Wearable-Based Machine Learning Score for Fatigue: Initial Clinical Validation

Jan Franco[1], Mitra Tewes[1], Gregor Zaun[2], Yasmin Zaun[2], Hans Lennard Schneidewind[3], Jürgen Dukart[3,4], Tim Fellerhoff[4,5], Caroline Ressing[6], Felix Wichum[6]

[1]Department of Palliative Medicine, University Hospital Essen, University of Duisburg-Essen [2] Department of Medical Oncology, West German Cancer Center, University Hospital Essen; [3] Institute of Neuroscience and Medicine, Brain and Behaviour (INM-7), Research Centre Juelich; [4] Institute of Systems Neuroscience, Medical Faculty, Heinrich Heine University Düsseldorf; [5] Fimo Health GmbH; [6] Fraunhofer IMS, University of Duisburg-Essen

gefördert durch das Land Nordrhein-Westfalen

Hintergrund

Fatigue ist ein belastendes Symptom bei Tumorpatienten. Der FACIT-F erfasst das subjektive Erleben valide, jedoch nur zu einzelnen Zeitpunkten. Wearable-Signale könnten die Erfassung im Alltag ergänzen. Ihr zusätzlicher Informationswert gegenüber dem Fragebogen muss für die klinische Anwendung empirisch belegt werden.

Ziele

Entwickelt wurde ein Machine Learning Fatigue-Modell (ML-F), das Wearable-Daten mit dem Baseline-FACIT-F kombiniert. Untersucht wurden die Erkennung aktueller FACIT-definierter Fatigue, der Zusammenhang mit der gesundheitsbezogenen Lebensqualität und ein möglicher Zusatznutzen über den Baseline-FACIT-F hinaus. Diese Analysen bilden die zentralen Validitätsaspekte ab.

Methodik

132 Studieneinschlüsse

110 onkologische Teilnahmen

+ 22 gesunde Kontrollteilnahmen

Onkologische Stichprobe

Alter	**58,1 ± 9,6 Jahre**
Geschlecht	**57 Frauen · 53 Männer**
Metastasiert	**n=95 · 86,4%**
Fatigue Baseline	**56/100 · 56 %** FACIT-F ≤30

Häufigste Tumorentitäten (n)

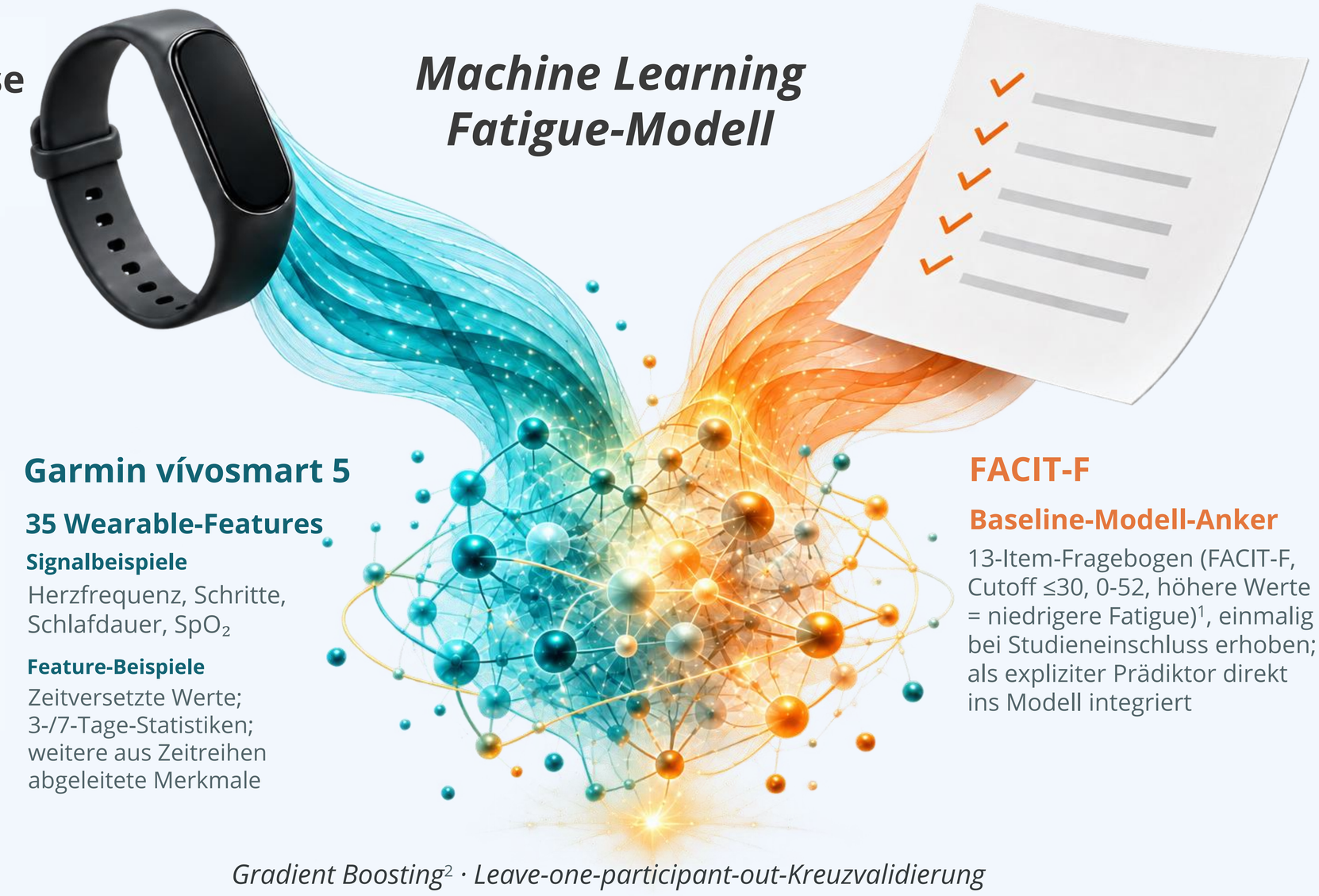
Gastrointestinal	26
Lunge	25
Binde-/Weichteil	17
Weitere	42

Kohorte 1 · 8 Wochen

Tumorgruppe und Kontrollen · n = 72/22

Kohorte 2 · 4 Wochen

Tumorgruppe · n = 38 · 12 Wiederteilnahmen

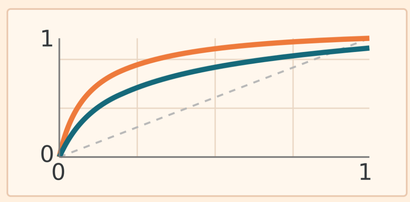


Ergebnisse

01 Diskrimination über Woche 2–8

0,852
AUC gesamt
95%-KI 0,785–0,907

0,779
AUC Tumorgruppe
95%-KI 0,694–0,855



357 wöchentliche Vergleiche · 86 Personen

02 Datenoptimierter Cutoff

Ausgewogeneres Verhältnis von Sensitivität und Spezifität

ML-F	Sensitivität	Spezifität	F1
≤30	60,9 %	86,2 %	0,661
≤33,84	**83,5 %**	**71,9 %**	**0,723**

03 Gesundheitsbezogene Lebensqualität (EQ-5D-5L)

β=+0,400 P<,001 **R²=16,0 %**

Modell = Baseline-FACIT-F + wöchentlicher ML-F

Baseline: R²=23,35 % → mit Modell: R²=23,75 %

Zusätzlicher Beitrag des ML-F: ΔR²=0,40 Prozentpunkte

04 Explorative Laboranalyse

15 Parameter, darunter Hämoglobin, CRP, Leukozyten, TSH, Elektrolyte und Nierenfunktion

Albuminkorrigiertes Calcium **r=0,662** P=,026 q=,199 · n=11

Nach Benjamini-Hochberg-Korrektur kein bestätigter Laborbefund

Diskussion

Das ML-F zeigte eine gute Diskrimination aktueller Fatigue und einen plausiblen Zusammenhang mit der gesundheitsbezogenen Lebensqualität. Die Trennschärfe blieb auch im erweiterten Beobachtungszeitraum vergleichbar. Ein zusätzlicher, statistisch nachweisbarer Beitrag über den bereits im Modell enthaltenen Baseline-FACIT-F hinaus ließ sich jedoch nicht belegen. Er blieb der stärkste Einzelprädiktor. Ein am FACIT-F verankertes, kontinuierlich erhobenes Signal könnte dennoch zwischen Fragebogenzeitpunkten häufigere Schätzungen der Fatigue ermöglichen. Dies sollte in weiteren Studien mit Blick auf Kalibrierung, Veränderungssensitivität und klinischen Nutzen geprüft werden. Die Generalisierbarkeit der Ergebnisse ist durch das monozentrische Studiendesign, die begrenzte Größe der zweiten Kohorte und die teilweise Überschneidung der Kohorten eingeschränkt.

Schlussfolgerung

Das ML-F unterschied aktuelle Fatigue gut und zeigte erwartete Zusammenhänge mit klinisch relevanten Endpunkten wie der Lebensqualität. Ob er über den Fragebogen hinaus zusätzliche longitudinale Informationen liefert, sollte in einer unabhängigen prospektiven Studie mit besonderem Fokus auf die Veränderungssensitivität untersucht werden.

Abbildungen wurden mit OpenAI (ChatGPT Sol 5.6) generiert.

Literatur · [1]Yellen et al. J Pain Symptom Manage. 1997;13:63–74. · [2]Friedman. Ann Stat. 2001;29:1189–1232.

Förderung: ZukunftBIO.NRW, Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen. Keine Einflussnahme auf Studie oder Publikation.

Kontakt: jan.franco@uk-essen.de

Interessenskonflikte: Keine.