

F. Gerstenbrand^{1,2}, St. Golaszewski^{3,4}, S. Huber⁵, S. Kohl⁴

¹ Neurologische Klinik der Universität, Innsbruck

² Karl Landsteiner Institut für Restaurative Neurologie und Neuromodulation, Wien

³ Neurologische Abteilung Christian Doppler-Klinik, Salzburg

⁴ ASM – Austrian Society for Aerospace Medicine, Wien

⁵ Österreichische Akademie für Gesundheitswesen, Wien

Neurologie und Raumfahrt (Teil 1)

Forschungsergebnisse und deren Anwendung in der Neurodiagnostik und Neurorehabilitation*

Einleitung

Die Ziele einer bemannten Weltraummission waren zunächst militärisch ausgerichtet. Dass sich der Mensch an die Schwerelosigkeit anpassen muss, wenn der Astronaut in die Erdschwere zurückkehrt, hatten Generäle und Astronauten zu akzeptieren. Dies kann als die Entstehung der Raumfahrtneurologie angesehen werden.

Die medizinische Raumfahrtforschung beruht auf den Untersuchungen der biologischen Voraussetzungen für den Aufenthalt des Menschen außerhalb des Schwerfeldes der Erde, dem physiologischen Anpassungsprozess in der Schwerelosigkeit, den pathophysiologischen Reaktionen während der Vorbereitung zum Raumflug und den pathophysiologischen Problemen bei der Realisierung des bemannten Raumflugs. Das Ziel der Forschung in der Raumfahrtneurologie ist die Erarbeitung von neuen Erkennt-



Abb. 1: Zustand eines Astronauten nach Rückkehr aus dem Orbit und Einwirkung der vollen Erdschwerkraft unter Beisein seines vorgesetzten Generals (Gerstenbrand, Kozlovskaya, Marosi 1998)

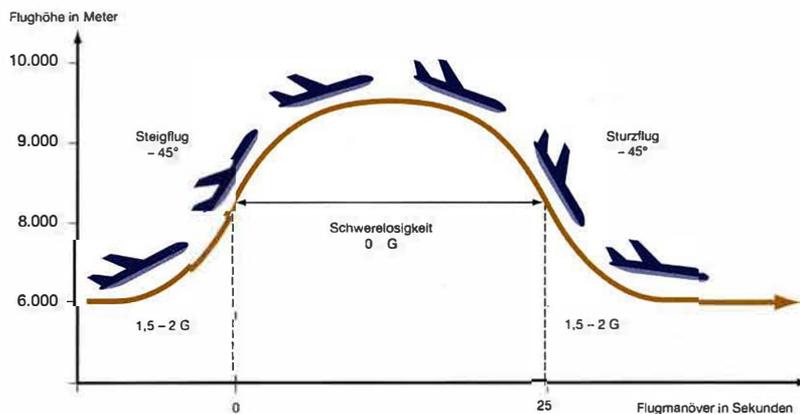


Abb. 2: Schematische Darstellung eines Parabelflugs

nissen über die Funktion des Nervensystems in der Schwerelosigkeit, die Anwendung der gewonnenen Erkenntnisse in der Routineneurologie, die Verwendung eines spin-off-Effektes für die Entwicklung von Geräten in der Neurodiagnostik und in der Neurorehabilitation sowie der Aufbau eines internationalen Forschungsnetzwerkes und die Zusammenstellung relevanter Informationen für die verantwortlichen Politiker. Außerdem sind Vorbereitungsarbeiten für den Flug zum Mond mit dem Aufbau einer Mondstation wie auch für einen Marsflug einzuleiten.

Nur ein geringer Anteil der Forschung in der Raumfahrtmedizin erfolgt unter den Gegebenheiten der echten Schwerelosigkeit (real microgravity). Die meisten Experimente können auf der Erde (ground based laboratories) unter Verwendung der Methoden der simulierten Schwerelosigkeit (simulated microgravity) zur Durchführung kommen. Speziell dazu ausgerüstete Laboratorien sind eine notwendige Voraussetzung. Der Zustand echter Schwerelosigkeit (G_0) kann durch Parabelflüge erreicht werden, allerdings nur über wenige Sekunden. (Abb. 2, Abb. 3)

Neurophysiologische Veränderungen wie bei einem G_0 -Zustand können unter terrestrischen Bedingungen durch zwei Untersuchungsmethoden erreicht werden,

durch die Bed Rest-Methode (head down tilt-method = HDT) mit der Möglichkeit, die Versuchsperson über längere Zeit untersuchen zu können und das Dry Water Immersion-Modell (DWI-method). Für die Kopf-Tieflagerungsmethode (HDT-method) genügen relativ einfache Vorrich-



Abb. 3: Parabelflug, kurzfristige Aufhebung der Schwerkraft (G_0), Schwerelosigkeit führt zum Schwebestand

tungen (Abb. 4), die DWI-Methode wird in einem größeren oder zwei kleineren Wasserbecken durchgeführt, gefüllt mit auf Körpertemperatur eingestelltem Wasser.



Abb. 4: Versuchungsperson in Horizontallage mit Tieflagerung des Kopfes um ca. 10° bis 15° (Bachl et al 2007)

Ein wasserundurchlässiges Gewebe verhindert das Untertauchen der Probanden unter die Wasseroberfläche (Abb. 5). In beiden Methoden befinden sich die Versuchspersonen in horizontaler Lage, die sie nicht verlassen dürfen bzw. nicht verlassen können.

In einem japanischen Forschungszentrum wird die Versuchsperson in vertikaler Position im Wasser versenkt. Durch stärkeren Einfluss auf das propriozeptive System im Halswirbelsäulenbereich und auch durch vermehrte Einflussnahme auf das Vestibularsystem sind die gewonnenen Daten nicht voll vergleichbar. Die Methode, Versuchspersonen im Wasser schwimmend zu untersuchen, ist situationsbelastet und liefert keine eindeutigen Resultate.

Eine entsprechende Infrastruktur ist für zusätzliche Untersuchungsmethoden notwendig. Ein Ground Based-Laboratorium für simulierte Schwerelosigkeit hat



Abb. 5: Versuchungsperson in Horizontallage im Wasserbecken schwebend, normale Lagerung des Kopfes (Bachl et al 2007)

moderne Geräte zur Untersuchung der Hirnfunktionen zur Verfügung zu haben. Die Methode des Functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI) wird dabei zunehmend für die Untersuchung der Hirnfunktionen beigezogen. An die Anwendung der ‚Positron Emission Tomography‘ (PET) als zweite Methode zur Untersuchung von Hirnfunktionsveränderungen ist sowohl wegen des großen Aufwandes als auch wegen der Verwendung von Isotopenma-

terial derzeit noch nicht zu denken. Allerdings müssen fMRI und PET-Methode in greifbarer Nähe eines Ground Based Laboratoriums zur Verfügung stehen. Als Stimulationsmodell für die fMRI-Methode wird von der eigenen Forschungsgruppe ein vibrotaktiler Stimulus der Fußsohle herangezogen (Abb. 6).

Die in der echten Schwerelosigkeit auftretenden medizinischen Probleme entsprechen, vor allem was die neurologischen Störungen betrifft, weitgehend denen in der simulierten Schwerelosigkeit. Sowohl in der echten als auch in der simulierten Schwerelosigkeit ist als Hauptursache für eine Funktionsstörung des



Abb. 6: Vibrationsstimulation der Fußsohle mittels rundem Moving Magnet Activator System und 0.05 N Haut-Andruck (Bachl et al 2007)

Nervensystems der Ausfall der Schwerkraft und der dadurch fehlende Einfluss auf die spezifischen Schwerkraftrezeptoren und deren Rückmeldesysteme ins Gehirn, dem propriozeptiven System, anzunehmen. Die Propriozeption, das propriozeptive System, ist maßgeblich für die Kontrolle von Haltung, Stellung und Bewegung des Menschen im Schwerfeld der Erde verantwortlich und kontrolliert somit die gesamte menschliche Motorik. Durch einen Störeffekt im Rückmeldesystem verliert der Mensch in der echten, aber auch in der simulierten Schwerelosigkeit wesentliche Informationen über seine Haltung und den Bewegungsablauf seines Körpers.

Über Jahrtausende hat sich der menschliche Organismus funktionell und morphologisch den Bedingungen des Schwerfeldes der Erde angepasst. Sowohl die menschliche Motorik als auch die Systeme für die Kontrolle insbesondere der Aufrechterhaltung und des aufrechten Ganges, aber auch die Fähigkeit des Menschen, seinen Lebensraum wahrzunehmen und sich darin zu orientieren, haben sich den Anforderungen entsprechend entwickelt. Wesentlicher Faktor bei der Entwicklung der aufrechten Haltung und des aufrechten Ganges war das

Verhältnis von Körpergröße zur geringen Unterstützungsfläche des menschlichen Fußes. Prospektiv kann in diesem Zusammenhang mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass beim Aufenthalt von Menschen über Generationen in einem schwerelosen Lebensraum oder auch nur einem Lebensraum mit geringerer Schwerkraftwirkung, wie zum Beispiel der des Mondes, Änderungen in Bezug auf die funktionelle Anatomie der Motorik sowie der dazu notwendigen Unterstützungsfunktionen, aber auch der sensorischen Fähigkeiten stattfinden würden bzw. stattfinden werden.

Wenn der Mensch die Erdatmosphäre verlässt, ist er dem Einfluss der echten Schwerelosigkeit (real microgravity) voll ausgesetzt. Dies trifft unter den derzeitigen Gegebenheiten für den Aufenthalt in der Weltraumstation, International Space Station (ISS), zu, die im Orbit um die Erde kreist. Die Raumstation wird auf ihrem Kurs durch Kontrollzentren ständig überwacht. Die Raumstation ISS als Nachfolge der russischen Station MIR befindet sich in einer genau berechneten Umlaufbahn um die Erde (Abb. 7).

Beim Flug zum Mond waren die amerikanischen Astronauten aus dem Schwerfeld der Erde kommend der am Mond herrschenden, zur Erde unterschiedlichen Schwerkrafteinwirkung ausgesetzt und mussten ihr Bewegungssystem



Abb. 7: Raumfahrtzentrum in Moskau. Deutlich zu sehen ist der Kurs der ISS in der Erdumlaufbahn, aktuelle Position ist Moskau (Foto: G. Gerstenbrand 2004)

entsprechend adaptieren. Ein Mars-Flug würde die Raumschiffbesatzung über eine wesentlich weitere Flugstrecke der Schwerelosigkeit und am Ziel den veränderten Bedingungen der Mars-Schwerkraft aussetzen, eine Situation, die noch nicht in allen Details durchdacht ist.

Historische Entwicklung der österreichischen Raumfahrtmedizin

Die Möglichkeit, in Österreich in der Raumfahrtneurologie zu arbeiten, hat sich durch eine Vereinbarung der Universitätsklinik für Neurologie Innsbruck mit dem Raumfahrtzentrum Moskau, dem Institute of Biomedical Problems (IBMP) ergeben. 1986 sind die ersten Kontakte zwischen Oleg Georgievich Gazenko und Franz Gerstenbrand entstanden. 1987 wurde ein Zusammenarbeitsvertrag zwischen der Universitätsklinik für Neurologie Innsbruck und dem IBMP Moskau geschlossen. Vereinbart wurde, dass die Neurologische Universitätsklinik Innsbruck Untersuchungen an gesunden Personen in einem DWI-Experiment in Moskau und später in Innsbruck durchführt.

Mit Hilfe der russischen Partner ist ein Laboratorium in Innsbruck eingerichtet worden, das mit einem Dry Water Immersion-System und einem Bed Rest-System (HDT-Methode) ausgestattet war.

Das Innsbruck-Space-Neurological-Institute (ISN) konnte unter der Leitung von Meinhard Berger, zugeordnet der Universitätsklinik für Neurologie und von der Tiroler Landesregierung unterstützt, zu einem der weltweit wenigen Speziallaboratorien ausgebaut werden. Eine Zusammenarbeit mit verschiedenen Instituten der Universität Innsbruck war möglich, so mit dem Institut für Biochemie und der Universitätsklinik für Psychiatrie. Die Weiterentwicklung der Zusammenarbeit zwischen Innsbruck und Moskau in der Weltraumneurologie war mit entscheidend für den großzügigen



Abb. 8: DWI-Untersuchungslabor, Innsbruck

Kooperationsvertrag für das AUSTROMIR-Flugprojekt zwischen der damaligen UdSSR und Österreich. Durch Unterstützung von Bundeskanzler Dr. Franz Vranitzky und Vizekanzler Dr. Alois Mock konnte das Projekt AUSTROMIR 1991 erfolgreich zur Durchführung gebracht werden. Ausgebildet als Kosmonauten wurden DI Franz

Viehböck und Dr. Clemens Lothaller. Für den Flug ins All ist DI Franz Viehböck ausgewählt worden. (Abb. 9)

Für das AUSTROMIR-Programm sind 18 Projekte vorbereitet worden, davon wurden 14 an Board durchgeführt, 10 davon waren aus dem medizinischen Bereich, 5 davon neurologischen Programmen gewidmet. Alle Projekte konnten 100%ig ausgeführt werden und haben international große Anerkennung gefunden.

Im Anschluss an das AUSTROMIR-Projekt wurde 1991 die ASM - Österreichische Gesellschaft für Weltraummedizin (Austrian Society for Aerospace Medicine/Life Sciences in Space) gegründet. Ein Bericht über die bisherige Tätigkeit und zukünftige Forschungsprogramme wurde 2007 publiziert und der wissenschaftlichen Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt.

Bei Menschen, die sich in der Schwerelosigkeit befinden, sind durch den Ausfall der Propriozeption und des vestibulären Systems Orientierung und Bewegungskontrolle stark verändert

Im Rahmen eines Folgeprogramms, dem Russischen Langzeitflug (RLF), dessen Herzstück der 14 Monate dauernde Weltrekordflug des Chefkosmonauten Dr. Valery Polyakov bildete, konnte ein wesentlicher Teil der ausgezeichnet organisierten österreichischen Projekte von der ASM in Zusammenarbeit mit dem IBMP Moskau weitergeführt werden, die Resultate wurden von beiden Partnern ebenfalls mit beachtlicher internationaler Anerkennung publiziert. In der Raumstation MIR haben österreichische Geräte bis zu deren Aufgabe Verwendung gefunden. Weiterentwickelte Geräte werden in der ISS, der Internationalen Raumstation, bis heute eingesetzt.

Im Vordergrund des Russischen Langzeitfluges stand das österreichische Projekt MONIMIR, dessen Aufgabe es war, die sensomotorische Koordinationsfähigkeit der RaumfahrerInnen zu untersuchen. Einheitliche sowie kinematische Abläufe bei vorprogrammierten und durch Rückkoppelung kontrollierten Bewegungen von Augen, Kopf und Armen wurden dabei analysiert und das Programm durch akustische, optische und propriozeptive Reize stimuliert. Ziel des



Abb. 9: Das Leben auf der MIR. F. Viehböck rechts unten, alle fünf Kosmonauten befinden sich in einer Schwebelage.

Programms war, den Einfluss der Schwerelosigkeit auf das motorische Kurzzeitgedächtnis von Arm- und Kopfbewegungen und dazu eine quantitative Analyse der Veränderung spinaler Reflexmechanismen zu untersuchen. (s. Abb.10).

Am Experiment waren zehn Kosmonauten, neun männliche und eine weibliche, im Alter von 31 bis 47 Jahren

(Mittelwert 41 Jahre) beteiligt, mit einer Aufenthaltszeit in der Raumstation MIR zwischen einer Woche und 14 Monaten, bei Langzeitflügen zwischen vier und acht Monaten. Als Resultat ergab sich eine deutliche Verminderung der Schnelligkeit von eingeübten Zielbewegungen, was auch schon bei Kurzzeitflügen eintritt, eine Verlangsamung im Bewegungsablauf bei gleichzeitiger Zunahme von Fehlern in der Genauigkeit der Zielfindung und eine deutliche Tendenz zur Verlangsamung im eingeübten Zielfindungsprogramm (motoric memory). Eine Besserung der Ausfälle hat sich bei Langzeitflügen nicht feststellen lassen. Nach Rückkehr in die normale Schwerkraft der Erde war allerdings eine rasche Normalisierung festzustellen. Die Verzögerung im zeitlichen Ablauf blieb aber über längere Zeit gestört (Kozlovskaya et al 1994). Dieses wichtige Experiment ist für künftige bemannte Weltraumflüge in Zusammenhang mit einer exakten Bedienung der Instrumente eines Raumschiffs von besonderer Bedeutung. (Abb. 10)

Als zweites Langzeitexperiment ist das österreichische COGIMIR-Programm zur Durchführung gekommen, eine Untersuchung über die Veränderung der höheren

Hirnleistungen bei Raumflügen. Dabei ist die Erfassung von psychomotorischen Leistungen, die mentale Flexibilität, die visuelle räumliche Verarbeitung und die subjektive Zeiteinschätzung untersucht worden. Die Resultate haben ergeben, dass die höheren Hirnleistungen auch bei längerem Aufenthalt in der Schwerelosigkeit nur geringen Schwankungen unterworfen waren. Auch dieses Resultat ist für die zukünftige Durchführung von bemannten Raumflügen von Bedeutung.

Durch den erfolgreichen Raumflug des Kosmonauten DI Franz Viehböck ist Österreich in die Gruppe der Nationen mit Erfahrung in der bemannten Raumfahrt aufgenommen worden, hat aber trotz

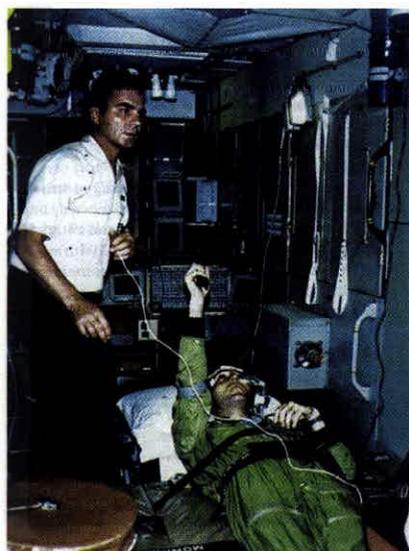


Abb. 10: Simulation des MONIMIR-Experiments, Zielen mit einem Laserstrahl zu einem LED-Signal

weiterlaufender Zusammenarbeit mit der russischen Raumfahrt keinen besonderen Nutzen daraus gezogen. Die österreichische Politik in der bemannten Raum-

fahrt wurde trotz offener Möglichkeit einer weiteren Zusammenarbeit mit Russland unerklärlicherweise nicht weitergeführt.

Der Einfluss der Schwerkraft auf das menschliche Nervensystem, im Besonderen auf die menschliche Motorik

Studien in der Schwerelosigkeit bieten für die neurologische Wissenschaft die einmalige Möglichkeit, Basisfunktionen der Motorik sowie der Sensorik bei gesunden Menschen in einem physikalisch veränderten Lebensmilieu zu analysieren und zu erforschen. Neurophysiologische

Durch den Wegfall der Schwerkraft wird die zentrale Interpretation verschiedener afferenter Signale verändert, eine massive Störung des Referenzsystems für die räumliche Orientierung ist eine der Folgen

Gesetzmäßigkeiten können aus den Resultaten erkannt und abgeleitet werden (Kozlovskaya 1981, Young 1984, Watt et al 1985, Baumgarten et al 1986, Berger et al 1992, Roll 1993, Reschke 1994). Spezielle Programme mussten für die Untersuchungen in der simulierten Schwerelosigkeit erarbeitet werden. Führend ist weiterhin die Forschungsgruppe von I. B. Kozlovskaya am IBMP Moskau.

Für Untersuchungen zur Adaptation des sensomotorischen Systems an die Bedingungen der Schwerelosigkeit und die Reorganisation dieses für die Bewegung des Menschen wichtigen Informationssystems sind drei methodische Zugänge möglich und zwar die Entwicklung eines Modells, das auf den Ergebnissen bisher durchgeführter terrestrischer neurophysiologischer Forschungsarbeiten basiert, ferner die Simulation von Schwerelosigkeitseffekten unter Erdbedingungen

(Parabellflüge, Dry Water Immersion-Untersuchungen, Untersuchungen nach der Head Down Tilt-Methode) sowie Untersuchungen von Raumfahrern unter Kurz- und Langzeitflugbedingungen in der echten Schwerelosigkeit (Bachl et al 2007).

Bei Menschen, die sich in der Schwerelosigkeit befinden, sind durch den Ausfall der Propriozeption und des vestibulären Systems Orientierung und Bewegungskontrolle stark verändert. Die Arbeitskapazität der Astronauten/Kosmonauten wird reduziert, die Effizienz in den Raumfahrtmissionen ist herabgesetzt (Geratewohl 1956, Kozlovskaya et al 1981, 1982, 1987).

Durch den Wegfall der Schwerkraft wird die zentrale Interpretation verschiedener afferenter Signale (Propriozeption, Otolithensystem, etc.) verändert, eine massive Störung des Referenzsystems für die räumliche Orientierung ist eine der Folgen (Young et al 1984, Reschke et al 1994). Die Signale aus dem visuellen System sowie Afferenzen von Haut- und Gelenksrezeptoren sind dabei allerdings nicht wesentlich verändert und werden als Information für das Körperschema (Schilder 1923) verarbeitet und ein „angepasstes dynamisches“ Modell des Körpers, als adaptiertes Körperschema zu bezeichnen, entwickelt. Dieser Vorgang ist nach Parker et al (1985) für die Rekalibrierung der durch die Schwerelosigkeit beeinflussten Afferenzsysteme in der ersten Adaptationsphase eines Raumflugs besonders wichtig. Für die sensomotorische Integration spielt die Kontrolle

IMPRESSUM

HERAUSGEBER: Prim. Univ.-Prof. Dr. Heinrich Binder, Univ.-Prof. Dr. Hinderk M. Emrich, Univ.-Prof. Dr. Hans Peter Kapfhammer, Prim. Univ.-Prof. Dr. Herwig Scholz, Prim. Univ.-Doz. Dr. Manfred Schmidbauer, Univ.-Prof. Dr. Kenneth Thau, Univ.-Prof. Dr. Hans-Georg Zapotoczky WISSENSCHAFTLICHES SEKRETARIAT: Dr. Monika Christian, 1010 Wien, Spiegelgasse 19/19 WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT: Univ.-Prof. Dr. Detlef Nutzinger, Bad Bramstedt; Univ.-Doz. Dr. Gernot Langs, Arolsen; Univ.-Prof. Dr. H. Förstl, München; Univ.-Prof. Dr. Peter Fischer, Wien; Univ.-Prof. Dr. Michael Linden, Teltow/Berlin; Univ.-Prof. Dr. Michael Hrdlička, Prag; Univ.-Prof. Dr. Peter König, Rankweil; Univ.-Prof. Dr. Bernhard Mitterauer, Salzburg

Verleger: Springer-Verlag GmbH, Professional Media, Sachsenplatz 4-6, 1201 Wien, Austria, Tel.: 01/330 24 15-0, Fax: 01/330 24 26-260, Internet: www.springer.at/psychopraxis, Geschäftsführer: Dr. Sven Fund; Leitung Professional Media: Mag. Margarete Zupan; Redaktion: Verantwortlicher Redakteur: Mag. Ingo Schlager; Mitarbeiter dieser Ausgabe: Dr. Renate Höhl, Dr. Verena Kienast, Dr. Judith Moser; Redaktionssekretariat: Susanna Hinterberger; Produktion/Layout: Martin Gaal; Anzeigen: Gabriele Popernitsch; Es gilt die aktuelle Preisliste 2007; Erscheinungsweise: 6x jährlich; Abonnement: Bezugspreis: 1 Jahr EUR 52,80; Verlagsort: Wien; Herstellungsort: Wien; Erscheinungsort: Wien; Verlagspostamt ISSN: 1434-1883; Design: Wojtek Grzymala; Druck: Holzhausen Druck & Medien GmbH, 1140 Wien-Auhof, Holzhausenplatz 1; Abbildungsverzeichnis: Fotos ohne Hinweis: Archiv, Coverfoto: duchessa

Alle namentlich gekennzeichneten Beiträge spiegeln nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wider. Diese Beiträge fallen somit in den persönlichen Verantwortungsbereich des Verfassers. Die Redaktion übernimmt keine Haftung für unaufgefordert eingesandte Manuskripte. Mit Advertorial gekennzeichnete Beiträge sind bezahlte Einschaltungen nach §26 Mediengesetz.

Urheberrecht: Mit der Annahme eines Beitrags zur Veröffentlichung erwirbt der Verlag vom Autor alle Rechte, insbesondere das Recht der weiteren Vervielfältigung zu gewerblichen Zwecken mit Hilfe fotomechanischer oder anderer Verfahren. Die Zeitschrift sowie alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Speicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen. Auch die Rechte der Wiedergabe durch Vortrag, Funk- und Fernsendungen, im Magnettonverfahren oder auf ähnlichem Wege bleiben vorbehalten. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in dieser Zeitschrift berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen. Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag keine Gewähr übernommen werden. Derartige Angaben müssen vom jeweiligen Anwender im Einzelfall anhand anderer Literaturstellen auf ihre Richtigkeit überprüft werden.

Eigentümer und Copyright-Inhaber: © 2007 Springer-Verlag/Wien. SpringerWienNewYork ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media.



Quartal: 3/2007
Druckauflage: 7.000

Tab. 1: Space Adaptation Syndrome – Weltraumanpassungssyndrom

Motion Sickness-Symptomatik durch vestibuläre Dysfunktion (Schwindel, Übelkeit, vegetative Störungen)
Motorische Störungen (Hypermetrie, Dysmetrie, Gleichgewichtsstörungen)
Optomotorische Störungen
Propriozeptive Ausfälle
Körperschemastörung
Pseudoapraxie

Tab 1: Symptome des Space Adaptation Syndrome (Weltraumanpassungssyndrom)

Tab. 2: Kosmonauten-Syndrom

Primäre Muskelatrophie (Veränderungen der Muskelstrukturen, histologisch nachweisbar)
Polyneuropathie
Propriozeptive Störungen (Verkennung der Gelenksstellung, Störung des Vibrationsempfindens, Hypo- bis Areflexie, spinale Ataxie)
Thalamische Störungen
Störung in den programmierten motorischen Funktionen (Augen-Kopf-Koordination)
Cerebelläre Ataxie
Störungen des Körperschemas
Verminderung der Vigilanz
Vegetative Dysregulation
Osteoporose

Tab 2: Symptomatik des Kosmonauten-Syndroms (vergleichbar mit dem Bed Rest-Syndrom)

von Haltung und Bewegung des Körpers sowie die Kontrolle für die Fortbewegung und für die Manipulation von Objekten eine entscheidende Rolle.

In der frühen Phase eines Raumflugs kann es durch ein „mismatch“ der vestibulären, visuellen, propriozeptiven und extrazeptiven Informationen zur Raumkrankheit kommen (Gauer 1965, Schmitt et al 1985, Reschke et al 1994). Räumliche Illusionen und Störungen der Raumorientierung sind eine weitere Folge (Kornilova et al 1983, Mittelstaedt et al 1993, Berger et al 1998).

Tab. 3: Bed Rest-Syndrom

Primäre Muskelatrophie (Veränderung der Muskelstruktur, histologisch nachweisbar)
Polyneuropathie
Störungen der propriozeptiven Funktionen (Tiefensensibilitätsstörungen, spinale Ataxie)
Thalamische Störungen
Cerebelläre Ausfälle
Körperschemastörungen
Herabsetzung der Vigilanz
Kognitive Störungen
Vegetative Dysbalance (Blutdruckschwankungen, etc.)
Osteoporose

Tab 3: Symptomatik des Bed Rest-Syndroms

Beim Eintritt in die Schwerelosigkeit stellt sich eine Dysfunktion des Nervensystems mit fassbaren Ausfällen ein. Dies ist allerdings auch bei Untersuchungen im

Beim Space Adaptation-Syndrom, Weltraumanpassungssyndrom, steht als auslösender Faktor eine Stimulation mit Enthemmung des Vestibularapparates im Vordergrund

Experiment der simulierten Schwerelosigkeit der Fall. In der ersten Belastungsphase stellen sich die Störungen des Space Adaption-Syndroms ein.

Beim Space Adaptation-Syndrom, Weltraumanpassungssyndrom, steht als auslösender Faktor eine Stimulation mit Enthemmung des Vestibularapparates im Vordergrund (Lessard und Wong 1987). Nach Jennings (1990), Kennedy et al (1987), Kozlovskaya et al (1989) und Ockeis et al (1990) entsteht das Space-Adaption-Syndrom aus einer vestibulären Störung mit vertigo-artigen und vegetativen Erscheinungen. Dazu kommt es zu motorischen Störungen in Form einer Hypermetrie, Dysmetrie, etc., sowie zu optomotorischen Störungen, aber auch zu Störungen des propriozeptiven Systems mit Körperschemastörungen und einer Pseudoapraxie (Tabelle 1).

Auch schon bei Kurzzeitflügen kommt es zu einer Atrophie vor allem der Extremitäten-Muskulatur mit Verminderung des Muskelquerschnitts (LeBlanc et al 1995). Dieses Phänomen wurde nach Thornton (1977) sowie Convertino und Sandler (1995) als Folge der ersten Raumflüge beobachtet und mit dem Terminus ‚bird legs of space‘ bezeichnet.

Ohne gegensteuernde Trainingsmaßnahmen entwickeln sich bei einem längeren Aufenthalt in der echten Schwerelosigkeit deutlich ausgeprägte Störsymptome, die als Kosmonauten-Syndrom (Gerstenbrand und Muigg 1993) bezeichnet wurden. Dieses Symptomenbild wird auch in der simulierten Schwerelosigkeit beobachtet und zeigt sich vornehmlich in motorischen, aber auch Hinterstrangstörungen. Es bestehen, wie in Tabelle 2 angeführt wird, eine primäre Muskelatrophie, Symptome einer Polyneuropathie, Hinterstrangausfälle und thalamische Störungen. Nicht nur einfache motorische Funktionen sind betroffen (Kozlovskaya 1981, Young et al 1984), es treten auch Koordinationsstörungen (Kozlovskaya 1988, Berger et al 1992a, 1992b, 1995) sowie Störungen in der posturalen Kontrolle auf (Baumgarten et al 1986, Reschke et al 1994).

Die Symptomatik des Kosmonautensyndroms entspricht weitgehendst dem Bed Rest-Syndrom. Die Hauptent-

stehungsursache ist auch beim Bed Rest-Syndrom eine Störung der Propriozeption durch deren partiellen Ausfall als Folge einer simulierten Schwerelosigkeit durch längeres Verweilen in einer horizontalen Lage. Im Vordergrund stehen eine primäre Muskelatrophie, dazu Symptome einer Polyneuropathie, eine Herabsetzung der Vigilanz, aber auch der kognitiven Funktionen sowie Körperschemastörungen und eine Osteoporose (Tabelle 3). ■

Teil 2 folgt in der nächsten Ausgabe

Korrespondenzadresse: Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Franz Gerstenbrand, Präsident der ASM – Austrian Society for Aerospace Medicine, Rummelhardtgasse 6/3, 1090 Wien

*Der Doyen der russischen Raumfahrtmedizin, General Academician Univ.-Prof. Dr. Oleg Georgievich Gazenko ist kürzlich verstorben. Teil 1 und Teil 2 dieser Arbeit sind seinem Andenken gewidmet.

6/07

Inhalt

rückblick

8 Der Beginn einer Zeitschrift

H. G. Zapotoczky, Graz

ausblick

10 Wohin geht die Psychiatrie?

W. Schöny, G. Hofmann, Linz

neurologie

14 Neurologie und Raumfahrt (Teil 1)

F. Gerstenbrand, St. Golaszewski, S. Huber, S. Kohl, Wien

psychiatrie

19 Die bipolare Erkrankung

D. E. Dietrich, J. Warncke, H. M. Emrich, Hannover

neurologie

28 Dopamin im Gehirn

K. Jellinger, Wien

ausblick

36 Freiheit als Realität oder als Illusion?

P. Kampits, Wien

6 Panorama

44 Aktuell

51 Substanzprofil

53 Produkte

17 Impressum

Ein Grund zum Feiern?

Wenn eine Zeitung ihr 10-jähriges Bestehen verkündet, kann man mit Fug und Recht behaupten, dass sie sich bewährt hat. Dass sie zu einem Fixbestandteil der Medienlandschaft geworden ist. Dass sie sich trotz starker Konkurrenz etabliert hat. „Etabliert“ – das hat immer auch einen Beigeschmack von Behäbigkeit, von Satt-sein, von Selbstzufriedenheit.

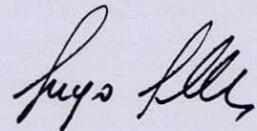
In diesem Sinne ist die Psychopraxis nicht „etabliert“. Vor allem ist sie nicht satt oder gar behäbig. In den mehr als zwei Jahren, in denen ich die Zeitschrift als leitender Redakteur betreue, konnte ich keinerlei derartige Anzeichen erkennen, im Gegenteil: Alle am „Projekt Psychopraxis“ mitarbeitenden strotzen vor Energie, stecken voller Ideen. Und dass dies nicht nur der Eindruck von einem (zwangsläufig voreingenommenen) Beteiligten ist, das bestätigen uns Sie, liebe Leserinnen und Leser, als unbestechliche und letzte Instanz. Das freut. Das verpflichtet!

Nach einem Naturgesetz kann Energie niemals verlorengehen, aber sie kann sich verflüchtigen. Dass dies im Falle der Psychopraxis nicht geschieht, daran arbeitet das Team seit 10 Jahren, und daran werden wir auch in Zukunft arbeiten.

10 Jahre Psychopraxis – ein Grund zum Feiern? Und ob!

Viel Vergnügen mit der Jubiläumsausgabe

wünscht Ihr



INGO SCHLAGER

06/07

psychopraxis

Zeitschrift für praktische Psychiatrie und Grenzgebiete



10

Jahre Psychopraxis

RÜCKBLICK
Der Beginn einer Zeitschrift

AUSBLICK
Wohin geht die Psychiatrie?

Aktuell
Sorgenkind Gehirn
20. Kongress der ECNP

Neurologie
Neurologie und Raumfahrt
Forschungsergebnisse und Anwendung

Psychiatrie
Die bipolare Erkrankung
Update zur medikamentösen Therapie