

Annika Lewerenz

Dr. med.

## **Biomechanik und Pathomechanismen bei Patienten mit infantiler Zerebralparese und „stiff knee gait“ beim Treppensteigen**

Fach/Einrichtung: Orthopädie

Doktorvater: apl. Prof. Dr. rer. nat. Sebastian Wolf

Patienten mit bilateraler, spastischer infantiler Zerebralparese und stiff knee gait weisen aufgrund ihrer neuromuskulären Grunderkrankung beim Gehen in der Ebene eine verminderte maximale Beugung und ein eingeschränktes Bewegungsausmaß im Kniegelenk auf. Dies führt in erster Linie zu einer Reduktion der Schwungphasenfreiheit und damit zu dem Problem, den Fuß beim Gehen weit genug vom Boden anzuheben, um das Bein während der Schwungphase adäquat nach vorne zu führen. So schleifen diese Patienten beim Gehen in der Ebene gehäuft mit dem Fuß auf dem Boden, stolpern oder stürzen.

Treppensteigen als eine Aktivität des täglichen Lebens und Teil des geläufigsten Klassifikationssystems der Zerebralparese (dem Gross Motor Function Classification System) stellt im Vergleich zum Gehen in der Ebene eine wesentlich höhere Anforderung an das Kniegelenk dar. In erster Linie bedarf es beim Treppensteigen dabei einer Zunahme der maximalen Beugung im Kniegelenk. Damit wird genau der Bewegung eine Steigerung abverlangt, mit der die Patienten beim Gehen in der Ebene die meisten Schwierigkeiten haben.

Bislang gibt es keine Untersuchungen, ob und wie gut die Patienten Treppen steigen können und welche Mechanismen sie auf der Treppe nutzen, um eine ausreichende Schwungphasenfreiheit zu garantieren. Im Rahmen dieser Studie wurden die oben genannten Fragen beantwortet und der Bewegungsablauf von Patienten mit stiff knee gait beim Treppensteigen genauer beschrieben.

Es wurden 17 erwachsene Patienten mit bilateraler spastischer Zerebralparese und stiff knee gait sowie 25 gesunde Referenzprobanden beim Gehen in der Ebene und beim Treppensteigen mittels dreidimensionaler Ganganalyse und Elektromyographie untersucht. Im Rahmen der Ganganalyse wurde eine standardisierte körperliche

Untersuchung der unteren Extremität durchgeführt und die Patienten füllten zusätzlich einen Fragebogen mit Fragen zum Treppensteigen im Alltag aus.

Anhand der Daten der Ganganalyse wurden die Raum-Zeit-Parameter, die Kinematik und die Muskelaktivitäten der unteren Extremität der Teilnehmer beim Gehen in der Ebene und beim Treppensteigen bestimmt. Zusätzlich wurde eine systematische Videoanalyse der Patienten beim Treppensteigen durchgeführt.

Zum Vergleich der Daten innerhalb der Kohorten und Konditionen wurde das linear gemischte Modell verwendet und ein Signifikanzlevel von 0,05 angenommen. Eine Korrelationsanalyse zwischen dem Hauptparameter (maximale Kniebeugung in der Schwungphase) und ausgewählten Parametern der Ganganalyse erfolgte durch Bildung des Pearson- bzw. Spearman-Korrelationskoeffizienten.

Patienten mit stiff knee gait sind in der Lage, Treppen zu steigen und tun dies im Rahmen ihres täglichen Lebens regelmäßig. Die maximale Kniebeugung der Patienten beim Treppensteigen beträgt im Mittel  $74^\circ$  (hinauf) bzw.  $77^\circ$  (hinunter) und ist damit im Vergleich zur Ebene um rund  $+30^\circ$  erhöht. Interessanterweise tritt beim Hinabsteigen der Treppe der Zeitpunkt der maximalen Kniebeugung bei den meisten Patienten während der Standphase auf.

Beim Hinaufsteigen der Treppe zeigen die Patienten im Vergleich zur Ebene eine signifikante Zunahme in der Hüftabduktion von  $+3^\circ$ , beim Hinabsteigen der Treppe ist der kraniale Beckenschiefstand in der Frontalebene signifikant und um  $+2^\circ$  erhöht. Ein kontralaterales Vaulting durch eine Zunahme der Plantarflexion des Standbeins konnte auf der Treppe nicht beobachtet werden.

Somit wird eine ausreichende Schwungphasenfreiheit beim Treppensteigen von den Patienten in erster Linie durch die Erhöhung der Kniebeugung (in Kombination mit einer erhöhten Hüftbeugung) erreicht. Die Zirkumduktion (hinauf) bzw. die Kranialisierung des ipsilateralen Beckens (hinunter) tragen als Kompensationsmechanismen nur einen geringen Beitrag zur Erhöhung der Schwungphasenfreiheit bei.

Die Ursachen der Zunahme in der Kniebeugung auf der Treppe können im Rahmen der Studie nur vermutet werden. Die Kniebeugegeschwindigkeit nimmt trotz einer höheren Schrittdauer auf der Treppe zu und die Musculi Rectus femoris und Vastus lateralis zeigen keine eindeutige Veränderung in ihrer Aktivität in den Phasen hoher Kniebeugung.

Das Treppensteigen scheint im Allgemeinen einen konditionierenden Einfluss auf den sagittalen Bewegungsablauf der Patienten zu haben, da sich sowohl die Unterschiede zur Norm als auch die Unterschiede innerhalb der Patienten bei Betrachtung der Graphen der sagittalen Kinematik auf der Treppe verringern.

Im Rahmen der Studie konnten aufschlussreiche Beobachtungen bei Patienten mit stiff knee gait während des Treppensteigens gemacht werden. Die daraufhin aufgestellten Post-hoc-Hypothesen müssen in nachfolgenden Experimenten überprüft werden und können so zur Erarbeitung neuer therapeutischer Ansätze beitragen, die den Patienten letztendlich das Treppensteigen, das Gehen in der Ebene und damit ihr alltägliches Leben erleichtern.