedizin hat Schwerpunkte in der Kardiologie, Diabetologie, Pulmologie und Neurologie.

Bei den Möglichkeiten der Wearables, die Information mit gesundheitsrelevanten Daten des Trägers zu kombinieren, ist der Übergang auf Gesundheitsapps von großer Bedeutung. Im letzten Jahr wurden 45,7 Millionen Wearables verkauft, was eine Steigerung um 133% gegenüber 2014 bedeutet. Die technische Qualität der Wearables ist hochgradig unterschiedlich. Am besten werden nur wissenschaftlich evaluierte Geräte eingesetzt. Geht man von mehreren hundert verschiedenen Wearables auf dem Markt aus, so liegt die Zahl der Gesundheitsapps bei 100 000. Nach letzten Schätzungen nutzen etwa 58% aller Smartphone Besitzer eine Gesundheitsapp zeitweise (4).

Jetzt dringen technische Möglichkeiten in eine neue Dimension vor. Die „black box“ des unbewussten Nervensystems, bisher nur über Schlafqualität und Herzfrequenzvariabilität beschrieben, wird jetzt über die Messung der transdermalen Aktivität zugänglich, und empfindliche Sensoren, die in einem Armbanduhr ähnlichen Gerät eingebaut sind, messen ständig die Aktivität des vegetativen Nervensystems über die Registrierung des Hautübergangswiderstandes. Schon das Klingeln des Telefons löst ein messbares Arousal bei der elektrodermalen Aktivität aus. Durch eine fortlaufende Registrierung lassen sich möglicherweise frühzeitig Hinweise auf eine Überlastungsreaktion, also deutlich vor einem Übertrainingszustand, ableiten und ermöglichen so ein rechtzeitiges Gegensteuern (1). Die gleichzeitig abgeleiteten Messparameter >



Prof. Dr.
Hans-Christian Heitkamp
*Universität Paderborn,
Fakultät für Naturwissenschaften,
Department Sport und Gesundheit*



QR-Code scannen
und Artikel online
lesen.

KORRESPONDENZADRESSE:

Prof. Dr. Hans-Christian Heitkamp
Universität Paderborn
Fakultät für Naturwissenschaften
Department Sport und Gesundheit
Warburger Str. 100, 33098 Paderborn
✉: heitkamp@sportmed.upb.de

für die Herzfrequenzvariabilität und die Hauttemperatur ergänzen die Information zur transdermalen Aktivität beziehungsweise sind wichtig zur Validierung und Interpretation derselben.

Unsere Kenntnisse zum Verhalten des vegetativen Nervensystems bei Hochleistungssportlern werden weiter erforscht. Hier lassen sich große Fortschritte erwarten. Besonders gut wird sich die Regeneration steuern lassen. Nur ein ausgeruhter Leistungssportler ist zu Hochleistungen fähig. Auch kann man so die individuelle Reaktion auf die Zeitverschiebung bei Zeitzonenüberschreitungen für internationale Wettkämpfe besser einschätzen.

Der zweite große neue Bereich wurde kürzlich beschrieben: Über ein hochkomplexes Sensorsystem lassen sich jetzt im Schweiß (der unter Sympathikus-Einfluss freigesetzt wird) Laktat, Glukose, Natrium und Kalium kontinuierlich überwachen, außerdem die Hauttemperatur. Die Sensoren werden wie eine Armbanduhr oder in ein Stirnband integriert getragen. Im elektronischen Appendix der Publikation werden die Messungen mit simultan gewonnenen traditionellen Labormessungen verglichen. Es wurde eine hohe Übereinstimmung gezeigt, außerdem die mechanische Verformbarkeit des Sensorbandes, der Einfluss von Begleitstoffen im Schweiß und die Stabilität der Messungen über vier Wochen geprüft (2).

Erste Ergebnisse der kontinuierlichen Schweißanalyse zeigen einen schnellen Glukoseabfall bei einer Dauerbelastung über 20min bei 150W auf dem Fahrradergometer bei gleichzeitigem, zunächst starkem, bald abflachendem Rückgang der Laktatkonzentration nach initial steilem Anstieg. Bei den Elektrolyten fand man beim Natrium einen deutlichen Anstieg und beim Kalium einen deutlichen Abfall in diesem Zeitraum. Bei Dauerbelastungen über 90min bei 150W ohne Flüssigkeitsaufnahme fand sich ein Anstieg der Natriumkonzentration nach 75min als Hinweis für eine beginnende Dehydratation ohne Veränderung des Kaliums (2).

Bei Langzeitausdauerwettkämpfen kann eine Warnung über die Veränderung der Natriumkonzentration im Schweiß rechtzeitig vor einer Dehydratation erfolgen. Mit dem Einsatz dieser Messmethode als wesentlichen Biomarker zur Prophylaxe der Dehydratation muss in Zukunft gerechnet werden.

Bei aller Euphorie über die neuen Perspektiven, die durch die Wearables eröffnet werden, muss die Frage des Datenschutzes angesprochen werden. Sollten die Daten in der Cloud gespeichert werden, so muss auf eine entpersonalisierte Speicherform geachtet werden. Denn weder dort noch auf den von den Herstellern betriebenen Servern besteht ein absoluter Schutz vor Hackerangriffen. Gleichzeitig muss die Reliabilität der Datenspeicherung ständig hinterfragt werden. Neben dem Datenschutz bei gezielter Weitergabe der Daten, beispielsweise an Trainer oder Krankenkassen, sollte es dem Nutzer der Wearables möglich sein, bestimmte Inhalte der Datensammlung nur selektiv freizugeben.

Limitationen der Wearable-Technologie liegen gegenwärtig noch in der Gerätegröße, der Akkuleistung, der Ableitqualität und der Abtastrate. Übergeordnet muss eine Gesetzeslage gefordert werden, die der aktuellen Entwicklung Rechnung trägt, damit Speicherung und Weiterleitung – auch die selektive Weiterleitung – von Gesundheitsdaten an potentielle oder aktuelle Arbeitgeber, Krankenkassen und Lebensversicherungen bei Androhung von empfindlichen Geldbußen unterbunden wird. Schon jetzt gibt es Manager, die Wearables und Gesundheits-Apps aus Scheu vor Weiterleitung im Netz vermeiden.

Neue Aspekte, wie die Koordination mit Drohnen, die die Wearable-Träger aus der Luft überwachen – unter gleichzeitigem Einsatz von GPS-Daten – können auch psychologisch negative Aspekte für die Anwender entstehen lassen (4).

Vor dem Hintergrund der schnell wachsenden Wearable-Technologie sowie deren Verbreitung müssen die sich daraus ergebenden Möglichkeiten der Trainingssteuerung und Trainingsüberwachung in die Ausbildungsprogramme von Trainern, Sportlehrern und Sportmedizinern aufgenommen werden.

Zusammenfassend ergeben die Wearables neue Aspekte für die Überwachung des Leistungszustandes der Athleten über ein neues Monitoring von Parametern der Regeneration. Auch die neue kontinuierliche Schweißanalyse bei Belastung eröffnet weite Forschungsfelder. Es sollten nur Geräte eingesetzt werden, die wissenschaftlich validiert sind und über eine ausreichend hohe „sampling rate“ verfügen. Mit Bewegungsartefakten muss man noch immer rechnen. Mit Blick auf die Zukunft und das vegetative Nervensystem sollten die Wearables auch Parameter wie beispielsweise die Borg-Skala aufnehmen können. ■

Literatur

- (1) BOETTGER S, PUTA C, YERAGANI VK, DONATH L, MÜLLER HJ, GABRIEL HH, BÄR KJ. Heart Rate Variability, QT Variability, and Electrodermal Activity during Exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2010; 42: 443-448. doi:10.1249/MSS.0b013e3181b64db1
- (2) GAO W, EMAMINEJAD S, NYEIN HYY, CHALLA S, CHEN K, PECK A, FAHAD HM, OTA H, SHIRAKI H, KIRIYA D, LIEN DH, BROOKS GA. Fully integrated wearable sensor arrays for multiplexed in situ perspiration analysis. *Nature.* 2016; 529: 509-514. doi:10.1038/nature16521
- (3) GILES D, DRAPER N, NEIL W. Validity of the Polar V800 heart rate monitor to measure RR intervals at rest. *Eur J Appl Physiol.* 2016; 116: 563-571. doi:10.1007/s00421-015-3303-9
- (4) LOBELO F, KELLI HM, TEJEDOR SC, PRATT M, MCCONNELL MV, MARTIN SS, WELK GJ. The wild wild west: A framework to integrate mhealth software applications and wearables to support physical activity assessment, counseling and interventions for cardiovascular disease risk reduction. *Prog Cardiovasc Dis.* 2016; 58: 584-594. doi:10.1016/j.pcad.2016.02.007
- (5) WIJNDAELE K, WESTGATE K, STEPHENS SK, BLAIR SN, BULL FC, CHASTIN SF, DUNSTAN DW, EKELUND U, ESLIGER DW, FREEDSON PS, GRANAT MH, MATTHEWS CE, OWEN N, ROWLANDS AV, SHERAR LB, TREMBLAY MS, TROIANO RP, BRAGE S, HEALY GN. Utilization and harmonization of adult accelerometry data: review and expert consensus. *Med Sci Sports Exerc.* 2015; 47: 2129-2139. doi:10.1249/MSS.0000000000000661