

High-Speed-Kameras revolutionieren Ganganalyse

Ein neues bildbasiertes System verbessert die klinische Ganganalyse. Schnellere und einfachere Diagnose von Gangstörungen erleichtern die Therapieplanung und Nachsorge.

Prof. h. c. Dr. Walter Strobl, Klinik für Kinder-, Jugend- und Neuroorthopädie, Krankenhaus Rummelsberg

Der menschliche Gang ist durch komplexe, fein aufeinander abgestimmte Bewegungsfolgen gekennzeichnet, die ein Zusammenspiel der Knochen, Gelenke, Muskeln, Sehnen und Bänder des Bewegungsapparates ermöglichen. Viele Faktoren, wie Funktionsstörungen des Bewegungsapparates oder Schmerzen, beeinflussen diesen Bewegungsablauf und können zu Gangstörungen führen. Gangstörungen und deren Ursachen benötigen oftmals eine frühe Diagnostik und Behandlung, um folgend kompensatorisch auftretenden Problemen, wie Bewegungseinschränkungen und einseitigen Belastungen, rechtzeitig vorzubeugen. Eine isolierte Betrachtung einzelner Gelenke oder Muskeln kann zwar helfen, die Symptome einer Gangstörung zu erkennen und zu lindern, nicht aber die Problemursachen zu verstehen und langfristig zu beseitigen. Da das menschliche Auge nur in einem begrenzten Umfang Bewegungsabläufe erfassen und verarbeiten kann, ist die Untersuchung des komplexen Zusammenspiels im Bewegungsablauf nur durch eine technische Ganganalyse möglich. Dadurch ist Ganganalyse ein wertvolles diagnostisches Hilfsmittel für den behandelnden Arzt und Therapeuten.

Um ein Gangmuster vollständig beschreiben zu können, müssen eine Vielzahl biomechanischer Messmethoden miteinander verbunden werden. Modernste Technologie erlaubt heutzutage eine dreidimensionale Erfassung des Gehens sowie die Analyse der Muskelaktivität, Kräfte und Momente im Körper beim Gehen und Laufen. Um die Bewegungen der Gelenke zu erfassen, werden kleine reflektierende Marker an anatomisch wichtigen Punkten am Körper angebracht, um diese dann dreidimensional zu rekonstruieren. Daraus lassen sich mit komplexer Mathematik die Kräfte berechnen, denen der Körper ausgesetzt ist. So können Überbelastungen sowie ihre funktionelle Ursache diagnostiziert werden.

Erweiterte Diagnosemöglichkeiten durch High-Speed-Kameras

Um die Position der Marker zu erkennen, wurden bisher vor allem Infrarotkameras eingesetzt, die jedoch lediglich die Position der Marker im Raum rekonstruieren und



Abb. 1: Einfach, schnell, realistisch: Im bildbasierten System reichen wenige Marker aus, um eine aussagefähige Ganganalyse zu erstellen.

ein abstraktes Strich-Männchen-Modell des Patienten erstellen können. Heutige Computer- und Kamertechnik mit hohen Verarbeitungsgeschwindigkeiten und neuesten Algorithmen sind in der Lage, weit mehr zu leisten, als die traditionelle Rekonstruktion von Markern. Ganz neu ist die Nutzung von industriellen High-Speed-Kameras. High-Speed-Kameras zeigen zusätzlich, neben den rekonstruierten Markern im Raum, noch ein aussagekräftiges Videobild des Patienten. Die traditionelle Analyse von 3-D-Markern ist weiterhin in gleicher Geschwindigkeit und Qualität möglich wie bei den Infrarotsystemen. Bei komplexen Fragestellungen ist dies auch notwendig, um die genauen Gelenkstellungen und Gelenkbelastungen zu erfassen. Vor allem dann, wenn mehrere Gelenkebenen betroffen sind. Das neue bildbasierte Verfahren ermöglicht darüber hinaus jedoch einfache Bewegungsanalysen und markerlose Messungen, die vor allem im klinischen Alltag von hohem Nutzen sind. Vor allem bei Vor- und Kontrolluntersuchungen sowie bei Überprüfungen von Hilfsmittelversorgungen bieten sich die schnelleren und einfacheren Videoanalysen an.

Bildbasiertes Verfahren verkürzt Diagnosedauer

Die neuen bildbasierten Analysensysteme erlauben ein schnelles klinisches Feedback mittels Echtzeit-2-D-Kinematik auf dem Video, Kraftvektorüberlagerung zur Einschätzung von Drehmomenten und Videos mit Muskelaktivierungsprofilen. Der Zeitaufwand für eine einfach klinische Messung ist mit durchschnittlich 20–30 Minuten sehr gering und erlaubt Arzt und Therapeut ein leicht zu interpretierendes klinisches Bild der Bewegung. Eine vergleichbare 3-D-Messung dauert zwischen 60 und 120 Minuten.

Markerlose Analyse im Klinikalltag von Vorteil

Neben der einfachen klinischen Messung erlaubt die bildbasierte Ganganalyse,



Prof. h. c. Dr. Walter Strobl, Chefarzt Klinik für Kinder-, Jugend- und Neuroorthopädie, Krankenhaus Rummelsberg

3-D-Analysen auch ohne Marker anzufer-tigen. Dabei wird aus dem Videobild der High-Speed-Kameras eine 3-D-Silhouette des Patienten extrahiert und zu einem 3-D-Skelettmodell mithilfe der Software generiert. Dieses Verfahren bietet große Potentiale, da es die Einsetzbarkeit der Ganganalyse stark erweitert. Patienten müssen vor einer Analyse nicht mehr speziell vorbereitet und markiert werden, sondern gehen einfach durch den Analyserraum. Dies spielt vor allem in der Kinderorthopädie, aber auch bei Untersuchung mehrfachbehinderter Patienten eine große Rolle, da die Bemerkung hier bisher besondere Herausforderung an das Klinikpersonal stellte und zeitlich aufwendig war. Das System ist auf Basis der 3-D-kalibrierten Videoaufnahmen nun in der Lage, 3-D-Bewegungsdaten zu extrahieren und sofort Ganganalyseparameter zur Verfügung zu stellen – ganz ohne Marker. Erste Studien mit diesem einfach anzuwendenden Verfahren haben gezeigt, dass die Ergebnisse aus der Silhouettenerfassung mit den Markerdaten in der Sagittalebene sehr hoch korrelieren, in der Frontalebene werden gute Ergebnisse erzielt. Lediglich in der Transversalebene werden mit

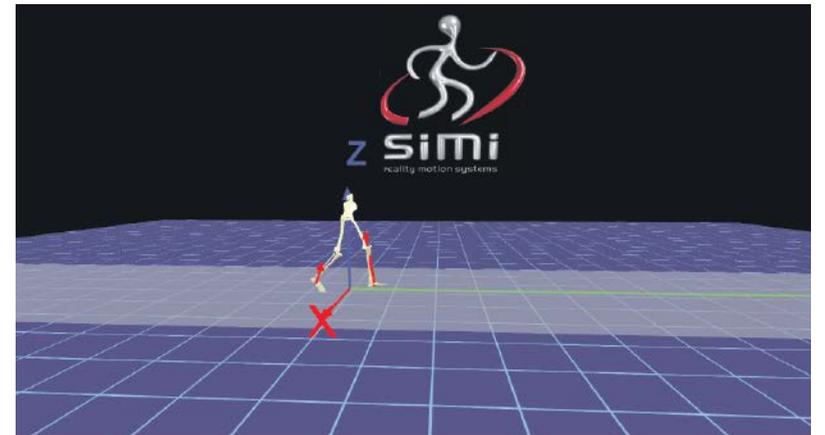


Abb. 2: Ein aus der Silhouette des Patienten generiertes Modell ermöglicht die 3-D-Analyse verschiedener Kräfte.



Abb. 3: Die neuen 3-D-Kameras können ein Gangbild in 2 Mio. Bilder pro Sekunde herunterbrechen. Das menschliche Auge erfasst mit 16 Bildern nur einen winzigen Bruchteil.

reinem markerlosen Tracking niedrigere Korrelationen erreicht. Probleme beim Silhouetten-Tracking treten vor allem in den Segmenten auf, bei denen sich die Silhouette während der Bewegung kaum ändert. Dies ist beim Becken, aber auch bei der Erfassung des Fußes der Fall. Um die Genauigkeit auch in diesen Segmenten zu verbessern, bietet das bildbasierte System die Möglichkeit, einige zusätzliche Marker zu verwenden, um hybrid zu arbeiten. Diese neue Technologie ist bildbasierten Systemen vorenthalten, da sie die technische Infrastruktur multipler, synchronisierter und kalibrierter High-Speed-Kameras brauchen.

Die bildbasierten Systeme zur Ganganalyse bieten zusammengefasst drei Möglichkeiten, die für den klinischen Alltag von höchster Relevanz sind:

- einfache klinische Messungen, die schnell und unkompliziert sind,
- komplexe markerbasierte 3-D-Messungen,
- markerlose 3-D-Messungen.

Bildbasierte Systeme zur Bewegungsanalyse bieten damit einen neuen technischen Standard in der Ganganalyse. Sie beherrschen sowohl traditionelle Analysemethoden wie auch neue innovative Ansätze, um Analysen einfacher und schneller zu machen. Sie können damit das gesamte Bedarfsspektrum eines klinischen Ganganalyselabors abdecken.

Diagnose, Therapie und Nachsorge verbessert

Mithilfe einer Ganganalyse können Operationen, Hilfsmittelversorgungen und physiotherapeutische Maßnahmen bei komplexen Gangstörungen oder belastungsabhängigen Schmerzen exakt geplant werden. Dies ist vor allem dann interessant, wenn deren Ursache durch die klinische Untersuchung nicht ausreichend sicher gefunden werden kann. Außerdem können die Auswirkungen von Fehlbelastungen besser nachvollzogen werden. Nach jeder konservativen und operativen Behandlung ist zudem eine rein objektive Erfolgskontrolle möglich. Im Krankenhaus Rummelsberg ist es möglich, das Video der Ganganalyse direkt im OP abzuspielen. Die haus-eigene Orthopädische Werkstatt nutzt die Daten der Ganganalyse, um passgenaue Hilfsmittel anzufertigen. Im Krankenhaus Rummelsberg führt die Klinik für Kinder-, Jugend- und Neuroorthopädie unter Leitung von Chefarzt Prof. h. c. Dr. med. univ. Strobl die neue Ganganalyse als Routineuntersuchung durch. Aber auch Patienten nach Schlaganfall, mit Parkinson und künstlichem Gelenkersatz können von einer Ganganalyse profitieren. Dadurch trägt die Ganganalyse zur Verbesserung der Mobilität und zur sozialen Integration vieler Patientengruppen bei.

| www.krankenhaus-rummelsberg.de |