

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/272167375>

Neils kleiner Schritt aus pharmazeutischer Sicht

Article in *Pharmazeutische Zeitung* · January 1999

CITATIONS

0

READS

12

30 JAHRE MONDLANDUNG

Neils kleiner Schritt aus pharmazeutischer Sicht

Christiane Staiger, Neu-Isenburg Am 20. Juli 1969 erreichte die Apollo-11-Mission ihren Höhepunkt: Neil Armstrong und Edwin Aldrin betraten als erste Menschen den Mond. In der ganzen Welt verfolgten Hunderte Millionen Menschen die Landung der Raumfähre Adler live am Fernsehgerät. Aus Anlaß des 30jährigen Jubiläums sind Sie eingeladen, einen Blick in die Bordapotheke dieses und anderer Raumschiffe zu werfen.

Zu Beginn der bemannten Raumfahrt waren nicht nur technische Probleme der Antriebsraketen, Raumanzüge oder Raumschiffe zu lösen, auch die Auswirkungen der Schwerelosigkeit auf den menschlichen Organismus waren noch unklar (1). Mit großer Spannung hararte man daher auf die Beantwortung einer Kardinalfrage (2): Wie wird sich ein länger andauernder Zustand der Schwerelosigkeit auf die Körperfunktionen, besonders den Kreislauf, das Bewußtsein, die Reaktionsfähigkeit und die geistigen Leistungen der Raumfahrer auswirken? Man griff zunächst zu Tierversuchen, dabei besonders bekannt geworden sind die Hündin Laika auf sowjetischer und der Schimpanse Enos auf amerikanischer Seite.

Neben der Schwerelosigkeit des Weltraums ist ein zweiter Faktor für die Raumfahrtmedizin von besonderer Bedeutung: Auf dem Weg von der Erde und zurück sind hohe Beschleunigungen von einem Vielfachen der Erdbeschleunigung zu ertragen. Hierzu kann man auf der Erde weitreichende Tests anstellen, in Zentrifugen beispielsweise. Darüber hinaus verfügte man über langjährige Erfahrungen aus der Fliegerei (3), unter anderem deshalb wurden für die ersten Raumfahrtpro-

gramme ausschließlich erfahrene Militärpiloten ausgesucht. Das Schweben im Raum zu trainieren ist schon schwieriger, denn auf der Erde läßt sich mit parabolischen oder vertikalen Flugbahnen nur für zirka eine Minute Schwerelosigkeit erfahren.

Mercury und Wostok

Die ersten Kosmonauten und Astronauten starteten ihre Reise unter besonderer medizinischer Beobachtung.



Während der Mercury-Missionen (1961 bis 1963) überwachte die NASA (National Aeronautics and Space Administration, Weltraumbehörde der USA) ständig Atemfrequenz, Blutdruck, EKG und Körpertemperatur (ermittelt durch ein rektal eingeführtes Thermoelement) ihrer Astronauten; Gesicht und Oberkörper wurden während des Fluges gefilmt. In die Raumanzüge waren vier Injektions-spritzen, genannt Astropen, eingearbeitet, die automatisch Medikamente gegen Schmerz (Pethidin), Schock (Metaraminol), Kinetosen (Cyclizin) sowie ein Stimulanz (Amphetamin) injizieren konnten. Mercury-9-Astronaut Cooper schluckte auf Anweisung kurz vor dem

Neil Armstrongs berühmte Worte beim Betreten des Mondes:

»That's one small
step for (a) man;
one giant leap
for mankind.«

Wiedereintritt in die Erdatmosphäre eine 5-mg-Tablette Dextro-Amphetaminsulfat, um der nach über 33 Stunden im Orbit aufkommenden Müdigkeit entgegenzuwirken. Der medizinische Bericht wies darauf hin, daß damit jedoch nicht die nach der perfekten Landung aufgetretenen orthostatischen Regulationsstörungen gemildert wurden (4).

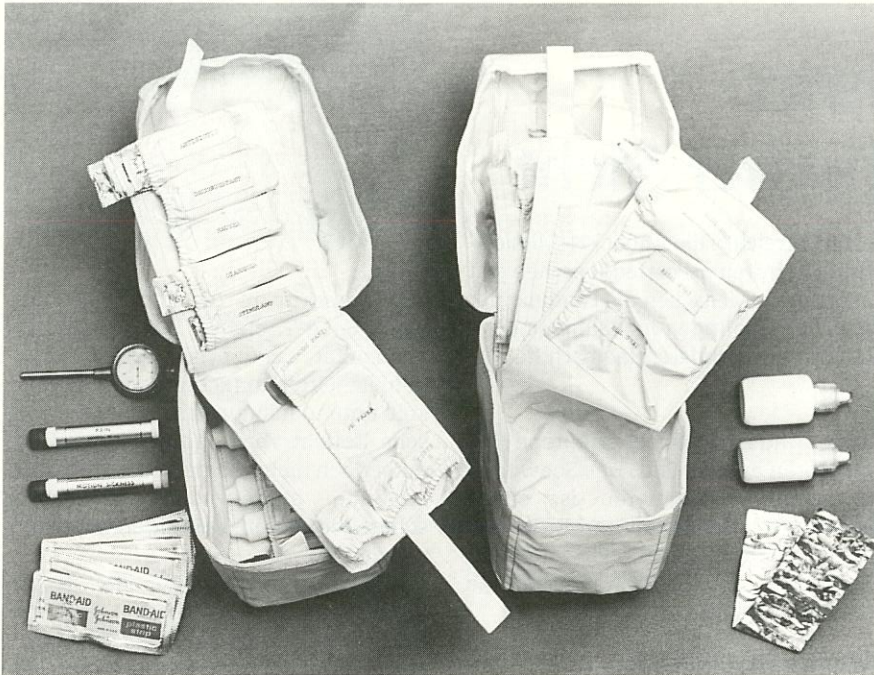
Wichtige Ergebnisse der ersten Ausflüge ins All waren, daß der Mensch den Zustand der Schwerelosigkeit gut ertragen kann und die Fähigkeit zur Steuerung der technischen Geräte und des Raumschiffes nicht eingeschränkt wird. Auch wenn man heute darüber schmunzeln mag: Die Fragen, ob man im Weltraum ungestört schlucken und Nahrung aufnehmen kann, ob die gastrointestinale Resorption normal verläuft, ob die Funktionen von Blase und Darm beeinflusst werden und mit wieviel mehr Flatulenz ein Raumfahrer zu rechnen hat, mußten ganz ernsthaft erforscht und diskutiert werden. Die mehrtägige Reise zum Mond und die gesunde Rückkehr zur Erde konnte nur erfolgreich geplant und durchgeführt werden, wenn aus medizinischer Sicht möglichst geringe und beherrschbare Risiken absehbar waren (5, 6).

Von Gemini und Woskhod . . .

Die Eroberung des Weltraums war auch ein Wettlauf zwischen den Weltmächten UdSSR und USA, und zunächst hatte die Sowjetunion die Nase vorn (7). Sie schickte mit Gagarin den ersten Mann und mit Tereshkova die erste Frau ins All. Titow war der erste Kosmonaut der länger als 24 Stunden um die Erde kreiste, und Leonov gelang der erste Ausstieg in den freien Weltraum; außerdem sammelte die UdSSR die ersten Erfahrungen mit einer Drei-Mann-Besatzung. Um den Rückstand aufzuholen, startete die NASA 1965 die Gemini-Raumflüge. An Bord waren jeweils zwei Astronauten, erfolgreich erprobt wurden wichtige Manöver wie der Ausstieg in den Weltraum und die erste Kopplung zweier Raumschiffe.

»I believe this nation should commit itself to achieving the goal, before this decade is out, of landing a man on the Moon and returning him safely to Earth. No single space project in this period will be more impressive to mankind, or more important in the long-range exploration of space; and none will be so difficult or expensive to accomplish.«

John F. Kennedy kündigt im Mai 1961 das Apollo-Mond-Programm an.



Die Bordapotheke von Apollo 8 aus dem Jahre 1968

Mit der steten Verlängerung der Flugdauer traten weitere medizinische Aspekte in den Vordergrund, die Bekämpfung der Raumkrankheit (Kinetosen) oder der Entkalkungserscheinungen der Knochen (Halisterese) beispielsweise. Für die Ausrüstung der Bordapotheke wurden unter anderem

Analgetika, Antibiotika, Amphetamine, Barbiturate, Antioxidantien, Sympathomimetika und Tranquillantien ausgewählt (8, 9).

Auch bei den Darreichungsformen und der Verpackung stellte man sich auf die Besonderheiten der Schwerelosigkeit ein: Eine Tablette aus einem Röhrchen zu schütten oder Blister zu drücken, birgt die Gefahr, daß diese unkontrolliert durch das Raumschiff schwebt und auf Nimmerwiedersehen in einer Ritze verschwindet.

Des- halb wurden Spezialbehälter aus Aluminium entwickelt, auf deren flexibler Klappe die in eine Kapsel eingebrachten Tabletten mit einem Faden aufgenäht waren. Die Anwendung flüssiger Arzneiformen ist im Weltraum schwieriger als auf der Erde, beispielsweise scheitert aufgrund der fehlenden Schwerkraft die Entnahme von Hustentropfen aus einer Tropfflasche. Aus dem gleichen Grund müssen Ampullen zur Injektion vollständig gefüllt sein und dürfen keinerlei Gasblasen enthalten. Auch bei der Anwendung von Augen- und Nasentropfen wird das besondere Verhalten von Flüssigkeiten in der Schwerelosigkeit zur Herausforderung. Heute bringt die NASA im Spaceshuttle eine »flutbare Tau-

cherbrille« zum Einsatz, die Augenbäder erlaubt.

... über Sojus bis Apollo

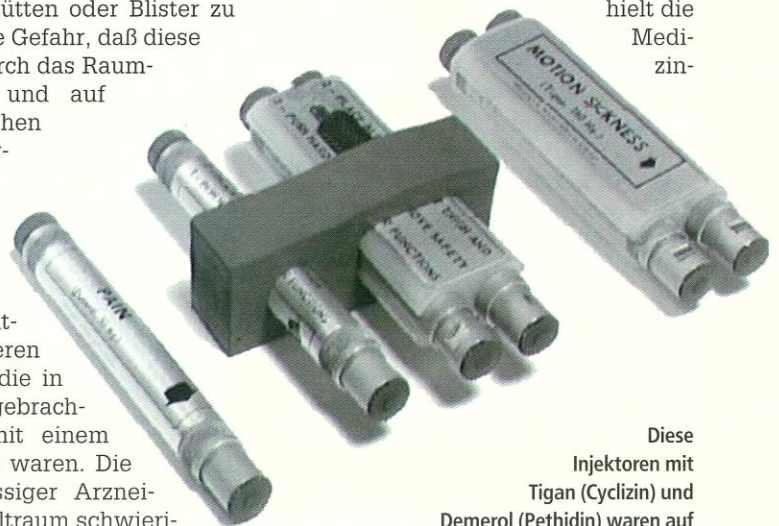
Apollo 8 war ein weiterer Meilenstein auf dem Weg zur Mondlandung. Erstmals verließen Menschen den Erdboden und umkreisten den Mond. Mit dabei waren unter anderem Aspirin, Ampicillin, Diphenhydramin, Secobarbital und Tetracyclin (siehe Tabelle und Abbildung).

Erstaunlich ist, daß obwohl bereits seit 1960 Chlordiazepoxid als erstes Derivat der Benzodiazepine und seit 1963 Diazepam auf dem Arzneimittelmarkt eingeführt waren (10), die NASA noch immer Barbituraten und Neuroleptika den Vorzug gab.

Dies läßt vermuten, daß man in einem so umfangreichen Unternehmen wie dem Apollo-Programm mit zahllosen Neuheiten in der Werkstoff- und Raketentechnik wenigstens beim Faktor Mensch weitere unerprobte Neuerungen vermeiden wollte und lieber auf Arzneistoffe vertraute, zu denen in der Flugmedizin langjährige Erfahrungen vorlagen.

Über die Apollo-11-Mission veröffentlichte die NASA ein ausführliches Pressehandbuch mit insgesamt 250 Seiten. Der Eintrag zur Bordapotheke ist mit 14 Zeilen recht kurz gefaßt.

Danach enthielt die Medizin-



Diese Injektoren mit Tigan (Cyclizin) und Demerol (Pethidin) waren auf dem Flug von »Mercury-Atlas 9« 1963 dabei.

tasche des Kommandomoduls »Columbia« für die drei Astronauten folgende Tabletten nach Anzahl und Anwendungsgebiet: »Pills in the medical kit are 60 antibiotic, 12 nausea, 12 stimulant, 18 pain killer, 60 decongestant, 24 diarrhea, 72 aspirin and 21 sleeping« (11). Ein weiteres kleines medical kit befand sich im Lunarmodul

Apollo 11 Internetadressen

Apollo 11 - 30th anniversary
<http://www.nasm.edu/apollo30th/a11online.htm>

25th anniversary of Apollo 11:
1969 bis 1994
<http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/lunar/apollo11.html>

NASA Space History
The Apollo 11 mission
<http://spaceflight.nasa.gov/history/apollo/apollo11/index.html>

Apollo 11 Home Page
<http://www.ksc.nasa.gov/history/apollo/apollo-11/apollo-11.html>

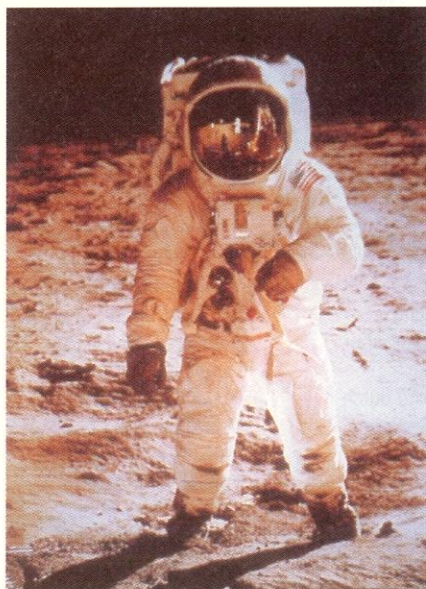
Apollo 11 Image Gallery
<http://www.hq.nasa.gov/office/pao/History/ap11ann/kippsphotos/apollo.html>

Apollo 11 Lunar Landing Mission
http://www.nasm.edu/APOLLO/AS11/Apollo11_fact.html

Tabelle: Inhalt der Apollo Bordapotheke

Anwendungsgebiet	Arzneistoff	Dosierung und Darreichungsform	Anzahl
Raumkrankheit	Cyclizin	45 mg (0,9 Prozent in Injector)	3
Raumkrankheit, Übelkeit, Erbrechen	Cyclizin	50 mg Tabletten	12
Schmerzen	Pethidin	100 mg (0,9 Prozent in Injector)	3
Schmerzen	Pethidin	100 mg Tabletten	18
Augentropfen	Methylcellulose	Tropflösung (1 ounce)	2
Analgetikum	ASS (Aspirin®)	Tabletten	72
Antibiotikum	Tetracyclin	250 mg Tabletten	24
Antibiotikum	Ampicillin	250 mg Tabletten	36
Dekongestion/ Bronchodilatation	Tripolidin und Pseudoephedrin	2,5 mg und 60 mg Tabletten	60
Stimulanz	Dextro-Amphetamin	5 mg Tabletten	12
Durchfall	Diphenoxylat und Atropinsulfat	2,5 mg und 0,25 mg Tabletten	24
Schlafmittel	Secobarbital	100 mg Tabletten	21
Nasenspray		Flasche	1
Kompressen			2
Pflaster			12
Oralthermometer			1
Stenal- und Achsel-Elektrodevorrichtung			4
Elektrodenkleber			1
J & J First Aid Cream		Flasche	1

»Eagle« (Adler) und enthielt vier Tabletten mit Stimulantien, acht gegen Durchfall, zwei Schlaftabletten, vier gegen Schmerzen, 12 Aspirin, eine Flasche mit Augentropfen und Kompressen. Darüber, wie häufig die Raumfah-



Das wohl berühmteste Apollo 11-Foto. Der zweite Mann auf dem Mond, Edwin Aldrin, fotografiert von Neil Armstrong, der sich ebenso wie die Mondfähre Eagle im Visier spiegelt (21. Juli 1969 nach MEZ).

rer die Medikamente angewendet haben, ist leider wenig bekannt. Immerhin veröffentlichte die sowjetische Weltraumbehörde einige Erfahrungen aus dem Sojus-Programm. Bei den Missionen Sojus 19 und Salut 4 (1975) wurden Fenibut Tabletten (Tranquillizer) von allen Besatzungsmitgliedern eingenommen. Ferner kamen Analgin, Vitaminkomplexe, Panangin (Antiarrhythmikum) und ein »Komplex zur Normalisierung von Stoffwechselprozessen« zum Einsatz (12). Das Verzeichnis der Bordapotheke führt ferner unter anderem Strahlenschutztabletten, Aspirin, Promedol (Analgetikum), Etopersasin (Anti-Emetikum), Antibiotika, Codein mit Soda, Schlafmittel, Atropin zur Injektion, Tonisierende Mittel, Cordiamin zur Injektion (Stimulanz), Ajmalin, Antihistaminika, Abführmittel, Bellalgin (Metamizol,

Benzocain, Belladonnawurzel-Trockenextrakt), Mittel gegen Meteorismus sowie Nasen- und Augensalben auf.

Spaceshuttle

Mit der Einrichtung bemannter Raumstationen und der Einführung eines wiederverwendbaren Raumgleiters, des Spaceshuttle, wurden Weltraumbesuche immer regelmäßiger. Die Liste der möglichen medizinischen Zwi-

»Given our common interest in manned space flights and in ensuring man's ability to survive in space and return safely, I propose that we pool our efforts and exchange our knowledge in the field of space medicine, where future research can be pursued in cooperation with scientists from various countries.«

John F. Kennedy im November 1963

schenfälle wuchs, und dementsprechend erstaunt es nicht, daß auch die Zahl der in der Bordapotheke mitgeführten Medikamente größer wurde. 1994 wies die alphabetische Liste der Arzneimittel und Medizinprodukte an Bord des Shuttle über 200 Positionen aus. Einschränkend muß man jedoch hinzufügen, daß einige Arzneimittel sowohl unter Marken- wie auch Freinamen doppelt aufgeführt wurden.



Die schlechte Bildqualität war kein Hindernis: Hunderte Millionen Menschen verfolgten die TV-Direktübertragung und Neil Armstrongs erste Schritte auf dem Mond (21. Juli 1969, 3.56 Uhr nach MEZ).

Die Erforschung der Auswirkungen der Schwerelosigkeit auf den menschlichen Organismus ist noch immer nicht abgeschlossen (13, 14), und bei jeder Mission stehen medizinische Ex-



Astronaut S. F. Parazynski entnimmt Material aus dem medical kit an Bord der Raumfähre Discovery (STS-95, 1998).

alle Fotos: NASA

perimente auf dem Programm. Zusätzlich werden große Anstrengungen unternommen, den Raumfahrern durch gezielte Rehabilitationsmaßnahmen auch nach einem langen Ausflug ins All die Rückkehr auf die Erde zu erleichtern.

Literatur

- (1) von Braun, W., Multi-Stage Rockets and Artificial Satellites. In: Marbarger, J.P. (Hrsg.), Space Medicine. The Human Factor in Flights beyond the Earth. Urbana, IL 1951. S. 14 - 30.
- (2) Strughold, H., Physiological Considerations on the Possibility of Life Under Extraterrestrial Conditions. In: Marbarger, J.P. (Hrsg.), Space Medicine. The Human Factor in Flights beyond the Earth. Urbana, IL 1951. S. 31 - 48.
- (3) Müller, G., Die gesamte Luftfahrt- und Raumflugmedizin. Düsseldorf 1967.
- (4) Schmidt, C.F., Pharmacological support for man on long space flights. Proc. Natl. Acad. Sci. 53 (1965) 1365 - 1369.
- (5) Fruhmann, G., Die drei ersten bemannten Weltraumflüge der USA in medizinischer Sicht. Münch. Med. Wochenschr. 106 (1964) 425 - 432.
- (6) Herrlich, K.-H., Pharmazie und bemannter Weltraumflug. Pharm. Ztg. 110 (1965) 1351 - 1354.
- (7) Günter, T., Vor 30 Jahren: Apollo 11 und der Wettlauf zum Mond. Sterne und Weltraum 38 (1999) 548 - 556.
- (8) Perry, C.J., Drugs in aerospace medicine. Clin. Pharmacol. Therap. 6 (1965) 771 - 787.
- (9) Donatelli, L., I farmaci nella medicina aerospaziale. Minerva Medica 60 (1969) 843 - 879.
- (10) Leutner, V., Schlaf. Schlafstörung. Schlafmittel. Edition Roche, 5. Aufl., Basel 1993, S. 49 - 52.
- (11) <http://www.ksc.nasa.gov/history/apollo/apollo-11/apollo-11-info.html>
- (12) Neumyvakin, I.P., et al., [Principles of preparation of medical kits to supply cosmonauts with drugs.] Kosm. Biol. Aviakosm. Med. 12 (1978) 27 - 31. Apothekerin Antje Mannestätter, Floh, danke ich für die Übersetzung aus dem Russischen.
- (13) Derendorf, H., Pharmacokinetic/Pharmacodynamic Consequences of Space Flight. J. Clin. Pharmacol. 34 (1994) 684 - 691.
- (14) Lloyd, C.W., Space Medicine: Answering the Challenge. J. Clin. Pharmacol. 34 (1994) 1027 - 1035.

»Die effektive Vermittlung der wesentlichen Inhalte.«



Buch + CD-ROM
Lernen einfach und anschaulich gemacht!



C. Eckert-Lill, H. Gebler (Hrsg.)

Die PKA Lehrbuch für pharmazeutisch-kaufmännische Angestellte
Dieses Lehrbuch verknüpft die notwendigen theoretischen und praktischen Ausbildungsinhalte als Voraussetzung für ein eigenständiges und verantwortungsvolles berufliches Handeln. Es kann im Unterricht der Berufsschule und in der auszubildenden Apotheke eingesetzt werden.
1998. 616 S., durchgehend 4-farbig, zahlr. Abb., Gb, DM 78,-/öS 569,-/sFr 71,-



GOVI-Verlag Pharmazeutischer Verlag GmbH
Postfach 5360 · 65728 Eschborn · Telefon 06196/928-250
Telefax 06196/928-259 · Online: <http://www.govi.de/buch.htm>

Ausbildungsliteratur

für Pharmaziestudenten, PKA und PTA



K.-H. Schulz, A. Helmstädter
Fachlatein
Pharmazeutische und medizinische Terminologie
Das Lehr- und Handbuch vermittelt die für den pharmazeutischen Alltag erforderlichen lateinischen Grundkenntnisse. Für Pharmaziestudenten, PTA, PKA und für den Apotheker.
12., völlig überarb. Aufl. 1998. 152 S., Br, DM 34,-/öS 248,-/sFr 31,50



K.-H. Hellwich
Chemische Nomenklatur
Die systematische Benennung organischer Verbindungen
Satz für Satz wird durch Formelbeispiele veranschaulicht. Ein Lehrbuch für Pharmaziestudenten und in der Praxis stehende Wissenschaftler.
1998. 144 S., Br, DM 36,-/öS 263,-/sFr 33,-

Auch als Software mit Formeleditor. DM 68,-/öS 496,-/sFr 62,-



R. Schiedermaier, H.-U. Pohl
Gesetzeskunde für Apotheker
Standardwerk inkl. Anlageband mit den wichtigsten Gesetzen und Verordnungen: ApoG, AMG, ApBetO, BtMVV, VerschrV, GefStoffV, MPG, ChemVerbotsV.
14. Aufl. 1999. 426 S. zzgl. 187 S. Anlagebd., Br, DM 68,-/öS 496,-/sFr 62,-

»Damit fällt mir's Lernen echt viel leichter!«

