

Die digitale Signatur des spastischen Gangbildes: Selbstlernende Algorithmen zur Berechnung von klinisch relevanten Gangparametern

Projektleiter



Universitätsklinikum Erlangen
Molekulare Neurologie
Schwabachanlage 6
91054 Erlangen

Dr. phil. Heiko Gaßner, leitender Sportwissenschaftler

Mitantragsteller



Dr. med.
Martin Regensburger



Prof. Dr. med.
Jochen Klucken



Prof. Dr. med.
Jürgen Winkler

Hintergrund

Seit etwa 10 Jahren beschäftigen wir uns mit der Erfassung von Gangmustern bei Patienten mit Bewegungsstörungen mittels sensorbasierter Ganganalyse. Dabei werden kleine tragbare Sensoren an den Schuhen angebracht, um das Gangmuster während des Gehens zu messen. Die eingesetzten Inertialsensoren messen Beschleunigungs- und Drehwinkelsignale, die mithilfe selbstlernender Algorithmen eine digitale Signatur des spastischen Gangbildes erstellen und in klinisch bewertbare Gangparameter überführen wie z.B. Ganggeschwindigkeit, Schrittlänge und Stand-/Schwungphase. Bislang ist allerdings bei HSP-Patienten eine aufwändige manuelle Nachbearbeitung der aufgezeichneten Sensorsignale notwendig.

Notwendigkeit zur Anpassung des bestehenden Algorithmus

Für den Algorithmus wurde als ein wesentlicher Marker für die Schritterkennung bisher der Kontakt der Ferse mit dem Boden definiert (Abbildung 1). Bei HSP-Patienten ist der Fersenkontakt durch den Scherengang im Rahmen der Adduktorenspastik und Spastik der Muskulatur im Bereich des Unterschenkels (M. triceps surae) weniger oder nicht gegeben (Abbildung 2). Durch die damit verbundene Plantarflexion im oberen Sprunggelenk kommt es zum Spitzfußgang mit Supinationsfehlstellung, was zur Folge hat, dass der bestehende Algorithmus eine Extraktion von Gangparametern nicht sicherstellen kann. Daher muss der Algorithmus in einem aufwändigen manuellen Prozess durch Informatiker an diese spezifische Gangsignatur von HSP-Patienten angepasst werden. Für den Einsatz dieses

Algorithmus in der klinischen Praxis sowie bei der Datenerhebung im Alltag der HSP-Patienten ist eine Standardisierung mit Vollautomatisierung der Gangsignatur zwingend erforderlich.

Ziele dieses Projekts

Mit diesem Projekt verfolgen wir das Ziel, selbstlernende voll automatisierte Algorithmen zur Erfassung der digitalen Signatur des spastischen Gangbilds für den klinischen Alltag und den Einsatz außerhalb der Klinik zu entwickeln. Mit diesen Algorithmen können ohne weitere manuelle Anpassung automatisch klinisch-bewertbare Gangparameter zur Verfügung gestellt werden. Dazu werden die Algorithmen mit Gangdaten „trainiert“, um ein Programm zu implementieren, mit dem die Sensorsignale direkt am Ort der Entstehung (Klinik/ Wohnbereich) in Echtzeit registriert und prozessiert werden können. Somit stehen direkt nach dem Gehen aussagekräftige Messergebnisse zur Verfügung.

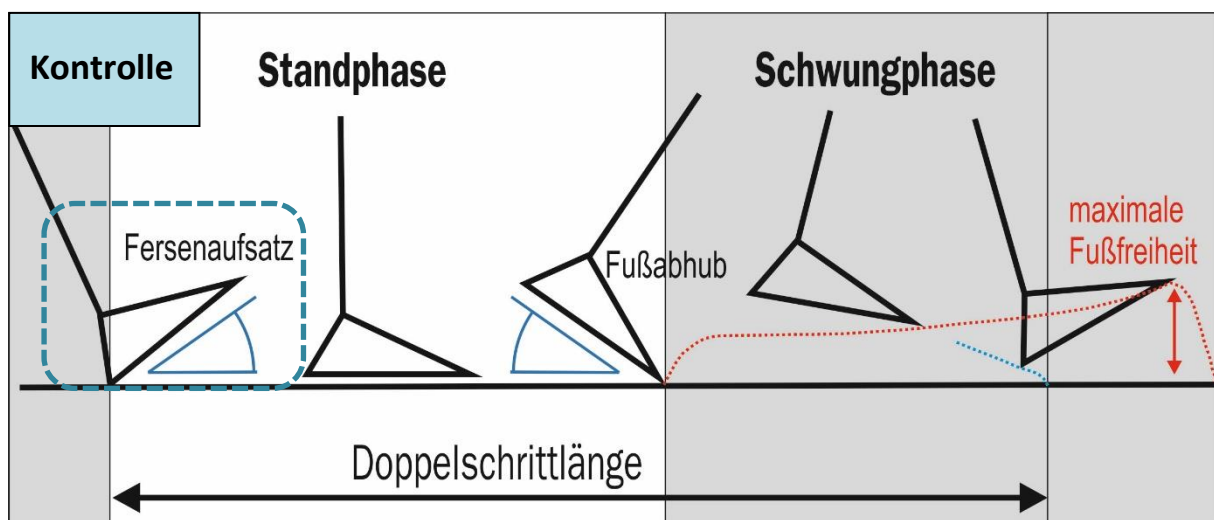


Abb. 1: Nicht eingeschränkter Gangzyklus einer gesunden Kontrollperson mit den wesentlichen Merkmalen, die für die Schritterkennungs-Algorithmen notwendig sind. Bildquelle: Raccagni, Gaßner et al., 2018, Brain and Behavior, modifiziert.

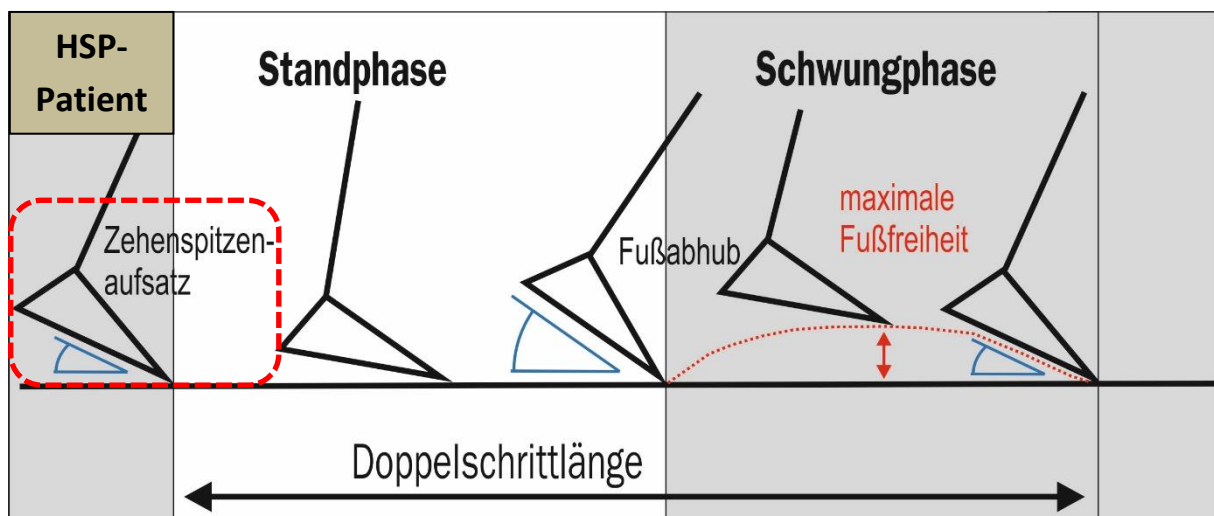


Abb. 2: Durch eine spastische Tonuserhöhung der Plantarflexoren des Unterschenkels (M. triceps surae) häufig kombiniert mit einer Fußheberparese kommt es zu einem pathologischen Gangmuster mit fehlendem Fersenaufsatz bei HSP-Patienten.

Nutzen für HSP-Patienten

Ein HSP-spezifischer Algorithmus unterstützt die objektive Bewertung von spastischen Gangmustern. Insbesondere die Beurteilung des Krankheitsverlaufs und das Ansprechen auf Therapiemaßnahmen kann wesentlich durch objektive Gangparameter unterstützt werden. Für betreuende Ärzte und Physiotherapeuten, aber noch mehr für HSP-Patienten besteht der Mehrwert darin, nach Abschluss der Studie zusätzliche objektive Parameter zur Diagnostik, Bewertung des Gangbildes im Krankheitsverlauf und zum Therapie-Monitoring zu erhalten. Beispielsweise kann der Effekt einer Botulinumtoxin A- oder Physiotherapie-Behandlung auf das Gangbild objektiv durch Gangparameter belegt werden, was sowohl zur Optimierung der Therapie dient (z.B. Dosisanpassung), als auch den Erstattungsprozess durch die Krankenkasse deutlich erleichtert. Aktuell ist die Behandlung mit Botulinumtoxin A aufgrund der fehlenden Zulassung für die Therapie der spastischen Gangstörung eine Einzelfall-entscheidung. Durch die objektivierbare Ganganalyse rückt erstmals eine Zulassungsstudie in eine erreichbare Nähe. Ebenso können neue Behandlungsverfahren oder Medikamente mit diesen digitalen Biomarkern bewertet werden.

Das in diesem Projekt verwendete Ganganalyse-System „Mobile GaitLab“ der Portables Healthcare Technologies GmbH wird in diesem Jahr (3. Quartal 2020) zum Medizinprodukt zugelassen und steht danach für den Einsatz in der Praxis zur Verfügung.

Neben dem Universitätsklinikum Erlangen verwenden inzwischen die Universitätsklinika Tübingen und Essen das am Standort Erlangen entwickelte Mobile GaitLab-System. Durch diesen multizentrischen Einsatz der sensorbasierten Ganganalyse werden standardisiert große Datenmengen generiert, die zur Auswertung und Interpretation wieder zurück nach Erlangen fließen. Mit dieser enormen Datenbasis erhalten wissenschaftliche Ergebnisse eine deutlich größere Aussagekraft als bei einem monozentrischen Ansatz (z.B. Verwendung nur in Erlangen). Somit kann nicht nur das Gangmuster von HSP-Patienten besser interpretiert werden, sondern es wird die Grundlage dafür geschaffen, Therapiemaßnahmen flächendeckend in Deutschland anzubieten und deren Nutzen gegenüber Krankenkassen überzeugend zur Kostenerstattung darzulegen.