

## 4.4 Weltraumneurologie

### 4.4.1 Neurologische Störungen

Die neurologischen Probleme in der echten Schwerelosigkeit entsprechen weitgehend den Störungen in der simulierten Schwerelosigkeit. Sie betreffen in der echten Schwerelosigkeit in erster Linie den Ausfall der Schwerkraft und die dadurch entstehende Störung der spezifischen Rezeptoren und deren Rückmeldesysteme für die Kontrolle von Haltung und Stellung, sowie die Bewegung des menschlichen Körpers im Schwerfeld der Erde. Neben den Hinterstrangsystemen erhält das Gehirn Informationen über die Rezeptoren des Vestibularapparats. Beide Kontrollsysteme sind sowohl in der echten Schwerelosigkeit als auch in der simulierten Schwerelosigkeit hochgradig gestört.

Neurologische Auswirkungen von Schwerelosigkeit, gleich ob echt oder simuliert

Durch den Ausfall des Hinterstrangsystems sowie der Systeme des Vestibularapparats erhält Gehirn, Hirnstamm, Kleinhirn und auch Rückenmark nicht die für die normalen Funktionen des zentralen Nervensystems notwendigen Informationen über Position von Kopf, Körper und Extremitäten im Raum. Entsprechende Signale werden von den Rezeptoren der Fußsohlen, der Gelenke und Muskeln in den Extremitäten, vor allem der Beine, sowie von den Haltungs- und Bewegungs-Rezeptoren der Wirbelsäule, des gesamten Bewegungssystems erfasst und über die beim Menschen besonders stark ausgebildeten Hinterstränge des Rückenmarks ins Zentralnervensystem geleitet. Die Stimulation der Schwerkraft-Rezeptoren erfolgt durch das Gewicht von Kopf, Körper und Extremitäten. Die Bewegung des menschlichen Körpers im Raum wird durch den Vestibularapparat sowie die Bewegungsrezeptoren der Wirbelsäule registriert und dem Zentralnervensystem mitgeteilt. Eine erweiterte Information über die Lage des menschlichen Körpers im Raum erfolgt außerhalb der Schwerkraftrezeptoren durch die visuellen und akustischen Perzeptionssysteme.

Ausfälle von Systemen des Hinterstrangs und des Vestibularapparats

verschiedene Rezeptoren

Der Mensch verliert in der echten, wie auch in der simulierten Schwerelosigkeit einen wesentlichen Informationsfluss über seine Haltung und den Bewegungsablauf. Im zentralen Nervensystem ist dadurch der Stimulationseffekt für die Motorik vermindert, gleichzeitig kommt es aber auch zu einer Verminderung des Wachheitsgrades des Bewusstseins. Funktionen der höchsten Hirnleistungen, wie die Frontalhirnfunktion für eine rasche Entscheidungs- und Entschlussfähigkeit sowie die Kontrolle des Emotions- und Triebssystems sind beeinträchtigt, aber auch die Möglichkeit, Erlebtes zu archivieren. Belastet sind die höheren Hirnleistungen wie Sprechen, Rechnen, optisches und akustisches Erkennen etc.

Diverse Beeinträchtigungen

In der simulierten Schwerelosigkeit, untersuchbar im „ground-based laboratory“, liefern die Rezeptoren für die Position des Körpers im Raum und für den Ablauf von Bewegungen nur Teilinformationen. Die optischen und die akustischen Perzeptionen erhalten kompensatorisch einen höheren Stellenwert. Als Möglichkeiten, eine Schwerelosigkeit zu simulieren, stehen die Dry-Water-Immersion Methode (DWI) und die Kopf-Tief-Lagemethode (head-down tilt method/HDT) zur Verfügung.

optische und akustische Perzeptionen

DWI und HDT Methoden

DWI wird vornehmlich in horizontaler Position durchgeführt. Bei der japanischen Methode in vertikaler Position ist der Einfluss des vestibulären Systems und stark vorhanden und führt zur Interferenz zwischen dem propriozeptiven und dem vestibulären System. Die HDT-Methode, auch Bed-Rest-Methode genannt, hat bei der Untersuchung von neurologischen Ausfällen wegen des wesentlich geringeren Aufwandes meist den Vorrang. Für beide Methoden sind speziell eingerichtete Laboratorien notwendig.

HDT = Bed Rest Methode

Bei länger anhaltender Bettlägerigkeit entsteht das sogenannte „Bed-Rest-Syndrom“. Das neurologische Störbild, welches bei Aufhalten in der echten Schwerelosigkeit entsteht, wurde als Kosmonauten- Syndrom bezeichnet. Das Symptomenbild nach einer simulierten Schwerelosigkeit oder nach längerem Verweilen in einer horizontalen Haltung, das „Bed-Rest-Syndrom“, ist neurologisch mit dem Kosmonauten-Syndrom weitgehend identisch (Gerstenbrand et al.). Das Bed-Rest-Syndrom entsteht in seiner vollen Ausprägung nach längerer Bettlägerigkeit bei Koma-Patienten (Apallisches Syndrom) und bei Langzeitbettlägerigen aus verschiedenen Gründen, wie chronisch neurologischen Erkrankungen, Rückenmarksleiden, Herzerkrankungen, etc., aber auch bei älteren Menschen.

Bed-Rest-Syndrom entspricht Kosmonauten-Syndrom bzw. in voller Ausprägung dem Apallischen Syndrom

Das Kosmonauten-Syndrom und das Bed-Rest-Syndrom sind gekennzeichnet durch primären Muskelschwund, Symptomen einer Polyneuropathie und der Symptomatik einer Hinterstrangstörung. Dazu können thalamische Störungen wie Körperschema Veränderungen auftreten. Im Rahmen eines diffusen organischen Psychosyndroms können auch Störungen des autonomen Nervensystems bei primär gesunden Personen in der Schwerelosigkeit auftreten. Beim Bed-Rest-Syndrom ergibt sich die einzigartige Möglichkeit, die zugrundeliegenden Mechanismen zu erforschen und diese gewonnen Kenntnisse zur Behandlung bettlägeriger Patienten anzuwenden.

Kennzeichen des Bed-Rest-Syndroms

Das Auftreten von starken Rückenschmerzen in Form von Lumbagoattacken kann zu einer zusätzlichen schweren Beeinträchtigung in der simulierten Schwerelosigkeit und auch der echten Schwerelosigkeit führen. Entsprechende Voruntersuchungen bei RaumfahrerInnen über bereits vorhandene degenerative Veränderungen der Wirbelsäule werden in Zukunft notwendig sein, prophylaktische Programme müssen für den Aufenthalt in der echten Schwerelosigkeit eingeführt werden.

Auftreten von Lumbagoattacken

Neueste Arbeiten lassen einen Einfluss der Weltraumstrahlung durch Eisenionen auf einzelne Gehirnstrukturen vermuten. Eingehende Untersuchungen sind derzeit noch nicht verfügbar.

Einfluss von Eisenionen auf Gehirnstrukturen

Ein für die simulierte Schwerelosigkeit spezialisiertes Laboratorium (ground based laboratory) war an der Universitätsklinik für Neurologie Innsbruck von Univ.-Prof. Dr. Meinhard Berger und Univ.-Prof. Dr. Franz Gerstenbrand eingerichtet worden. Das voll ausgestattete Laboratorium musste wegen des Umbaus am Klinikum Innsbruck aufgegeben werden. Teile der Einrichtung sind ausgelagert. Räumlichkeiten für Simulationsuntersuchungen in der Schwerelosigkeit stehen derzeit nicht zur Verfügung.

Voll eingerichtetes Labor in Innsbruck musste geschlossen werden

Zur Archivierung und Analyse der in 10 Weltraumflügen sowie von Versuchen in der simulierten Schwerelosigkeit und anderen Schwerelosigkeit bezogenen Experimenten gesammelten Daten über sensomotorische Funktionen unter besonderer Berücksichtigung von Augen, Kopf- und Armbewegungen sowie Reflexabläufen der unteren Extremitäten steht derzeit durch Förderung der Tiroler Landesregierung ein Raum zur Verfügung. Der früher aufgebaute Mitarbeiterstab musste wegen des Ausbleibens von finanziellen Mitteln aufgelöst werden.

Archivierungs- und Analysemöglichkeiten für Daten aus Versuchen noch gegeben

Zu erwähnen ist, dass das Innsbruck-Laboratorium für simulierte Schwerelosigkeit für Untersuchungen in der klinischen Neurologie das einzige weltweit darstellt. Zwei ähnliche Laboratorien ohne klinischen Bezug befinden sich in Moskau und in Japan.

Innsbrucker Labor war das weltweit einzige mit Klinikbezug

Die Fortsetzung der Analysen der bisher gewonnenen Daten aus den Raumflugprogrammen und den Simulation Experimenten gewonnen aus der Zusammenarbeit mit dem IMBP Moskau lässt weitere wichtige Ergebnisse erwarten, ist aber ohne gesicherte Finanzierung nicht möglich.

Fortsetzung der Arbeiten nur mit gesicherter Finanzierung möglich



Neben dem wissenschaftlichen Programm zur Erforschung der gestörten Hirntätigkeit in der echten und simulierten Schwerelosigkeit wurden in Innsbruck unter Leitung von Univ. Prof. Dr. Thomas Benke in Zusammenarbeit mit dem Institut für Biomedizinische Probleme (IMBP) der Russischen Akademie der Wissenschaften in Moskau neuropsychologische Fragestellungen untersucht. Es konnten in der echten Schwerelosigkeit mit Hilfe eines speziell ausgearbeiteten Testsystems interessante Veränderungen der höchsten Hirnleistungen (kognitiven Funktionen) nachgewiesen werden. Die Fortsetzung des innerhalb des AUSTROMIR-Projektes durchgeführten Programms war allerdings für die weiteren russischen Langzeitflüge nicht möglich.

Neuropsychologische Untersuchungen mit IMBP

#### 4.4.2 Aufgaben der Raumfahrtneurologie

An derzeitigen und zukünftigen Aufgaben der Neurologie in der Weltraumforschung sind anzuführen:

Aufgaben der Weltraumneurologie

1. Fortsetzung der bisher durchgeführten Forschungsprogramme in Zusammenarbeit mit dem Speziallaboratorium in Moskau über die physiologische Funktion der Hinterstrangssysteme (proprioceptives Systeme) sowie des Vestibular-Apparates und den Einfluss beider Informationssystem auf die Motorik aber auch auf die verschiedenen Großhirnfunktionen, insbesondere das Stirnhirn und den Temporalappen, sowie auf die Kleinhirnfunktionen.
2. Übertragung des Forschungsprogramms über die propriozeptiven Funktionen und ihre Störungen in der Schwerelosigkeit auf pathophysiologische Fragestellungen bei Erkrankungen der Hinterstrangssysteme und deren Verbindungen zum Großhirn, Rückenmark und Kleinhirn, sowie des vestibulären Funktionssystems, Verwendung der Untersuchungsgeräte aus der Grundlagenforschung für die klinischen Untersuchungen beim Parkinson-Syndrom, spastischen Symptomen, sowie bei Frontalhirn-Erkrankungen und Temporallappenstörungen.
3. Umsetzung der Resultate aus der Grundlagenforschung zur Anwendung in der neurologischen Therapie und in den angrenzenden Fachbereichen.
4. Einführung der Erkenntnisse über die Störung des vegetativen Nervensystems in der Schwerelosigkeit in die Klinik, insbesondere die Störung der HerzKreislaufsteuerung und der Atmungsregulation mit Zielgebiet einer Anwendung der Erfahrungen bei langzeit-bettlägrigen Patienten im Spitals- und Pflegeheimalltag.
5. Verwendung von Spin off-Effekten für die Entwicklung von Geräten in der neurologischen Diagnostik, sowie für die Neurorehabilitation.
6. Aufbau eines internationalen Forschungsnetzwerkes in der Raumfahrtneurologie für die Grundlagenforschung und für Forschungsprogramme in der Klinik.
7. Informationspolitik über die Forschung in der Raumfahrtneurologie und deren Konsequenzen für die Orbit-Stationen, sowie für den Flug zum Mond und zum Mars, ferner für den Transfer der Erkenntnisse in die Alltagsmedizin, sowohl in die Diagnostik neurologischer Erkrankungen wie auch in die Therapie.

Fortsetzung der bisherigen Forschungsprogramme

Übertragung der Forschungsprogramme auf Pathophysiologie

Klinische Umsetzung

Einführung der Erkenntnisse in den Klinik- und Pflegealltag

Verwendung von Spin-off-Effekten

Aufbau eines internationalen Forschungsnetzwerkes

Informationspolitik über Forschung und deren Konsequenzen

#### 4.4.3 Forschungsprogramme der Raumfahrtneurologie

Forschungsprogramme werden derzeit nur in Russland, Österreich und Japan durchgeführt, sind im Aufbau in China und Kanada sowie bei der ESA und der NASA. In Österreich existiert weltweit das einzige Forschungslabor mit Einbindung klinischer Fragestellung.

Durchführung nur in Österreich, Russland und Japan, Aufbau bei ESA und NASA

Dieses ist derzeit im Klinikum Innsbruck nur als Restlaboratorium existent. Aufgebaut wurde in Innsbruck ein Projekt für die Untersuchung der Schwerkraftrezeptoren der Fußsohle mithilfe des funktionellen MRI-Systems (fMRI) in Zusammenarbeit mit der Radiologie II, Innsbruck.

Projekt für Erforschung der Schwerkraftrezeptoren mit fMRI

Ziel der Forschungsprogramme des Raumfahrtlaboratoriums für Neurologie in Innsbruck ist die Erweiterung des Wissensstandes über die Hinterstrangsysteme (proprioceptiven System) und deren Einwirkung auf die Motorik und auf verschiedene Hirnzentren in ihrer Zusammenarbeit mit dem willkür-motorischem System. Offene wissenschaftliche Fragen betreffen die Detailfunktionen des Hinterstrangsystems des Menschen, wie auch der Verbindungssysteme im Rückenmark und Hirnstamm, sowie den Einfluss der Hinterstrangsysteme auf den Thalamus, das Frontalhirn, den Temporallappen und das Kleinhirn.

Ziele des Forschungsprogramms

Forschungsprogramm über die Einwirkung simulierter Schwerelosigkeit auf die Schwerkraft-Rezeptoren unter Verwendung des funktionellen MRI:

Untersucht wird die Aktivierung sensomotorischer Areale des Großhirns durch Stimulation der Schwerkraftrezeptoren der Fußsohle unter Verwendung der funktionellen MRI Methode. Von besonderem Interesse dabei ist der Nachweis des Stimulations-Einflusses der Hinterstrangfunktionen auf die reticulären Formationen des Hirnstamms mit einer zu erwartenden Veränderung des Wachheitsgrades.

Nachweis des Simulationseinflusses

Untersuchungen mittels funktionellem MRI erfordern große Erfahrung in der Analyse der gesammelten Daten. Mit dieser Methode konnten die Forschungsgruppen „funktionelles MRI (fMRI) des Ludwig-Boltzmann-Institutes für Restaurative Neurologie und Neuromodulation“ in Zusammenarbeit mit der ASM, Sektion Raumfahrtneurologie bereits einschlägige Erfahrungen sammeln. Es hat sich gezeigt, dass neben den kontralateralen auch die homolateralen sensomotorischen Zentren einen Stimulationseffekt aufweisen. Außerdem kommt es zur Aktivierung des Thalamus und des Frontalhirn bds. Die bisherigen Untersuchungsergebnisse wurden in mehreren Publikationen mitgeteilt und haben großes internationales Interesse ausgelöst. Die erzielten Untersuchungsergebnisse werden durch die PET-Methode bestätigt.

Große Erfahrung für Datenanalyse notwendig

Bestätigung durch PET

Die Untersuchungsergebnisse mit Hilfe des funktionellen MRI ergaben wesentliche Informationen über die Funktion der Hinterstrangsysteme und deren Auswirkung auf die Motorik des Menschen.

Auswirkungen auf die Motorik

Detaillierte Untersuchungen der Stimulationsrezeptoren bei funktionsverminderten Hinterstrangssystemen sind nach simulierter Microgravity bei gesunden Volunteers vorgesehen. Untersuchungen mit dem gleichen Programm wurden bei Parkinson-Patienten eingeleitet (Neurologische Univ. Klinik, Düsseldorf) und sind fortzusetzen. Es haben sich bereits interessante Resultate ergeben.

Untersuchungen an Gesunden und Parkinson-Patienten

Forschungsprogramm über den Einfluss der echten und simulierten Schwerelosigkeit auf muskuläre Adaptationsphänome, Analyse von Muskelenzymen

Ein Forschungsprojekt über Muskelenzyme und deren Störung in der simulierten Schwerelosigkeit durchgeführt bei gesunden Versuchspersonen in Zusammenarbeit mit der Biochemie Innsbruck (Prof. Dr. Bernd Puschendorf) hat ergeben, dass nach der simulierten Schwerelosigkeit kombiniert mit nachfolgender körperlicher Belastung eine hochgradige Veränderung von Muskelenzymen eintritt, die sich mit Änderungen der Herzmuskelenzyme nach Herzinfarkt vergleichen lässt. In der Erklärung ist ein Zusammenhang mit den gestörten Hinterstrangfunktionen möglich. Klinisch lässt sich mit dem interessanten Resultat über die Veränderung der Skelettmuskelenzyme die Entstehung der Muskelatrophie zumindest teilweise erklären.

Forschung über Muskelenzymveränderungen, die Herzinfarkt entsprechen



Untersuchungen der Muskelenzyme werden bei neurologischen Erkrankungen wie dem Parkinson-Syndrom durchgeführt (Universitätsklinik für Neurologie Düsseldorf).

Untersuchungen auch zum Parkinson-Syndrom

#### Forschungsprogramm zur Untersuchung des Kosmonauten-Syndroms

Durch die gemeinsam mit dem Raumfahrtforschungszentrum Moskau (IMBP) durchgeführten Untersuchungen über das Verhalten der Sehnenreflexe in der simulierten und der echten Schwerelosigkeit haben neue Erkenntnisse über die im Rückenmark ablaufenden motorischen Regulationsfunktionen und deren Integration erbracht. Ein weiterer Beitrag zur Aufklärung des Bed-Rest-Syndroms bzw. des Kosmonauten-Syndroms ist damit gegeben.

Erkenntnisse über motorische Regulationsfunktionen

Bei der Untersuchung zielgerichteter Bewegungen konnten deren Störung in der echten und in der stimulierten Schwerelosigkeit nachgewiesen werden. Eine totale Reversibilität war feststellbar. Das Forschungsprogramm über die Störung zielgerichteter Bewegungen wurde im Austromir Projekt und anschließend im russischen Langzeitflugprogramm durchgeführt und sollte unbedingt fortgesetzt werden. Diese Untersuchungen sind von besonderem Interesse für die Präzision und Qualität verschiedenen Bewegungen in der echten Schwerelosigkeit.

Fortsetzung der Projekte über Bewegungsstörungen

#### Forschungsprogramm zur Untersuchung des autonomen Nervensystems bei Patienten mit orthostatischer Hypotension

Die Erforschung der orthostatischen Hypotension, dass dieser Erkrankung eine Störung des autonomen Nervensystems zugrunde liegt. Das Krankheitsbild ist gekennzeichnet durch Kollapsneigung bei schnellem Aufstehen, besonders morgens, sowie nach Nahrungsaufnahme. Nach Aufenthalt in der Schwerelosigkeit kommt es zu gehäuftem Auftreten von Symptomen der orthostatischen Hypotension bei Crew-Mitgliedern. Die Erforschung, insbesondere der Kreislaufparameter, wie Blutdruck und EKG, sowie der Atmung (Atemfrequenz und Atemvolumen) bei Patienten mit orthostatischer Hypotension ergaben, dass dieses Krankheitsbild durch eine Störung des autonomen Nervensystems entsteht. Insbesondere bei Shuttle-Piloten mit sitzender Haltung sind Maßnahmen gegen diese Störungen notwendig (Kollaps des Piloten während des Landeanfluges). Neue Untersuchungsmethoden wurden entwickelt um genaue Funktionsparameter des autonomen Nervensystems zu messen mit dem Ziel, Personen mit erhöhtem Risiko für orthostatische Hypotension zu identifizieren sowie die klinische Suffizienz von Gegenmaßnahmen zu überprüfen.

Erforschung der orthostatischen Hypotension

Untersuchung von Schutzmaßnahmen

#### Übertragung der Forschungsprogramme in die klinische Forschung

Die vibrotaktile Stimulation und deren Einwirkung auf die Hinterstrangsfunktionen durch Nachweis mit Hilfe des fMRI-Systems soll bei neurologischen Erkrankungen eingesetzt werden, zunächst beim Parkinsonsyndrom und bei spastischen Paresen der unteren Extremitäten, wie auch bei Kleinhirnstörungen. Das vibrotaktile System soll außerdem bei Schäden des peripheren Nervensystems, wie der Polyneuropathie und anderen Erkrankungen Verwendung finden.

Möglicher klinischer Einsatz

#### Aufbau eines Forschungsnetzwerkes für die Grundlagenforschung und die Forschungsprogramme in der Klinik

Von den vielfältigen Aufgaben in der raumfahrtneurologischen Forschung wurde in der österreichischen Raumfahrtneurologie der Schwerpunkt auf das Hinterstrangssystem (proprioceptives System), dessen Störungen in der Schwerkraft und die dadurch entstandenen Ausfälle der Motorik, aber auch für die höheren Hirnleistungen, sowie

Schwerpunkt Proprioceptives System

Kleinhirnfunktionen gewählt. Bei dem mit Priorität durchgeführten Programm erfolgen Untersuchungen nach Vorbehandlung im HDT-Labor und werden in enger Kooperation mit dem IMBP Moskau durchgeführt.

Mit dem IMBP Moskau unter der Leitung von Prof. Dr. Inessa B. Kozlovskaya sind verschiedene Gemeinschaftsprojekte, wie die Fortsetzung der Untersuchung über die sensomotorischen Stimulation unter Berücksichtigung der Kopf-Augen-Koordination und das Verhalten der Sehnenreflexe in der Schwerelosigkeit geplant. Die Auswertung der Daten aus dem Vorprogramm, vor allem dem russischen Langzeitprogramm mit Prof. Valery Polyakov, steht derzeit im Vordergrund der Zusammenarbeit mit dem IMBP.

verschiedene Gemeinschaftsprojekte mit dem IMBP

Eine Kooperation mit dem ground-based laboratory am Rehabilitationsinstitut für Neurologie in Messina (Prof. Dr. Placido Bramanti) soll wieder aufgenommen werden.

Rehabilitationsinstitut, Messina

Der enge Zusammenhang mit Projekten mit dem Ludwig-Boltzmann-Institut für Restaurative Neurologie und Neuromodulation, Wien, sowie mit Universitätsinstituten in Innsbruck von Graz und Düsseldorf wird ausgebaut.

Ausbau nationaler und inter-nationaler Zusammenarbeit

Die Weiterführung der erfolgreichen wissenschaftlichen Projekte der österreichischen Raumfahrtneurologie ist derzeit zwar nur in beschränkter Form möglich, sie beruhen hauptsächlich auf der engen Partnerschaft mit dem IMBP Moskau.

#### Umsetzung der Forschungsergebnisse für die Therapie in der Neurologie

Als Spin-Off-Effekt der Untersuchung über den Einfluss der Fußsohlenrezeptoren ist ein Stimulationsschuh in Entwicklung. Ein Prototyp wurde von russischer Seite aufgrund der gemeinsamen wissenschaftlichen Resultate entworfen, eine Testung in der Klinik wird eingeleitet. Das Gerät kann bei Komapatienten, in Intensivstationen, sowie in kardiologischen Abteilungen ferner bei langzeitbettlägerigen Menschen, aber auch in der Geriatrie erfolgversprechend angewendet werden.

Spin-off-Gerät in Testung

#### Information über die nationalen Forschungsprogramme der Raumfahrtneurologie und die internationalen Gemeinschaftsprojekte:

Die enge Partnerschaft mit dem IMBP Moskau ist für die Weiterführung der österreichischen Forschungsarbeit in der Raumfahrtneurologie unbedingt notwendig. Dabei scheint es unverantwortlich, die Fülle der Vorarbeiten und der Resultate zu verwerfen und die vorhandene große Anzahl archivierten Daten verfallen zu lassen. An dem internationalen Maßnahmenkatalog zur Verminderung, bzw. Behebung von Störungen des Nervensystems in der simulierten und echten Schwerelosigkeit könnte die österreichische Raumfahrt-Neurologie in Zusammenarbeit mit der russischen Raumfahrt-Neurologie maßgebend wissenschaftlich arbeiten. Der bisher gesammelte Erfahrungspool hat wichtige Erkenntnisse geliefert, die für den Maßnahmenkatalog für den Flug zum Mond und den Flug zum Mars und die Errichtung einer Mondstation von entscheidender Wichtigkeit ist.

Drohender Verlust von bereits archivierten Daten

Durch die Erfahrungen der österreichischen Raumfahrtneurologie in der simulierten Schwerelosigkeit ist durch Ausnützung des geschaffenen Instrumentariums die diagnostische Klarstellung bestimmter neurologischer Erkrankungen, wie dem beginnenden Parkinson-Syndrom und anderer extrapyramidaler Krankheitsformen, spastische Lähmungen und Kleinhirnstörungen möglich. Verwendete Medikamente können auf ihre Wirkung geprüft werden. Das erarbeitete Diagnosesystem sollte aber auch bei im Training stehenden Kosmonauten bzw. Astronauten zur Anwendung

Diagnostische Klärstellungen diverser Krankheiten möglich



kommen. Klinisch noch nicht erfasste Erkrankungen, wie Hirntumore und Schäden des Rückenmarks andererseits früh erfasst werden, Ereignisse, wie sie bis jetzt bereits zu schweren Belastungen geführt haben.

Therapeutisch ist die Anwendung des Stimulationseffektes für das Hinterstrangssystem in der Neurologie von besonderem Interesse. Bei länger dauernder Bettlägerigkeit, entstanden aus verschiedenen Gründen, kann das gefürchtete Bed-Rest-Syndrom verhindert, zumindest minimiert werden. Durch die gleiche Behandlungsmethode ergibt sich die Möglichkeit, ein gestörtes Bewusstsein zu beeinflussen und damit die Rückbildung von Koma-Zuständen, insbesondere des apallischen Syndroms einzuleiten. Bei Parkinson-Patienten ist ein günstiger Einfluss auf den Krankheitsverlauf zu erwarten, ebenso bei spastischer Lähmung und cerebellären Störungen.

Therapeutische Effekte

#### 4.4.4 Trendeinschätzung in der Raumfahrt-Neurologie

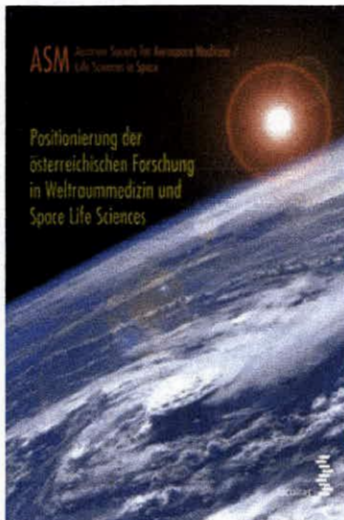
Aus den bisherigen Forschungsergebnissen über den Einfluss der Schwerelosigkeit auf die Hinterstrangssysteme und deren Afferenzen zur Beurteilung der Lage und Bewegung des menschlichen Körpers sowie auf die gezielte Motorik des Menschen aber auch auf die Veränderungen des Körperschemas ergibt sich die dringende Notwendigkeit für weiterführende Studien.

Bedeutung der Forschung

#### 4.4.5 Beitrag der österreichischen Forschung in der Raumfahrt-Neurologie

Die bisherigen Untersuchungsergebnisse der österreichischen Raumfahrt-Neurologie mit Schwerpunkt Einfluss der Schwerelosigkeit auf die Hinterstrangsfunktionen haben in Zusammenarbeit mit dem Stimulationsprogramm von Hinterstrangsrezeptoren bereits wichtige wissenschaftliche Resultate erbracht. Die Fortsetzung der verschiedenen Untersuchungsprogramme in Zusammenarbeit mit der russischen Raumfahrt-Neurologie lässt weitere Ergebnisse erwarten. Nicht nur eine Erweiterung des Wissensstandes über den Einfluss der Schwerkraft auf den Menschen ist anzunehmen, auch neue Möglichkeiten in der Diagnose und der Therapie neurologischer Erkrankungen können entstehen.

Neben Wissenserweiterung können sich neue Diagnose- und Therapiemöglichkeiten ergeben



Titel des Buches	<b>Positionierung der österreichischen Forschung in Weltraummedizin und Space Life Sciences</b>
Kategorie	<b><u>Interdisciplinary Studies</u></b>
Erscheinungsdatum	<b>2007-06-01</b>
Autor	
Anzahl der Seiten	
ISBN	<b>9783850767835</b>
Herausgeber	
Formate heruntergeladen:	<b>Epub, WORD, ODF, MOBI, FB2, IBooks, PDF, DJVU, TXT</b>
Dateigröße	<b>11 Mb</b>
Download   	<b>2043</b>

## - Positionierung der österreichischen Forschung in Welt...

Die hier vorliegende Basisstudie über die internationale Situation und die Positionierung der österreichischen Forschung in den Bereichen Raumfahrtphysiologie und -medizin sowie im weiteren Sinne Raumfahrt-Lebenswissenschaften (space life sciences) – hier als Raumfahrt-Biomedizin (RBM) subsumiert – legt den gegenwärtigen Stand der Forschung und Entwicklung so dar, dass sie als Basis für strategische Entscheidungen über zukünftige österreichische Aktivitäten in diesem Gebiet nutzbar ist. Sie wurde auf der Grundlage vorhandener wissenschaftlicher Kenntnisse, Ressourcen, Kapazitäten, Reputation und Interessen erstellt, berücksichtigt die internationale Situation, stellt einschlägige Vergleiche an und versucht, eine Basis zur Erfassung von Zukunftstrends zu liefern. Letztere werden im Teil 2 dieser Studie („Trendstudie“) näher ausgearbeitet und dargestellt.



# Inhalt

1. **Vorwort**
2. **Einleitung**
3. **Identifizierte Trends und Felder mit bedeutenden Entwicklungschancen**
  - 3.1 **Bemannte Weltraumfahrt**
  - 3.2 **Demographische Alterung**
  - 3.3 **Experimentalbedingungen im Weltraum**
  - 3.4 **Andere Anwendungsbereiche**
4. **Einschlägige Arbeitsfelder der österreichischen Forschung mit Entwicklungspotenzial**
  - 4.1 **Dosimetrie und Strahlenbiologie**
    - 4.1.1 Offene Fragen im Bereich Dosimetrie und Strahlenbiologie – Roadmap für zukünftige Forschungsarbeiten im Weltraum
    - 4.1.2 Strahlungsumgebung im Weltraum
    - 4.1.3 Wechselwirkung der Weltraumstrahlung mit Materie
    - 4.1.4 Biologische Strahleneffekte
    - 4.1.5 Strahlenrisiko und Strahlenschutz
    - 4.1.6 Derzeit geplante internationale Forschungsaktivitäten
    - 4.1.7 Der österreichische Beitrag
  - 4.2 **Vegetative Physiologie des Raumflugs**
    - 4.2.1 Offene Fragen im Bereich vegetative Physiologie des Raumflugs – Roadmap für zukünftige Forschungsarbeiten
    - 4.2.2 Gase im Körper
    - 4.2.3 Ernährung, Verdauung und Stoffwechsel
    - 4.2.4 Ausscheidungssysteme
    - 4.2.5 Regulative Systeme
    - 4.2.7 Integrative Auswirkungen
    - 4.2.8 Weltraumtourismus
    - 4.2.9 Neurologische Probleme, kardiovaskuläres System und Metabolismus unter Schwerelosigkeit; Entwicklung von Gegenmaßnahmen
  - 4.3 **Weltraumleistungsphysiologie**
    - 4.3.1 Offene Fragen bzw. Problemfelder im Bereich Weltraumleistungsphysiologie, welche den aktiven und passiven Bewegungsapparates betreffen – Roadmap für zukünftige Forschungsarbeiten
    - 4.3.2 Effekte der Mikrogravitation bzw. unterschiedlicher Schwerefelder auf die Skelettmuskulatur
    - 4.3.3 Effekte der Mikrogravitation bzw. unterschiedlicher Schwerefelder auf den Knochen
    - 4.3.4 Effekte eines Mikrogravitationsaufenthaltes auf motorische Eigenschaften (Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit, Flexibilität) und motorische Fähigkeiten (Koordination)



- 4.3.5 Gestaltung bzw. Optimierung präventiver und trainingstherapeutischer Maßnahmen vor, während und nach Weltraummissionen
- 4.3.6 Forschungsschwerpunkte und Kernkompetenz
- 4.3.7 Der österreichische Beitrag – Internationale Projekte
- 4.4 Weltraumneurologie**
  - 4.4.1 Neurologische Störungen
  - 4.4.2 Aufgaben der Raumfahrtneurologie
  - 4.4.3 Forschungsprogramme der Raumfahrtneurologie
  - 4.4.4 Trendeinschätzung in der Raumfahrt-Neurologie
  - 4.4.5 Beitrag der österreichischen Forschung in der Raumfahrt-Neurologie
- 4.5 Biophysik und Biotechnologie**
  - 4.5.1 Biophysikalische und biotechnologische Beiträge zur zukünftigen Weltraumforschung
  - 4.5.2 Protein Kristallisation
  - 4.5.3 Zellbiologie
  - 4.5.4 Generelle Problematik biotechnologischer Weltraumexperimente
  - 4.5.5 Österreichische Beiträge und Schwerpunkte
  - 4.5.6 Zusammenfassung
- 5. Schlussfolgerungen**
  - 5.1 Ausgangslage und Zukunftsfelder**
    - 5.1.1 Bemannte Raumfahrt
    - 5.1.2 Demographische Alterung
    - 5.1.3 Nutzung von Experimentalbedingungen im Weltraum
  - 5.2 Identifizierte Bereiche der österreichischen Forschung mit hohem Entwicklungspotenzial**
    - 5.2.1 Strahlendosimetrie und -biologie
    - 5.2.2 Vegetative Physiologie des Raumflugs
    - 5.2.3 Neurologische Probleme, kardiovaskuläres System und Metabolismus unter Schwerelosigkeit
    - 5.2.4 Fragen der Weltraumleistungsphysiologie betreffend den aktiven und passiven Bewegungsapparat
    - 5.2.5 Weltraumneurologie
    - 5.2.6 Biophysik und Biotechnologie
    - 5.2.7 Weltraumtourismus
- 5.3 Fazit**
- 6. Annexe**
  - 6.1 Interviews mit prominenten Experten und Akteuren der Raumfahrt**
  - 6.2 Protokoll „politische Runde“ im BMBWK**
  - 6.3 Externe Stellungnahmen**
  - 6.4 Literaturangaben**