



Karl Landsteiner Institut
für Neurorehabilitation
und
Raumfahrtmedizin

Austrian Society for
Aerospace Medicine
Life Sciences in
Space



Life Science in Space – Raumfahrtmedizin Raumfahrtneurologie

F. Gerstenbrand^{1), 2), 3), 4)}, St. Golaszewski^{2), 3), 4)}

¹⁾ Universitätsklinik für Neurologie, Innsbruck

²⁾ Karl Landsteiner Institut für Neurorehabilitation und Raumfahrtneurologie, Wien

³⁾ Austrian Society for Aerospace Medicine ASM Life Sciences im Space, Wien

⁴⁾ Neurologische Klinik der Christian Doppler Universität Salzburg

Ringveranstaltung 2009

Sudetendeutsche Akademie der Wissenschaft und Künste
München, 29. September 2009

Raumfahrtneurologie

- Forschung über den Einfluss der fehlenden Schwerkraft auf das propriozeptive System des Menschen
 - echte Schwerelosigkeit (real microgravity)
 - simulierte Schwerelosigkeit (simulated microgravity)
- Erforschung des Bedrest-Syndroms
- Erforschung des Kosmonauten-/Astronauten-Syndroms
- Verwendung der Forschungsergebnisse in der akuten Neurologie und der Neurorehabilitation

Folgen durch die Störung bzw. den Ausfall der Schwerkraftrezeptoren in der Schwerelosigkeit (echt, simuliert)

- Beeinträchtigung der Funktion des propriozeptiven Systems (Afferenz-System)
- Beeinträchtigung der Motorik in allen Bewegungsabläufen (Efferenz-System)
- Störung der aufrechten Haltung und der Bewegungen
- Störung der höchsten Hirnleistungen (Koordination, Assoziation, Kritik, emotionelle Kontrolle, etc.) sowie der Vigilanz

Voraussetzungen für bemannte Weltraummissionen

- Entwicklung von technischem Equipment
- Kommunikationssysteme
- Lösung biomedizinischer Probleme in der bemannten Raumfahrt
 - Biophysikalische Exposition
 - Psychosoziale Einflüsse
 - Weltraumstrahlung
- Abschirmung des Effekts der Weltraumstrahlung an technischem Equipment und biologischen Strukturen
- Beachtung des Kristallisationsphänomens

Voraussetzungen für Aktivitäten des Menschen im Weltraum

- Organisation von Space Agencies
- Gründung einer Internationalen Raumfahrtorganisation
- Kooperation von nationalen und regionalen Weltraumorganisationen (NASA, ESA, Russian Space Agency, Japanese Space Agency, Chinese Space Agency,)
- Forschungsprogramme für den bemannten Raumflug
- Forschungsprogramme in "Ground Based Laboratories"
- Aufbau einer Orbit-Station
- Vorbereitung von Mondmissionen mit Mond-Laboratorium
- Vorbereitung einer bemannten Marsmission

Forschung in der bemannten Raumfahrt

- Beruht auf der
 - biologischen Prädisposition für den Aufenthalt eines Menschen außerhalb der normalen Schwerkraft
 - physiologischen Adaption in der Schwerelosigkeit (microgravity)
 - pathophysiologischen Vorbereitungsphase für einen Raumflug
 - Erforschung der pathophysiologischen Reaktion während des Raketenstarts
 - Erforschung der pathophysiologischen Probleme während des Raumflugs
 - Forschung über das Verhalten nach Rückkehr in die normale Erdatmosphäre

Erste Intentionen: Militärische Raumfahrt



Forschung in der echten Schwerelosigkeit (real microgravity)

- Einfluss der Schwerelosigkeit auf Menschen, Tiere, Pflanzen und biologisches Material
- Entwicklung eines speziellen Equipments für Menschen während des Raumflugs
- Kommunikationssystem zwischen dem Kontrollzentrum und der Besatzung im Weltraum
- Einfluss von psychosozialen Faktoren im Weltraum
- Einfluss der Weltraumstrahlung auf biologisches und technisches Material

Konfigurationssystem der Orbit-Station Moskau

„Our job is not only to make sure astronauts can function adequately in space, but also that they can function on their return to earth.“ (Frank Sulzmann)



Quelle: G. Gerstenbrand

Weltraummedizin Untersuchung des Einflusses der Schwerelosigkeit

- Erforschung der biomedizinischen Probleme
 - Weltraumneurologie
 - Kardiovaskuläre Veränderungen
 - Einfluss auf den Gastrointestinaltrakt
 - Immunologie, Infektologie, Hämatologie
 - Menschliche Leistungsfähigkeit, Schlaf- und Chronobiologie
- Entwicklung von Geräten und Programmen für Gegenmaßnahmen in der Schwerelosigkeit

Statement zum bemannten Raumflug

Wernher von Braun, 1951:

“I believe that the time has arrived for medical investigation of the problem of manned rocket flight, for it will not be the engineering problems but rather the limits of human frame. That will make the final decision as to whether manned spaceflight will eventually become a reality.”

Geschichte der Raumfahrtmedizin 1

- Übernahme der Erfahrungen aus der Luftfahrtmedizin
- Forschung in der Trainingszentrifuge
- Forschung im Raketenschlitten
- Erste Abteilung für Raumfahrtmedizin in Randolphville, Texas, USA
- Institute for Biomedical Problems (IBMP) Moskau, Russland
- Tierexperimente im Orbit (IBMP Moskau – Laika, erster Hund im Weltraum)



Laika, 3. November 1957



„Ham the Astrochimp“, 31. Jänner 1962

Geschichte der Raumfahrtmedizin 2

- Erster bemannter Raumflug - 12. April 1961
Juri A. Gagarin, Weltraumkapsel Wostok 1
- Erster Amerikaner im Weltraum - 5. Mai 1961
A. Shepard
- Erster Weltraumspaziergang - 18. März 1965
Alexei Leonov
- Erste Mondlandung - 16. Juli 1969
- Erster Mondspaziergang - 20. Juli 1969
Neil Armstrong
- Weltraumstation "MIR" (Basismodul) - 20. Februar 1986
Start in den Weltraum
- ISS - 20. November 1989
Beginn des Aufbaus
- Bemannte Marsmission in Vorbereitung



Neil Armstrong, 1969



Buzz Aldrin, 1969



MIR,
wurde am 23. März 2001 aufgelassen

Start einer Soyuz TMA-5



International Space Station (ISS) aufgebaut und verwendet von USA, Russland und Europa

Leben in der MIR



Österreichischer Kosmonaut Franz
Viehböck gemeinsam mit der russischen
Crew 1991

Leben in der MIR



Kosmonauten in der MIR, Freizeit



"Essenszeit"

Gegenmaßnahmen zur Vermeidung neurologischer und anderer Ausfälle in der echten Schwerelosigkeit

- Laufbandübungen
 - Fixes tägliches Programm
- Spezielle Übungen mit Armen und Beinen
- Adaptation der Feinmotorik
 - Zielgerichtetes Training
- Adaptationstraining der kognitiven Funktionen
- Kosmonautenhosen mit Elektroden zur Stimulation der Muskulatur und der peripheren Nerven, stundenweises Tragen
- Raumfahrtanzug "Penguin suit", stundenweises Tragen

Maßnahmen in der echten Schwerelosigkeit



Kosmonauten in der MIR beim Training



Maßnahmen in der echten Schwerelosigkeit



Kosmonautenhosen: Stimulation von Muskulatur und Hautrezeptoren



Penguin-Suit, mehrere Stunden am Tag getragen. Jede Bewegung muss gegen den Widerstand des Anzugs durchgeführt werden.

Forschung in der Schwerelosigkeit

- Echte Schwerelosigkeit
- Parabel-Flüge
- Simulierte Schwerelosigkeit
 - "Ground based laboratory"

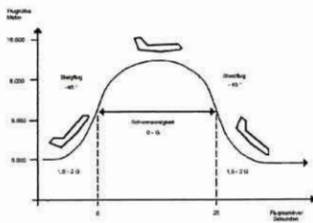
Forschungsexperiment in der echten Schwerelosigkeit



Bewegungsübungen unter EMG-Kontrolle

Quelle: <http://images.jsc.nasa.gov/images/pao/STS44>

Kurzfristige Schwerelosigkeit Parabel-Flug



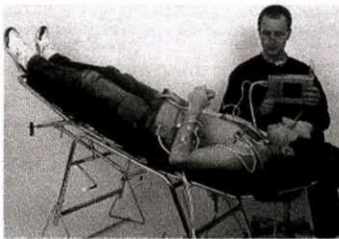
Schwerelosigkeit besteht nur für einige Sekunden.
Nur vermindertes Forschungsprogramm möglich.

Simulierte Schwerelosigkeit für Vorbereitungstraining
und für Forschungszwecke im Ground based laboratory
Spezielles Equipment notwendig

• Methoden

- Bedrest System
 - Head down tilt System - HDT
- Entlastung des Körpergewichtsdrucks
(body weight discharge)
- Dry water immersion model – DWI-Methode

Simulierte Schwerelosigkeit Untersuchungsmodelle



"Head down tilt"-Position (HDT),
"bedrest method"



Unilaterale Gewichts-
verminderung - body
weight discharge

Simulierte Schwerelosigkeit Dry water immersion model – DWI-Methode



Gesunder Proband, Experiment über 72 Stunden, begleitende neurologische
Überwachung. Institute for Space Neurology, Innsbruck

Simulierte Schwerelosigkeit Dry water immersion model – DWI-Methode



Institute for Space Neurology
Innsbruck

2 gesunde Probanden, Experiment
über die Dauer von 48 Stunden



Gesunder Proband, Transport zur
täglichen Hygiene

Simulierte Schwerelosigkeit Dry water immersion model – DWI-Methode Neurospace Institute Innsbruck



Vorbereitungsphase,
EMG-Kontrolle



Übungsphase



Experimentphase

Experiment zur Übung einer exakten Treffsicherheit bei bewegten Zielen

Simulierte Schwerelosigkeit Dry water immersion model – DWI-Methode Ground based laboratory IBMP, Moskau



Untersuchung der Optomotorik



Untersuchung der Haltungs- und Stellreflexe

Neurologische Untersuchung, gesunde Probanden
Experimentdauer: 72 Stunden

Raumfahrtneurologie

- Forschungsinhalt: Einfluss der Schwerelosigkeit auf menschliche Nervensysteme
 - Echte Schwerelosigkeit, Station im Orbit (ISS)
 - Einfluss auf das propriozeptive System
 - Einfluss auf das vestibuläre System (ortolite system)
 - Simulierte Schwerelosigkeit, ground based laboratory
 - Einfluss auf das propriozeptive System
- Verwendung der Forschungsergebnisse in der Neurologie
 - Diagnostik in der Akutneurologie
 - Neurorehabilitation
- Entwicklung neuer Methoden und Entwicklung neuer Medizingeräte
 - Diagnostik in Akutneurologie und Neurorehabilitation
 - Therapie in der Neurorehabilitation

Neurologische Störungen in der echten Schwerelosigkeit

- Störungen während der Startphase, G0 → G3.8, Anpassung an die echte Schwerelosigkeit
 - Space Adaptation Syndrome
- Neurologische Störungen während der Raumfahrtmissionen
 - Kosmonauten-/Astronauten-Syndrom
 - Auftreten von verdeckten neurologischen Störungen (Symptome)

Space Adaptation Syndrome (Startphase)

- Störungen des vestibulären Systems (Vertigo, Nausea, vegetative Symptome)
- Störungen der Motorik (Hypermetrie, Dysmetrie, etc.)
- Optomotorische Störungen
- Störungen des propriozeptiven Systems
 - Körperschemaveränderung
 - Pseudoapraxie

Kosmonauten-Syndrom (Astronauten-Syndrom)

- Primäre Muskelatrophie (Veränderungen der Muskelenzyme)
- Polyneuropathie
- Störungen des propriozeptiven Systems (Fehler in der Vibrationsperzeption, Fehleinschätzung der Gelenkpositionen, Hypo-/Areflexie, spinale Ataxie)
- Thalamische Störungen
- Störungen in motorischen Programmen (Augen-Kopf-Koordination, etc.)
- Cerebelläre Ataxie
- Veränderungen im Körperschema
- Herabsetzung der Vigilanz
- Vegetative Dysregulation
- Osteoporose

Bedrest-Syndrom (simulierte Schwerelosigkeit)

- Primäre Muskelatrophie mit anatomischen Muskelveränderungen und Strukturläsionen
- Veränderung der Muskelenzyme
- Polyneuropathiesymptome
- Störungen des propriozeptiven Systems (Störungen der Tiefensensibilität, spinale Ataxie,)
- Thalamische Symptome
- Cerebelläre Störungen
- Störungen des Körperschemas
- Verminderung der Vigilanz
- Kognitive Störungen
- Vegetative Dysregulation (Osteoporose, etc.)

Sekundäre Bedrest-Symptomatik

- Ursache
 - Lang andauernde „Komazustände“, apallisches Syndrom, Locked in-Syndrom, etc.
 - Kardio-vaskuläre Erkrankungen, längere Bettruhe
 - Zustand nach schweren Verletzungen (Knochenbrüche, etc.)
 - Parkinson-Syndrom
 - Spastische Störungen (Rückenmarkläsionen, etc.)
 - Demenz
- Psychiatrische Erkrankungen (reduzierte Bewegung – medikamentös induziert)
- Ältere Personen (verminderte Bewegung)

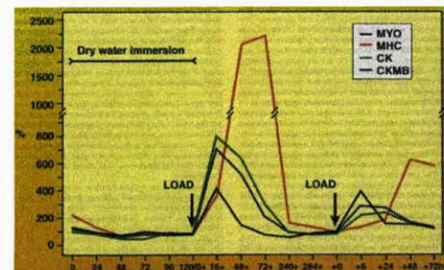
Störung des propriozeptiven Systems

- Stimulationsdefizit der Schwerkraftrezeptoren
- Läsion des peripheren Leitungssystems (Polyneuropathie)
- Läsion des spinalen Leitungssystems (Rückenmarkschäden, funikuläre Myelose, Tabes dorsalis, etc.)
- Schäden in den Verbindungszentren des Hirnstamms (retikuläre Formationen, Cerebellum, etc.)
- Schäden im Thalamus (traumatisch, entzündlich, etc.)
- Schäden in der kortikalen sensomotorischen Region (lokal, diffus – traumatisch, vaskulär-zirkulatorisch, etc.)

Pathophysiologie des Kosmonauten-/ Astronauten- und des Bedrest-Syndroms experimentell und sekundär

- Schwerelosigkeit führt zu Störungen der Schwerkraft- und der Bewegungsrezeptoren (Mechanorezeptoren), Störungen der Funktion des propriozeptiven System
 - Veränderung in der Motorik (Körper- und Extremitätenbewegung)
 - Veränderung der aufrechten Haltung
 - Ausfälle im sensorischen System (Hinterstrang-Reafferenz)
 - Störung des Thalamus-Funktionen
 - Störungen der Frontalhirnfunktion (kognitive Fähigkeiten, psycho-motorische Koordination, Assoziativität, Kritik, emotionale Kontrolle)
 - Störungen der Vigilanz

Verhalten des Muskelproteins nach DWI von 5 Tagen, gefolgt von isometrischer Muskelbelastung

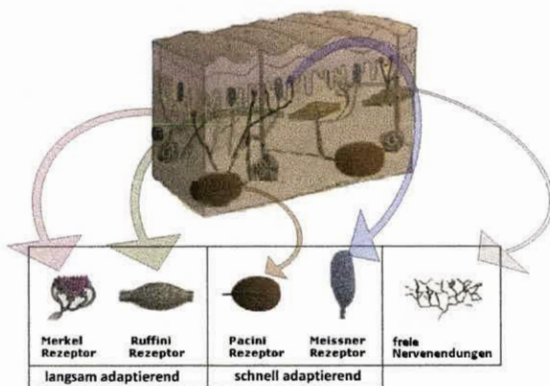


- Myoglobin: Myo
- Myosin heavy chain fragments: MHC
- Creatine kinase enzyme activity: CK
- Creatine kinase MB isoenzyme enzyme mass: CK-MB

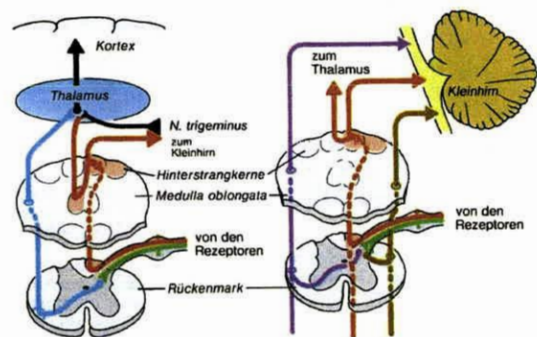
Quelle: Artner Dworak et al, 1993

Pattern of skeletal muscle proteins which were measured in the plasma of a healthy male volunteer. The concentrations are shown as percent increase from baseline value. Total immobilization (DWI) lasted for 5 days followed by a standardized isometric muscle load. After a regeneration period of 14 days the same procedure of muscle load was performed but with a 2-fold increased isometric load.

Mechano-Rezeptoren, schematisch



Das propriozeptive System verantwortlich für die Schwerkraftperzeption



Experimenteller Nachweis des Einflusses einer Fußsohlen-Vibrostimulation unter Verwendung des funktionellen MRI (fMRI) bei gesunden Probanden

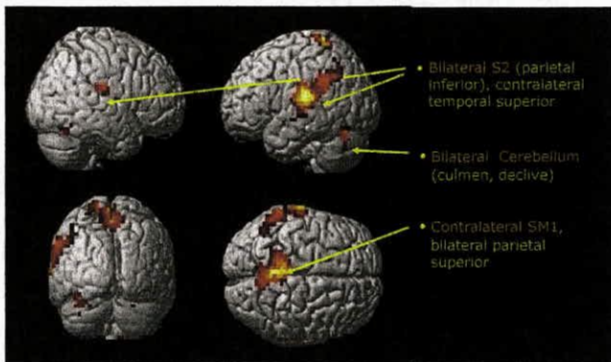
- Nachweis des BOLD-Effektes (Blood Oxygenation Level Dependent)
 - Hauptfokus der Aktivität in den Zentren des posturalen Systems (sensomotorisches Zentrum), Cerebellum
 - Nebenfoci im Frontalhirn, Temporallappen, Thalamus, Gyrus cinguli, Parietalis inferior

Vibrotaktile Stimulation der Fußsohle, bewegliches Magnetsystem



Vibrationsfrequenz 50 Hz
Stimulation hauptsächlich von Muskelspindeln und Paccini-Körperchen

Resultate einer Vibrostimulation der Fußsohle



Verwendung der Forschungsergebnisse der Raumfahrt-Neurologie - I

- Forschungsergebnisse aus der echten und der simulierten Schwerelosigkeit
 - Verwendung in der Neurorehabilitation
 - Motorische Störungen (Parkinson Syndrom, Spastizität, cerebelläre Störungen, Störungen des peripheren Nervensystems)
 - Apallisches Syndrom, Locked-in Syndrom
 - Schlaganfall
 - Hirnverletzung, etc.
 - Prävention der sekundären Bedrest-Symptomatik
 - Beeinflussung des Verlaufs einer Demenz
 - Geriatrie
 - Psychiatrische Erkrankungen
 - Verwendung im Wellness-Bereich

Verwendung der Forschungsergebnisse der Raumfahrt-Neurologie - II

- Bedrest-Untersuchungen (DWI)
 - Aufdecken von minimalen Großhirnläsionen
 - Akute Neurodiagnostik
- Frühdiagnostik neurologischer Erkrankungen (Parkinson-Syndrom, spastische Störungen)

Verwendung der Forschungsergebnisse der Raumfahrt-Neurologie - III

- Entwicklung von neuen medizinischen Geräten
 - Verwendung in der Neurorehabilitation
 - Verwendung in der Neurodiagnostik (Multiplikationseffekt)
 - Monitoring der Wirkung von Medikamenten
 - Überwachung neurologischer Veränderungen (zusätzlich zur klinischen Kontrolle und zu Zusatzmethoden – EEG, EMG, MRI, etc.)

Verwendung der Forschungsergebnisse nach Vibration der Fußsohle

- Fußsohlendruckschuh
- Fußsohlenvibrationsschuh
- Fußsohlenmassage
- Fußsohlenreflexzonenmassage

Fußsohlendruckschuh „Ganter-Schuh“

- Konstruktion eines Spezialschuhs mit permanentem Druck auf die Fußsohle und den Fußrücken
- Auswirkungen
 - Permanente Stimulation der Mechanorezeptoren in der Fußsohle sowie am Fußgelenk
 - Aktivierung des propriozeptiven Systems



Fußsohlendruckschuh „Ganter-Schuh“

- Auswirkungen
 - Einfluss auf den Bewegungsablauf beim Gehen
 - Einfluss auf den Bewegungsablauf der Gesamtmotorik
 - Änderung der Körperhaltung durch Einfluss auf das propriozeptive System (Haltungs- und Stellreflexe)
 - Verminderung der Ermüdung beim Gehen, Stehen, Laufen, bei allen Körperbewegungen
 - Anhebung der Vigilanz, Aktivierung d. retikulären Systems
 - Aktivierung der höheren und höchsten Hirnleistungen
- Verwendung in der Neurorehabilitation, Defektzustand nach Hirnläsionen (Spastizität), Parkinson-Syndrom, Kleinhirnstörungen

Medizinische Geräte für die Neurorehabilitation (Spin-Off-Effekt der Weltraummedizin)

- Vibrostimulationsschuh – österreichisches Modell
- Pressure shoe – Russisches Modell
- Korvit System – Foot loading imitator
- Regent – Anzug
- Penguin-Suit
- Adeli-System

Vibrostimulationsschuh österreichisches Modell

Verwendung:

Langzeit-Koma-Zustand
(Intensivstation)

Locked-in Syndrom

Apallisches Syndrom

Defekte nach
Schlaganfall
Hirnverletzung



Geplant:

Geriatric, psychiatrische Erkrankungen (Depressionen)

Korvit - Foot loading imitator Imitation von Gangbewegungen



Verwendung:
Gangstörungen (Parkinson Syndrom,
Spastizität, Rückenmarksläsionen,
Polyneuropathie)

Geplant: Demenz, Geriatric



Regent – Anzug



Verwendung:
 Spastizität
 Parkinson Syndrom
 Rückenmarksläsionen
 Polyneuropathie
 Schlaganfall

Geplant:
 Demenz, Geriatrie

Pinguin-Anzug (Penguin Suit)



Verwendung:
 Cerebrale
 Kinderlähmung
 Spastische
 Spinalparalyse

Geplant:
 Parkinson-
 Syndrom
 Demenz



ADELI-SYSTEM



Verwendung:
 Cerebrale
 Kinderlähmung
 Spastische
 Spinalparalyse
 Schlaganfall
 Wirbelsäulen-
 erkrankungen

Geplant:
 M. Parkinson
 Dementia



Quelle: ADELI-Broschüre

Formen der Schwerelosigkeit

- Echte Schwerelosigkeit
 - Parabelflüge
 - Kurzzeitraumflüge
 - Aufenthalt im Orbit (MIR, ISS)
 - Bemannte Mond- und Marsmission
- Simulierte Schwerelosigkeit
 - Experimentelles Bedrest-Modell
 - Sekundäres Bedrest-Syndrom durch Bewegungsmangel
- Partielle Schwerelosigkeit, Aufenthalt unter Wasser
 - Aufenthalt in 4-5m Tiefe
 - Aufenthalt in 20m Tiefe
 - Aufenthalt im Unterwasserturm
 - Schnorcheltauchen

Partielle Schwerelosigkeit bei Unterwasser-Aufenthalt

- Flaschentauchen (Scuba Diving) 4-5m Tiefe
- Flaschentauchen (Scuba Diving) 20-30m Tiefe
- Aufenthalt im Unterwasserturm
- Schnorchel-Tauch-System

Neue Neurorehabilitationsmethode Flaschentauchen, 4–5m Tiefe

Aktivierung des propriozeptiven Systems

- Indikationen:
 - Minimale Rückenmarksläsionen (traumatisch, MS, etc.)
 - Funktionsstörungen der Wirbelsäule
 - Spondylogene cervicale Myelopathie
 - Lumbalgie mit radikulär/pseudo-radikulären Symptomen
 - Cauda-Symptomatik verschiedener Ätiologie
- Neurorehabilitation, zusätzliche Methode für ausgewählte Fälle
- Behandlung von Wirbelsäulendekompensationserkrankungen
 - Oberes und unteres Cervikalsyndrom
 - Lumbalgie
 - Dorsalgie, etc.

Forschungsprogramme der Weltraumneurologie für die Akutneurologie und die Neurorehabilitation

- Untersuchungen mit den Methoden der Raumfahrtneurologie
 - Detaillierte Erkenntnisse der Funktion des propriozeptiven Systems (motorisches System, Thalamus, höhere und höchste Hirnleistungen)
 - Neue Methoden in der Neurodiagnostik, Multiplikationseffekt durch experimentelle Verwendung der simulierten Schwerelosigkeit
 - Entwicklung neuer Methoden für die Neurorehabilitation
- Neurologisches Untersuchungsprogramm in der echten Schwerelosigkeit (Aufenthalt im Orbit, ISS, Mond-Missionen, geplante bemannte Mars-Mission)
- Untersuchungen in der partiellen Schwerelosigkeit bei Verwendung der Methoden der Unterwasserneurologie



Sudetendeutsche Akademie der Wissenschaften und Künste

Dienstag, 29. September 2009, 18.30 Uhr

Ringveranstaltung

Franz Gerstenbrand:
Life Science in Space - Raumfahrtmedizin
(Raumfahrtneurologie, Verwendung der Forschungsergebnisse in der Neurorehabilitation)

Univ.-Prof. Dr. med. Dr. h.c. mult. Franz Gerstenbrand wurde am 6. September 1924 in Hof, Bezirk Bärn, geboren. Bis zu seiner Emeritierung war er o. Univ.-Professor für Neurologie an der Universität Innsbruck und Vorstand der Neurologischen Universitätsklinik Innsbruck; jetzt ist er als Facharzt für Neurologie und Psychiatrie in Wien tätig und Leiter des Instituts für Neurorehabilitation und Raumfahrt-Neurologie der Karl Landsteiner Gesellschaft. Er ist Ehrenpräsident des "International Danube Symposium for Neurological Sciences and Continuing Education". 2003 wurde er zum ordentlichen Mitglied der Sudetendeutschen Akademie der Wissenschaften und Künste, Naturwissenschaftliche Klasse, berufen.

Zum Inhalt

Mit der Raumfahrt hat sich die Menschheit den Traum erfüllt, von der Schwerkraft befreit, fliegen zu können. Durch die Raumfahrt ist es der Menschheit gelungen, den Mond zu betreten und erste Erfahrungen für interplanetarische Expeditionen zu sammeln. Die Entwicklung der Raketentechnik wurde durch den 2. Weltkrieg beschleunigt. Bei den Erben der deutschen Raketentechnik ist es zu einem Wettlauf gekommen, der schließlich zur Gemeinsamkeit in den Projekten und der Programmplanung eingeschwenkt ist. Der europäischen Weltraumforschung ist dazu der Anschluss gelungen. In letzter Zeit haben sich chinesische und japanische Weltraumforschungszentren zu Wort gemeldet. In den gemeinsam von NASA, ESA und der russischen Weltraumforschung entwickelten Weltraumprojekten wird derzeit die Mars-Mission vorbereitet, die möglicherweise zunächst von einer Mondstation aus zur Durchführung gebracht werden wird.



Sudetendeutsche Akademie der Wissenschaften und Künste

Bei der Eroberung des Weltalls durch den Menschen waren bemannte Weltraumflüge eine Notwendigkeit. Den Wettlauf hat das russische Weltraum-Programm mit Valerij Gagarin gewonnen. Die nur für einige Monate geplante Raumstation MIR ist erst nach 5 Jahren aufgegeben worden, ersetzt durch die gemeinsame Weltraumstation ISS (International Space Station).

Von der Medizin aus gesehen stehen neben dem Einfluss der Raumstrahlung auf Mensch und Material Untersuchungen über die Störungen des für die Schwerkraft verantwortlichen propriozeptiven Systems im Vordergrund. Das für die menschliche Bewegung entscheidende propriozeptive System vermittelt dem Gehirn die notwendigen Informationen über Haltung und Zustand von Extremitäten und Rumpf. Eine Veränderung in der Funktion des propriozeptiven Systems, wie dies in der Schwerelosigkeit der Fall ist, führt zu Bewegungsstörungen, aber auch zu einer Verminderung des Wachheitsgrades sowie der psychomotorischen Reaktionsfähigkeit. In der echten Schwerelosigkeit (Real Microgravity) sind Gegenmaßnahmen durch Verwendung neu entwickelter Geräte notwendig.

An der Erdoberfläche kommt es unter bestimmten Bedingungen ebenfalls zu einer Verminderung des Schwerkrafteinflusses auf das Nervensystem und dadurch zu ähnlichen Störungen wie in der echten Schwerelosigkeit. Eine sogenannte simulierte Schwerelosigkeit (Simulated Microgravity) tritt im Koma sowie bei Bettlägrigkeit durch kardiale Insuffizienz, aber auch bei verminderter körperlicher Bewegung, wie dies unter anderem im Alter der Fall ist, in Erscheinung. Die in der Schwerelosigkeit der im Orbit kreisenden Raumstation gewonnenen Erfahrungen, können bei Patienten in der Neurorehabilitation, aber auch in der Geriatrie voll verwendet werden. Spezielle Geräte wurden entwickelt und sind bereits in Verwendung.

Die Auswirkungen einer Stimulation des propriozeptiven Systems können durch die funktionelle Magnetresonanz-Methode nachgewiesen werden. Der Stimulationseffekt auf das propriozeptiven Systems, ausgelöst durch eine Vibrostimulation der Fußsohle, lässt sich in einer prompten Aktivierung bestimmter Gehirnregionen des menschlichen Gehirns exakt nachweisen. Die so gewonnenen Untersuchungsergebnisse sind die Grundlage für die Entwicklung verschiedener in der Medizin verwendeter neuer Behandlungssysteme.

Moderation: Priv.-Doz. Dr. Stefan Golaszewski

Der Neurologe lebt in Salzburg. Er ist Schüler von Professor Gerstenbrand. Wissenschaftlich arbeitet er an der Erforschung des propriozeptiven Systems mit der funktionellen Magnetresonanztomographie. Er ist Mitglied der Österreichischen Gesellschaft für Neurologie.