

Individuelles Trainingsgerät für den Rücken entwickelt

GyroTrainer mit künstlicher Intelligenz

Forschende der Technischen Universität München (TUM) haben in Kooperation mit Partnerunternehmen ein Trainingsgerät entwickelt, mit dem die Rückenmuskulatur eines Menschen je nach dessen Fitness gestärkt werden kann. Der so genannte GyroTrainer ermöglicht ein Training des Rückens, das individuell an die Fähigkeiten des Menschen angepasst ist.

Rückenschmerzen sind eine Volkskrankheit. Knapp 18 Prozent der Krankmeldungen gehen aufs Konto von Muskel-Skelett-Erkrankungen, allen voran Rückenbeschwerden, so Zahlen im aktuellen DAK Gesundheitsreport 2023. Nachdem Rückenschmerzen im vergangenen Jahr 2022 sogar auf Platz 1 der Einzeldiagnosen rangierte, liegen sie nun noch immer weit vorne, direkt hinter COVID-19 und Infektionen der Atemwege. Erfreulicherweise ist der Anteil am Krankenstand insgesamt leicht zurückgegangen, von 6,5 Prozent auf 5,3 Prozent im aktuellen Bericht. Dennoch: „Selbst Jugendliche klagen heute vermehrt über Rückenschmerzen, das ist nicht erst seit den Corona-Lockdowns ein Trend“, sagt Prof. Rainer Burgkart aus dem Klinikum rechts der Isar der TU München. Schon in der Krankenlaststudie Burden 2020 des Robert Koch Instituts (RKI) mit über 5.000 Patienten in Deutschland stellte sich heraus, dass fast zwei Drittel der Befragten (61,3 Prozent) im Jahr vor der Befragung unter Rückenschmerzen litten. 55 Prozent der Frauen und 48,6 Prozent der Männer klagten über Schmerzen im unteren Rücken und jede dritte Frau (32,6 Prozent) und jeder fünfte Mann (22 Prozent) über Schmerzen im oberen Rücken. Den volkswirtschaftlichen Schaden hat das Institut für Gesundheitsökonomie und Management im Gesundheitswesen der LMU schon vor einigen Jahren auf knapp 50 Milliarden Euro beziffert. Was tun? „Physiotherapie und gezieltes Muskel- und Koordinationstraining sind sehr effektiv und werden bei den oft diagnostizierten unspezifischen Rückenschmerzen oft verschrieben“, sagt Orthopäde Burgkart, „ist diese gezielte Behandlung beendet, verfallen die Patienten jedoch meist wieder in alte Verhaltensmuster und die Rückenmuskulatur wird wieder schwächer.“ Eine Erfindung der TUM und des Klinikums rechts der Isar soll künftig zu einem nachhaltigen und maßgeschneiderten Training des Rückens beitragen – der GyroTrainer.

GyroTrainer: Algorithmus entscheidet über die Intensität des Trainings

Mit dem „GyroTrainer“ hat Burgkart in Zusammenarbeit mit dem Munich Institute of Robotic and Machine Intelligence (MIRMI) der TUM, dem Fitnessgerätehersteller Erhard Peuker GmbH und Hard- und Softwarespezialist B&W Embedded Solutions GmbH innerhalb eines knapp dreijährigen Förderprojektes ein Trainingsgerät entwickelt, das die Rückenmuskulatur stärkt und individuell an die Fähigkeiten der Personen angepasst werden kann. Als Basis dient eine runde Plattform mit einem Durchmesser von etwa 50 Zentimetern, die sich nach vorne und zur Seite kippen und noch dazu drehen kann. Sie ist dem „Gyroskop“ nachgeahmt, einem Kreisel, der durch seine besondere Konstruktion in verschiedensten Konstellationen sein Gleichgewicht halten kann.

Balanceboard diente als Ausgangspunkt für das Forschungsprojekt

Ähnlich ist es bei dem GyroTrainer, bei dem es darum geht, sich auf eine Plattform zu stellen und das Gleichgewicht zu halten. Darunter befinden sich Sensoren und Elektromotoren, die Gewichtsverlagerungen des Menschen registrieren und die Scheibe kippen und drehen können. Die

Herausforderung liegt darin, die Balance halten zu können, denn das Trainingsgerät verhält sich wie ein Wackelbrett, nur dass dessen Steifigkeit variabel ist und festgelegt werden kann. „Das Gerät passend einzustellen ist nicht einfach und individuell“, sagt die Forscherin Elisabeth Jensen aus dem MIRMI, „zunächst müssen wir die passende Steifigkeit für die jeweilige Person ermitteln.“ Wird die Balance bei einer definierten Steifigkeit über einen gewissen Zeitraum zuverlässig eingehalten, entscheidet ein Lernalgorithmus, auf welchem Steifigkeitsniveau die Plattform voreingestellt werden sollte, um die Nutzerin bzw. den Nutzer nicht zu über- aber auch nicht zu unterfordern.

Gaming-Ansatz: Rückentraining per Computerspiel

Dann beginnt das eigentliche Training. „Unsere Kooperationspartner haben ein Computerspiel entwickelt, das über die Bewegungen auf der Plattform gesteuert werden muss“, erläutert TUM-Forscherin Jensen. Nach dem Vorbild des Computerspiels Space Invaders schießt das eigene Raumschiff automatisch in regelmäßigen Abständen gegen die Angreifer, während es ständig dem Beschuss ausweichen muss. „Das erfordert Geschick und Konzentration“, erläutert Jensen. Je geringer die Steifigkeit der Plattform, umso schwieriger ist es, stabil zu stehen und das Raumschiff zu steuern. „Zusätzlich ist es möglich, Störungen einzubauen“, erläutert Orthopäde Burgkart. Dann dreht sich die Plattform plötzlich nach rechts oder links, so dass es noch einmal komplizierter wird, die Balance zu halten. „Erst ist die Plattform eher steifer, dann nachgiebiger und zuletzt gibt es für besonders gut Trainierte noch zwischendurch einen Extraschubs“, erläutert Burgkart, dessen Team bei Probandinnen und Probanden anhand von Elektromyogrammen (EMG) festgestellt hat, dass sich die für die Wirbelsäulenstabilität wichtige Bauch- und Rückenmuskulatur gut ansprechen lässt und die Anforderungen durch die Drehbewegung nochmal steigen. Je geringer die Steifigkeit des Systems und je mehr plötzliche Drehbewegungen, umso höher die Anforderungen für die Muskulatur. „Balancebewegungen gehören zu den effektivsten Methoden“, sagt Burgkart. Besonders präventiv sollte das neue Trainingsgerät seiner Ansicht nach eingesetzt werden, sowohl bei so genannten primären Patienten, die „eher gefährdet“ sind, als auch bei sekundären, die in der Vergangenheit bereits unter Rückenschmerzen gelitten haben.

Die nächsten Schritte: Vom Konzept zum Produkt

Nach knapp drei Jahren Forschung ist nun klar: Technisch funktioniert der GyroTrainer und erfüllt seinen medizinischen Zweck. „Dafür, dass er als Produkt eingesetzt werden kann, stehen noch ein paar Schritte bevor“, sagt Prof. Burgkart. Wichtigste Anforderung für die Zukunft: Das Gerät, das augenblicklich zur Sicherheit noch von Forschern der TUM bedient werden muss, sollte später einmal nicht nur ohne Physiotherapeut oder Trainer auskommen, sondern auch während des Einsatzes in der Lage sein, sich dynamisch den Fähigkeiten der jeweiligen Person anzupassen. Schon heute ermittelt der Gyrotrainer eigenständig die individuelle Steifigkeit per Annäherung und kann sie jederzeit anhand der gemessenen Daten anpassen. Künftig entscheidet die künstliche Intelligenz des Geräts als autarke und sichere Logik nicht nur, mit welcher Steifigkeit begonnen wird, und welchen Schwierigkeitsgrad die zugehörigen Spieloptionen haben sollten. Er kann sich darüber hinaus auch an die Tagesform, die Ermüdung und den Trainingsfortschritt anpassen. Letzte wichtige Anforderung an den neuen Rückentrainer: Er sollte in jedes Wohnzimmer passen: „Er muss mobil sein, so dass man regelmäßig trainieren kann, ohne dafür zum Physiotherapeuten gehen zu müssen“, so die Vorstellung von Prof. Burgkart.

Elisabeth Jensen; Reihaneh Mirjalili; Kim Peper; Dennis Ossadnik; Fan Wu; Jan Lang; Matthias Martin; Florian Hetfleisch; Rainer Burgkart; Sami Haddadin; Individualized Training of Back Muscles Using Iterative Learning Control of a Compliant Balance Board; [International Conference on Rehabilitation Robotics \(ICORR\)](https://ieeexplore.ieee.org/document/10304810/), 2023; <https://ieeexplore.ieee.org/document/10304810/>