



07 JAHRESBERICHT



Ludwig Boltzmann Institut
Elektrostimulation und physikalische Rehabilitation

Ludwig Boltzmann-Institut für Elektrostimulation und Physikalische Rehabilitation

(Prim. Univ. Doz. Dr. Dr. H. KERN):

Arbeitsschwerpunkte des Institutes 2007:

Arbeiten im Rahmen des **Interreg III A-Projektes „Verbesserung der Mobilität bei postoperativer Funktionsstörung („funktionelle Lähmung“) bei älteren Patientinnen mit Kniegelenkersatz“** im Jahr 2007:

Nach Genehmigung des Projekts wurden in Kooperation mit der Comenius Universität Bratislava Vorstudien an Sportlern in Bratislava zum Vergleich des Effektes von isokinetischem und isokinetisch-vibrierendem Training auf der neu entwickelten Leg-Press auf die Kraftentwicklung der Quadricepsmuskulatur, sowie auf funktionelle Fähigkeiten durchgeführt. Um die unterschiedlichen Auswirkungen auch auf histologischer und molekularbiologischer Ebene analysieren zu können wurden zusätzlich Muskelproben mittels Biopsien entnommen.

In einer weiteren Vorstudie an Seniorensportlern in Wien wurde der Einfluss der Vibrationsfrequenz auf den Kraftzuwachs bei vibrierendem Training auf einem neu entwickelten Kniedynamometer untersucht. Mit den Ergebnissen aus beiden Studien wurde das Trainingsprotokoll für die Patientenstudie an Patienten mit geplanter Knieendoprothesenoperation festgelegt.

Ein komplexes Untersuchungs- und Messprotokoll wurde entwickelt, um die neurophysiologischen, kinetischen, kinematischen und funktionellen Änderungen während der Studie zu erfassen. Es wird der Zustand der Patienten vor der Operation, nach der Operation, sowie vor und nach dem Training evaluiert. Erste Probestudien wurden bereits im Rahmen des Projekts mit den entwickelten Mess- und Trainingsprotokollen untersucht.

Die Patientenrekrutierung in Zusammenarbeit mit der orthopädischen Abteilung des Sozialmedizinischen Zentrums Baumgartner Höhe wurde bereits im Jahr 2007 begonnen und die randomisierte, klinische Studie wird Anfang 2008 starten.

Nach dem Abschluss des **EU-Projekts „RISE“** Ende Mai 2006 (EU) bzw. Ende Dezember (national) wurde die Analyse der im Projekt erhobenen Messdaten weitergeführt und in Kooperation mit den beteiligten Partnern wissenschaftliche Publikationen vorbereitet. Die Ergebnisse der klinischen Studie wurden im Rahmen der „Padua Muscle Days“ im Frühjahr und Herbst sowie beim neunten „Vienna International Workshop on Functional Electrical Stimulation“ in Krems präsentiert.

Die Patienten, die an der Studie teilgenommen und sich entschlossen haben das Training weiterhin durchzuführen, wurden 2007 am Institut weiter betreut.

Im Rahmen des **Impulsprogramm Projektes** des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie wurde das Projekt **„Mobilisierung spastisch gelähmter Patienten“** in Kooperation mit dem Institut für Biomedizinische Technik und Physik, Universität Wien (Prof. W. Mayr) und der Fa. Otto Bock weiter fortgeführt.

Von 15 eingeschlossenen Patienten (11 Männer, 4 Frauen) konnten 8 (4 Männer, 4 Frauen) abgeschlossen werden. Fünf Patienten haben die Studie vorzeitig aus persönlichen und zeitlichen Gründen beendet.

Die bis jetzt erhobenen Ergebnisse der Patientenstudie sind ausgewertet worden und wurden als vorläufige Ergebnisse im Rahmen einer Fachmesse für Orthopädietechnik in Leipzig präsentiert. Es zeigte sich eine signifikante Drehmomentzunahme bei der Messung des maximalen mit Elektrostimulation erzeugten Kniestreckmoments am Kraftmessstuhl und ebenso eine signifikante Zunahme der Querschnittsfläche des M. quadrizeps gemessen mit CT-scans.

Im Laufe des Jahres 2008 werden die an der Studie beteiligten Patienten mit einem kommerziell erhältlichen Stimulationsgerät versorgt werden, da die während der Studie verwendeten Geräte (Versuchsprototypen) nicht über die Laufzeit des Projekts hinaus verwendet werden dürfen.

Die Studien der nervalen Kontrolle der Lokomotion (**Human Neurocontrol of Locomotion**) wurden im Rahmen von 2 Forschungsprojekten (Wings for Life, Medizinisch wissenschaftlicher Fonds des Bürgermeisters der Bundeshauptstadt Wien) weitergeführt. Auf Basis der am Institut entwickelten Methode der transkutanen elektrischen Rückenmarkstimulation wurden systematische Untersuchungen und Messreihen an querschnittsgelähmten Patienten durchgeführt, um die positiven Effekte der paravertebralen Stimulation und die Wirkung unterschiedlicher Stimulationsfrequenzen zu beschreiben.

Im Projekt gefördert vom Medizinisch wissenschaftlichen Fonds des Bürgermeisters der Bundeshauptstadt Wien wurde in der ersten Phase an 11 Patienten die Stimulationsmethodologie entwickelt und den Anforderungen der Studien entsprechend adaptiert. Parallel wurde auch die neurophysiologische Messmethodik zur Bewertung des Stimulationseffektes verfeinert. In 4 Verum-Patienten mit inkompletter Querschnittläsion wurden schließlich nach einem fixen Protokoll mehrere Messreihen mit jeweils unterschiedlichen Stimulationsfrequenzen durchgeführt.

In allen vier Probanden konnten wir nachweislich sensible Rückenmarkstrukturen im Wirbelkanal bei Stimulation mit geringen Reizstärken anregen. Nach einer Dauerstimulation von einer halben Stunde konnte in drei der 4 Probanden wiederholt eine signifikante Reduzierung der pathologischen Reflexe (Spastik) in den gelähmten Beinen erzielt werden. Weiters konnte in denselben Probanden eine Verbesserung der motorischen Kontrolle bei definierten Willkürmanövern festgestellt werden. Zwei Probanden konnten die Spastikminderung und die gesteigerte Mobilität auch beim Gehen umsetzen.

Die individuellen, im Zuge einer Messung durchgeführten Manöver wurden nicht nur klinisch bewertet, auch die elektromyographischen Aktivitäten der Beine wurden abgeleitet. Letztere wurden mittels spezieller, im Zuge der Studie entwickelter Auswertungsalgorithmen analysiert.

Im Wings for Life Projekt wurde die Wirkung der transkutanen Rückenmarksstimulation auf das Aufstehen und Stehen sowie die Verbesserung des Gangbildes an querschnittgelähmten Patienten untersucht.

In 4 Patienten (ASIA A-C) wurde versucht das Aufstehen und Stehen mittels Rückenmarksstimulation zu induzieren. Dabei wurde die Stimulationsfrequenz variiert und 14 Hz haben sich als effektivste Frequenz erwiesen. Bei 10 Hz kam es zu rhythmischen Aktivierungen der Beinmuskulatur, da aber alle Muskel synchron angespannt und entspannt wurden konnte keine funktionelle Bewegung ausgelöst werden. Die Analyse des Gangbildes während der Rückenmarksstimulation durchgeführt an 7 Patienten (ASIA A-D) zeigte als Hauptwirkung eine gesteigerte Aktivierung der Beinbeugemuskulatur. Dies führte zu einer verlängerten Schwungphase und einem erleichterten Übergang von Stand- zur Schwungphase. Insgesamt konnten zwei Hauptwirkungen der transkutanen RM-Stimulation beschrieben werden die Entwicklung von Muskelkraft und Koordination ausreichend um ein Aufstehen in kompletten ASIA A und B Patienten zu induzieren und Verbesserung funktioneller Aktivierungsmuster (z.B. des Gangbildes) in inkompletten Patienten.

Neben den oben beschriebenen Forschungstätigkeiten wurden im Jahr 2007 auch Anträge für ein neues Ludwig Boltzmann Institut für „Maintenance and Restoration of Locomotion“, sowie für ein Europäisches Forschungsprojekt im 7.Rahmenprogramm mit dem Titel „Neurocontrol and muscle properties of age related muscle weakness in humans“ ausgearbeitet. Nach der positiven Evaluierung des Kurzantrags wurden wir eingeladen einen ausführlichen Langantrag für das neue LBI im Herbst 2007 zu erstellen. Dieser war aber leider nicht erfolgreich.

Im Berichtsjahr gab es mit folgenden Instituten **wissenschaftliche Kooperationen**: Institut für Biomedizinische Technik und Physik, Universität Wien (Prof. Dr. W. Mayr); Forschungsinstitut für Orthopädiotechnik (Dr. J. Kastner); Institut für Sportwissenschaften, Universität Bratislava (Prof. Dr. D. Hamar); Institut für Medizinische Statistik, Universität Wien (Prof. Dr. P. Bauer); Department of Human Anatomy and Cell Biology, University of Liverpool (Prof. Dr. S. Salmons); Department of Experimental Biomedical Sciences, University of Padua (Prof. U. Carraro); Institute of Clinical Neurophysiology, University Medical Center Ljubljana (Prof. Dr. M. R. Dimitrijevic); Universitätsklinik Heidelberg, Orthopädie II (Prof. Dr. H. J. Gerner); Institut für Analysis und Scientific Computing (Prof. Dr. F. Rattay); Bundesgenossenschaftliches Unfallkrankenhaus Murnau (Dr. Potulski); Rehabilitationszentrum Weißer Hof (Prim. Dr. K. Schrei); Rehabilitationszentrum Bad Häring (Prim. Dr. H. P. Jonas); University Hospital Landspítali Grensás, Island (Dr. T. Helgason), Centro di Neuroriabilitazione e Ricerca; Villa Magherita (Dr. H. Cerrel-Bazo); Laboratory of Cellular Physiology University of Chieti (Prof. Dr. F. Protasi); Kentucky Spinal Cord Injury Research Center, University of Louisville (Susan Harkema, Ph.D); Department of Physiological Science, University of California LA (Prof. Dr. R. Edgerton); Department of Biomedical Sciences University of Padova (Prof. Dr. M. Sandri); Department of Histology and Medical Embryology; University of Rome La Sapienza (Prof. Dr. A. Musaro); Department of Basic and Applied Medical Sciences, University of Chieti (Prof. Dr. G. Fano); Orthopädisches Zentrum, Sozialmedizinisches Zentrum Baumgartner Höhe (Prim. Zenz); Otto Bock Healthcare Products GmbH, Wien (GF Dr. H. Dietl).

Die wissenschaftlichen Aktivitäten dokumentierten sich im Berichtsjahr neben der Durch- und Weiterführung der wissenschaftlichen Projekte in fünf Publikationen, der Vorbereitung von drei Publikationen, sowie neun eingeladenen Vorträgen und Präsentationen im In- und Ausland.

Neben dem Leiter standen dem Institut im Berichtsjahr sechs hauptberufliche Dienstnehmer sowie freie wissenschaftliche Mitarbeiter zur Verfügung.

Die Finanzierung erfolgte vorwiegend aus Drittmitteln von Forschungsprojekten und privater Förderer und dem allgemeinen Grundbudget der Ludwig Boltzmann-Gesellschaft.

**„Ludwig Boltzmann Institut
für Elektrostimulation und Physikalische Rehabilitation“
Montleartstraße 37, 1171 Wien
Leiter: Prim. Univ. Doz. Dr. Dr. H. KERN**

I. Publierte Arbeiten:

*Boncompagni S, Kern H, Rossini K, Hofer C, Mayr W, Carraro U, Protasi F.
Structural differentiation of skeletal muscle fibers in the absence of innervation in humans. Proc Natl Acad Sci U S A 2007 Dec 4; 104(49):19339-44. Epub 2007 Nov 27.*

*Kern H, Hofer C, Mödlin M, Mayr W, Vindigni V, Zampieri S, Boncompagni S, Protasi F, Carraro U.
Stable muscle atrophy in long-term paraplegics with complete upper motor neuron lesion from 3- to 20-year SCI. Spinal Cord 2008 Apr;46(4):293-304. Epub 2007 Oct 23*

*Hofer C, Huber K, Dietl H, Mödlin M, Vogelauer M, Carraro U, Protasi F, Kern H.
Funktionelle Elektrostimulation bei querschnittgelähmten Patienten. Orthopädie-Technik 2007; 7: 528-35.*

*Minassian K, Persy I, Rattay F, Pinter MM, Kern H, Dimitrijevic MR.
Human lumbar cord circuitries can be ctivated by extrinsic tonic input to generate locomotor-like activity. Hum Mov Sci 2007 Apr; 26(2):275-95.*

*Minassian K, Persy I, Rattay F, Dimitrijevic MR, Hofer C, Kern H.
Posterior root-muscle reflexes elicited by transcutaneous stimulation of the human lumbosacral cord. Muscle Nerve. 2007 Mar; 35(3):327-36.*

III. In Vorbereitung:

*Meyerspeer M, Mandl T, Reichel M, Mayr W, Hofer C, Kern H, Moser E.
Effects of functional electrical stimulation in denervated thigh muscles of paraplegic patients mapped with T (2) imaging.*

*Dimitrijevic MR, Hofer C, Forstner C, Kern H.
Neurophysiological assessment of completeness of chronically denervated quadriceps muscle after posttraumatic cauda equine injury.*

*Bily W, Trimmel L, Moedlin M, Kaider A, Kern H.
Training program and additional electric muscle stimulation for Patellofemoral Pain Syndrome. Archives Physical Medicine and Rehabilitation.*