

Gerhard-Gernot Zegowitz  
Dr. med.

## **Über die funktionelle Anatomie zweigelenkiger Beinmuskulatur beim menschlichen Gang und ihre Pathophysiologie bei spastischer Diparese**

Geboren am 05.12.1962 in Tauberbischofsheim

Reifeprüfung am 17.05.1982 in Tauberbischofsheim

Studiengang der Fachrichtung Medizin vom WS1992 bis SS1998

Physikum am 25.03.1995 an der Universität Heidelberg

Klinisches Studium in Heidelberg

Praktisches Jahr in Heidelberg

Staatsexamen am 05.11.1998 an der Universität Heidelberg

Promotionsfach: Orthopädie

Doktorvater: Prof. Dr. med Hans Jürgen Gerner

Bei der operativen Therapie von Patienten mit spastischer Diparese als Manifestation einer infantilen Zerebralparese haben sich unter anderem die sogenannten Multijoint-Operationen bewährt, bei denen durch Ablösung von Ursprung oder Ansatz zweigelenkiger Muskeln der unteren Extremität eingelenkige Muskeln geschaffen werden. Dadurch können, wie die klinische Erfahrung zeigt, pathologische Funktionsweisen an den betroffenen Gelenken gemildert und das Gangbild positiv beeinflusst werden. Auf der Suche nach den Ursachen für die funktionsverbessernde Wirkung operativer Eingriffe speziell an mehrgelenkigen Muskeln werden sowohl biomechanische als auch neuromuskuläre Aspekte diskutiert.

Aus biomechanischer Sicht liegt die Besonderheit mehrgelenkiger Muskeln in der Koppelung von Bewegungen benachbarter Gelenke. Diese von v. Baeyer bereits zu Beginn dieses Jahrhunderts beschriebene und als Transmissionswirkung bezeichnete Eigenschaft konnte in jüngerer Zeit mit den der instrumentellen Ganganalyse zur Verfügung stehenden Methoden reproduziert werden. Demnach dient Transmission unter Ausnutzung schwerkraftinduzierter Drehmomente an Gelenken in erster Linie der Ökonomisierung des Ganges und deshalb der Verminderung des energetischen Aufwandes.

Die gestörte zentralnervöse Ansteuerung zweigelenkiger Muskeln bei Patienten mit infantiler Zerebralparese führt in der Regel zu gesteigertem Muskeltonus bei gleichzeitigem Verlust an Bewegungskontrolle. Dieser Mangel an selektiver Innervierbarkeit wird durch ein als

Massenbewegungen bezeichnetes Repertoire an wenig modulierbaren isoformen Streck- und Beugesynergismen ersetzt, denen sich zweigelenkige Muskeln dadurch entziehen, daß sie als trajektorisches Bindeglied gegensinniger Gelenkbewegungen funktionieren.

In der vorliegenden Studie sollten physiologische Funktionsweisen zweigelenkiger Muskeln der unteren menschlichen Extremität einerseits sowie pathologische Funktionen bei spastischer Diparese andererseits untersucht werden. Dazu wurden kinematische, kinetische und elektromyographische Daten zur funktionellen Anatomie des M. rectus femoris, des M. gastrocnemius und der ischiokruralen Muskulatur gesunder Versuchspersonen verglichen und das Verhalten und die Wirkung dieser Muskeln unter Berücksichtigung entsprechender Gelenkbewegung, der Schwerkraft sowie ihrer eigenen Längenänderung bei gleichzeitiger Aktivierung untersucht.

Daneben wurde anhand der Daten von vier ausgewählten Personen mit spastischer Diparese versucht, Gemeinsamkeiten in den Veränderungen der ganganalytischen Zielparameter festzustellen.

Aufgrund der Auswertungen von Literaturmaterial und Meßergebnissen aus eigenem Ganglabor können für die untersuchten zweigelenkigen Muskeln gesunder Probanden Aktivierungsmuster und Wirkungen festgestellt werden, die sie als vorwiegend tonisch agierende Muskeln und zur Transmissionsfunktion geeignet ausweisen. M. rectus femoris und M. gastrocnemius zeigen ein gesteigertes Aktivitätsmuster vor allem dann, wenn in den von ihnen überbrückten Gelenken gegenläufige Bewegungen stattfinden und schwerkraftmotivierte Drehmomente am einen Gelenk an das benachbarte Gelenk übertragen werden können, um dort erforderliche Kräfte oder Bewegungen zu unterhalten. Bei den ischiokruralen Muskeln wird gesteigerte Aktivität physiologischerweise beim Übergang von der Schwung- in die Standphase registriert, die im Dienst einer Stabilisierung des Hüftgelenks interpretierbar ist.

Bei den vier Fallbeispielen mit der Diagnose „spastische Diparese“ zeigen die gewonnenen Meßdaten zusätzliche Signalanhebungen im Elektromyogramm der zweigelenkigen Muskeln jeweils dann, wenn den Muskel dehnende Gelenkbewegungen, die beim Gesunden im Sinne einer Transmission verwertbar sind, Dehnungsreflexe auslösen. Regelmäßig und am meisten augenfällig erscheint dies als Schwunghasenaktivität des M. rectus femoris.

Die beschriebenen Ergebnisse stützen die These, daß zweigelenkige Muskulatur ein typisch tonisches Kontraktionsverhalten zeigt und auch im Falle rein isometrischer Anspannung funktionell anatomisch wünschenswerte Wirkung entfalten kann, indem Gelenkdrehmomente in erforderliche Bewegung oder Stabilisierung benachbarter Gelenke transformiert werden.