

Die natürliche Vielfalt des Gehens – eine Herausforderung für die Diagnostik

Die Analyse des menschlichen Ganges ist seit vielen Jahren ein fester Bestandteil in den Bewegungswissenschaften und wird zur Beantwortung unterschiedlichster klinischer als auch wissenschaftlicher Fragestellungen herangezogen. Ein besonderer Fokus liegt hierbei auf der Untersuchung der Becken-Bein-Region, deren dreidimensionales Bewegungsverhalten mit Hilfe diverser Messmethoden heutzutage sehr gut analysiert werden kann.

Demgegenüber steht das im Vergleich dazu deutlich weniger beschriebene Bewegungsverhalten der Wirbelsäule. Die große Anzahl an vorhandenen Wirbelkörpern und deren räumliche Nähe zueinander, erschwerten bisher die dreidimensionale Bewegungserfassung im Gang mit den gängigen markerbasierten Messsystemen. Dadurch stellten entsprechende Untersuchungen lange Zeit eher ein Randgebiet der wissenschaftlichen und klinischen Ganganalyse dar, was zur Folge hatte, dass die Wirbelsäule beziehungsweise der Rumpf oft als weitgehend passiver „Passagier“ auf dem Becken betrachtet wurde, der selbst nicht wesentlich zur Fortbewegung beiträgt.

Mit Videorasterstereographie kann Bewegung der Wirbelsäule dreidimensional erfasst werden

Eine alternative Messmethode zur dreidimensionalen Bewegungserfassung der Wirbelsäule bietet jedoch seit einigen Jahren die Videorasterstereographie. Dabei handelt es sich um ein lichtoptisches, strahlen- und berührungsfreies Messverfahren, welches ursprünglich zur Verlaufskontrolle von Skoliosen entwickelt wurde. Mit Hilfe einer Kamera wird dabei ein lichtprojiziertes Linienraster auf der Rückenoberfläche erfasst und digital in Form eines dreidimensionalen „Gipsabdruckes“ abgebildet. Basierend auf erkennbaren anatomischen Fixpunkten auf der Oberfläche, kann im Anschluss ein dreidimensionales Modell der Wirbelsäule rekonstruiert und verschiedenste klinisch relevante Wirbelsäuleparameter abgeleitet werden.

Bei diesen handelt es sich sowohl um globale Parameter wie beispielsweise die thorakale Kyphose oder die lumbale Lordose, als auch um dreidimensionale Handlungs- und Bewegungsdaten jedes einzelnen Wirbelkörpers, vom siebten Halswirbelkörper bis zum vierten Lendenwirbelkörper, und des Beckens. Durch kontinuierliche Weiterentwicklung steht das Verfahren mittlerweile nicht mehr nur für Messungen im Stand, sondern auch für Analysen der Wirbelsäulenbewegung im Gang zur Verfügung und mit Geräten der neuesten Generation können sogar Untersuchungen der Wirbelsäule im schnellen Lauf durchgeführt werden.

MotionLab der Mainzer Universitätsmedizin erforscht den menschlichen Gang

Die Universitätsmedizin Mainz verfügt mit dem „MotionLab“ seit dem Jahr 2015 über ein dynamisches Videorasterstereographie-System und beschäftigt sich seither im Interprofessionellen Studienzentrum für Bewegungsforschung (ISZB) intensiv, in einer gemeinsamen Forschungsgruppe des Zentrums für Orthopädie und Unfallchirurgie und des Instituts für Physikalische Therapie, Prävention und Rehabilitation, mit der Analyse der menschlichen Wirbelsäulenbewegung im Gang. Bei einer durchgeführten Referenzdatenstudie mit 201 gesunden, schmerzfreien Teilnehmern, im Alter von 18 bis 70 Jahren, konnten dabei erstaunliche neue Erkenntnisse erlangt werden, die das funktionelle Verständnis der Wirbelsäulenrotation bei der Fortbewegung in Frage stellten.

So wurde bisher davon ausgegangen, dass sich ungefähr auf Höhe der mittleren Brustwirbelsäule ein Umkehrpunkt befindet, um den herum sich die funktionelle Verschraubung der Wirbelsäule während der Fortbewegung vollzieht. Entgegen diesem Verständnis, konnte jedoch mit der durchgeführten Studie bei einer Gehgeschwindigkeit von fünf Stundenkilometern beobachtet werden, dass die videorasterstereographisch gemessene Rotationsbewegung der Wirbelsäule durch das Becken eingeleitet wurde und alle darüber liegenden Wirbelkörper dieser Bewegung nacheinander von kaudal nach kranial folgten. Dieser Bewegungsablauf wiederholte sich einmal innerhalb eines standardisierten Gangzyklus.

Es wurde somit deutlich, dass es sich nicht um einen statischen, sondern um einen dynamischen Umkehrpunkt handelt, der sich in Abhängigkeit der Rotationsbewegung des Beckens, innerhalb eines Gangzyklus ebenfalls zweimal von kaudal nach kranial mitbewegt. In wieweit verschiedene Pathologien, aber auch regelmäßige sportliche Betätigung diese Bewegungsmuster der Wirbelsäule im Gang beeinflussen, untersucht die Arbeitsgruppe des ISZB derzeit in verschiedenen weiteren Forschungsprojekten.

Studie zeigt eine rechtsseitig verschobene Asymmetrie bei der Wirbelkörperrotation

Interessanterweise zeigte sich mit der durchgeführten Referenzdatenstudie außerdem, dass die Wirbelsäule der untersuchten gesunden Teilnehmer, nicht symmetrisch um die Nullstellung herumrotierte. Stattdessen wurde eine systematische, leicht rechtsseitig verschobene Asymmetrie bei der Wirbelkörperrotation erkennbar. Da eine vergleichbare Rotation auch im Stand auftrat, liegt die Vermutung nahe, dass es einen potentiellen, funktionellen Zusammenhang zwischen der statischen Haltung und dem entsprechenden Bewegungsverhalten der Wirbelsäule im Gang gibt.

Der Mensch scheint demnach, zumindest in der Transversalebene, um seine jeweilige Haltung „herumzugehen“. Es sind weitere Untersuchungen erforderlich, um diese Vermutung weiter zu überprüfen und sie auch in den anderen Bewegungsebenen zu untersuchen. Sollte sie sich jedoch bestätigen, hätte dies zur Folge, dass zukünftig weitaus differenziertere und individuellere Interpretationen von Messergebnissen aus Bewegungsanalysen erforderlich wären, da die persönliche Haltung eines jeden Patienten bei der Auswertung von Bewegungsdaten der Wirbelsäule immer individuell mitberücksichtigt werden müsste.

Auswertung zeigt große Vielfalt an unterschiedlichen Bewegungsmustern

Weiterhin machte die durchgeführte Studie sehr deutlich, dass die Wirbelsäulenbewegung in der Transversalebene einem sehr systematischen und harmonischen Muster folgt, sofern alle Probanden gemeinsam analysiert und als große Gruppe betrachtet wurden. Bei der Auswertung der Wirbelsäulenbewegung einzelner Individuen offenbarte sich jedoch gleichzeitig eine enorm große Vielfalt an unterschiedlichen Bewegungsmustern, welche durch die breite Streuung der individuellen Daten um die entsprechenden Mittelwerte der Gesamtgruppe deutlich wurden. Diese hohe interindividuelle Varianz der menschlichen Bewegung im Gang ist dabei nicht nur auf die Wirbelsäule beschränkt, sondern wurde auch für die Becken-Bein-Region bereits mehrfach in der Literatur beschrieben. Dass sich eine solche Vielfalt bereits bei gesunden, schmerzfreien Probanden zeigt, macht dabei deutlich, wie komplex die klinische Differenzierung zwischen physiologischen und pathologischen Haltungs- und Bewegungsmustern ist.

Das Interprofessionelle Studienzentrum für Bewegungsforschung wurde 2020 als gemeinsamer Forschungsbereich des Zentrums für Orthopädie und Unfallchirurgie und des Instituts für Physikalische Therapie, Prävention und Rehabilitation der Universitätsmedizin Mainz gegründet. Ziel ist es, durch Grundlagenwissenschaft als auch durch Anwendung von Bewegung in Aktivität und Partizipation nach den Kriterien guter wissenschaftlicher Praxis neue Erkenntnisse über die menschliche Bewegung zu erlangen.

Der Vergleich von individuellen Messergebnissen in Relation zu einer entsprechenden Referenzkohorte kann somit zwar einer ersten Orientierung und Einordnung dienen. Da jedoch nicht jedes Messergebnis, welches von einer entsprechenden Referenznorm abweicht, automatisch den Bedarf für eine therapeutische Intervention markiert, sollte dieser Abgleich nicht die alleinige Grundlage eines späteren Entscheidungsprozesses sein.

Vielmehr wird aus den aufgezeigten Gründen deutlich, dass zukünftig ein wichtiger Fokus auf der Entwicklung stärker individualisierter Bewertungskriterien für Messergebnisse von verschiedensten Ganganalysen liegen muss. Mit deren Hilfe sollen die individuellen Voraussetzungen der Untersuchten noch stärker berücksichtigt und so abgeleitete Therapieempfehlungen potentiell noch besser auf unterschiedliche Individuen abgestimmt werden können. Aufgrund der hohen Komplexität der zu analysierenden Daten, könnten hier zukünftig auch verstärkt KI-basierte Ansätze zum Einsatz kommen, mit deren Hilfe ungünstige Bewegungsmuster potentiell schneller erkannt und entsprechend präventive Maßnahmen frühzeitig ergriffen werden könnten.

Autoren



Janine Huthwelker
Institut für
Physikalische Therapie
Prävention und Rehabilitation
Universitätsmedizin Mainz

Foto: Universitätsmedizin Mainz/
Thomas Böhm



Dr. Ulrich Betz
Einrichtungsleiter
Institut für Physikalische Therapie
Prävention und Rehabilitation
Universitätsmedizin Mainz

Foto: am.pics



Univ.-Prof. Dr. Philipp Drees
Direktor
Zentrum für Orthopädie und
Unfallchirurgie
Universitätsmedizin Mainz

Foto: Universitätsmedizin Mainz/
Peter Pulkowski