

661

Aus der Universitätsklinik für Neurologie (Vorstand: Prof. Dr. F. Gerstenbrand), Innsbruck

Raumfahrtmedizin und Life sciences in space

F. Gerstenbrand und A. Muigg

Schlüsselwörter: Space-adaptation-Syndrome - Bed-rest-Syndrom - Raumkrankheit - reale Schwerelosigkeit - simulierte Schwerelosigkeit - Kosmonauten-Syndrom.

Key-words: Space adaptation syndrome - motion sickness - real microgravity - simulated microgravity - bed rest syndrome - cosmonaut syndrome.

Zusammenfassung: Die Untersuchungen und Beeinflussung physiologischer Adaptationsvorgänge und pathophysiologischer Störungen in Schwerelosigkeit stellen einen wesentlichen Bestandteil in der Vorbereitung und der Durchführung von bemannten Raumflügen dar. Neue Ergebnisse zeigen die Bedeutung dieser Erkenntnisse in der klinischen Anwendung bei Patienten. In der realen und simulierten Schwerelosigkeit kommt es zu Bewegungsstörungen, zu Störungen der Muskelfunktionen, zu Veränderungen der Muskelkraft, aber auch zu strukturellen Veränderungen der Muskulatur. Durch die Beeinträchtigung des Gleichgewichtsorgans mit seinem Einfluß auf Augenbewegungen sowie auf die spinale Motorik entstehen optomotorische und motorische Großhirnfunktionsstörungen. Die höchsten und höheren Hirnleistungen wie assoziatives Denken, Kritik- und Entschlußfähigkeit, Merk- und Konzentrationsfähigkeit sowie die Kontrolle der Emotionen, aber auch die Raumorientierung, Sprachproduktivität, Schreiben, Rechnen usw. werden ebenfalls durch den Ausfall bzw. die Veränderungen der motorischen Rückmeldesysteme gestört. Schließlich kommt es auch zu Minderung der Vigilanz. Weiters treten vegetative Störungen, primäre Muskelatrophie und Demineralisierung des Skelettsystems auf. Störungen des Flüssigkeitstransports und biologische Strahlenschäden stellen weitere Probleme der bemannten Raumfahrt dar. Verschiedene dieser Adaptationsphänomene können in der simulierten Schwerelosigkeit (Dry water immersion, Bed-rest-Modell) in speziellen Labors untersucht werden.

Diese Erkenntnisse aus der realen bzw. simulierten Schwerelosigkeit sind direkt in die Routinemedizin, und zwar in Diagnostik und Therapie voll zu übertragen und bringen völlig neue Aspekte in die moderne Medizin ein.

Space Medicine and Life Science in Space

Summary: The examination of pathophysiological disturbances and the process of adaptation in man during space flight is not for optimizing of the biological systems during the training of cosmonauts and astronauts for their stay in space only. These results are also important for medical application on patients. In real microgravity disturbances of motor performances, coordination of movements, accuracy of movements, muscle function as well as structural changes in muscles is found in real microgravity. Spinal reflexes and the control of vestibular system on eye movements are also afflicted. Higher brain functions, especially associative reactions, critical abilities, memory, as well as high brain function like space orientation, body scheme control, geometric and arithmetic analysis and its reproduction, at last speech production, writing and reading are decreased. Vegetative disorders, bone decalcification, primary muscular atrophy occur as well as changes in sleep - wake regulation and diminishing

of vigility. Disturbances of blood and body fluid circulation and biologic radiation damage are further effects of man space flight.

Several problems of space adaptation can be studied with the methods of the simulated microgravity using the dry water immersion, examination and the bed rest model in special laboratories. The routine medicine is learning from the scientific results of the research in real and simulated microgravity.

Einleitung

Weltraummedizinische Forschung befaßt sich mit der Untersuchung biologischer Voraussetzungen, physiologischer Anpassungsvorgänge und pathophysiologischer Probleme während der Vorbereitung und der Durchführung von bemannten Raumflügen und extraterrestrischem Aufenthalt. Einen besonderen Stellenwert nehmen dabei die in der Schwerelosigkeit auftretenden Funktionsstörungen des menschlichen Gehirns in deren Auswirkung auf den Bewegungsablauf des Menschen inklusive der Augenbewegungen und seine kognitiven Fähigkeiten sowie die veränderten Voraussetzungen des Blutkreislaufs und der Flüssigkeitszirkulation ein. Die raumfahrtmedizinische Forschung hat als eines ihrer Hauptziele nicht

nur neue Erkenntnisse für die physiologischen Funktionen des Nervensystems zu gewinnen, sondern auch die Ergebnisse in die Routinemedizin einzubringen.

Nur ein relativ kleiner Teil der welttraummedizinischen Forschung muß in der realen Schwerelosigkeit erfolgen. Zu einem hohen Prozentsatz können die Untersuchungen in der simulierten Schwerelosigkeit „am Boden“ durchgeführt werden. Die Untersuchungen in der simulierten Schwerelosigkeit verlangen allerdings entsprechend ausgerüstete Laboratorien.

Die wissenschaftlichen Projekte der welttraummedizinischen Forschung in der realen Schwerelosigkeit werden und wurden in Programmen der NASA, der ESA, der russischen Raumfahrt durch das IMBP-Moskau, der deutschen Weltraumforschung durch die DARA und im Projekt Austromir meist in Kooperationsprojekten durchgeführt. Untersuchungen in der simulierten Schwerelosigkeit erfolgen in den Speziallaboratorien des IMBP-Moskau, des Biomedical Centers der NASA in Houston, im welttraummedizinischen Labor-Verbund in Österreich und in nächster Zukunft auch im Ground Based Neuro Space Laboratory der Universität Messina durchgeführt.

Für die im Weltraum durch den Wegfall der Schwerkraft auftretenden Störungen des gesunden menschlichen Körpers mit normalen Gehirn- und Rückenmarksfunktionen und ungestörtem peripheren Nervensystem sind die Ausfälle bzw. die Veränderungen von Informationen durch die Schwerkraft- und Bewegungsrezeptoren in Gelenken, Muskulatur, Sehnen und Bändern, des Vestibularapparates sowie der veränderten Funktionen der motorischen Rückmeldesysteme, der Hinterstrangsysteme verantwortlich. Sowohl in der realen als auch in der simulierten Schwerelosigkeit kommt es dadurch zu Störungen in den Bewegungen von Extremitäten, Rumpf und Kopf, zu Störungen der Muskelfunktionen und der Muskelkraft sowie zu vegetativen Veränderungen und zu Störungen der höchsten Hirnleistungen wie assoziatives Denken, Kritik- und Entschlußfähigkeit, Merk- und Konzentrationsfähigkeit, Kontrolle der Emotionen usw. sowie der höheren Hirnleistungen, wie zu Störungen der Sprachproduktivität, des Schreibens, des Rechnens usw., wie auch der Raumorientierung. Schließlich treten auch Körperschemastörungen auf, und es kommt zur Herabsetzung der Vigilanz und auch Änderungen des Schlaf-Wach-Rhythmus.

Durch die Auswirkung der in der Schwerelosigkeit veränderten physikalischen Kräfte auf den menschlichen Körper stellen sich in der realen Schwerelosigkeit Veränderungen im Herz-Kreislauf

System, im Flüssigkeitstransport (7), in der Elektrolytzusammensetzung und in den hormonellen Steuerungssystemen ein, wie sie auch teilweise in simulierter Schwerelosigkeit zu erwarten sind.

Die in der realen Schwerelosigkeit auftretenden Ausfälle zeigen sich im initialen Stadium als Space-Adaptationssyndrome (4, 5, 6, 9). Dabei steht die Stimulation und Enthemmung des Vestibularapparates (8) im Vordergrund (Tab. 1).

Bei längerem Aufenthalt in der realen Schwerelosigkeit stellt sich trotz massiven Körpertrainings das sogenannte „Kosmonautensyndrom“ ein, das sich in seinen Symptomen auch in der simulierten Schwerelosigkeit nachweisen läßt (Tab. 2). Zu den durch das Kosmonautensyndrom bedingten Ausfällen (2) werden Veränderungen in der Funktion des peripheren Nervensystems mit den Symptomen einer Polyneuropathie, Veränderungen der Muskulatur (3) mit Atrophien, der Knochen mit Osteoporose und durch Ausfall der motorischen Rückmeldesysteme und der Schwerkraftrezeptoren mit Störung der Lage- und Bewegungsempfindung sowie des Bewegungsablaufes gezählt. Die Symptomatik entspricht einem Pseudo-Tabes-Syndrom oder einer Pseudo-Friedreich-Ataxie. Über die zusätzlichen vegetativen Störungen, durch die unter anderem ein negativer Einfluß auf die Abwehrsysteme möglich ist, liegen noch keine genauen Ergebnisse vor. Zu den Körperschemastörungen und vor allem den Störungen der kognitiven Funktionen sowie des Wachseins und des Schlafrythmus stehen die ersten Ergebnisse aus dem Austromir-Projekt (1) in Berichtform zur Verfügung. Das Symptomenbild der Kosmonautenkrankheit entspricht in vielen Symptomenbereichen dem Bed-rest-Syndrom, der Bettlägerigkeitskrankheit (Tab. 3). Dieses Krankheitsbild kann bei Bettlägerigkeit schon nach wenigen Tagen auftreten. Beim Bed-rest-Syndrom steht die gestörte Propriozeption im Vordergrund, neben der primären Muskelatrophie. Die Hinterstrangstörungen und Störungen der Vigilanz sind nach unseren Erfahrungen in ihrem Stellenwert im Hintergrund.

Einfluß der medizinischen Welt- raumforschung auf die Routine- medizin

Die gewonnenen Erkenntnisse der weltraummedizinischen Forschung über den Einfluß der Schwerkraft und die Entwicklung des Kosmonautensyndroms bzw. des Bed-rest-Syndroms werden heute in der Frührehabilitation bei Komapatienten, insbesondere beim apallischen Syndrom, mit gutem Erfolg angewandt. Eine Beeinflussung des Krankheitsverlaufes eines Langzeit-Kompatienten und der günstige Einfluß auf die Restbeschwerden steht außer Zweifel.

Ein weiteres Anwendungsgebiet der Kenntnisse der Weltraummedizin stellt die Geriatrie zur Verhinderung des Bed-

Tab. 1. Space-Adaptationssyndrom.

- vestibulärbedingte Störungen (Schwindel, Übelkeit, vegetative Störungen)
- Bewegungsstörungen (Hypermetrie, Dysmetrie usw.)
- optomotorische Störungen
- propriozeptive Störungen
- Körperschemastörungen
- Raumorientierungsstörungen
- Pseudoapraxie

rest-Syndroms dar, neben allen Krankheitsbildern, die eine Ruhigstellung bzw. eine Bettruhe nach sich ziehen.

Geräte für die Stimulation der Hinterstrangsysteme, die für die motorische Rückmeldung über die Lage des Körpers und seine Bewegungen im Schwerfeld der Erde die Verantwortung tragen, werden bereits angewendet bzw. sind in Konstruktion. Eine Beeinflussung des Bed-rest-Syndroms, insbesondere beim apallischen Syndrom, aber auch beim alten Menschen, sowie die Verkürzung des Verlaufs eines Komas ist durch ihre Anwendung festzustellen.

Die in der Weltraummedizin gewonnenen Erkenntnisse über Funktionsstörungen des Gleichgewichtsorgans in der Schwerelosigkeit können für diagnostische und therapeutische Programme bei der Behandlung verschiedener Formen von Erkrankungen mit Schwindel als Hauptsymptom verwendet werden.

Durch die Forschungsergebnisse aus der simulierten und der realen Schwerelosigkeit ergeben sich ferner die Möglichkeiten, Entwicklung und Verlauf verschiedener Muskelerkrankungen zu verfolgen, frühdiagnostische Entscheidungen zu

Tab. 2. Kosmonautensyndrom (Pseudo-
tabic Syndrome).

- propriozeptive Störungen (Gelenkstellung, Vibrationsempfindung, Hypo-Areflexie, spinale Ataxie)
- vorprogrammierte Bewegungsstörung (Augen-Kopfkoordination)
- zerebelläre Ataxie
- Körperschemastörungen
- Vigilanzminderung
- vegetative Dysregulation
- Polyneuropathie

Tab. 3. Bed-rest-Syndrom.

- Polyneuropathie
- primäre Muskelatrophie mit Muskelenzymveränderungen und strukturellen Läsionen
- propriozeptive Störung (spinale Ataxie, Tiefensensibilitätsstörungen)
- Vigilanzminderung
- kognitive Störung
- Körperschemastörung
- Osteoporose

treffen und neue Therapieansätze in der medikamentösen Therapie und der Trainingstherapie zu entwickeln.

Grundlegende Erkenntnisse der Muskelfunktion in der Schwerelosigkeit unter Anwendung von Bewegungstrainingsprogrammen sind in der Rehabilitation von Patienten nach Körperverletzungen und Operationen anzuwenden.

In vollem Ausmaß kommen die Erfahrungen der weltraummedizinischen Forschung der Sportmedizin zugute, Anwendungsverfahren werden bereits eingesetzt.

SPACE OR GROUND

THE SOLUTION
FOR ARTEFACT
FREE
SURFACE-EMG



Modular Configuration:
4/8/12/16/32 Channels
Synchronized Analog
Signal Acquisition
Powerful Analysis Package
Telemetry Option

Compatibility to:
Videometry, Isokinetic
Systems, Goniometers



Individuell solutions

NEURODATA Fax
Wien 0043-1-6674499
Berlin 030-6532329

Eine Flüssigkeitsverschiebung im Körper wird als eine der Ursachen für das Auftreten des Dekubitus bei langzeitbettlägerigen Patienten angenommen. Basierend auf den gewonnenen Erfahrungen in der realen und in der simulierten Schwerelosigkeit können neue therapeutische Maßnahmen zur Verhinderung und Behandlung des Dekubitus entwickelt werden.

Verwendung der weltraummedizinischen Forschungsergebnisse in der Diagnostik von verschiedenen Erkrankungen

In den Laboratorien für simulierte Schwerelosigkeit wird es in Zukunft möglich sein, neurologische Erkrankungen frühzeitig zu diagnostizieren und den Verlauf dieser Erkrankungen sowie die Therapieresultate zu verfolgen. Das trifft vor allem für das Parkinson-Syndrom sowie für Erkrankungen des Kleinhirns zu. Herz- und Kreislaufstörungen wie auch andere internistische Krankheiten können ebenfalls in den Laboratorien für simulierte Schwerelosigkeit untersucht und der Therapieverlauf kontrolliert werden.

In der realen und der simulierten Schwerelosigkeit werden durch Testbatterien mit Hilfe von modernen computergesteuerten Apparaten die höheren Hirnleistungen (Sprach-, Rechen- und Lesestörungen, Störungen der Raumorientierung usw.) und auch die höchsten Hirnleistungen (Assoziation, Kritik, Kontrolle der Emotionen) untersucht und deren Störungen erfaßt. In „Ground-based-Laboratorien“ für simulierte Schwerelosigkeit können durch die Untersuchungsprogramme mit den gleichen Apparaturen, wie sie in der realen Schwerelosigkeit verwendet werden, Aphasie, optisch-agnostische Störungen und andere Störungen der höheren Hirnleistungen auch im Initialstadium diagnostiziert sowie der Neurorehabilitationsverlauf kontrolliert werden.

Das Training von höheren und höchsten Hirnfunktionen ist mit den Geräten für die Untersuchung der kognitiven Funktionen als Therapie bei Menschen mit beginnendem zerebralem Abbau einsetzbar. Diese Anwendungsmöglichkeit stellt auch einen interessanten Aspekt für die Untersuchungen der Einflüsse auf den Alterungsprozeß des Gehirns dar.

Auch psychiatrische Erkrankungen wie das Angstsyndrom, die Panikerkrankung, hormonell und vegetativ bedingte psychische Störungen werden in Zukunft in Laboratorien für simulierte Schwerelosigkeit diagnostisch geklärt und behandlungsmäßig überwacht werden können.

Die für die Untersuchungen der kognitiven Funktionen in der realen und simulierten Schwerelosigkeit entwickelten Geräte mit spezifischem Testprogramm sind für die Auswahl der Astronauten und Kosmonauten, aber auch für die Flugtauglichkeit von Jetpiloten anwendbar.

Verwendung der Erkenntnisse der weltraummedizinischen Forschung in der biomedizinischen Technik

Weitere Konsequenzen für die Routinemedizin werden sich aus der mit der weltraummedizinischen Forschung verbundenen Hochtechnologie ergeben. Es ist zu erwarten, daß sich neue Geräte für die Kompensation von gestörten Rückenmarksfunktionen entwickeln lassen. Ein Gerät zur Behandlung von Muskelatrophien verschiedener Ätiologie kann aufgrund der Erfahrungen mit den Muskeltrainingsgeräten der Kosmonauten gebaut werden. Für Schäden des peripheren Nervensystems und Störungen der Spinalmotorik sowie für Kleinhirnstörungen sind Stimulationsgeräte der Hinterstrangsysteme in Entwicklung. Diese Geräte können zur Verhinderung des Bedrest-Syndroms bei Patienten im Koma, bei älteren bettlägerigen Menschen und bei Patienten nach Verletzungen eingesetzt werden.

Zu wenige Daten sind derzeit für die Beurteilung von Langzeiteffekten durch das Strahlungsfeld im Weltraum vorhanden, vor allem für Schäden durch Protonen und schwere Ionen auf die verschiedenen biologischen Systeme. Die lokale Energieübertragung, Lineare Energy Transfer (LET), der auftretenden Strahlung stellt dabei einen wichtigen Faktor für die Bewertung des biologischen Strahlenschadens, aber auch für die durch die Strahlung verursachten Materialveränderungen dar. Untersuchungen sind in Zukunft in einer Zusammenarbeit von Strahlenbiologen und Humanmedizinern durchzuführen, mit dem Wissen, daß manche Veränderungen von biologischen Parametern und Veränderungen von Materialien, wie sie beim Aufenthalt im Weltraum festgestellt wurden, direkt oder indirekt mit dem Einfluß der kosmischen Strahlung zusammenhängen. In diesem Zusammenhang wurden in den letzten Jahren Richtlinien zur Reduktion und Abschirmung der verschiedenen Strahlenarten und deren Risikoabschätzung und Risikobewertung neu diskutiert. Langzeitflüge oder interplanetare Missionen sind nur unter der Berücksichtigung der im Weltraum auftretenden Strahleneinwirkungen möglich. In erdgebundenen Laboratorien können die im Weltraum gewonnenen Erfahrungen direkt bei der Messung und Bewertung von gemischten Strahlenfeldern, wie

sie auch auf der Erde im Bereich der Medizin oder Reaktorsicherheit vorkommen, angewendet werden. Auch bei der Diskussion um die Strahleneinwirkung auf Mensch und Material in der Luftfahrt sind die gewonnenen Erkenntnisse aus der medizinischen Raumfahrtforschung von großer Wichtigkeit.

Abschließende Bemerkungen

Die weltraummedizinische Forschung ist ein völlig neuer wissenschaftlicher Forschungsbereich, der neue Erkenntnisse gebracht hat und noch wesentlich mehr bringen wird. Die gewonnenen Erkenntnisse sind voll in die Routinemedizin, insbesondere in die Geriatrie und in die Komabehandlung zu übertragen. Abschließend ist noch festzustellen, daß die Weltraummedizin nicht mit dem „organisatorischen“ Begriff der „bemannten Raumfahrt“ gleichgesetzt werden kann. Die bemannte Raumfahrt beschäftigt sich derzeit nur zu einem relativ geringen Teil mit der Weltraummedizin, sie dient vor allem der Durchführung industrieller Projekte. Auf die bemannte Raumfahrt ist allerdings in nächster und wahrscheinlich auch in ferner Zukunft nicht zu verzichten.

Literatur

- (1) Berger M, Muigg A, Gerstenbrand F: Eye-Head-Arm-Koordination in weightlessness. Health from Space Research. Berlin-Heidelberg-New York-Tokyo, Springer, 1992.
- (2) Gerstenbrand F, Muigg A: Spacemedicine. 1st workshop in space and underwater neurology, Messina (Taormina), Italy, 1987.
- (3) Grigorjev AI, Egorov AD: Phenomenology and mechanisms of changes in the basic functions of the human body in weightlessness. Kosm Biol Aviakosm Med 1988;22:4-17.
- (4) Jennings T: Space adaptation syndrome is caused by elevated intracranial pressure. Med Hypotheses 1990;32:289-291.
- (5) Kennedy RS, Berbaum KS, Williams MC, Brannan J, Welch RB: Transfer of perceptual-motor training and the space adaptation syndrome. Aviat Space Environ Med 1987;58:A29-A33.
- (6) Kozlovskaya IB, Ilyin EA, Sirota MG, Korolkov VI, Babyev BM, Beloozerova IN, Yakushin SB: Studies of space adaptation syndrome in experiments on primates performed on board of soviet biosatellite "Cosmos-1887". Physiologist 1989; 32:S45-S48.
- (7) Leach CS: Fluid control mechanisms in weightlessness. Aviat Space Environ Med 1987; 58:A74-A79.
- (8) Lessard CS, Wong WC: Vestibular response to pseudorandom angular velocity input: progress report. Aviat Space Environ Med 1987;58:A203-A206.
- (9) Ockels WJ, Furrer R, Messerschmid E: Simulation of space adaptation syndrome on earth. Exp Brain Res 1990;79:661-663.

ALPINÄRZTEKURS

Basislehrgang für Bergsportmedizin und Sommerbergsteigen.

Termin: 11. bis 17. Juni 1994.

Ort: Adamekhütte (Dachsteingebiet).

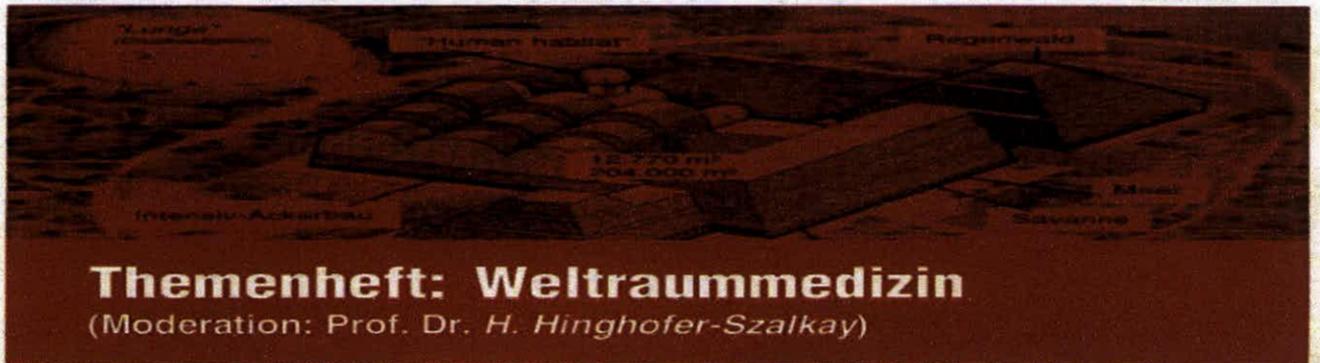
Veranstalter: Österreichische Gesellschaft für Alpin- und Höhenmedizin.

Wissenschaftl. Leitung: Dr. P. Neubauer, Notarzt, Berg- und Schiführer, Ausbildungsarzt des Österreichischen Berg- und Schiführerverbandes.

Auskunft und Anmeldung: Sekretariat der österreichischen Gesellschaft für Alpin- und Höhenmedizin, A-5710 Kaprun 130, Tel. 06547/8227.

W M W W

Wiener Medizinische Wochenschrift



Themenheft: Weltraummedizin (Moderation: Prof. Dr. H. Hinghofer-Szalkay)

Inhalt

H. Hinghofer-Szalkay: Zum Geleit	579
H. Oser: Vorwort	580
A. Grigoriev: Vorwort	580
F. Gerstenbrand und A. Muligg: Raumfahrtmedizin und Life sciences in space	582
H. Hinghofer-Szalkay: Lebenserhaltung – von Raumanzug bis Biosphäre	585
N. Bacht, R. Baron, H. Tschan, M. Mossaheb, W. Bumba, F. Hildebrand, M. Kraut, M. Witt, R. Albrecht, I. Kozlovskaja und N. Charitonov: Grundlagen der muskulären Leistungsfähigkeit unter Bedingungen der Schwerelosigkeit	588
Th. Benke: Die klinische und experimentelle Anwendung von Cogimir	610
M. Berger, F. Gerstenbrand, Ch. De Col, L. Grill, A. Muligg, I. Kozlovskaja, N. Burlatchkova, A. Sokolov, B. Babaev, M. Borisov, M. Mossaheb, G. Steinwender und E. Hochmaier: Bewegungstörungen in der Schwerelosigkeit	614
E. Gallasch, W. N. Löscher, M. Moser, T. Kenner, I. Kozlovskaja und A. Konev: Mikrovib – eine Testbatterie für Untersuchungen zum physiologischen Tremor	620
H. Hinghofer-Szalkay und V. B. Noskov: Das interstitielle Organ im schwerelosen Zustand: ein klinisch-physiologisches Modell?	626
Ch. Müller, G. Wiest, L. Kornilova und L. Deecke: Visuo-vestibuläre Interaktion zur Bestimmung des Orientierungsverhaltens in der Schwerelosigkeit	630
Ch. Müller, P. Schneider, A. Persterer, M. Oplitz, M. V. Nefedova und M. Berger: Angewandte Psychosomatik im Weltraum	633
Helga Tuschl, R. Kovac, W. Klein, E. Ott, Y. I. Voronkov und M. Kaldakov: Genetische und immunologische Untersuchungen nach einem Raumflug	636
Kongressankündigungen	584, 613, 619, 638

Contents

H. Hinghofer-Szalkay: Prosece	579
H. Oser: Editorial	580
A. Grigoriev: Editorial	580
F. Gerstenbrand and A. Muligg: Space Medicine and Life Science in Space	582
H. Hinghofer-Szalkay: Life Support – From Space Suit to Biosphere	585
N. Bacht, R. Baron, H. Tschan, M. Mossaheb, W. Bumba, F. Hildebrand, M. Kraut, M. Witt, R. Albrecht, I. Kozlovskaja and N. Charitonov: Principles of Muscular Efficiency under Conditions of Weightlessness	588
Th. Benke: The Clinical and Experimental Application of Cogimir	610
M. Berger, F. Gerstenbrand, Ch. De Col, L. Grill, A. Muligg, I. Kozlovskaja, N. Burlatchkova, A. Sokolov, B. Babaev, M. Borisov, M. Mossaheb, G. Steinwender and E. Hochmaier: Movement Disorders in Weightlessness	614
E. Gallasch, W. N. Löscher, M. Moser, T. Kenner, I. Kozlovskaja and A. Konev: Mikrovib – a Test Battery for the Investigation of Physiological Tremors	620
H. Hinghofer-Szalkay and V. B. Noskov: The Interstitial Organ in Microgravity: a Model for Clinical Physiology?	626
Ch. Müller, G. Wiest, L. Kornilova and L. Deecke: Visuo-vestibular Interaction and Spatial Orientation in Microgravity	630
Ch. Müller, P. Schneider, A. Persterer, M. Oplitz, M. V. Nefedova and M. Berger: Applied Psychosomatics in Microgravity	633
Helga Tuschl, R. Kovac, W. Klein, E. Ott, Y. I. Voronkov and M. Kaldakov: Genetic and Immunological Investigations after a Spaceflight	636
Congress Announcements	584, 613, 619, 638

1993 · Heft 23/24 · Jahrgang 143