



ZEITSCHRIFT
FÜR **PHYSIO**
THERAPEUTEN


74. Jahrgang
Dezember 2022



AUSFLUG
INS
VIRTUELLE

AUTORENABDRUCK

physiotherapeuten.de



Moderne Sensoren am Fuß und Algorithmen für automatisierte sportmotorische Tests ermöglichen Sportärzten, Physiotherapeuten und Athletiktrainern eine evidenzbasierte Betreuung von verletzten Athleten bis hin zur Wettkampfvorbereitung. Auf dem Weg aus der wissenschaftlichen Nische in die Praxis sind jedoch flexible Einsatzmöglichkeiten, hohe Datenqualität und gute Bedienbarkeit gefordert.

Trainingsprofi im Schuh

Sensoren zur Objektivierung von Testungen im Leistungssport

Ein Beitrag von Raphael Ziegler und Maximilian Müller

TITELBEITRAG

Sensorik als Chance

Moderne körpernahe Sensoren zur biomechanischen Bewertung von Bewegungen bieten den Akteuren im Leistungssport die Chance, künftig allen Athleten über die gesamte Laufbahn hinweg eine evidenzbasierte Betreuung zu ermöglichen (1). Sensoren können Sportärzte, Sportphysiotherapeuten und Athletiktrainer unterstützen, Leistungspotentiale voll auszuschöpfen, Verletzungsrisiken zu senken und Komplikationen in der Reha zu reduzieren.

Das hat auch die gesetzliche Unfallversicherung der VBG (Verwaltungs-Berufsgenossenschaft) erkannt. Seit 1. Juli 2022 ist das erneuerte Prämienverfahren in Kraft, das Sportunternehmen mit Berufssportlern finanziell belohnt, die „ein systematisches Monitoring der Belastungs- und Beanspruchungszustände“ durchführen und damit helfen, „Risikofaktoren für Verletzungen zu identifizieren“ (2). Ein besonderes Augenmerk erhält dabei die Sensorik, denn „hinsichtlich der Belastungssteuerung ergeben sich durch technische Weiterentwicklungen sehr gute Möglichkeiten, mithilfe von Trackingsystemen die Belastung der Sportlerinnen und Sportler zu erfassen“, so die Richtlinie.

Die unteren Extremitäten sind dabei laut VBG-Sportreport mit 55,5 Prozent Anteil an den Verletzungen häufiger betroffen als andere Körperbereiche. Verletzungen am Sprunggelenk (18,2 %) und am Kniegelenk (13,5 %) weisen die höchsten Inzidenzen auf (3). Solche Verletzungen wirken sich meist schwerwiegend auf die Laufbahn von Athleten aus. Neben dem Streben nach Topleistungen ist deshalb „verletzungsfrei bleiben“ nicht nur ein abstraktes Ziel, sondern wird von Trainern aller Leistungsklassen zunehmend systematisch verfolgt.

Wenn also die Vorteile für die Erfassung von biomechanischen Parametern im Profisport auf der Hand liegen, was bleibt dann der breiten Basis im finanziell schwächer aufgestellten Nachwuchs- und Amateursport? Schließlich sind oft fünf- bis sechsstellige Summen für professionelle Messtechnik zu investieren. Welche Systemeigenschaften müssen erfüllt sein, um bestehende Vorbehalte zu überwinden? Und welchen Beitrag können bestehende Vergütungsansätze für die weitreichende Verbreitung in der Praxis leisten?

Die Methode im Überblick

Wir diskutieren vor diesem Hintergrund eine neue, mobil einsetzbare Methode zur Durchführung und Auswertung von biomechanischen Messungen im Rahmen sportmotorischer Testungen an den unteren Extremitäten. Das Messsystem basiert auf kabellosen Sensorsohlen, die als Besonderheit sowohl die Lastverteilung am Fuß als auch Bewegungen in allen Raumrichtungen und das Timing erfassen. Daraus werden mittels Mustererkennung Parameter zum Bewegungsumfang sowie zur Kraftsymmetrie, Reaktivität und Koordination ermittelt.

Konkret bedeutet dies, dass die üblicherweise manuell erhobenen quantitativen Parameter wie Sprungweiten, Dauer oder Wiederholungszahl selbstständig berechnet werden. Darüber hinaus entstehen zusätzliche quantitative Parameter, wie Bodenkontaktzeiten oder Kraftwerte. Vor allem aber liefert das System eine neue Dimension qualitativer Parameter, wie die Varianz der Druckverteilung bei der Landung oder die Ganglinie. Im Test-Portfolio sind standardisierte Gang-, Lauf-, Hop- und Sprungtests sowie Tests zu propriozeptiven Fähigkeiten enthalten. Abgesehen von den Sensorsohlen wird lediglich ein Smartphone oder Tablet zur Installation der App benötigt.

Durch derartige Messtechnik rückt die Vision vom Biomechaniklabor im Schuh für jedermann einen Schritt näher. Eine breite Nutzerschicht aus allen Leistungsklassen erhält dadurch Zugang zu kosteneffizienten und ortsunabhängigen Analysen, die bisher fast ausschließlich dem Profisport vorbehalten waren.

Relevanz für den Leistungssport

Für die Anwender in der Praxis sind das gute Nachrichten, denn sportmotorische Testungen in Kombination mit biomechanischer Messtechnik liefern für gleich drei Bereiche wichtige Beiträge. Erstens können funktionale Defizite im unteren >>

Für Eilige

Seit 1. Juli 2022 gibt es das erneuerte VBG-Prämienverfahren, das den Einsatz eines systematischen Monitorings der Belastungs- und Beanspruchungszustände im Sport belohnt. Der Fokus liegt dabei auf der Sensorik. Bestehende Vergütungsansätze können auch schon einen Beitrag für die Verbreitung in der Praxis leisten.

Bewegungsapparat nach Verletzungen zuverlässig identifiziert und so die Rehabilitation von Athleten gezielter gesteuert werden (4, 5). Zweitens werden initiale Baseline-Testungen und ein kontinuierliches Monitoring von Athleten möglich, um neue Leistungspotentiale aufzudecken (6). Drittens können dabei Tests im Sinne von Pre-Injury-Screenings (PRE) integriert werden, um Verletzungsrisiken frühzeitig zu erkennen und mit individuellen Interventionen gegenzusteuern (7).

Die Bedeutung dieses holistischen Ansatzes teilen auch Experten: „Prävention und insbesondere Sekundärprävention spielen im Spitzensport eine immer wichtigere Rolle. Nach der Verletzung wollen Sportler und Verein natürlich eine möglichst schnelle Rückkehr in den Wettkampf. Um als Arzt hierfür die größtmögliche Sicherheit vor einer erneuten Verletzung zu bieten, sind objektivierbare Testungen der Funktion unerlässlich, optimalerweise mit Vergleichsdaten vom Zustand vor der Verletzung“, meint dazu Dr. Christoph Lukas. Lukas ist Sportorthopäde in eigener Praxis und setzt sich als Vorsitzender der deutschen Basketballärzte und als Mannschaftsarzt einer Basketball-Bundesliga-Mannschaft für mehr Evidenz in der Athletenbetreuung ein.

Obwohl in den letzten Jahren im Profisport der Trend zu sportspezifischen Trainingsformen und Tests anhält, haben standardisierte Basistests für die Grundlagenarbeit im Athletiktraining und vor allem im Return-to-Competition-Zyklus eine hohe Bedeutung. Das zeigt auch eine eigene Befragung unter Trainern, Therapeuten und Sportärzten (n = 34) aus unterschiedlichen Leistungsklassen und Sportarten in Deutschland, Österreich, Schweden und den USA. Die Befragten bewerteten die Relevanz von 39 sportmotorischen Tests für die eigene Praxistätigkeit mit Athleten. Zwei

Erkenntnisse sind bemerkenswert. Erstens vergaben 62,9 Prozent der Befragten für die 20 relevantesten Tests die höchste Bewertung „sehr wichtig“ oder „wichtig“. Dies lässt auf eine sehr hohe Relevanz dieser Tests schließen. Zieht man zweitens in Betracht, dass zwölf Tests alternative Tests mit gleichem Testzweck darstellen (z. B. Explosivkraft vertikal), so könnte die Anzahl an unterschiedlichen Tests, die ein Messsystem mindestens abbilden sollte, vermutlich auf acht bis zehn reduziert werden. Wichtige Basistests, wie etwa Gangtests, waren nicht Teil der Befragung, da diese unabhängig von einer Sportart in der klinischen Nachsorge eingesetzt werden können. Die Sprung- und Hop-Tests haben offensichtlich eine besonders hohe Bedeutung. Sie decken ein breites Spektrum an Outcomes für viele Sportarten ab, von Stabilitätskennzahlen bei der Landung bis zur Schnellkraft und Reaktivität.

Im Folgenden stellen wir zwei Fallbeispiele aus unterschiedlichen Phasen der Athletenbetreuung vor, die beispielhaft die Einsatzmöglichkeiten der Messmethode im Rahmen von Testungen zeigen.

Das erste Ziel: stabiles Gehen

Nach traumatischen Sportverletzungen an den unteren Extremitäten liegt der Fokus zunächst darauf, den stabilen Gang wiederherzustellen. Das erste Fallbeispiel zeigt, wie in dieser Phase Gangtests in Kombination mit Biofeedback eingesetzt werden können. Die grundlegenden Ergebnisparameter sind in ähnlicher Form auch für Lauf- und Sprinttests verfügbar.

Fallbeispiel Dislokation Hüftkopf

Eine junge Leichtathletin (12 Jahre alt) erlitt ein Abrutschen des Hüftkopfes, Epiphysiolysis Capitis Femoris (ECF), rechts, das operativ durch Reposition und durch Verschraubung mittels SCEFE-Schraube korrigiert wurde (Abb. 1). Im Zeitraum vom 23. Juli bis zum 11. Oktober 2022 wurden mit der Patientin 21 therapiebegleitende Gangtests durchgeführt.

Teilbelastungstraining mittels Biofeedback

Das Regime zur Teilbelastung wurde von ärztlicher Seite auf acht Wochen mit stufenweiser Steigerung von vollständiger Entlastung über 20 kg und 30 kg Teilbelastung mittels Unterarmstützen bis zur Vollbelastung verordnet. Für die ersten 15 Testungen wurde die integrierte Biofeedback-Funktion mittels Sonifikation und visueller Anzeige verwendet, um die Patientin bei der Einhaltung der Teilbelastung zu unterstützen (Abb. 2). Weiterhin kann auch die Druckverteilung angezeigt werden. Die Methode kommt in ähnlicher Form in mehreren klinischen

Objektivierbare Funktionstestungen sind unerlässlich.



Abb. 1 Röntgenbild Epiphysiolysis Capitis Femoris einer jungen Leichtathletin

Studien für Interventionen zur Gangschulung zum Einsatz, unter anderem an der Stanford University, USA (10).

Zur Analyse der Lastsituationen stehen standardisierte Report-Darstellungen zur Verfügung. Im Belastungshistogramm (Load Histogram) von Test 1 ist gut zu erkennen, dass die 20 kg Teilbelastung rechts eingehalten wurde, da keine Belastungen über der Schwelle gemessen wurden (Abb. 3). Die Druckverteilung (Mean Pressure Distribution) zeigt ab dem Zeitpunkt der Vollbelastung mit Test 18 im rechten Vorfuß noch eine auffällige Druckspitze, die sich bis Test 21 normalisiert. Ab der Vollbelastung nehmen auch die Kraftkurven (Ground Reaction Force) die Form eines dynamischen Gangbildes mit zwei Maxima für Fersenauftritt und den Abdruck am Vorfuß an, wobei die Asymmetrie der Kurven bis Test 21 abnimmt. >>



Abb. 2 Visualisierung von Biofeedback zur Teilbelastung und Echtzeit-Druckverteilung

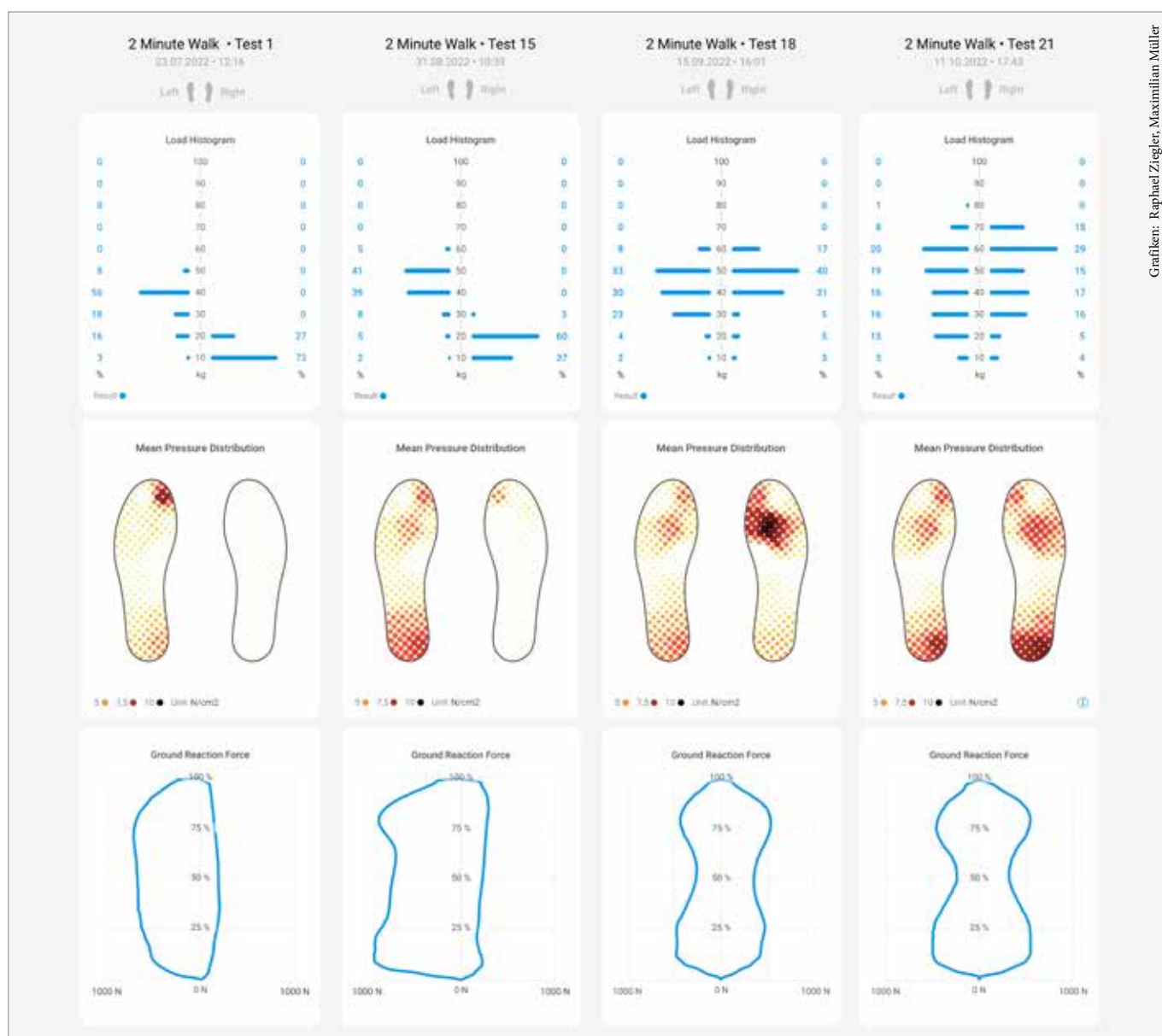


Abb. 3 Testergebnisse zur Teilbelastung und Belastungssituation am gesunden (links) und verletzten (rechts) Bein; ausgewählt aus insgesamt 21 Gangtests über einen Zeitraum von 11 Wochen

Koordination und quantitative Parameter

Die gezeigten Auswertungen bieten Erkenntnisse zur motorischen Steuerung und Koordination. Die mittlere Ganglinie (Gait Line) gibt Aufschluss über den Abrollvorgang des Fußes in anterior-posteriorer und in transversaler Richtung (Abb. 4). Bei Test 1 ist eine im Vor- und Rückfuß verkürzte Ganglinie erkennbar. Die Form ist vor dem Hintergrund der Teilbelastung erklärbar, da hier der Fuß vorsichtig und mittig aufgesetzt wurde.

Erst bei Vollbelastung gewinnen funktionale Aspekte der Bewegung an Bedeutung, sodass in der Physiotherapie bei Auffälligkeiten gezielt mit Übungen interveniert werden kann. Außerdem ist zu erkennen, dass die Streuung der Auftritts- und Endpunkte

(Initial/Final Ground Contact Points) deutlich abnimmt. Der Gang wird also gegen Ende der Rehabilitation auch stabiler. Eine Reihe weiterer Parameter gibt Aufschluss über die Leistungsfähigkeit der Patienten. Beispielhaft sind hier die Anzahl der Schritte (Steps) sowie die Schrittlänge (Stride Length) angegeben.

Trendanalyse zur Fortschrittskontrolle

In der App steht außerdem eine Funktion zur Verfügung, mit der jeder beliebige Ergebnisparameter im Zeitverlauf über mehrere Tests hinweg dargestellt werden kann. Die Funktion erlaubt eine individuelle Fortschrittskontrolle. Im gezeigten Beispiel sind die Entwicklung der Teilbelastung bis zur Vollbelastung des rechten Beines sowie der Symmetrie-Index (LSI) abgebildet (Abb. 5).



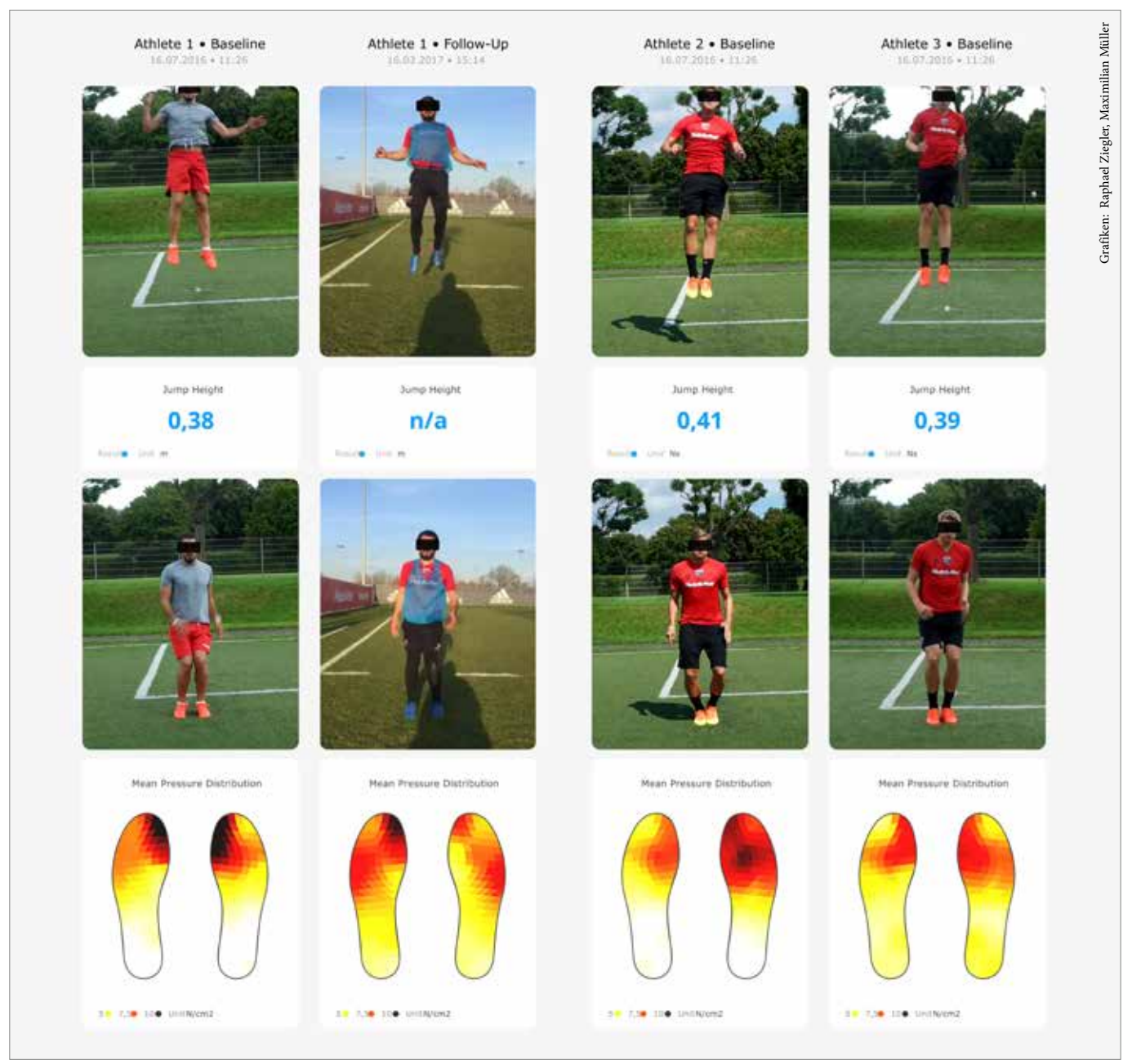
Grafik: Raphael Ziegler, Maximilian Müller

Abb. 4 Testergebnisse zur Gangkoordination am gesunden (links) und verletzten (rechts) Bein sowie quantitative Ergebnisse; ausgewählt aus insgesamt 21 Gangtests über einen Zeitraum von 11 Wochen

Kontinuierliche Testungen und Prävention

Das kontinuierliche Monitoring von leistungsbezogenen Bewegungsparametern durch sportmotorische Tests erlaubt eine individuelle Ausrichtung der Trainingsinhalte auf die einzelnen Athleten. Das zweite Fallbeispiel zeigt ausgewählte Screening-Daten einer Fußballmannschaft aus der ersten Bundesliga (21 Athleten), die mit der Vorgängerversion der Messmethode erhoben wurden. Die Testatterie enthielt unter anderem Sprünge zum Kopfball mit anschließender Landung. >>

Abb. 5 Verlaufsdarstellung der mittleren Teilbelastung (rechtes Bein, hellorange) und des gesunden Beines (links, dunkelorange) sowie des Symmetrieindex über 21 Gangtests



Grafiken: Raphael Ziegler, Maximilian Müller

Abb. 6 Quantitative Auswertung der Sprunghöhe und qualitative Auswertung der Landung beim Sprung zum Kopfball

Intraindividuelle und interindividuelle Unterschiede erkennen

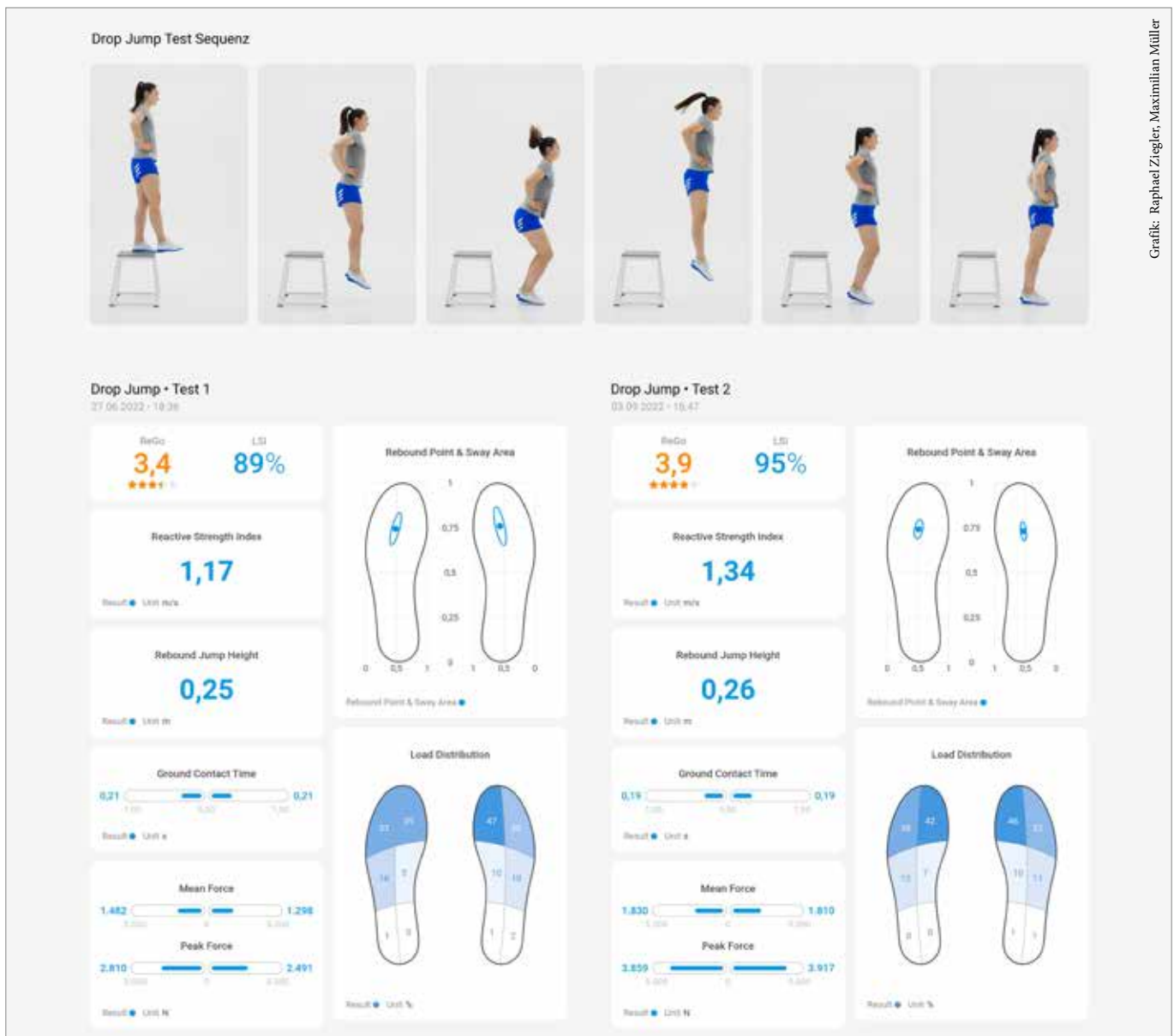
Athlet 1 durchlief am 16.07.2016 ein Baseline-Screening (BS) und am 17.03.2017 ein Folge-Screening (FS). Der Athlet zeigte im BS in der Landephase einen starken Valguskollaps des Kniegelenks (Abb. 6), was einen Risikofaktor für Verletzungen des vorderen Kreuzbandes darstellt (11). Im vorliegenden Fall äußerte sich dies auch in einer sehr deutlichen medialen Druckspitze im Vorfuß. Der Athletiktrainer intervenierte in den folgenden Monaten mit einem spezifischen Trainingsprogramm zur Stabilisierung, sodass der Kollaps zum FS deutlich vermindert auftrat.

Alle drei gezeigten Athleten konnten im BS eine ähnliche Sprunghöhe erzielen. Allerdings variieren sowohl die Beinstellung als auch die Druckverteilung

in der Landephase im interindividuellen Vergleich deutlich. Während Athlet 2 in einer ausgeprägten Varusstellung die Körperhochachse und damit die Lastverteilung nach rechts verlagert, landet Athlet 3 mit nahezu vollkommen stabiler, vertikaler Beinachse und einer deutlich homogeneren Druckverteilung. Offensichtlich bestehen also selbst bei gut geführten Profivereinen große, teilweise kritische intraindividuelle Unterschiede im Hinblick auf funktionale Aspekte der Bewegungen.

Drop Jump als standardisierter Test für Reaktivkraft und Landequalität

Der Drop Jump (Abb. 7) kann im oben beschriebenen Szenario als standardisierter Test eingesetzt werden, um leistungsbezogene Parameter wie Bodenkontaktzeiten, Absprunggeschwindigkeit, Sprunghöhe oder Sprungkräfte zu ermitteln. Bisher



Grafik: Raphael Ziegler, Maximilian Müller

Abb. 7 Bewegungssequenz des Drop Jump Tests (oben) und Testergebnisse zu zwei verschiedenen Zeitpunkten vor und nach einer Trainingsintervention

kamen im Leistungssport hierfür zum Beispiel Lichtschranken zum Einsatz. Durch die neue Messmethode ist es möglich, die leistungsbezogenen Ergebnisparameter nun ortsunabhängig zu erheben.

Darüber hinaus geben Werte für die Varianz und Richtung der Druckverteilung (Sway Area) sowie für die Lastverteilung (Load Distribution) Auskunft über die Qualität der Landung. Dies war bisher nur mit größerem Aufwand möglich. Wenn etwa, wie im obigen Beispiel bei BS von Athlet 1, die mediale Druckspitze aus präventiven Gründen reduziert werden soll, so wird dies durch die prozentuale Lastverteilung gut quantifiziert. Sofern Trainer oder Therapeuten dann präventive Trainingsmaßnahmen einführen, lassen sich die Ergebnisse durch die Wiederholung des Tests zeitsparend überprüfen. In Abbildung 7 sind zwei beispielhafte Auswertungen aufgeführt, zwischen denen ein Trainingsprogramm zur Verbesserung der Reaktivität lag.

Ein schmaler Grat: zwischen Gütegrad und Nutzbarkeit

Im Hinblick auf die Akzeptanz von körpernaher Sensorik in der Sportpraxis zeigt sich ein grundlegender Zielkonflikt, der auch den Unterschied zur wissenschaftlichen Anwendung deutlich macht.

Zielkonflikt Anwendbarkeit versus Datenqualität

Einerseits ist der Anspruch an die Datenqualität im Leistungssport hoch. Das liegt an den sehr kleinen Unterschieden in den Zielgrößen, die zuverlässig bestimmt werden sollen. Bei der Sprungkraft wird für gesunde Athleten beispielsweise meist nur ein Unterschied von fünf Prozent zwischen linkem und rechtem Bein toleriert. Andererseits haben komplexe wissenschaftliche Expertensysteme in der Praxis keine Chance. Alleine für die Inbetriebnahme sind hier oft 15 bis 20 Minuten nötig. Eine Zeitspanne, „die im Profifußball bei einer Teamgröße von 20 bis 30 Spielern für ein komplettes Screening insgesamt pro Athlet zur Verfügung steht“, sagt Professor Thomas Stöggel vom Fachbereich Sport- und Bewegungswissenschaften der Universität Salzburg. Als wissenschaftlicher Leiter im Red Bull Athlete Performance Center hat er außerdem einen direkten Einblick in die Trainingspraxis: „Im Leistungssport brauchen wir die Quadratur des Kreises, denn wir profitieren grundsätzlich von hochwertigen objektiven Messwerten, die die Rehabilitation unterstützen oder uns dabei helfen, die Leistungsfähigkeit von Athleten zu steigern. Die Messtechnik darf die Athleten aber in ihrer Bewegungsfreiheit nicht beeinflussen und sie sollte sehr flexibel und zeitsparend einsetzbar sein.“ >>

Komplexe wissenschaftliche Systeme haben in der Praxis keine Chance.



FÜR STARKE UNTERNEHMEN

gesund & sicher mit der BGW

„Weil unsere Praxis schon immer Wert auf organisierten Arbeitsschutz gelegt hat, konnten wir als Beschäftigte auch mit der Corona-Krise besser umgehen, weil schon Strukturen vorhanden waren.“



Den Weg zum „starken Unternehmen“ begleitet die BGW Schritt für Schritt mit verschiedenen Angeboten. Mehr Infos unter www.bgw-online.de/fuer-starke-unternehmen-pt

Nutzen Sie die BGW-Angebote!

 **BGW**
Berufsgenossenschaft
für Gesundheitsdienst
und Wohlfahrtspflege

Gütekriterien für die Messtechnik

Grundsätzlich gilt für die Messgenauigkeit: Der Messfehler muss kleiner sein als die zu erhebenden Unterschiede in der Zielgröße. Dabei beeinflussen eine Reihe von Aspekten die Ergebnisse von Innenschuhmesssystemen: Schwankungen der Temperatur, Schuhwerk oder die Fußform. Die Validität der Messdaten sollte deshalb immer durch unabhängige wissenschaftliche Publikationen überprüfbar sein (8). Für hochdynamische Tests ist des Weiteren eine reale Messfrequenz von mindestens 100 Hz notwendig, um die Maximalwerte mit hoher Wahrscheinlichkeit zu erfassen. Für eine Bodenkontaktphase von 0,15 Sekunden bei einem Sprint entstehen so immerhin zwischen 14 und 15 Datenpunkte. Die Bauart der vorgestellten Sensorsohlen unterscheidet sich kaum von einer Einlegesohle ohne Sensorik. Sie ist komplett kabellos und im Vor- und Rückfußbereich voll flexibel. Dadurch ist die Beeinflussung der Athleten minimal. Eine Kalibrierfunktion kompensiert automatisch etwaige Temperaturschwankungen und eine Funktion zum Selbsttest prüft kontinuierlich den Zustand der Sensorik. So kann eine konstant hohe Datenqualität sichergestellt werden.

Standardisierung als Grundlage für Vergleiche

Ein weiterer entscheidender Aspekt in Bezug auf das Monitoring von Athleten und Patienten ist die Vergleichbarkeit der Testergebnisse. Zunächst müssen hierfür die Bewegungsaufgaben standardisiert werden. Denn für ein und denselben Test finden sich in Literatur und Praxis oft unterschiedliche Ausführungsformen. Ein Drop Jump etwa kann sowohl mit frei schwingenden Armen als auch mit den Händen in der Hüfte ausgeführt werden (9). Die Outcomes sind dann nicht mehr direkt vergleichbar. Die App enthält für jeden Test anschaulich bebilderte Instruktionen und Videos. Des Weiteren muss die Retest-Reliabilität des Messsystems für den realen Einsatz ebenfalls wissenschaftlich belegt sein. Hier sind insbesondere die Alterung der Sensorik und wechselnde Bedingungen am Einsatzort als Einflussgrößen zu betrachten. Zur weiteren Steigerung der Outcome-Qualität erkennen die Test-Algorithmen des vorgestellten Systems den Kontext der Bewegungen. Dadurch können Fehlversuche aus den Berechnungen für die Testergebnisse ausgeschlossen werden. Beispiele für Fehlversuche sind das Abspringen nach oben oder das Aufsetzen der Ferse auf den Boden beim Rebound im beschriebenen Drop Jump Test.

Zusatzfunktionen für den Praxisbetrieb

Für eine erhöhte Effizienz beim Einsatz in Athleten-Screenings ermöglicht die App die Erstellung von Testsequenzen, bestehend aus mehreren Tests. Diese

können, im Sinne einer telemedizinischen Anwendung, auch an jedem beliebigen Ort von den Athleten oder Patienten selbst durchgeführt werden. Zur Förderung des fachlichen Austausches erhalten unterschiedliche Nutzer, etwa Trainer und Sportärzte, in Echtzeit Zugang zu den Testergebnissen. Direkt nach den Tests können außerdem sogenannte Patient Reported Outcome Measures (PROMs) zur Erfassung des Schmerzniveaus oder der Ermüdung eingegeben werden.

Optionen für die Vergütung von Messtechnik und Testungen

Für die Akzeptanz von technischen Hilfsmitteln müssen außerdem Möglichkeiten der Vergütung gegeben sein. Für den Profisport bietet die VBG für Testungen zum Belastungsmonitoring eine Prämie in Höhe von 40 Prozent der Anschaffungskosten für Trackingsysteme. Zusätzlich werden jeweils 500 Euro pro Maßnahme, Mannschaft und Halbsaison für die Durchführung vergütet. Die Testungen müssen gemäß den Richtlinien der VBG erfolgen (2).

Am freien Markt können alle hierfür qualifizierten medizinischen Einrichtungen die vorgestellten Testungen als individuelle Gesundheitsleistungen (IGeL) anbieten und die Preise nach Aufwand festlegen. Kassenzugelassene Physiotherapeuten mit Trainingsraum können Testungen in Behandlungseinheiten der Krankengymnastik am Gerät (KGG) integrieren. Für bis zu drei Patienten parallel kann damit je Patient der im jeweiligen Bundesland gültige Satz abgerechnet werden. Auch in der Arbeit mit PKV-Versicherten oder BG-Patienten sind Einsätze dieser Form denkbar. Für Privatversicherte wiederum sind beispielsweise Ganganalysen nach GOÄ Ziffer a652 abrechenbar. Vereine im Amateurbereich können unter bestimmten Umständen Sonderkonditionen bei der Anschaffung in Anspruch nehmen. ●



Literatur

1. Ryan T, et al. 2016. Wearable performance devices in sports medicine. SPH. 8, 1: 74-78
2. VBG. 2021. Prämienkatalog ab 2020 - Sportunternehmen mit bezahlten Sportlerinnen und Sportlern für das Prämienverfahren der VBG. Hamburg: VBG
3. Klein C, et al. 2021. VBG-Sportreport 2021 – Analyse des Verletzungsgeschehens in den zwei höchsten Ligen der Männer: Basketball, Eishockey, Fußball, Handball. Hamburg: VBG
4. Keller M, et al. 2016. Zurück zum Pre Injury nach Verletzungen der unteren Extremitäten - eine Einteilung funktioneller Assessments. Man. Ther. 20: 16-18
5. VBG 2015. Return-to-Competition - Testmanual zur Beurteilung der Spielfähigkeit nach Ruptur des vorderen Kreuzbands. Hamburg: VBG
6. Jon E, et al. 2021. The Biomechanical Basis of Training. London: Routledge

Die Bauart der Sensorsohle unterscheidet sich kaum von einer normalen Einlegesohle.

Es stehen bebilderte Instruktionen und Videos zur Verfügung.

- 7. VBG 2015. Präventivdiagnostik für den bezahlten Sport - Test-manual zur Präventivdiagnostik im Rahmen des VBG Prämien-verfahrens. Hamburg: VBG
- 8. Cramer LA, et al. 2022. Validity and reliability of the insole instrumented shoe insole for ground reaction force measurement during walking and running. Sensors 22, 2203
- 9. Laffaye G, et al. 2006. Upper-limb motion and the drop jump: Effect of expertise. J. Sp. Med. Phys. Fit. 46, 2: 238-247
- 10. He J, et al. 2022. Is remote active feedback gait retraining comparable to in-person retraining 2 years post anterior cruciate ligament reconstruction? Ost. Cart. 30, 1: S153
- 11. Larwa J, et al. 2021. Stiff landings, core stability, and dynamic knee valgus: a systematic review on documented anterior cruciate liga-ment ruptures in male and female athletes. Int. J. Environ. Res. Public Health 18, 7: 3826

Raphael Ziegler

Er ist als freier Mitarbeiter für die Strategieentwicklung bei Moticon tätig und unterstützt operativ die Bildung neuer Vertriebsstrukturen. Seine Ausbildung als Physiotherapeut und die Master-Studiengänge in Sportphysiotherapie (M. Sc.) und Business Administration (MBA) geben ihm das fachliche Rückgrad für seine Passion: digitale Gesundheitsprodukte für die Physio-Praxis nutzbar zu machen. Er war vor seiner aktuellen Tätigkeit unter anderem in leitender Funktion beim Aufbau eines Physio-Praxisnetzes und als Physiotherapeut tätig. raphael.ziegler@moticon.com



Maximilian Müller

Er ist Co-Gründer und CEO von Moticon und operativ für die Bereiche Geschäftsentwicklung, Vertrieb sowie Hardware-Entwicklung und Produktion verantwortlich. Seit seinem Ingenieurs-studium und der Promotion im Bereich Sporttechnologie in Deutschland und USA arbeitet er mit Moticon daran, möglichst vielen Wissenschaftlern, Trainern und Therapeuten mobile bio-mechanische Bewegungsanalysen zum Nutzen von Sportlern und Patienten verfügbar zu machen. maximilian.mueller@moticon.com



Optica Viva

Eine gute Praxissoftware ist nicht nur auf dem neuesten Stand. Sie denkt schon jetzt an die Zukunft.

Optica Viva für Heilberufe: Bereit für eine voll-umfängliche Nutzung der Telematikinfrastruktur.

- ✓ KIM-Dienst ist integriert
- ✓ TI-Modul in der Software
- ✓ Berichte an Ärzt:innen senden
- ✓ Rezeptkorrekturen von Ärzt:innen anfordern
- ✓ freie Nachrichten an Ärzt:innen schicken

! Jetzt kostenlos testen und selbst überzeugen: opticaviva.de

