Deutsche Gesellschaft für
Luft- und Raumfahrtmedizin (DGLRM) e. V. (Hrsg.)

Abstracts
&
Programmheft 2023

61. Wissenschaftliche Jahrestagung
Deutsche Gesellschaft für
Luft- und Raumfahrtmedizin (DGLRM) e. V.

19.-21. Oktober 2023

Köln

DEUTSCHE GESELLSCHAFT · FÜR LUFT- UND RAUMFAHRTMEDIZIN ·

61. wissenschaftliche Jahrestagung
der DGLRM e. V.
DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR LUFT- UND RAUMFAHRTMEDIZIN
19. - 21. 10. 2023
Deutsches Zentrum für Luft- und
Raumfahrt (DLR) - Köln

Partner der 61. Jahrestagung der DGLRM e.V.:

DLR

University of Zurich[UZH]

UZH Space Hub

ADAC Luftrettung

BG Verkehr
Verkehrswirtschaft
Post-Logistik
Telekommunikation

Deutsche Akademie
für Flug- & Reisemedizin

Inhaltsverzeichnis

Partner der 61. Jahrestagung der DGLRM e.V.: 4
Tagungsort 2023: 6
Grußwort des Tagungspräsidenten der DGLRM e.V. 8
Grußwort des Schirmherrn Hendrik Wüst 10
Grußwort des Präsidenten der DGLRM e.V. 11
Grußwort der Vorsitzenden des Vorstands des DLR 13
Grußwort des Generalarztes der Luftwaffe 14
Grußwort der Koordinatorin der Bundesregierung für Luft- und Raumfahrt 16
Allgemeine Hinweise 18
Wichtige Termine 18
Tagungsprogramm 19
W-Sitzungen 22
W 1: Der Mensch unter Einfluss extremer Umweltbedingungen 22
W2: Schlaf und zirkadiane Rhythmen in der Luft- und Raumfahrtmedizin 26
W3: Militärische Flugmedizin 29
W4: Militärische Flugmedizin Schweiz 31
W 5: Gegenmaßnahmen für die Raumfahrtmedizin 34
W 6: Young DGLRM I 36
W 7: Young DGLRM II 37
F-Abstracts 39
Poster-Abstracts 42
Notizen: 67

Tagungsort 2023:

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

oben:
Eingangsbereich, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, © DLR

oben:
:envihab, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, © DLR

oben:
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, © DLR

oben:
Flughafen CGN vor der Kölner Skyline, © wikipedia

Grußwort des Tagungspräsidenten der DGLRM e.V.

Sehr geehrte Kolleginnen und Kollegen,
sehr geehrte Tagungsteilnehmerinnen und Tagungsteilnehmer,

zur 61. Jahrestagung der DGLRM, die unter der Schirmherrschaft von Herrn Ministerpräsidenten Hendrik Wüst stattfindet, begrüße ich Sie ganz herzlich auf dem DLR-Campus in Köln-Porz.

Unsere diesjährige Jahrestagung findet in einem Umfeld statt, das sich durch international führende Kompetenzen und einzigartige Infrastrukturen für zivile und militärische Luft- und Raumfahrtmedizin auszeichnet. Direkt neben dem DLR-Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, mit dem :envihab und dem European Astronaut Centre, befindet sich seit Ende 2022 das Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe. Wir begrüßen die neuen Kolleginnen und Kollegen ganz herzlich. Eine weitere, international wegweisende Entwicklung ist der Bau von LUNA, einer Anlage zur Nachbildung der Mondoberfläche, die mit Unterstützung des Landes Nordrhein- Westfalens entsteht. Die gebündelten Kompetenzen für Luft- und Raumfahrtmedizin, in direkter Nachbarschaft zum Flughafen Köln-Bonn, ermöglichen eine enge Verzahnung von Grundlagenforschung, Technologieentwicklung und medizinischer Anwendung in der Luft- und Raumfahrtmedizin und darüber hinaus.

Die Luft- und Raumfahrtmedizin hat große Aufgaben vor sich. Die astronautische Raumfahrt entwickelt sich extrem dynamisch. Neben der Exploration des Mondes und anderer Himmelskörper, entwickelt sich eine neue Ökonomie im Erdorbit.
Vielleicht gehen wir schon bald „auf Montage" in den Weltraum. Gleichzeitig entwickelt sich auch die zivile Luftfahrt weiter und ist mit Herausforderungen wie demographischen Wandel, dem Fachkräftemangel und technologischer Innovationen wie künstlichen Intelligenzen konfrontiert. Die militärische Luftfahrt befindet sich mitten in einer Zeitenwende, wie in dem Grußwort von Herrn Generalarzt Groß eindrücklich geschildert, und stellt uns ebenfalls wichtige medizinische Fragen für die Zukunft. Die diesjährige DGLRM-Jahrestagung soll für die Lösung dieser Herausforderungen, die wir als Chance für die deutsche Luft- und Raumfahrtmedizin begreifen sollten, wichtige Impulse setzen. Lassen Sie uns die neuen Erkenntnisse für ein gesundes und nachhaltiges Leben im Weltraum und auf der Erde nutzen.

Die DGLRM kann auf eine lange und sehr erfolgreiche Tradition in der Luft- und Raumfahrtmedizin zurückblicken. Jetzt müssen diese Stärken an die nächste Generation von Ärztinnen und Ärzten und Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern weitergegeben werden. Die diesjährige DGLRM-Jahrestagung soll dazu einen Beitrag leisten. Deshalb ist es auch sehr erfreulich, dass besonders in diesem Jahr zahlreiche wissenschaftliche Beiträge, auch von jüngeren Kolleginnen und Kollegen, eingegangen sind.

In diesem Sinne erhoffe ich mir fruchtbare Diskussionen und wünsche Ihnen, dass Sie für Ihre Tätigkeit in der Wissenschaft oder klinischen Praxis wertvolle neue Erkenntnisse und Inspirationen gewinnen werden.

Mit den besten Wünschen für eine erfolgreiche Tagung
Ihr

Prof. Dr. med. Jens Jordan
Tagungspräsident, Köln 2023

Grußwort des Schirmherrn Hendrik Wüst

Herzlich willkommen in Köln, der größten Stadt Nordrhein-Westfalens!

Viele von Ihnen kennen die Rheinmetropole als Hochburg des rheinischen Karnevals, mit einer bis weit in die Römerzeit reichenden Geschichte und Kultur, europaweit bekannt als Standort für Film, Fernsehen und Wissenschaft oder zentralen Verkehrsknotenpunkt. Aber Köln hat noch mehr zu bieten: Die Metropole am Rhein ist ein international renommierter Standort für Luft- und Raumfahrt und ihre Spezialdisziplinen. Ich denke da zum Beispiel an das europaweit einzigartige Kompetenzzentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin in Köln-Porz, direkt neben dem Flughafen Köln-Bonn, das aus dem DLR-Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin mit der Forschungsanlage :envihab, dem Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Bundeswehr sowie dem European Astronaut Centre besteht. Kurz: Ein idealer Ort für Ihren Kongress.

Wir in Nordrhein-Westfalen haben früh erkannt, dass die Luft- und Raumfahrtmedizin von unschätzbarem Wert ist, um die Gesundheit und Sicherheit von Astronauten, Flugpersonal und Passagieren zu gewährleisten. Sie trägt dazu bei, die Grenzen des Möglichen zu erweitern, sei es in Hinblick auf Langzeitmissionen im All, auf innovative medizinische Technologie oder auf die Erweiterung unseres Verständnisses von menschlicher Anpassungsfähigkeit.

Ein Kongress wie Ihrer ist nicht nur eine ideale Gelegenheit, neueste wissenschaftliche Entwicklungen und Forschungsergebnisse zu präsentieren, er bietet allen Teilnehmenden auch den Raum für jenen Austausch, der zu spannenden neuen Projekten führen kann.

Ich wünsche Ihnen produktive Diskussionen, inspirierende Vorträge, bereichernde Begegnungen und einen schönen Aufenthalt hier bei uns in Nordrhein-Westfalen. Alles Gute!

Hendrik Wüst MdL

Grußwort des Präsidenten der DGLRM e.V.

Geschätzte Kolleginnen und Kollegen
Sehr geehrte Damen und Herren

Als Präsident der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin (DGLRM) e.V. begrüsse ich Sie sehr herzlich zu unserer 61. wissenschaftlichen Jahrestagung 2023 am Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin der DLR in Köln mit seiner erfolgreichen Historie wissenschaftlicher Pionierarbeit. Das DLR-Gelände ist auch seit letztem Jahr Hauptstandort des Zentrums für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe. Somit ist hier in Köln eine einzigartige Struktur entstanden, die der zivilen und militärischen Luft- und Raumfahrtmedizin ganz neue Impulse geben kann. Denn Neues entsteht durch Menschen, durch ihre Begegnungen, durch ihre Zusammenarbeit.

Ich danke dem Tagungspräsidenten Prof. Dr. Jens Jordan und seinem Team, sowie allen Kolleginnen und Kollegen aus Vorstand, Vorstandsrat und Geschäftsstelle, sowie allen Referentinnen und Referenten für die grossartige Zusammenarbeit beim Aufbau eines attraktiven und spannenden Tagungsprogramms.

Die Luft- und Raumfahrtmedizin entwickelt sich mit einer hohen Dynamik. Fachübergreifende Vernetzung wird essentiell für den Erfolg. Künstliche Intelligenz, das Einmanncockpit, 5. und 6. Generation Jets und die Herausforderungen der Berufswelt der zivilen Fluggesellschaften und ihrer Arbeitsumgebung erfordern immer mehr mehrschichtiges Denken. Die Raumfahrtmedizin wird noch in dieser Dekade zu einer neuen Epoche aufbrechen, die auf der einen Seite durch die extremen Herausforderungen von Explorationsmissionen, zum anderen durch die private Raumfahrt im unteren Erdorbit geprägt sein wird

Die grossen Herausforderungen und die hohe Spezialisierung werden von klaren, gemeinsamen Interessen und Zielen getragen: Unsere Mobilität, Innovation und Fortschritt, unsere Sicherheit. Gemeinsame Ziele ermöglichen die Zusammenarbeit über Fächer, Institutionen und Länder hinweg.

Umso mehr freue ich mich, dass das Fachgebiet an Interesse bei unserer jungen Generation gewinnt. Wir konnten in diesem Jahr einen Rekordzuwachs an jungen Mitgliedern verzeichnen und das Aufblühen des Bereiches "Young DGLRM", der sich speziell an den ärztlichen und wissenschaftlichen Nachwuchs richtet.

Eine Wissenschaftlichen Tagung ist vor allem ein Raum zur Begegnung. Denn nichts kann den persönlichen, kollegialen Austausch ersetzen, den Blick über den eigenen Horizont. Der Mensch ist der Mittelpunkt.

Ich wünsche Ihnen eine interessante und inspirierende Tagung

Herzlichst
Ihr

Prof. mult. Dr. Dr. Oliver Ullrich
Präsident der DGLRM e.V.

University of Zurich, Full Professor and Director UZH Space Hub
Professor of Space Medicine, EAH Jena
Professor of Space Biotechnology, Otto-von-Guericke University of Magdeburg

Grußwort der Vorsitzenden des Vorstands des DLR

Meine sehr verehrten Damen und Herren,
liebe Teilnehmende der 61. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin,

ich freue mich, dass wir Sie in diesem Jahr auf dem DLR-Campus in Köln-Porz begrüßen dürfen. Hier ist in den letzten Jahren ein europaweit einzigartiges Kompetenzzentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin entstanden. Dieses Zentrum besteht aus dem DLR, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin mit seiner Forschungsanlage :envihab, dem Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Bundeswehr sowie dem European Astronaut Center und bietet deshalb einen besonders geeigneten Rahmen für diese Veranstaltung.

Das Engagement der DGLRM - „der" Fachgesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin in Deutschland – spielt seit Jahrzehnten eine herausragende Rolle. 1961 gegründet, widmete sie sich vom ersten Tage an der wissenschaftlichen Forschung in flug- und raumfahrtmedizinischen Fragestellungen.
Sie, als führende Expertinnen und Experten ihres Fachgebietes aus Klinik und Wissenschaft, tragen mit ihrer Arbeit und ihren Forschungen wesentlich zur Gesundheit und Sicherheit in der zivilen und militärischen Luft- und Raumfahrt bei.

Doch nicht nur das. Durch ihre Tätigkeit entstehen an der Schnittstelle von Spitzentechnologie und Mensch neue Lösungsansätze für gesellschaftliche Herausforderungen wie dem demographischen Wandel, der mit einer zunehmend alternden Gesellschaft verbunden ist.
Liebe Kolleginnen und Kollegen, für ihr Treffen wünsche ich ihnen viel Erfolg, viele interessante Gespräche und einen intensiven Wissensaustausch.

Prof. Dr.-Ing. Anke Kaysser-Pyzalla,
Vorsitzende des Vorstands des DLR

Grußwort des Generalarztes der Luftwaffe

Sehr geehrte Freundinnen und Freunde
der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin,

nach der sehr erfolgreichen 60. Jahrestagung in überaus würdigem Ambiente in Schleißheim im vergangenen Jahr freut es mich sehr, dass die 61. Jahrestagung in diesem Jahr hier in Köln auf dem Gelände des DLR e. V., quasi direkt „vor meiner Haustür" stattfindet.

Dieser in Europa einzigartige Campus für Luft- und Raumfahrt bietet einen außergewöhnlichen Rahmen für die Kooperation von ziviler und militärischer Luft- und Raumfahrtmedizin in all ihren Facetten. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt mit dem Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, das Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe und in unmittelbarer Nachbarschaft die ESA mit dem European Astronaut Training Center bündeln die nationalen Kompetenzen im Bereich Luft- und Raumfahrtmedizin an diesem Ort in ganz besonderer Weise.

Als Generalarzt Luftwaffe und Leiter des Zentrums für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe erlaube ich mir, Sie herzlich hier in Köln zu dieser Tagung zu begrüßen. Wie in der Vergangenheit, wird auch die 61. Jahrestagung neben dem aktuellen wissenschaftlichen Austausch reichlich Gelegenheit bieten zur Pflege alter Bekanntschaften und zum Aufbau neuer Kontakte.

Auch diesmal wird es wieder eine Sitzung „militärische Flugmedizin" geben. Dies zeigt, dass die DGLRM als zivile Fachgesellschaft der Luft- und Raumfahrtmedizin und das Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe ein sehr enges und vertrautes Miteinander pflegen und sich inhaltlich hervorragend ergänzen.

Die Bundeswehr befindet sich aktuell im Wandel. Durch die Neuausrichtung auf mögliche Anforderungen der Bündnis- und Landesverteidigung sind auch wir in der militärischen Flugmedizin dabei, uns mit neuen Themen zu befassen. Insbesondere die Einführung der F-35 als erstes Kampfflugzeug der 5. Generation in der Luftwaffe wird für uns ein neues Kapitel in der Luft- und Raumfahrtmedizin aufschlagen.

Im Fokus wird dabei wiederum die Schnittstelle zwischen Mensch- und Maschine stehen, mit dem Ziel der optimalen Integration menschlicher Fähigkeiten und Anforderungen in ein immer komplexer werdendes, hochtechnisiertes Luftfahrzeug.

Der Fortschritt in der Technik stellt uns dabei vor immer neue Fragestellungen. Unser Ziel ist es, diesen Herausforderungen stets umfassend und auf der Höhe der Zeit gerecht zu werden, um unseren Beitrag zur Einsatzbereitschaft der fliegenden Verbände wie auch zur Flugsicherheit zu leisten.

Für die kommenden Tage wünsche Ihnen viel Freude und einen gelungen fachlichen und persönlichen Austausch im Rahmen der 61. Jahrestagung der DGRLM in Köln.

Mein ganz besonderer Dank gilt dem Tagungspräsidenten Prof. Dr. Jens Jordan, der mit großem Engagement diese Tagung geplant und vorbereitet hat und seinem Vorgänger, Herrn Oberstarzt Dr. Torsten Pippig, der weiterhin im Vorstand der DGLRM aktiv und damit Garant unserer engen Verbindung zur DGLRM ist.

Dr. Bernhard Groß
Generalarzt der Luftwaffe

Grußwort der Koordinatorin der Bundesregierung für Luft- und Raumfahrt

Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Gäste,

es ist mir eine außerordentliche Ehre, Sie zur 61. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin begrüßen zu dürfen.

Diese bedeutende Veranstaltung bringt führende Expertinnen und Experten aus den Bereichen Klinik und Wissenschaft zusammen, um die neuesten Erkenntnisse und Entwicklungen im Bereich der Luft- und Raumfahrtmedizin zu teilen und zu diskutieren.

Wissen und Innovationen sind für die internationale Wettbewerbsfähigkeit des Standortes Deutschland von entscheidender Bedeutung. Die Bundesregierung investiert deshalb konsequent in Forschung und Innovation sowie in den wissenschaftlichen wie ingenieurtechnischen Nachwuchs. Luft- und Raumfahrt sind hierbei Schlüsseltechnologien und wichtige Motoren für die Zukunftsfähigkeit Deutschlands.

Die Luft- und Raumfahrtmedizin in Deutschland spielt eine zentrale Rolle für die Gesundheit und Sicherheit in sowohl ziviler als auch militärischer Luft- und Raumfahrt. Sie stellt sicher, dass Astronauten, Piloten, Flugpersonal und Passagiere den besonderen Anforderungen und Belastungen in der Luft- und Raumfahrt gewachsen sind. Doch die Bedeutung der Luft- und Raumfahrtmedizin reicht weit über diese Sphären hinaus.

Die Arbeit an der Schnittstelle von Spitzentechnologien und dem Menschen eröffnet uns nicht nur neue Horizonte im Bereich der Raumfahrt, sondern auch erstaunliche Lösungsansätze für gesellschaftliche Herausforderungen. Die Luft- und Raumfahrtmedizin leistet wertvolle Beiträge zur Förderung eines gesunden Alterns und eröffnet Chancen für die Wirtschaft durch innovative Technologien und Forschungsansätze. In Ihrem Forschungsfeld werden zentrale Herausforderungen der Medizin wie Prävention, Individualisierung und Fernbetreuung bearbeitet.
Die Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin, "die" Fachgesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin in Deutschland, spielt dabei eine herausragende Rolle. Seit ihrer Gründung im Jahr 1961 hat sie kontinuierlich dazu beigetragen, unser Verständnis der medizinischen Aspekte von Luft- und Raumfahrt zu vertiefen und die Sicherheit in diesen Bereichen zu verbessern.

Diese Tagung findet an einem einzigartigen Ort statt – dem DLR-Campus in Köln Porz. Hier, neben dem Flughafen Köln-Bonn, befindet sich ein europaweit herausragendes Kompetenzzentrum für Luft- und

Raumfahrtmedizin. Das DLR Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin mit seiner Forschungsanlage :envihab, das Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Bundeswehr sowie das European Astronaut Center bieten einen inspirierenden Rahmen für Ihre Diskussionen und den Austausch von Ideen.

Ich freue mich, dass so renommierte Persönlichkeiten wie der Präsident der DGLRM, Herr Professor Ullrich, der Tagungspräsident, Herr Professor Jordan, die Oberbürgermeisterin von Köln, Frau Henriette Reker, und die Vorstandsvorsitzende des DLR, Frau Professorin Kaysser-Pyzalla, ihre Perspektiven mit uns teilen werden. Ebenso begrüße ich die Schirmherrschaft des Ministerpräsidenten des Landes NRW, Hendrik Wüst.

Ich wünsche Ihnen allen eine fruchtbare Tagung, anregende Gespräche und neue Erkenntnisse, die Ihre Arbeit im Bereich der Luft- und Raumfahrtmedizin vorantreiben werden.

Vielen Dank.

Anna Christmann

Allgemeine Hinweise

Wissenschaftliche Leitung

Prof. Dr. Jens Jordan

Programmkomitee (alphabetisch)

Prof. Dr. med. Jochen Hinkelbein
OTA Dr. med. Torsten Pippig
Prof. mult. Dr. Dr. Oliver Ullrich

Teilnahmegebühr

Nicht-Mitglieder:
- bis 30.08: 240€
- ab 01.09: 290€

DGLRM-Mitglieder:
- bis 30.08: 190 €
- ab 01.09: 240€

Studierende: 80€
Gesellschaftsabend: 80€

Kongressorganisation

DGLRM e.V. & DLR

Tagungsband

Dr. Niels-Benjamin Adams

Poster

Die Postersession findet am 19.10.23 im :envihab von 17:00-20:00 statt. Die Präsentierenden werden gebeten bis 16:00 das Poster am zugewiesenen Platz in Papierform aufzuhängen.
Für die drei besten Poster wird ein Posterpreis ausgelobt. Dazu werden die Präsentierenden gebeten, in der ausgewiesenen Zeit wesentliche Inhalte des Posters vorzustellen.

Zertifizierung

Von der **Ärztekammer Nordrhein** (AKNOE) werden 12 Fortbildungspunkte vergeben.

Vom **LBA Braunschweig** werden 10 Fortbildungspunkte vergeben.

Vom **BAF Langen** werden 10,5 Fortbildungspunkte vergeben.

Wichtige Termine der Jahrestagung

DGLRM-Vorstandssitzung

Donnerstag, den 18.10.2023
11:00 – 13:00
DLR, Casino, Raum 10

DGLRM-Vorstandsratssitzung

Donnerstag, den 18.10.2023
14:00 - 17:00
DLR, Casino, Raum 10

Mitgliederversammlung

Freitag, den 19.10.2023
15:50-18:00
DLR, Casino, Hörsaal

Empfang/Postersession

Donnerstag, den 18.10.2023
17:00-20:00
DLR, :envihab

Gesellschaftsabend

Freitag, den 19.10.2023
18:45-23:00
Flughafen CGN, Terminal 2, Eventlounge

Preisverleihungen und Ehrungen

im Rahmen des Gesellschaftsabends

Die Posterpreise werden am Ende der Veranstaltung gegen 15:00 vergeben.

HINWEIS

Wir bitten alle Redner und Sitzungsleiter strikt auf die Einhaltung der Redezeiten zu achten. Die im Programm angegebenen Zeiten schließen die Diskussion zum Vortrag mit ein.

61. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin (DGLRM)

DLR-Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin in Köln-Porz

Wann: 19. bis 21. Oktober 2023

Wo: DLR Köln, Casino und :envihab, Linder Höhe, 51147 Köln

Kontakt: www.dglrm.de
E-Mail: geschaeftsstelle@dglrm.de

Schirmherr: Ministerpräsident Hendrik Wüst
Tagungspräsident: Prof. Dr. med. Jens Jordan

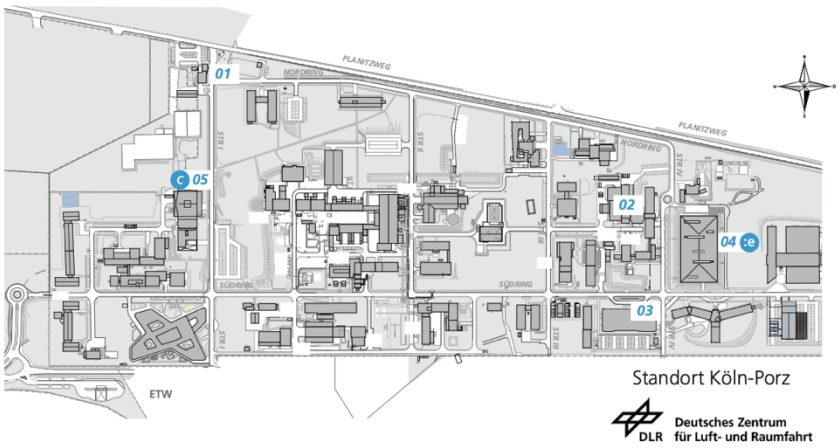
01 **Pforte**

02 **DLR-Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin**

03 **Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe**

04 **:envihab**

05 **Casino**



DONNERSTAG – 19.10.2023

11:00 – 13:00 UHR	Vorstandssitzung der DGLRM	Raum 10
13:00 – 14:00 UHR	Mittagspause	
14:00 – 17:00 UHR	Sitzung des Vorstandsrats	Raum 10
17:00 – 20:00 UHR	Empfang und Postersession	Forum

FREITAG – 20.10.2023

08:30 – 09:00 UHR — **Begrüßung und Eröffnung** — C Konferenzsaal

Prof. Dr. Jens Jordan, *Direktor des Instituts für Luft- und Raumfahrtmedizin des DLR und Tagungspräsident*
Prof. Dr. Anke Kaysser-Pyzalla, *DLR-Vorstandsvorsitzende*
Henriette Reker, *Oberbürgermeisterin der Stadt Köln*
Dr. Anna Christmann, MdB, *Koordinatorin der Bundesregierung für die Deutsche Luft- und Raumfahrt*
Oberstarzt Dr. Jörg Ruff, *stellv. Generalarzt und Chef d. Stabes Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe*
Prof. Dr. Dr. Oliver Ullrich, *Universität Zürich und Präsident der DGLRM*

09:00 – 10:00 UHR — **Eröffnungsvortrag** — C Konferenzsaal

John McFall, *ESA astronaut class 2022*, Opportunity
Dr. Thomas Berger, *DLR*, MARE-Experiment Artemis-Mission

10:00 – 10:30 UHR — **Kaffeepause** — C

10:30 – 12:00 UHR — **Der Mensch unter dem Einfluss extremer Umweltbedingungen** — C Hörsaal

Vorsitz: ***Dr. Jan Hönemann***, *DLR*; ***Dr. Nicole Müller***, *Uniklinik Bonn*
Dr. Nicole Müller, *Uniklinik Bonn*, Simulation von Langstreckenflügen und Bergaufenthalten für Patient*Innen mit einer Fontan-Zirkulation – möglich oder zu gefährlich? Daten aus der HYPOFON-Studie
Dr. Jan Hönemann, *DLR*, Hypoxie-induzierte Myokardiale Regeneration – die MyoCardioGen-Studie
Adriane Schalt, *Charité*, Serum parameters and energy balance during the Yukon Arctic Ultra: The Longest and the Coldest Ultramarathon
Jennifer-Vernice Pauly, *Charité*, Veränderungen im Hippocampus als Reaktion auf Langzeit-Isolation und Beengtheit
Dr. Matthias Meier, *DLR*, Atlantic Kiss – Beeinflusst die Südatlantische Anomalie das Strahlungsfeld auf Reiseflughöhen?
Dr. Arne Fleischhacker, *ADAC*, Climate Change Adaption (CCA) in der Luftrettung – all-hazards approach als neue Herausforderung
Prof. Dr. Jörn Rittweger, *DLR*, Der Zusammenhang zwischen Luftverschmutzung, Meteorologie und Grippe in Baden-Württemberg (AOK-Gesundheitsdaten von 2010 bis 2018)

10:30 – 11:15 UHR — **Fortbildungsvortrag: *Dr. Claudia Stern***, *DLR* — C Raum I + II

Neues aus der Augenheilkunde – Von der Kurzsichtigkeit, ihrer Korrektur über die Farbe bis zum Diabetes

11:15 – 12:00 UHR — **Fortbildungsvortrag: *Dr. Ilse Janicke***, *Herzzentrum Duisburg des Ev. Klinikums Niederrhein* — C Raum I + II

Wann eine KHK nicht mit Fliegertauglichkeit vereinbar ist und die Crux – invasiv behandeln nur aus Lizenzgründen?

12:00 – 13:00 UHR — **Mittagspause** — C

12:00 – 13:00 UHR — **Lunchmeeting AG Raumfahrtmedizin** *(Dr. Dominik Pesta, DLR)* — C Raum 10

13:00 – 14:30 UHR — **Schlaf und zirkadiane Rhythmen in der Luft- und Raumfahrtmedizin** — C Hörsaal

Vorsitz: ***PD Dr. Eva-Maria Elmenhorst***, *DLR*; ***Dr. Dorothee Fischer***, *DLR*
Kristiof Tritschler, *Eurowings*, Fatigue Risk Management einer Billigfluggesellschaft und die Wirksamkeit der Maßnahmen tagsüber schlafen?

13:00 – 13:45 UHR — **Fortbildungsvortrag: *Dr. Peter Frank***, *Facharzt für Allgemein-, Sport-, Betriebs- und Flugmedizin* — C Raum I + II

Reise-Impf-Update

13:45 – 14:30 UHR — **Fortbildungsvortrag: *Dr. Philipp Zimmermann***, *Uniklinik Köln* — C Raum I + II

Aktueller und zukünftiger Beitrag der Hals-Nasen- und Ohren-Heilkunde für die luft- und raumfahrtmedizinische Versorgung

14:30 – 14:45 UHR — **Kaffeepause** — C

14:45 – 15:45 UHR — **Militärische Flugmedizin** — C Hörsaal

Vorsitz: ***Oberstarzt Dr. Torsten Pippig***, *Facharzt für Orthopädie und Fliegerarzt/Flugmedizinischer Sachverständiger der Bundeswehr*; ***Oberstarzt Dr. Jörg Ruff***, *Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe*
Dr. Dr. Josef Ehlig, *Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe*, Relevanz der Volumen-Computertomographie des Herzens mit nicht-invasiver fraktioneller Flussreserven-Analyse für die klinische Flugmedizin
Prof. Dr. Jens Faßl, *Herzzentrum Universitätsmedizin Dresden*, Echokardiographie unter Beschleunigungsbedingungen auf der Humanzentrifuge des Zentrums für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe in Königsbrück – Pilot-Studie
Oberstarzt Dr. Frank Jakobs, *Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe*, Laserbedrohung und Laserschutz für Luftfahrzeugbesatzungen: Ein Update
Prof. Dr. Michael Stein, *Ltd. Flugpsychologe der Bundeswehr*, Grundlagen und Herausforderungen der modernen militärischen Flugpsychologie

14:45 – 15:15 UHR — **Fortbildungsvortrag: *Dr. Jörg Hedtmann***, *BG Verkehr* — C Raum I + II

Das Ende der „Grundsätze" – Die neuen Empfehlungen der DGUV und die arbeitsmedizinische Betreuung des fliegenden Personals

15:15 – 15:45 UHR — **Fortbildungsvortrag: *Maria-Teresa Bernal***, *ADAC* — C Raum I + II

Der Unterschied zwischen arbeitsmedizinischer und fliegermedizinischer Untersuchung

15:50 – 18:00 UHR — **Mitgliederversammlung** — C Hörsaal

18:45 – 23:00 UHR — **DGLRM-Gesellschaftsabend** — Terminal 2

SAMSTAG – *21.10.2023*

09:00 – 10:00 UHR — **Luftfahrt-Bundesamt (LBA)-Sitzung** — C Hörsaal

***Yvonne Dams**, LBA*, Arbeiten mit dem LBA
***Dr. Manuela Hoffmann**, LBA*, AME und LBA – Teamwork 2.0

10:00 – 10:15 UHR — **Kaffeepause** — C

10:15 – 11:45 UHR — **Militärische Flugmedizin Schweiz** — C Hörsaal

Vorsitz: ***Prof. Dr. Dr. Oliver Ullrich**, Universität Zürich*; ***Oberstlt. Dr. Denis Bron**, Universität Zürich*

***Janine Rochelt**, Fliegerärztliches Institut Dübendorf*, Rumpfkraft bei Schweizer Militärpiloten in Korrelation zu spezifischen Laborparametern – eine retrospektive Verlaufsanalyse

***Rebecca Nauli, Ursula Mayer**, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften*, Die Wirkung von Koffein auf die geistige und körperliche Leistungsfähigkeit während 35 Stunden verlängerter Wachheit – eine Placebo-kontrollierte Studie

***Major Dr. Thomas Syburra**, Fliegerärztliches Institut Dübendorf*, Kardiovaskuläre Aspekte der Flugmedizin

***Dr. Denis Bron**, Fliegerärztliches Institut Dübendorf*, EKG-, Infrarot- und Dopplersignale (EIRD) in der Früherkennung von atherosklerotische Gefäßerkrankungen: aktuelle Erkenntnisse

***Dr. Cora Thiel**, Universität Zürich*, Die Auswirkung von Hypergravitation auf die Kernarchitektur und die Chromatinorganisation in humanen Jurkat-T-Lymphozyten

***Prof. Dr. Dr. Oliver Ullrich**, Universität Zürich*, Together we make it fly: Innovation in Space and Aviation from Dübendorf

10:15 – 11:00 UHR — **Fortbildungsvortrag: *Oberstarzt Friedrich Lüling***, *Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe* — C Raum I + II

Die psychiatrische Beurteilung im Rahmen von Konsultationen und Verweisungen

11:00 – 11:45 UHR — **Fortbildungsvortrag: *Dr. Stefan Pump***, *Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF)* — C Raum I + II

Aktuelles aus dem BAF

11:45 – 12:30 UHR — **Mittagspause** — C

12:30 – 13:15 UHR — **Gegenmaßnahmen für die Raumfahrtmedizin** — C Hörsaal

Vorsitz: ***Dr. Stefan Möstl**, DLR*; ***Dr. Cora Thiel**, Universität Zürich*

***Marc Valerius**, DLR*, Muskuläre Verfettung im Rahmen einer Bettruhe-induzierten Muskelatrophie

***Jonas Böcker**, DLR*, Neue Herausforderungen = neue Ansätze: Evaluation zweier neuer Trainingsgeräte für Deep-Space-Missionen

***Renana Bruckstein**, Charité*, COOLFLY – Kühlen als Cardiovaskuläre Gegenmaßnahme bei Veränderung der G-Kräfte (cooling as a countermeasure for cardiovascular instability)

13:15 – 14:00 UHR — **Young DGLRM I** — C Hörsaal

Vorsitz: ***Prof. Dr. Dr. Oliver Ullrich**, Universität Zürich*; ***Dr. Jan Schmitz**, Uniklinik Köln*

Manuel Michno, *Forschungszentrum Jülich*, Auswirkung von Hypoxie auf die A1-Adenosin-Rezeptor-Verfügbarkeit im menschlichen Gehirn (AdenOx)

Ana Nascimento, *DLR*, Impact of microgravity on the gut microbiome and microenvironment during the AGBRESA bed rest study

Leona Hoffmann, *DLR*, Analyzing the association between meteorological and air polution conditions in Baden-Württemberg (Germany)

13:15 – 14:00 UHR — **Fortbildungsvortrag: *Oberfeldarzt Markus Wischlitzki***, *Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe* — C Raum I + II

Neurologie für Fliegerärzte: Ein Update

14:00 – 14:15 UHR — **Kaffeepause** — C

14:15 – 15:00 UHR — **Young DGLRM II** — C Hörsaal

Vorsitz: ***Dr. Niels Adams**, Uniklinik Köln*; ***Felix Liebold**, Universität Leipzig*

***Dr. Niels Adams**, Uniklinik Köln*, YOUNG DGLRM: Gründung, Entwicklung und aktueller Stand

***Felix Liebold**, Universität Leipzig*, Cardiopulmonary resuscitation during hyperbaric oxygen therapy: A Comprehensive review and recommendations for practice

***Dr. Jan Schmitz**, Uniklinik Köln*, CPR during air travel: Duration-dependent decrease in CPR-performance and a possible countermeasure. A randomized, controlled double-blind manikin study

15:00 UHR — **Abschlussworte des Präsidenten/Verleihung Posterpreise** — C Konferenzsaal

C Casino :e Forum Flughafen

W-Sitzungen

W 1: Der Mensch unter Einfluss extremer Umweltbedingungen

W 1.1:
Simulation von Langstreckenflügen und Bergaufenthalten für Patient*Innen mit einer Fontan-Zirkulation -Möglich oder zu gefährlich? -Daten aus der HYPOFON-Studie

Müller N[1], Härtel JA[1], Schmitz J[2], Aeschbach D[2], Gerlach D[2], Bach A[2], Hart C[1], Hoenemann JN[2], Jordan J[2], Herberg U[4], Bloch W[3], Breuer J[1], Tank J[2]

1 Kinderherzzentrum Uniklinikum Bonn
[2] DLR Köln
[3] Sporthochschule Köln
[4] Kinderkardiologie Uniklinikum Aachen

Einleitung: Patienten mit Fontan-Zirkulation haben nur eine funktionierende Herzkammer und sind dadurch auf einen passiven Lungendurchfluss angewiesen. Unter Hypoxie kann es durch eine Vasokonstriktion im pulmonalen System zu einem erhöhten pulmonalen Gefässwiderstand und folglich einem verringerten pulmonalen Blutfluss kommen, was eine verringerten periphere Sauerstoffsättigung (SpO2) bedingen kann. Diese Reaktion gibt Anlass zu Bedenken hinsichtlich der Sicherheit für diese Patienten auf Langstreckenflügen oder bei Aufenthalten in den Bergen.
Fragestellung: Wir möchten mit dieser Studie die hämodynamischen Auswirkungen von simulierter normobarer Hypoxie >24 Stunden auf Patienten mit Fontan-Zirkulation untersuchen.
Methoden: Achtzehn Patienten mit Fontan-Kreislauf (16-39 Jahre, 9 Frauen) verbrachten drei Nächte und 3,5 Tage in der Forschungseinrichtung :envihab des DLR. Nach zwei Nächten in normaler Umgebungsluft wurden Ausgangsdaten wie Herzfrequenz, Blutdruck, Atmung, pulmonalarterieller Druck (PAP mittels PICC-Line, n=14), pulmonaler Blutfluss (Echtzeit-Kardio-MRT), SpO2 während des Nachtschlafs (Polysomnographie) und tagsüber gemessen. Wir wiederholten die Messungen während und nach einer Nacht in normobarer Hypoxie mit 15,2 % Sauerstoff, was den Luftverhältnissen in einer Höhe von ~2440 m bzw. der Reiseflughöhe einer Passagiermaschine entspricht).
Ergebnisse: Die Ruheherzfrequenz während der Hypoxie stieg um 4,7±4,6 (SD) Schläge/Minute (p<0,0001) an. Der Blutdruck veränderte sich nicht, und das Atemminutenvolumen stieg um 0,9±1,16 L/min (p<0,004). Die SpO2-Werte während der Hypoxie waren nachts (85,5±4,1% vs. 92,0±2,8 %, p<0,001) und tagsüber im Liegen: 86,2±3,8 % vs. 92,5±2,8 % sowie im Stehen: 83,9±4,0 % vs. 89,8±4,1 %, p<0,0001) signifikant reduziert. Der pulmonale Blutfluss (2,93±0,8 vs.2,78±0,59 L/min) und der PAP (9,8±1,9 vs.10,6±1,6 mmHg) veränderten sich nicht signifikant. Bei keinem der Teilnehmer traten während der Hypoxie schwere klinische Symptome auf.
Schlussfolgerung: Unsere Daten deuten darauf hin, dass ausgewählte Patienten mit Fontan-Zirkulation eine mäßige Hypoxie während des nächtlichen Schlafs und auch tagsüber tolerieren können. Der PAP als zentraler Faktor steigt in Ruhe nicht signifikant an, was eine Aufrechterhaltung des pulmonalen Blutflusses und damit eine stabile Kreislaufsituation auch unter diesen Bedingungen ermöglicht.

W 1.2:
Hypoxie-induzierte Myokardiale Regeneration – die MyoCardioGen-Studie

Hönemann JN[1,2], Gerlach D[2], Hoffmann F[1,2], Kramer T[1,2], Weis H[2,3], Hellweg CE[2], Konda B[2], Zaha VG[4,5], Sadek H[4,6], Reuter H[7], Baldus S[1], Levine BD[4,7], Jordan J[2,9], Limper U[2,10], Tank J[2]

[1] Department of Internal Medicine III, Division of Cardiology, Pneumology, Angiology, and Intensive Care, University of Cologne, Kerpener Str. 62, 50937, Cologne, Germany.
[2] German Aerospace Center – DLR, Institute of Aerospace Medicine, Linder Höhe, 51147 Cologne, Germany
[3] University of Cologne, Faculty of Medicine and University Hospital Cologne, Department of Nuclear Medicine, Kerpener Str. 62, 50927 Cologne, Germany
[4] Division of Cardiology, Department of Internal Medicine, UT Southwestern Medical Center, 5323 Harry Hines Blvd, Dallas, TX 75390, United States of America
[5] Advanced Imaging Research Center, UT Southwestern Medical Center,
[6] Center for Regenerative Science and Medicine, UT Southwestern Medical Center, 5323 Harry Hines Blvd, Dallas, TX 75390, United States of America
[7] Cardiology Department, EVK Weyertal, Weyertal 76, 50931 Cologne, Germany
[8] Institute for Exercise and Environmental Medicine, Texas Health Presbyterian Hospital, Dallas, 7232 Greenville Ave, Dallas, TX 75231, United States of America
[9] University of Cologne, Head of Aerospace Medicine, University of Cologne, Germany, Albertus-Magnus-Platz, 50923 Cologne
[10] Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, Merheim Medical Center, Hospitals of Cologne, University of Witten/Herdecke, Cologne, Germany

Die Expertise der Luft- und Raumfahrtmedizin, Umweltbedingungen zu simulieren und detailliert zu untersuchen, bietet Chancen für die medizinische Forschung in anderen Fachgebieten. Ein Beispiel dafür ist der Verlust von Herzmuskelzellen bei Patienten mit ischämischer Herzerkrankung für den keine kausale Therapien verfügbar sind. Bei Mäusen mit Myokardnarben bewirkte eine zweiwöchige Hypoxieexposition entsprechend einer Höhe von ca. 8000 Metern einen Wiedereintritt von Herzmuskelzellen in den Zellzyklus und besserte die kardiale Kontraktilität. Ziel der MyoCardioGen-Studie war es, die Sicherheit und Machbarkeit dieser Intervention zunächst

bei gesunden Probanden und dann bei Patienten nach einem Myokardinfarkt zu prüfen.
Die Studien wurden im DLR :envihab mittels normobarer Hypoxie durchgeführt. In Phase 1 erfolgte der Nachweis bei zwei professionellen Bergsteigern, dass arterielle Sauerstoffpartialdruckwerte (pO2) von 35 mmHg, vergleichbar mit den im Tierversuch erzielten Werten, sicher bei Menschen erreicht werden können. In Phase 2 erfolgte eine Sicherheits- und Machbarkeitsstudie bei vier sorgfältig ausgewählten, männlichen Patienten nach Vorderwandinfarkt über 4,5 Tage auf einer äquivalenten Höhe von 4550 Meter, die erste Hinweise auf eine verbesserte linksventrikuläre Funktion lieferte. In Teil 3 der Studie wurden drei der in Phase 2 untersuchten Infarktpatienten und eine gesunde Kontrollperson ohne koronare Herzerkrankung nach vorheriger Akklimatisation in den Alpen erfolgreich über 2 Wochen in den Bereich ihrer individuellen Hypoxietoleranz von ca. 35 mmHg pO2 gebracht. Die ventrikuläre Funktion wurde mittels Echokardiographie (Strain=LVGLS), kardialer MRT, 18F-FDG-PET/MRT mit Kontrastmittel, hochsensititven Troponin I und Serum NTproBNP erhoben.
Der LVGLS präsentierte eine stabile Verbesserung in der Wiedervorstellung nach 30 Tagen (baseline: -12.57±2.4 %, Ende der Hypoxie: -14.37±2.62%, 30 Tage follow-up: -15.2±3.11%). Das NTproBNP zeigte eine Tendenz zur Reduktion an (baseline: 189±134 pg/ml, Ende der Hypoxie: 127±28 pg/ml, 30 Tage follow-up: 108±65 pg/ml). Das Troponin I verblieb an allen Messzeitpunkten im Referenzbereich. Die Kontrollperson wies hingegen keine Veränderung der linksventrikulären Kontraktilität auf. In Anbetracht der kleinen und hochselektierten Patientengruppe müssen diese ersten Ergebnisse mit Vorsicht interpretiert werden. Die Studie hat jedoch gezeigt, dass eine Translation dieses Tiermodells einer schweren Hypoxie über 14 Tage im :envihab prinzipiell möglich ist. Die Kombination der verschiedenen Expertisen aus der Grundlagenforschung zur myokardialen Regeneration mit den einzigartigen Möglichkeiten der Forschungsinfrastruktur am DLR in Köln bieten die Voraussetzungen für weitere Studien, um potenzielle Mechanismen aufzuklären und therapeutisch nutzbar zu machen.

W 1.3

Serum parameters and energy balance during the Yukon Arctic Ultra: The Longest and the Coldest Ultramarathon

Adriane K. Schalt [1], Robert H.Coker [2], Hanns-Christian Gunga [1], Camilla Kienast [1], Lea Mascarell-Maricic [3], Mathias Steinach [1]

Einleitung: Das Ziel dieser Studie war es, die Energiezufuhr (inklusive der Mikronährstoffe), den -umsatz, sowie Veränderungen im Blutserum von Teilnehmern des Yukon Arctic Ultra, einem Ultramarathon von 692 km Länge im Yukon/ Kanada, zu untersuchen.
Methodik:
Der Lauf wurde über einen Zeitraum von gesamt 4 Jahren begleitet (2013, 2015, 2017, 2019). Die Durchschnittstemperaturen variierten zwischen -10° bis -42° Grad Celsius. Die Strecke musste zu Fuß zurückgelegt werden und wies einen Höhenunterschied von ca. 1000 Meter auf. Auf einem Schlitten wurden Nahrung und benötigte Materialien gezogen.
23 Teilnehmer (14 Männer; 9 Frauen) wurden untersucht. 15 Teilnehmer beendeten das Rennen erfolgreich (FIN), 8 Teilnehmer mussten aus diversen Gründen vorzeitig abbrechen (NON). An 4 Checkpunkten (Pre- 0 km; D1 -278 km; D2 – 384 km und POST 692 km) wurden Blutentnahmen und eine Bodyimpedanzanalyse durchgeführt. Weiterhin wurden Fragebögen ausgeteilt, um die Energiezufuhr zu bestimmen. Der Energieverbrauch wurde mittels eines Sense Wear Aktimeteres ermittelt.
Ergebnisse:
Der Gewichtsverlust der Männer (FIN) betrug 4,9 kg (±2,1) – (FFM: 1,7 kg und FFM: 3,2 kg) und für Frauen (FIN) 2,8 kg (+- 1,9 kg) (FM 2,7 kg; FFM: 0,1 kg). Die Energiezufuhr der Athleten in FIN betrug 54101 kcal (± 9528) bzw. 4922 kcal/ Tag (+- 747 kcal). Der Energieumsatz in FIN betrug gesamt 72577 kcal (+- 10481 kcal) und 6683 kcal/ Tag (+- 951), was zu einem kalorischen Defizit von gesamt 18357 kcal gesamt, bzw. 1719 kcal/ Tag (+- 1213) geführt hat. Die Verteilung der Mikronährstoffe in FIN zeigte sich wie folgt: 18,3% Protein, 61,6 % Kohlenhydrate und 20% Fett.
Es kam zu einem signifikanten NT pro BNP-Anstieg (Pre vs D1: 328 pg/ ml). Triglyzeride fielen (-23.5 mg/dl), ebenso wie Cholesterol, LDL und NON-HDL (-41.3 mg/dL; -44.8 mg/ dL; -44.6 mg/dL). Troponin T zeigte sich erhöht (Pre vs. Post: 7.1 µg/l). Zudem gab es einen Troponin Unterschied zwischen Männern und Frauen (FIN: 10.4 ng/l vs 3.7 ng/l), ebenso wie für die Untergruppe Geschwindigkeit (RD>38 11.9 ng/l and RD<38 3.5 ng/l).
T3 und T4 sind sukzessive gefallen (PRE vs. POST: -1.05 pg/ml und PRE vs. POST: -2.7 pg/ml). Eine höhere Geschwindigkeit wies höhere Werte für T4 bei D1 und D2 auf (RD>38: 13.3 pg/ml; RD<38 11.7 und RD>38: 13 pg/ml; RD<38 11.2 pg/ml).
Zusammenfassung: Ein großes Energiedefizit wurde für den Großteil der Probanden festgestellt, was zu einem Verlust von Fettmasse, sowie fettfreier Masse führte. Serum Herzenzyme, Entzündungs- und Fettwerte änderten sich enorm. Zudem zeigt sich ein Abfall der T3 und T4 Werte im Serum, was auf einen Zusammenhang mit dem „Polaren T3 Syndrom" hindeuten könnte.
Es bleibt offen zu untersuchen, ob die hohe Stresseinwirkung auf den Körper pathologische Effekte hervorruft oder ob die Veränderungen nur temporär sind.

W 1.4

Veränderungen im Hippocampus als Reaktion auf Langzeit-Isolation und Beengtheit

Pauly JV[1], Brauns K[1], Friedl-Werner A[1], Barsby PC[1], Kühn S[2], Basner M[3], Dinges DF[3] und Stahn AC[1, 3]

[1] Charité – Universitätsmedizin Berlin, DEU
[2] Max-Planck-Institut für Bildungsforschung Berlin, DEU
[3] University of Pennsylvania, Philadelphia, USA

Langzeit-Weltraummissionen können ein erhebliches Risiko für die Entwicklung negativer Verhaltensweisen und psychiatrischer Störungen bergen. Isolierte, beengte und

extreme Umgebungen, wie die antarktische Neumayer-Station III, teilen eine Reihe an Merkmalen mit der Umgebung Weltraum. Überwinterungsmissionen auf der Neumayer-Station III dienen daher als bodengestütztes Analog zur Untersuchung der Auswirkungen von Langzeit-Weltraummissionen auf die psychische Gesundheit. Bisherige Daten zeigen, dass Langzeit-Isolation und Beengtheit zu erheblichen strukturellen Veränderungen des Gehirns führen können, welche die kognitive Leistung beeinträchtigen. Die genauen neuronalen Signaturen sind jedoch derzeit noch nicht bekannt. Auch ist noch nicht ausreichend geklärt, wie interindividuelle Unterschiede, beispielsweise bedingt durch die verschiedenen Besatzungsdynamiken, die Reaktion auf Isolation und Beengtheit beeinflussen und sich auf die neuronalen Veränderungen auswirken.
Besonders der Hippocampus, eine aus mehreren Strukturen bestehende Gehirnregion, wird durch Stress beeinträchtigt, wie Studien gezeigt haben. Der Hippocampus ist an der Gedächtnisbildung, der räumlichen Navigation und der Stimmungsregulierung beteiligt, weshalb davon ausgegangen wird, dass er in der Entstehung negativer Auswirkungen von Langzeitmissionen eine zentrale Rolle spielen könnte.
Mit dieser Studie untersuchen wir die Auswirkung von Langzeitmissionen in der Antarktis auf die Struktur und Form des Hippocampus. Dabei gehen wir davon aus, dass die Isolation und Beengtheit während solcher Missionen zu spezifischen Veränderungen in den einzelnen Unterregionen des Hippocampus führen. An der Studie teilgenommen haben die Besatzungen von vier Überwinterungsmissionen mit jeweils N=9 Besatzungsmitglieder, die 12–14 Monate auf der Neumayer-Station III in der Antarktis gelebt haben. Für die Beurteilung neurostruktureller Veränderungen wurden von den Besatzungsmitgliedern jeweils einmal vor und einmal nach der Mission mittels Magnetresonanztomographie (MRT) hochauflösende T1- und T2-gewichtete Sequenzen des Gehirns, insbesondere des Hippocampus, aufgenommen. Veränderungen im Volumen der einzelnen Unterregionen des Hippocampus werden mittels automatischer Segmentierung der Hippocampus-Subfelder (ASHS) analysiert. Dieser Algorithmus ermöglicht die Analyse verschiedener Hippocampus-Segmente, darunter Kopf, Schwanz, CA1-3, Gyrus dentatus, Subiculum, entorhinaler Kortex und Gyrus parahippocampus. Darüber hinaus werden Unterschiede zwischen den Überwinterungsmissionen analysiert, was zum Verständnis der Auswirkungen verschiedener Besatzungsdynamiken auf das Ausmaß der strukturellen Hirnveränderungen beitragen wird. Die Datenanalyse läuft derzeit, und Ergebnisse werden auf dem Kongress vorgestellt.

W 1.5

Atlantic Kiss – Beeinflusst die Südatlantische Anomalie das Strahlungsfeld auf Reiseflughöhen?

Matthias M. Meier[1], Thomas Berger[1], Thomas Jahn[2], Daniel Matthiä[1], Mona C. Plettenberg[1], Markus Scheibinger[2], Kai Schennetten[1], Michael Wirtz[1]

[1] DLR Inst. f. Luft- und Raumfahrtmedizin, 51147 Köln, Deutschland
[2] Deutsche Lufthansa AG, Lufthansa Basis, Frankfurt/Main, Deutschland

Einleitung: Die Strahlenexposition auf Reiseflughöhen durch die galaktische kosmische Strahlung ist für operationelle Anwendungen grundsätzlich hinreichend gut verstanden. Eine Frage wird allerdings seit vielen Jahren sowohl unter Flugzeugbesatzungen und Vielfliegern als auch in der Fachwelt diskutiert: Sind Crews und Passagiere einer erhöhten Strahlung ausgesetzt, wenn sie im Flugzeug den geografischen Bereich der Südatlantischen Anomalie (SAA) durchqueren? Die Südatlantische Anomalie (SAA) liegt vor der Küste Brasiliens. Sie entsteht durch eine Verschiebung der Erdmagnetfeld-Achse, die nicht durch den Erdmittelpunkt verläuft. Dadurch reicht der Strahlungsgürtel in der Südatlantikregion besonders nah an die Erde heran. Das führt in diesem Bereich zu stark erhöhten Strahlungswerten im erdnahen Weltraum, zum Beispiel auf der internationalen Raumstation ISS.
Fragestellung: Berühren Strahlungsbeiträge aus dem Strahlungsgürtel der Erde den oberen Luftraum der zivilen Luftfahrt im geografischen Gebiet der Südatlantischen Anomalie? Gibt es diesen „Atlantic Kiss"?
Methode: Im Rahmen eines Nonstop-Sonderfluges von Hamburg auf die Falklandinseln konnte das Strahlungsfeld an Bord eines Lufthansa Airbus A350-900 auf einer Reiseflughöhe von 43.000 Fuß, das entspricht mehr als 13 Kilometern, beim Durchqueren des geografischen Gebietes der SAA anhand verschiedener Messgrößen während ruhiger Weltraumwetterbedingungen experimentell untersucht werden. Der Vergleich mit Modellrechnungen erlaubt eine Abschätzung möglicher Beiträge durch bisher nicht berücksichtigte Strahlungsquellen, z.B. die Südatlantische Anomalie.
Ergebnisse: Die Messungen der verschiedenen Dosisgrößen zeigen keine signifikanten Abweichungen von Modellrechnungen im geografischen Bereich der Südatlantischen Anomalie bei stabilen Weltraumwetterbedingungen. Der Verlauf der einzelnen Dosisraten ergibt ebenfalls keinen Hinweis auf eine erhöhte Strahlenexposition.
Schlussfolgerungen: Strahlungsbeiträge aus dem Strahlungsgürtel der Erde konnten im oberen Luftraum der zivilen Luftfahrt im geografischen Gebiet der Südatlantischen Anomalie unter ruhigen Weltraumwetterbedingungen nicht beobachtet werden. Das DLR-Strahlungsmodell PANDOCA wurde auch für diese außergewöhnliche Flugstrecke bestätigt. Bedenken über erhöhte Strahlenexpositionen bei Flügen nach Südamerika sind unbegründet.

W 1.6

Climate Change Adaption (CCA) in der Luftrettung – all-hazards approach als neue Herausforderung

Schiffarth M[1], Fleischhacker A[1], Werner D[1], Lorenz I[1], Lakatos P[1], Schwietring J[1]

[1] ADAC Luftrettung gGmbH

Der Klimawandel zeigt bereits gegenwärtig negative Effekte auf die menschliche Gesundheit und das Gesundheitssystem (1). Die subjektive Wahrnehmung des Klimawandel wird durch die Eintrittsgeschwindigkeit im Sinne eines "slow-onset disaster" erschwert, zunehmend unterbrochen durch assoziierte Folgen – promiente Beispiele sind "fast-onset disaster" wie beispielsweise die Ahr-Katastrophe im Jahr 2021 (2). Die Missionsprofile von Katastrophen-Einsätzen, bedingt durch Naturgefahren, sind durch zunehmende Komplexität gekennzeichnet.
Die Folgen des Klimawandel lassen eine Intensitätssteigerung und Zunahme von Naturgefahren erwarten, sodass Climate Change Adaption (CCA) und Disaster Risk Reduction im Sinne der Erhöhung der Widerstandsfähigkeit (Resilienz) nur als integrierter Ansatz zu verstehen sind.
Maßnahmen zur Resilienzsteigerung und Sicherstellung operativer Sicherheit der Luftrettung sind abzuleiten. In der Typologie von Katastrophen wird zunehmend vom all-hazards approach als Gesamtmenge der zu erwartenden Gefährdungen in einem geografischen Bereich gesprochen - in Abgrenzung zu Einteilung in Mensch-gemachte oder Natur-bedingte Katastrophen. Die Notfallmedizin, speziell die Luftrettung, steht in der Verantwortung für besonders vulnerable Gruppen. Im Bereich der Katastrophenmedizin sind die damit verbundenen Auswirkungen engmaschig zu antizipieren und frühzeitig Anpassungswege (Climate Change Adaption – CCA) zu finden. Dies gilt aber nicht zuletzt auch für das eigene Arbeitsumfeld. Abzugrenzen ist CCA vom Klimaschutz, der als Daueraufgabe noch intensiviert werden muss - Beiträge der Luftrettung sind hier im Bereich der Verwendung von Bio-Fuel in der Luftrettung und dem zukünftigen Einsatz von Multikoptern als schneller Notarztzubringer zu finden.

W 1.7

Der Zusammenhang zwischen Luftverschmutzung, Meteorologie und Grippe in Baden-Württemberg, basierend auf AOK-Gesundheitsdaten von 2010 bis 2018

Rittweger J[1], Gilardi, L[2], Antoni T[3], Baltruweit M[3], Dally S[3], Erbertseder T[2], Jordan J[1], Gonzalez Medina M[3], Schmid M[4], Schmitz MT[4], Wüst S[3], et al.

[1] Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin (DLR)
[2] Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum (DLR)
[3] AOK Baden-Württemberg
[4] IMBIE, Universität Bonn

Einleitung: Influenza ist eine ansteckende Viruserkrankung der Atemwege. In Deutschland gibt es jährlich etwa 4 Millionen Influenza-Erkrankungen und etwa 7.000 Todesfälle. Während es mehrere Studien gibt, die den Zusammenhang zwischen Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Grippe, gibt es nur sehr wenig Informationen zum Feinstaub (PM2.5 und PM10). Alle diese Studien werden jedoch unter Bedingungen mittlerer bis hoher Luftverschmutzung, für ausgewählte Städte und nicht für Deutschland durchgeführt.
Fragestellungen: Das primäre Ziel bestand in der Demonstration der Machbarkeit einer epidemiologischen Studie auf der Basis von erdbeobachtungsgestützten Umweltdaten und Krankenkassendaten. Nachgeordnete Ziele waren die Überprüfung des Zusammenhanges zwischen Umweltfaktoren und Influenza und die Ableitung von möglichen Maßnahmen in der Gesundheitsversorgung.
Methodik: Wir kombinierten Luftverschmutzungsdaten des Copernicus Atmosphere Monitoring Service, meteorologische Daten des ECMWF ERA-5 und Gesundheitsdaten der AOK-BW von über 4 Millionen Menschen über den Beobachtungszeitraum 2010 bis 2018. Zur statistischen Analyse wurde ein generalisiertes additives Modell angewendet, um die Abhängigkeit der Influenza-Inzidenz von Quartals Mittelwerten von PM 2,5, PM10, O_3, NO_2 und Lufttemperatur zu analysieren.
Ergebnisse: Unsere Ergebnisse deuten auf einen positiven Zusammenhang zwischen PM2.5 und dem Gripperisiko hin, nachdem Temperatur und saisonale Trends berücksichtigt wurden. Für die mittlere Temperatur wurde ein negativer Zusammenhang beobachtet; Niedrige Durchschnittstemperaturwerte (5%-ile) waren mit einem etwa dem 8-fachen Risiko für eine Infektion mit dem Influenzavirus verbunden wie hohe Temperaturen (95%-ile). Für PM2.5 zeigte sich eine positive Assoziation, wobei sich die Inzidenz-Erhöhung bei PM2.5-Werten um 15 µg/m³ (saisonaler Durchschnitt) stabilisierten, mit einer Verdoppelung des Risikos von der 5%-ile zur 95%ile. Für NO_2 ergab sich ein negativer Zusammenhang.
Schussfolgerungen: Die Ergebnisse zeigen Zusammenhänge zwischen Temperatur, PM2.5 und der Influenza-Inzidenz. Dies steht im Einklang mit Hypothesen, die eine Destabilisierung des Influenzavirus bei wärmeren Temperaturen, eine Stabilisierung des Virus gegen ultraviolettes Licht durch Feinstaub, aber auch eine Sensibilisierung der Atemwegsepithelien bei Einwirkung von kalter Luft und Feinstaub vorschlagen. Die Ergebnisse können auch dazu genutzt werden, das Management und die Prognose von Grippeepidemien zu verbessern. Die Ergebnisse könnten auch zu einem besseren Verständnis der Virusübertragung und der Schwere der Erkrankung in Abhängigkeit von der Häufigkeit und Variabilität der Umweltstressoren beitragen.

W2: Schlaf und zirkadiane Rhythmen in der Luft- und Raumfahrtmedizin

W 2.1

Fatigue Risk Management einer Billigfluggesellschaft und die Wirksamkeit der Maßnahmen

Tritschler K[1]

[1] Germanwings GmbH, Köln

wird nachgereicht

W 2.2

Wechselwirkung von Wachdauer und Arbeitsbelastung auf Fatigue bei Kurzstreckenpiloten

Fischer D[1], *Tritschler K*[2], *Aeschbach D*[1]

[1] Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Abteilung Schlaf und Humanfaktoren, Deutsches Luft- und Raumfahrtzentrum, Köln
[2] Germanwings GmbH, Köln

Einleitung: Die aktuellen Flugzeitregelungen der Europäischen Agentur für Flugsicherheit (EASA) dienen u.A. der Begrenzung von Müdigkeit (sog. ‚Fatigue') als Sicherheitsrisiko bei Piloten. Wie lange ein Pilot am Stück wach ist, hat generell größere Auswirkungen auf dessen Müdigkeit als die Länge des Flugdienstes. Inwiefern sich das jedoch ändert, wenn die objektive Arbeitsbelastung während der Dienstzeitperiode sehr hoch ist, z.B. durch eine erhöhte Anzahl durchgeführter Flüge, ist bislang empirisch kaum untersucht.
Fragestellung: Gibt es eine Wechselwirkung von Wachdauer und Arbeitsbelastung (= Anzahl durchgeführter Flüge) auf die Fatigue bei Kurzstreckenpiloten?
Methodik: Fatigue (20-Punkte Samn-Perelli Skala) und subjektive Arbeitsbelastung (NASA-Task Load Index) wurden bei 37 Piloten jeweils am Ende von insgesamt 553 Kurzstreckenflügen erfasst. Als Maß für die objektive Arbeitsbelastung wurde die Anzahl durchgeführter Flüge pro Dienstperiode herangezogen. Zusätzlich wählten die Piloten aus einer vorgegebenen Liste aus, welche Störungen (sog. ‚Hassles') während des Fluges auftraten (z.B. schlechtes Wetter). Die statistischen Analysen umfassten zwei lineare, gemischte Modelle zur Vorhersage von (i) Fatigue und (ii) subjektiver Arbeitsbelastung, jeweils adjustiert für Wachdauer, Anzahl Flüge (d.h. objektive Arbeitsbelastung), Anzahl Störungen, Rolle des Piloten (‚Pilot Flying' vs. ‚Pilot Monitoring') und vorangegangene Schlafdauer.
Ergebnisse: Auf Fatigue hatten Wachdauer, Anzahl Flüge und die Rolle des Piloten einen signifikanten Einfluss (alle $p < 0.02$). Fatigue nahm um 0.4 Punkte zu mit jeder zusätzlichen wachen Stunde und um 0.3 Punkte mit jedem zusätzlich durchgeführten Flug; hingegen nahm sie um 0.4 Punkte ab, wenn die Rolle des Piloten ‚Flying' statt ‚Monitoring' war. Hinsichtlich einer Wechselwirkung zeigte die statistische Modellierung, dass bei einem einzelnen durchgeführten Flug die kritische Grenze für Fatigue von 12 Punkten auf der SP-Skala (d.h. ‚Fliegen nicht empfohlen') nach 17.1 h erreicht war. Im Vergleich dazu war die kritische Grenze bei vier Flügen bereits nach 14.7 h erreicht (delta 2.4h). Die subjektive Arbeitsbelastung erhöhte sich mit der Anzahl an Störungen während des Fluges, nicht jedoch mit der Wachdauer oder der Anzahl an Flügen.
Schlussfolgerungen: Die objektive Arbeitsbelastung, gemessen an der Anzahl durchgeführter Flüge, verschärft nachteilige Effekte der Wachdauer und trägt signifikant zu Fatigue bei. Die subjektive Arbeitsbelastung, gemessen durch den NASA Task Load Index, erhöht sich mit der Anzahl an Störungen während des Fluges, jedoch nicht mit dem Ausmaß der objektiven Arbeitsbelastung (d.h. Anzahl durchgeführter Flüge). Beide Erhebungen, objektiv und subjektiv, bilden daher verschiedene Aspekte und Ursachen der Arbeitsbelastung bei Piloten ab.

W 2.3

Der circadiane Rhythmus der Körperkerntemperatur von Astronauten bei Langzeitaufenthalt im All - Projekt „Circadian Rhythm"

Mendt S[1], *Maggioni MA*[1,2], *Stahn AC*[1,3], *Steinach M*[1], *Opatz O*[1], *Friedl-Werner A*[1,4], *Brauns K*[1], *Gunga H-C*[1]

[1] Charité – Universitätsmedizin Berlin, DE
[2] Università degli Studi di Milano, IT
[3] University of Pennsylvania, Philadelphia
[4] Université de Caen Normandie, FR

Einleitung: Der circadiane Rhythmus von Astronauten ist ein nicht zu unterschätzender Aspekt bei der Planung und Durchführung von Raumfahrtmissionen, da eine Veränderung des circadianen Rhythmus gegenüber dem 24-Stunden-Tag, die Leistungsfähigkeit, Konzentration und die Achtsamkeit beeinträchtigen und damit die Sicherheit und die Mission gefährden können. So sind Astronauten einer Reihe von Faktoren ausgesetzt, die schon für sich allein genommen den circadianen Rhythmus beeinflussen können. Neben dem fehlenden natürlichen 24-h Tag-Nacht-Zyklus der Sonne sind nicht nur die Essens- und Schlafzeiten vorgegeben, sondern die Astronauten müssen sich auch bis zu 2 Stunden täglich körperlich betätigen, um die Auswirkungen der Mikrogravitation auf den Körper abzumildern.
Fragestellung: Doch bislang gibt es keine Untersuchungen zur Veränderung des circadianen Rhythmus der Körperkerntemperatur (KKT) bei Langzeitaufenthalten auf der Internationalen Weltraumstation (ISS). Ziel der vorliegenden Studie ist daher die Erfassung von Daten zu der tageszeitlichen Veränderung der KKT vor, während und nach einem mehrmonatigen Aufenthalt auf der ISS.
Methode: KKT-Profile von n = 10 Astronauten wurden nicht-invasive über einen Temperatur-Wärmefluss-Sensor an der Stirn bestimmt. Der dem jeweiligen KKT-Profil zugrunde liegende Rhythmus wurde zunächst durch eine

Komposition aus zwei Sinusfunktionen mit den Periodenlängen 24- und 12-Stunden ermittelt und dann durch die davon abgeleiteten Parameter Mesor (Mittelwert), Amplitude (halber Abstand von Maximum und Minimum) und Bathyphase (Zeitpunkt des Minimums) auf standardisierte Weise beschrieben. \n\nErgebnisse: Alle drei Rhythmusparameter sind am ersten Messzeitpunkt auf der ISS (Tag 15) tendenziell höher bzw. später als bei der Vormessung auf der Erde und tendenziell niedriger bzw. früher als am zweiten Messzeitpunkt (Tag 30). Verglichen mit der Vormessung scheint die Bathyphase zu allen Messzeitpunkten auf der ISS (Tag 15, 30, 60, 120 und 150) verspätet (<1 Stunde). Gleichzeitig ist der Mesor während des Weltraumaufenthalts um ca. 1°C signifikant erhöht.
Schlussfolgerung: Vorangegangene Weltraummissionen haben gezeigt, dass die Rhythmusphase um etwa 2 Stunden verspätet ist. Eine ähnliche Tendenz wurde im vorliegenden Experiment beobachtet (<1 Stunde). Hierzu ist anzumerken, dass schon eine Phasenverschiebung von 1 Stunde die kognitiven Leistungen erheblich beeinträchtigen kann. Darüber hinaus deuten unsere Daten auf eine Auswirkung der Mikrogravitation auf die menschliche Thermoregulation hin (erhöhte KKT/Mesor), was mit dem früheren ISS-Experiment Thermolab übereinstimmt, bei dem die Auswirkungen der Mikrogravition auf die KKT in Ruhe und während des Trainings untersucht wurden.

W 2.4

Resetting of the circadian rhythm of melatonin by late-evening exposure to moderate hypoxia in humans

Titiaan E. Post[1,2], Riccardo De Gioannis[1,3], Jan Schmitz[1,4], Martin Wittkowski[1], Cayla Denney[1], Tina Schönberger[5], Joachim Fandrey[5], Jens Jordan[1,6], Eva-Maria Elmenhorst[1,7], Daniel Aeschbach[1,8]

[1] Institute of Aerospace Medicine, German Aerospace Center (DLR), Cologne, Germany
[2] Centre for Human Drug Research (CHDR), Leiden, the Netherlands
[3] Faculty of Medicine, Department III for Internal Medicine, Heart Center, University Hospital of Cologne, Cologne, Germany
[4] Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, University Hospital Cologne, Cologne, Germany
[5] Institute of Physiology, University of Duisburg-Essen, Essen, Germany
[6] Medical Faculty, University of Cologne, Cologne, Germany
[7] Institute for Occupational and Social Medicine, Medical Faculty, RWTH Aachen University, Aachen, Germany
[8] Institute of Experimental Epileptology and Cognition Research, University of Bonn Medical Center, Bonn, Germany

Objectives/Introduction: Research in rodents revealed daily rhythms in tissue oxygen levels and indicated that changes in oxygen concentration may be a resetting cue for circadian clocks. Understanding the link between circadian and hypoxia-sensing pathways may provide insight into novel therapies for jet lag and other circadian disorders. Here, we studied the effects of late-evening exposure to moderate hypoxia on the timing of the circadian melatonin rhythm in humans.
Methods: In a randomized, single-blind, crossover study, 22 healthy adults (12 women; mean age±SD: 25.2±2.7 years) were exposed to 6.5 h of normobaric hypoxia (FiO2=15%) centred at 23:00 h, or normobaric normoxia (FiO2=21%, control) on separate occasions. Participants followed a fixed 8-h sleep schedule prior to and during two 4-day laboratory visits during each of which the circadian rhythm of melatonin was measured twice, once during the night before and once after treatment. No change in oxygen was applied during the control condition. Differences in the timing of dim light melatonin onset (DLMO) between nights before and after treatment were derived from hourly blood samples in constant posture, and compared between hypoxia and control.
Results: Exposure to hypoxia lowered blood oxygen saturation on average to 90.9% prior to scheduled sleep (19:45–23:00 h), and to 86.5% thereafter (23:00–02:15 h). Late-evening hypoxia exposure induced a phase advance of DLMO (mean, 95%CI) of 9, 1-16 min (n=21; p<0.020; corrected for circadian drift during control).
Conclusions: We conclude that hypoxia can act as a zeitgeber of the central circadian clock in humans. While the observed phase-shifting effect of hypoxia was small, its magnitude is such that circadian entrainment to a 24-h cycle appears to be possible.

W 2.5

Lärmbedingte Belästigung durch nächtliche Überschallknalle zukünftiger ziviler Überschallflugzeuge: Ergebnisse einer Schlafstudie

Weidenfeld, S.[1], Bartels, S.[1], Elmenhorst, E.-M.[1], Töpken, S.[2], Schreckenberg, D.[3], Kuhlmann, J.[3], Aeschbach, D.[1]

[1] Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
[2] Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
[3] Zentrum für angewandte Psychologie, Umwelt- und Sozialforschung

Aufgrund der Bestrebungen zivile Überschallflugzeuge wiedereinzuführen, entwickeln derzeit einige Unternehmen und die National Aeronautics and Space Administration (NASA) neue Flugzeugdesigns (Low-Boom-Design) und Flugverfahren (Mach-Cut-off), um die Intensität des am Boden wahrgenommenen Überschallknalls zu minimieren und dadurch die Lärmwirkung zu verringern. Zu den gravierendsten Folgen von Verkehrslärm gehören Schlafstörungen, Gesundheitsrisiken und Belästigung. Da Befunde aus der Literatur zur Lärmwirkung von klassischen zivilen und militärischen Überschallflugzeugen nur bedingt übertragbar sind, besteht Forschungsbedarf bezüglich der Wirkungen dieser neuartigen Überschallknalle auf den Schlaf sowie auf physiologische und psychologische Reaktionen. Im Auftrag des Umweltbundesamtes wurden 42 verblindete gesunde Proband*innen

(Alter 36 ± 12,5 Jahre, 21 Frauen) in drei aufeinanderfolgenden Nächten im Schlaflabor untersucht. Auf die erste ruhige Kontrollnacht folgten zwei randomisierte Nächte, in denen jeweils 40 simulierte Überschallknallereignisse eingespielt wurden, wie sie am Boden innerhalb von Gebäuden von Low-Boom-Flugzeugen (Low-Boom-Bedingung) und unter Anwendung des Mach-Cut-off-Flugverfahrens (Mach-Cut-off-Bedingung) zu erwarten sind. Erfasst wurde die Kurzzeitbelästigung durch nächtliche Lärmereignisse am darauffolgenden Morgen (ICBEN-Skala von 0 = „überhaupt nicht" bis 10 = „äußerst") sowie nicht-akustische Faktoren (z.B. Coping, Gewöhnung an Lärm, subjektive Schlafqualität). Erste Analysen zeigten, dass die berichtete Belästigung nach einer Nacht unter Low-Boom-Bedingung sowohl im Vergleich zur ruhigen Kontrollnacht (MDiff = 3.93; 95%-CI (5.09, 2.77)) als auch im Vergleich zur Mach-Cut-off-Bedingung (MDiff = 3.62; 95%-CI (2.51, 4.73)) signifikant höher war (beide $p < .001$, post-hoc t-Tests, Bonferroni-korrigiert). Die Belästigung nach einer Nacht unter Mach-Cut-off-Bedingung unterschied sich nicht von der nach einer ruhigen Kontrollnacht. Ein gemischtes lineares Modell, das auch nicht-akustische Faktoren einbezog, verbesserte die Vorhersage der Belästigung. Dabei war eine erhöhte Belästigung mit einer geringen selbst eingeschätzten Schlafqualität sowie mit einem niedrigen Vermögen sich an Lärm zu gewöhnen und zu bewältigen, assoziiert. Die vorliegenden Resultate geben erste Einblicke in die Wirkungen von Überschallknallen zukünftiger ziviler Überschallflugzeuge mit Fokus auf der nächtlichen Kurzzeitbelästigung und beleuchten die Bedeutung nicht-akustischer Faktoren im Belästigungsurteil. Obwohl die Lärmimmissionen dieser Low-Boom-Überschallflugzeuge im Vergleich zu klassischen Überschallflugzeugen leiser sind, können sie dennoch Belästigungsreaktionen hervorrufen. Die Anwendung des lärmmindernden Mach-Cut-off-Flugverfahrens über Land könnte Belästigungsreaktionen hingegen reduzieren.

W 2.6

Welche Auswirkungen hat Fluglärm auf Schlafqualität, Schläfrigkeit und Belästigung bei Personen, die tagsüber schlafen?

Bartels S[1], Sorce M[1], Piepenstock LM[1], Elmenhorst E-M[1], Aeschbach D[1]

[1] Abteilung Schlaf und Humanfaktoren, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Deutsches Luft- und Raumfahrtzentrum, Köln

Einleitung: Verkehrslärm kann insbesondere bei nächtlicher Exposition negative Gesundheitswirkungen, wie bspw. eine verminderte Schlafqualität und in Folge dessen eine erhöhte Schläfrigkeit sowie das Gefühl der Belästigung am darauffolgenden Morgen, hervorrufen. Von Personen, die aufgrund ihrer Nachtschichttätigkeit gezwungen sind, tagsüber zu schlafen, wird vermutet, dass sie besonders vulnerabel für Lärmwirkungen sind, denn Tagesschlaf gilt per se als fragiler und anfälliger für Störungen als Nachtschlaf. Bisher existieren jedoch kaum experimentelle Studien zu den Auswirkungen von Verkehrslärm auf den Tagesschlaf.
Fragestellung: Die vorliegende Studie untersucht die Auswirkungen von Fluglärm auf die Schlafqualität sowie die Schläfrigkeit und Lärmbelästigung nach dem Aufstehen bei Proband*innen, die im Labor entweder tagsüber oder nachts schliefen.
Methodik: 33 gesunde Personen (davon 18 Frauen, im Alter von 18 bis 40 Jahren) schliefen während zweier Laborbesuche mit jeweils zwei Schlafepisoden entweder nachts (im Folgenden „Nachtschläfer" genannt) oder tagsüber („Tagschläfer"). Während eines Besuchs wurden sie während ihrer Schlafepisoden Fluglärm ausgesetzt, der andere Besuch umfasste zwei Schlafepisoden unter Ruhe. Die beiden Laborbesuche waren durch eine Erholungspause von mindestens sieben Tagen unterbrochen und in ihrer Reihenfolge randomisiert. Die Schlafqualität wurde mittels Polysomnographie und Selbstauskünften erhoben. Nach dem Aufstehen bewerteten die Proband*innen ihre akute Schläfrigkeit und ihre Belästigung durch den Fluglärm. Die Bewertung der Schläfrigkeit wurde nach 10 bis 11 Stunden Wachsein sowie kurz vor der nächsten Schlafepisode wiederholt.
Ergebnisse: Sowohl bei Nacht- als auch bei Tagschläfern zeigten sich signifikante Auswirkungen der Fluglärmbelastung auf die selbst eingeschätzte Schlafqualität und die Belästigung. Bei Tagesschläfern – nicht aber bei Nachtschläfern – rief die Fluglärmbelastung eine erhöhte Schläfrigkeit und mehr Aufwachereignisse hervor. Die im Schlafstadium 2 verbrachte Zeitdauer war erhöht und die Tiefschlafdauer verringert (beides auf einem Trendniveau).
Schlussfolgerungen: Insgesamt deuten die Ergebnisse darauf hin, dass Personen, die gezwungen sind tagsüber zu schlafen, tatsächlich vulnerabler gegenüber Fluglärm sind als Personen, die nachts schlafen. Verkehrslärm während des Schlafs könnte somit zusätzlich zu einem erhöhten Krankheitsrisiko von Schichtarbeitern beitragen.
Förderung: Die Studie wurde im Rahmen des vom DLR intern finanzierten Projekts „FRANCIS" realisiert.

W3: Militärische Flugmedizin

W 3.1

Relevanz der Volumen-Computertomographie des Herzens mit nicht-invasiver fraktioneller Flussreserven-Analyse für die klinische Flugmedizin

Ehling J[1], Mühlbauer N[1], Noblé H[1], Bansmann M[1,2]

[1] Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe, Klinische Flugmedizin, Dezernat II3g Radiologie, Köln
[2] Krankhaus Porz am Rhein, Radiologie, Köln

Einleitung: Nichtinvasive Bildgebung spielt in der Luft- und Raumfahrtmedizin eine immer wichtigere Rolle, um das Risiko einer Sudden Incapacitation bei Piloten/innen abzuschätzen und zu verringern. Koronare Ereignisse, vom Myokardinfarkt bis zum kardial bedingten Tod, sind nach wie vor eine der Hauptursachen für plötzliche Handlungsunfähigkeit im Cockpit und stellen daher eine ständige Bedrohung für die Flugsicherheit dar.
Die Stärke der Computertomographie (CT) - gestützten Koronarangiographie liegt in ihrer hohen Sensitivität, also in der Fähigkeit, ein breites Ursachenspektrum der koronaren Herzerkrankung (KHK) zu identifizieren, das von milder, nicht obstruktiver Plaque bis hin zu ausgedehnten Mehrgefäßerkrankungen sowie malignen Abgangsvarianten reicht. Kombiniert mit neuen Verfahren zur nichtinvasiven Berechnung der funktionellen Flussreserve (FFR), entweder auf „computational fluid dynamics" (CFD) oder „machine learning" (ML) Algorithmen basierend, kommt die CT-Koronarangiographie zunehmend ohne weitere funktionelle Testverfahren in der Beurteilung hämodynamisch relevanter Stenosen aus.
Fragestellung: Eignet sich die CT-Koronarangiographie inklusive nicht-invasiver FFR-CT Bestimmung zukünftig zum first-line Testverfahren in der Bewertung asymptomatischer Piloten/innen mit erhöhtem kardiovaskulärem Risikoprofil?
Methodik: Anhand erster eigener Fallbeispiele wird das Konsequenzspektrum der CT-Koronarangiographie inklusive FFR-Analysen bei fliegendem Personal vom unauffälligen Normalbefund bis zur hämodynamisch relevanten Stenose mit unmittelbarer Stent-Versorgung demonstriert.
Ergebnisse: Basierend auf den aktuellen Konsensempfehlungen der NATO Cardiology Working Group (HFM 251) für das Screening und die Untersuchung von Flugzeugbesatzungen auf asymptomatische Koronarerkrankungen beleuchtet dieser Vortrag aktuelle Konzepte und zukünftige Richtungen für ein radiologisch-kardiovaskuläres Screening in der militärischen Flugmedizin mithilfe moderner nicht-invasiver Bildgebungsansätze, die die Reduzierung eines koronaren Ereignisses des fliegenden Personals auf ein Minimum ermöglichen.
Schlussfolgerung: Die CT-Koronarangiographie hat das Potential zukünftig zum first-line Testverfahren in der Bewertung asymptomatischer Piloten/-innen mit erhöhtem kardiovaskulären Risikoprofil zu werden, insbesondere wenn Symptome selten auftreten und eine konservative Behandlung in Betracht gezogen wird.

W 3.2

Fluguntauglich. Wie geht es weiter? Flugmedizinische Sondergenehmigung

Pippig T[1]

[1] Zentrum der Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe, Dezernat II 3e Orthopädie/Unfallchirurgie und Anthropometrie

Einleitung: Militärische Luftfahrzeugführer und Besatzungsmitglieder, aber auch das gesamte lizenzierte Bodenpersonal der Luftwaffe (Heer und Marine), sind hohen physischen Belastungen ausgesetzt. Deshalb erfolgen eine Eignungserstuntersuchung und regelmäßige Nachuntersuchungen des muskulo-skelettalen System (MSS). Die Methoden werden kurz erläutert. Alle angeborenen und erworbenen Veränderungen des MSS, die die Verwendung und Einsatzfähigkeit ausschließen oder einschränken, schließen die Erst- oder weitere Verwendung als Pilot, Besatzungsmitglied oder Fluglotse aus. Im Rahmen einer flugmedizinischen Sondergenehmigung (SG) kann in einer Einzelfallbetrachtung geprüft und entscheiden werden, ob eine Verwendung mit oder ohne Einschränkungen erlaubt werden kann.
Methoden: Vom 01.01.2012 bis 31.12.2021 wurden jährlich ca. 3.000 Personen im Dez II 3e untersucht und begutachtet. In diesem Zeitraum haben **369** Bewerber und aktive Militärs einen Antrag auf eine flugmedizinische SG im Dez II 3e gestellt. Die medizinischen Gründe, Geschlecht, Alter, Verwendung, SG ja / nein, Einschränkungen ja / nein werden ausgewertet.
Ergebnisse: Es wurden 138 Erstbewerber, 30 aktive LFF, 47 Besatzungsmitglieder (n=227) und 142 Sonstige (Bodenpersonal) betrachtet. Alter: 29,3 Jahre. 28 Frauen, 341 Männer. In 28 Fällen wurde eine flugmedizinische SG abgelehnt. In der Gruppe der Bewerber (WFV I), Piloten (WFV II) und Besatzungsmitglieder (WFV III), n= 227, wurde bei 162 Fällen eine flugmedizinische SG mit einer Einschränkung(en) der Verwendung erteilt. Die Grundsätze der Entscheidungsfindung werden im Vortrag dargestellt und an zwei Beispielen erklärt (Jet-Pilot nach HTEP, Bewerber mit einem Gleitwirbel L5/S1).
Zusammenfassung: Eine flugmedizinische Sondergenehmigung ist immer eine Einzelfallbetrachtung. Was spricht dafür, was spricht dagegen. Kann mit Einschränkungen die Erst- oder weitere Verwendung erteilt werden. Die Gefährdungen und Besonderheiten des (militärischen) Arbeitsplatzes (Luftfahrzeug, lizenziertes Bodenpersonal) sind zu beachten.

W 3.3
Laserattacken auf militärische Luftfahrzeuge: Update 2023

Jakobs FM[1]

[1] Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe, Köln

Hintergrund: Laserattacken auf zivile und militärische Luftfahrzeuge sind noch immer ein ungelöstes Problem und gefährden die Flugsicherheit im internationalen Luftverkehr. Schwierigkeiten bereitet insbesondere die epidemiologische Aufarbeitung der Laserattacken auf militärische Luftfahrzeuge, da die Inzidenzen niedriger und die Dunkelziffern höher sind als im zivilen Bereich. Ziel der vorliegenden Studie war die Aktualisierung der vorbekannten Daten aus dem Jahr 2012.
Methodik: General Flugsicherheit (GenFluSi) wurde kontaktiert und um Zurverfügungstellung der seit Beginn der Dokumentation erhobenen Daten gebeten. Die Daten wurden mit den üblichen Verfahren statistisch aufgearbeitet und systematisch sowohl mit den deutschen historischen als auch internationalen Daten verglichen. Ziel war die Beurteilung des tendenziellen Gesamtverlaufs der letzten 10 Jahre sowie die Identifikation neuer Bedrohungen.
Ergebnisse: Es wurden insgesamt 326 deutsche Laserzwischenfälle mit militärischen Luftfahrzeugen identifiziert. Betroffen waren fast sämtliche von den drei Teilstreitkräften betriebenen Luftfahrzeugmuster der Bundeswehr, wobei Hubschrauber mit etwa 58% am häufigsten, Kampfjets und Flächenflugzeuge zu je etwa 21% betroffen waren. Während seit den historischen Maxima der Jahre 2011 und 2012 ein tendenzieller Rückgang der Attacken beobachtet wurde, stiegen die Inzidenzen mit Beginn der CoV19-Pandemie aus ungeklärten Gründen sprunghaft an und sistierten auf hohem Niveau. Als neue Bedrohungen wurden (1) überpowerte Laser blauer Wellenlängen sowie (2) LEP Flashlights mit weisser Mischlichtstrahlung identifiziert.
Schlussfolgerungen: Entgegen den Beobachtungen in einigen europäischen, insbesondere skandinavischen Ländern scheint die Inzidenz von Laserattacken auf Luftfahrzeuge sowohl auf nationalem als auch auf internationalem Niveau aktuell zu rezidivieren. Dies bestätigt die seitens der britischen Regierung bereits 2018 geäusserte Befürchtung, dass Einfuhrverbote und schärfere Strafverfolgungen offensichtlich keine ausreichenden Präventivmaßnahmen zur Unterbindung dieser Zeiterscheinung sind. Wir folgern, dass technische Lösungen auf der Basis von Simulatortraining und Laserschutzvorrichtungen übergewichtet werden müssen, um die Sicherheit im Luftverkehr weiterhin gewährleisten zu können.

W 3.4
Grundlagen und Herausforderungen der modernen militärischen Flugpsychologie

Stein, M[1]

[1] LRDir FlugPsychBW

Zuvörderst wird ein Überblick über die fachliche Vielfalt der militärischen Flugpsychologie gegeben. Hierbei stehen die Bereiche Eignungsfeststellung, klinische Flugpsychologie, Human Factors, Mensch-Maschine-Schnittstelle, Psychologische Beratung der fliegenden Verbände und Flugunfalluntersuchung im Fokus. Ferner wird auf die Bedeutung der Schnittstellen zur Ingenieurswissenschaft und Medizin eingegangen. Anschließend werden im Detail die Herausforderungen - die sich aus dem Betrieb hochautomatisierter Luftfahrzeuge für die Eignungsfeststellung, die Gestaltung der Mensch Maschine Schnittstelle, aber auch für den Bereich der psychologischen Flugunfalluntersuchung ergeben - berichtet.

W4: Militärische Flugmedizin Schweiz

W 4.1
Rumpfkraft bei Schweizer Militärpiloten in Korrelation zu spezifischen Laborparametern - eine retrospektive Verlaufsanalyse

Rochelt J.[1], Rochelt S. [1], Saba N. [1], Menalda T. [1], Bron D. [1]

[1] Fliegerärztliches Institut Dübendorf, Schweiz

Einleitung: Die körperlichen Anforderungen an die Militärpiloten sind hoch. Eine Blutuntersuchung wie auch die Ermittlung der Rumpfkraft gehören zur jährlichen Kontrolle eines Militärpiloten. Die Bestimmung des Blutbilds dient bei den Piloten dem Ausschluss von Mangelzuständen in der Blutbildung, der Feststellung unspezifischer inflammatorischer Prozesse und dem Ausschluss einer Pathologie des hämatopoetischen Systems. Die Kraftdiagnostik und Trainingsberatung ist ebenfalls Teil der Untersuchung. Diese Studie untersucht, ob es Zusammenhänge zwischen der körperlichen Fitness in Form der Rumpfkraft und spezifischen zum Beispiel angiogenetischer Laborparametern im Blut gibt.
Methode: Die Daten von 14 gesunden Militärpiloten können für die retrospektive Verlaufsanalyse verwendet werden. Die Rumpfkraftwerte der letzten drei Jahre und die dazugehörigen Blutwerte der jährlichen medizinischen Untersuchung werden gepaart und auf eine Korrelation untersucht.
Resultate: Aktuell liegt ein Datensatz von sechs kompletten Blutauswertungen spezifischer Laboranalysen mit Rumpfkraftmessungen vor.
Diskussion: Die Einflüsse auf Fitness und Gesundheit sind vielfältig. Im Sinne einer ganzheitlichen Beratung sollte das Thema Blutwerte fachübergreifend interpretiert werden. So kann die Fitness und damit die Gesundheit der Piloten optimiert werden. Ausblickend wäre eine Trainingsintervention mit gleichzeitiger Untersuchung der Blutparameter aufschlussreich.

W 4.2
Die Wirkung von Koffein auf die geistige und körperliche Leistungsfähigkeit während 35 Stunden verlängerter Wachheit - eine Placebo-kontrollierte Studie

Nauli R.[1], Mayer U.[1], Vetter C.[1], Locher P.[1], Bron D.[2], Häusler Hermann R.[1]

[1] Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW), Winterthur, Schweiz.
[2] Fliegerärztliches Institut, Dübendorf, Schweiz

Um die Wirkung von Koffein über den Verlauf von 35 Stunden auf die kognitive und körperliche Leistungsfähigkeit bei längerer Wachsamkeit zu untersuchen, wurde ein Feldexperiment mit einem Kontrollgruppendesign mit 6 Teilnehmer des Schweizer Militärs durchgeführt. Die Teilnehmer (n = 6; männlich; Alter zwischen 27 und 38) absolvierten 2 Experimente mit je 3 Testrunden und einer regelmäßigen Verabreichung von entweder 200 mg Koffein oder einem Placebo alle 4 Stunden. Die erste Testrunde bildete jeweils die Baseline zum Vergleich mit den anderen Testrunden (2 & 3). In jeder Testrunde wurden 3 kognitive Tests und 2 körperliche Tests durchgeführt. Die biometrischen Daten wurden durch spezielle Westen und über Blutentnahmen ermittelt. Die Ergebnisse zeigten, dass im Vergleich zur Baseline die Konzentration, Lernfähigkeit, Gedächtnis und Herzfrequenz der Teilnehmer mit Koffein erhöht war. Dagegen fand sich keine Erhöhung der Genauigkeit, Reaktionszeit, Muskelstärke und Kraft mit Koffein. Die Atemfrequenz und Hauttemperatur waren mit Koffein nicht systematisch verändert. Dagegen waren in der Kaffein-Gruppe die Leukozyten im Vergleich zur Baseline-Messung erhöht, und Erythrozyten, Cortisol und Hämoglobin verringert. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Koffein in moderaten Dosen (200 mg) einen begrenzten positiven Effekt auf die kognitive Leistung und biometrische Variablen hatte und im gesamten Bereich der körperlichen Leistung keine Verbesserung festzustellen war. Um repräsentativere Ergebnisse zu erzielen, sollten zukünftige Studien eine kontrolliertere Umgebung und eine größere Stichprobe sicherstellen und höhere Koffeindosen verwenden.

W 4.3
Kardiovaskuläre Aspekte der Flugmedizin

Syburra T[1,2], Bron D[2]

[1] Hôpital de La Tour, Klinik für Herzchirurgie, Genf, Schweiz
[2] Fliegerärztliches Institut der Luftwaffe, Dübendorf, Schweiz

Das Cockpit ist eine besondere und fordernde Arbeitsumgebung, insbesondere in der militärischen Luftfahrt und im zivilen Kunstflug. Zusätzlich zu den hohen kognitiven Anforderungen, die an die Luftfahrzeugführer / -innen gestellt werden, müssen weitere Faktoren berücksichtigt werden, die die körperliche Leistungsfähigkeit beeinträchtigen können, wie Beschleunigungskräfte, Missionsdruck, feindliche Bedrohung und Schlafentzug im militärischen Umfeld. +Gz-Kräfte stellen eine außergewöhnliche physiologische Belastung für das kardiovaskuläre System dar, um die lebenswichtige zerebrale, koronare und myokardiale Perfusion unter unüblichen Fluglagen aufrechtzuerhalten. Das Mediastinum shiftet nach kaudal, das Herz wird elongiert, was sich auch auf die Klappenkompetenzen auswirkt und proarrhythmogen wirkt. Um in dieser Umgebung leistungsfähig zu bleiben, bedarf es eines hohen Herzzeitvolumens, optimaler koronarer Flussprofile und bester transvalvulärer Gradientenprofile. Intrinsische Gegenmaßnahmen wie Anti-G Manöver und extrinsische Mittel wie Anti-G Anzüge gehören zu den bekannten Gegenmaßnahmen zur Eindämmung der Auswirkung von +Gz-Kräfte auf den Körper. Ein nominal funktionierendes

Klappenapparat sowie eine uneingeschränkte koronare Perfusion sind Voraussetzung für eine stabile Hämodynamik unter erhöhten +Gz-Kräften. Wird eine chirurgische Versorgung indiziert, sind eine vollständige Revaskularisation, eine erfolgreiche Klappenrekonstruktion oder die Wahl einer unter high-flow-Bedingungen hämodynamisch optimalen Prothese unumgänglich. Zum Beispiel weisen verschiedene Aortenklappenbioprothesen unter low- und high-Flow-Bedingungen unterschiedliche Gradientensteigungskurven auf. Es gilt dabei, sowohl die fliegerischen Regulations als auch die medizinischen Guidelines koordiniert zu beachten, um die postoperativen Einschränkungen auf das Medical auf ein Mindestmaß tief zu halten. Eine nahtlose Kooperation zwischen Fliegerarzt / -ärztin und Herzchirurg / -in ist für ein zeitgemäßes Management von Luftfahrzeugführer / -innen, die sich einer Herzoperation unterziehen müssen, entscheidend.

W 4.4

EKG-, Infrarot- und Dopplersignale (EIRD) in der Früherkennung von atherosklerotische Gefäßerkrankungen: aktuelle Erkenntnisse

Bron D[1], Kunz A[1], La Gatta A[1], Graus T[1]

[1] Fliegerärztliches Institut der Luftwaffe, Dübendorf, Schweiz

Der Zustand der Blutgefäße kann ein entscheidender Faktor für komplexere Krankheitspathologien darstellen und sollte darum regelmässig präzis untersucht werden, um mögliche Anomalien frühzeitig zu erkennen. Verschiedene Technologien können dabei spezifische Informationen über den Gefässzustand liefern. Jede Anwendung hat dabei spezifische Vor- und auch Nachteile: Die Anwendung der Doppler/Duplex-Technologie ist zum Beispiel sehr anwenderabhängig. Andere Methoden sind hingegen invasiv und eignen sich darum nicht für Screening-Zwecke.
EIRD ist nicht invasiv und neu wenig bedienerabhängig und liefert dabei Informationen über den gesamten Gefäßkörper und eignet sich daher perfekt für ein groß angelegtes initiales arterielles Gefäßscreening. Dabei werden EKG-, Infrarot- und Dopplersignale zur Analyse der Pulskurve verknüpft. Da die EIRD-Rohdaten zu komplex in der Analyse sind komme neue KI-Softwaresysteme unterstützend zur Anwendung. In der aktuellen Studie werden Daten von 43 Patienten analysiert, die ersten Ergebnisse vorgestellt und auch diskutiert. Weitere Vergleichsstudien sind notwendig.

W 4.5

Die Auswirkung von Hypergravitation auf die Kernarchitektur und die Chromatinorganisation in humanen Jurkat-T-Lymphozyten

Thiel C S[1,2], Ullrich O[1,2]

[1] Universität Zürich, Anatomisches Institut, Zürich, Schweiz
[2] UZH Space Hub, Air Force Center, Air Base Dübendorf, Dübendorf, Schweiz

Einleitung: Die Erdanziehungskraft ist eine der grundlegenden Bedingungen für alles Leben auf der Erde. Zusätzlich zu der konstanten Gravitationsbeschleunigung auf der Erde sind menschliche Zellen und Gewebe weiteren Beschleunigungskräften ausgesetzt, zum einen physiologisch wie bei zirkulierenden Zellen im Blutstrom oder durch die Entwicklung und Nutzung von Hochtechnologie wie in Flugzeugen und in der Raumfahrt. Es konnte gezeigt werden, dass Zellen des menschlichen Immunsystem innerhalb von Sekunden auf veränderte Schwerkraft reagieren.
Fragestellung: Wir haben in Hypergravitations-Studien untersucht wie sich die dreidimensionale Lokalisation des Chromatins und die damit assoziierte Genexpression über die Zeit verändern. Unser Fokus lag dabei auf Genexpressionsstudien sowie Veränderungen von Histonmodifikationen und der Kernmorphologie.
Methodik: In einer Pipettenzentrifuge wurden humane Jurkat T Zellen einer Hypergravitation von 1.8g und 9g für unterschiedliche Zeitpunkte ausgesetzt. Mit Hilfe von Genexpressionsstudien und zusätzlichen fluoreszenzmikroskopischen Analysen wurde die Auswirkung auf die Transkription sowie auf epigenetisch regulierende Histonmodifikationen, und das Cytoskelett untersucht.
Ergebnisse: Unsere Analysen zeigten einen sehr dynamischen Verlauf der Genexpression zwischen 20s und 60 min Hypergravitation. Nach einer schnellen Adaptation konnten eine Langzeit-Antwort beginnend nach etwa 7 min festgestellt werden. Hochregulierte Gene wurden dabei mehr in Richtung Nukleus-Zentrum und herunterregulierte Gene eher in die Peripherie des Zellkerns verschoben. Die hochregulierte Genexpression befand sich hauptsächlich auf den Chromosomen 16-22. Das Genexpressionsmuster der Hypergravitationsreaktion war nicht vergleichbar mit anderen Stressfaktoren wie oxidativem Stress, Hitzeschock oder Entzündungen. Mit Hilfe von fluoreszenzmikroskopischen Methoden konnten wir ebenfalls schnelle zelluläre Reaktionen und Adaptationsprozesse auf epigenetischer Ebene nachweisen. Bereits nach 75s Hypergravitation konnten signifikante Effekte festgestellt werden, die nach 60 min wieder adaptierten. Analysen des Cytoskeletts zeigten eine Hypergravitations-abhängige Abnahme der Fluoreszenzintensitäten, die nach 60 min wieder auf das Level der Kontrollwerte anstiegen.
Schlussfolgerungen: In dieser Studie wurde das Jurkat-T-Lymphozytenmodell verwendet, um die Auswirkung von veränderter Schwerkraft auf die Genexpression zu untersuchen. Wir haben eine schnelle, starke und dynamische Reaktion beobachtet, die stärker als bei bisher untersuchten Stressoren wie Entzündung, Hitzeschock und

oxidativen Stress ist. Zusätzlich konnten wir einen Einfluss auf die dreidimensionale Chromatinstruktur sowie auf eine damit verbundene zelluläre epigenetische Regulierung mittels Methylierung von Histonen machweisen.

W 4.6
Together we make it fly: Innovation in Space and Aviation from Dübendorf

Ullrich O[1,2,3,4]

[1] Innovation Cluster Space and Aviation (UZH Space Hub)
[2] University of Zurich
[3] Switzerland Innovation Park, Zurich
[4] Air Force Center, Dübendorf, Switzerland

Space and Aviation are one of the most important drivers of research, technology and innovation. In the New Space Economy, low-Earth orbit is becoming an economic area, a place for innovation and production. In the coming decades, Space will fundamentally change the way we live and work.
In Zurich / Dübendorf, we combine an Space and Aviation research hub with an active airfield in an environment of the world's best universities and research institutions in the middle of one of Switzerland's strongest economic regions. The Space and Aviation Innovation Cluster (UZH Space Hub) is the University of Zurich's Space Ecosystem, a cross-faculty and cross-thematic structure of 34 UZH research teams and first-class research and industry partners in Switzerland and abroad. We combine internationally visible research strength in the topics of Earth Observation, Biotechnology and Medicine, Astrophysics and Supercomputing, Autonomous Flying and Navigation of UAVs and Green Aviation with the development of applications for business and industry. The UZH Space Hub is part of the Switzerland Innovation Park Zurich, the Swiss Aerospace Cluster (SAC) and the Universities Space Research Association (USRA). According to the international "Space Tech Industry Report", the UZH Space Hub is one of the 28 globally significant "Space Hubs". At the UZH Space Hub there are several Space Act Agreements with NASA and many leading contributions to ESA research programs and missions. The UZH Space Hub is present with laboratories and infrastructure at the UZH Campus Irchel, at the Kennedy Space Center in the USA and at Technopark Liechtenstein. From 2024, the UZH Space Hub will use a multi-user facility at the Switzerland Innovation Park Zurich in Hangar 4 with access to the airfield and shared workshops, offices and life science laboratories. At Dübendorf airfield and through its partners, the UZH Space Hub already offers direct access to key aerospace platforms such as parabolic flights, Earth observation missions, suborbital flights and the International Space Station.
The innovation projects already established at the UZH Space Hub - with a large number of aircraft and national and international users and partners from both academia and industry - have shown in practice that Dübendorf airfield site can be a very well-suited and positioned location in Europe for sophisticated and complex aerospace testing and research projects. The triple use of the airfield site by the Swiss Air Force, the Switzerland Innovation Park Zurich and the civilian airfield operator is unique in Europe and can and will release enormous synergies.

W 5: Gegenmaßnahmen für die Raumfahrtmedizin

W 5.1

Muskuläre Verfettung im Rahmen einer bettruheinduzierten Muskelatrophie

Valerius M[1], Zange J[1], Rittweger J[1]

[1] Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin, Köln)

Einleitung: Am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) wurde die Bettruhestudie SANS-CM unternommen. Aufgrund der Bettruhe ist eine Muskelatrophie zu erwarten. Fraglich ist jedoch, inwieweit außerdem eine Muskelverfettung stattfindet. Erkenntnisse darüber können zu einem umfassenderen Verständnis der Atrophiesystematik beitragen, was letztlich einer gezielteren Prävention sowie Rehabilitation dienlich sein kann. Fragestellung: Die medizinische Dissertation von Marc Valerius untersucht die Auswirkung von Bettruhe auf die absolute Fettmasse sowie den relativen Fettanteil der Beinmuskulatur.
Methodik: Mittels MRT-Aufnahmen der unteren Extremität können objektiv nachvollziehbare, genormte Daten über einzelne Beinmuskeln bzw. deren Atrophie erhoben werden. Eine spezielle Aufnahmetechnik (sog. DIXON-Sequenz) differenziert Wasser- und Fettsignal voneinander, wodurch der Fettanteil separat quantifiziert werden kann. In SANS-CM wurden solche Aufnahmen vor und nach der Bettruhe angefertigt. Vergleicht man diese, kann die stattgefundene Atrophie und Verfettung ermittelt werden. Dies geschieht mittels der Software Materialize Mimics und die darauf aufbauende statistische Auswertung erfolgt mithilfe von RStudio. Für die Untersuchung kommen dabei sämtliche Muskeln der Unteren Extremität infrage. Konkret sind dies insbesondere: Hüfte: M. gluteus (alle drei Köpfe), M. adductor longus, M. adductor magnus Oberschenkel: M. quadriceps femoris (alle 4 Köpfe), M. sartorius, M. biceps femoris (beide Köpfe), M. semitendinosus, M. semimembranosus, M. gracilis Unterschenkel: M. triceps surae (alle drei Köpfe), M. tibialis anterior, M. tibialis posterior, M. peroneus (beide Köpfe).
Ergebnisse: Zum jetzigen Zeitpunkt liegen lediglich vorläufige Ergebnisse für den Vastus lateralis des M. Quadriceps femoris sowie den M. soleus vor. Diese sind unter Vorbehalt zu verstehen, da die Auswertungsmethodik weiter optimiert wird. Beide Muskeln zeigten keine signifikanten Veränderungen hinsichtlich ihres Volumens oder des relativen Fettanteils. Folglich konnte ebenfalls keine signifikante Veränderung der absoluten Fettmasse festgestellt werden. Auf Wunsch können die konkreten Ergebnisse grafisch aufbereitet zur Verfügung gestellt werden. Im geplanten Vortrag sollen für alle Muskeln konkrete, endgültige Ergebnisse vorgestellt werden, um die anfangs formulierte Fragestellung zu beantworten. Auf Wunsch können die Ergebnisse selbstverständlich vorher bereitgestellt werden, sobald diese vorliegen (mutmaßlich in ca. 2 Monaten).
Schlussfolgerung: Da bisher kein repräsentatives Ausmaß an Ergebnissen vorliegt, kann noch keine valide Interpretation stattfinden. Jedoch legen die Daten zu den beiden Muskeln die Vermutung nahe, dass die Bettruhe keine signifikante Veränderung bzgl. Volumen und Fettgehalt der Beinmuskulatur bewirkt hat.

W 5.2

Neue Herausforderungen = neue Ansätze: Evaluation zweier neuer Trainingsgeräte für Deep-Space Missionen

Böcker, J[1], Rittweger J[1], Fau, G[2], Siedel, T[2], Runge, A[3], Krüger, T[3], Zange, J[1]

[1] Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Köln
[2] SpaceApplication Services, Zaventem, Belgien. [3]European Space Agency, Noordwijk, Niederlande

Einleitung: Fehlende Schwerkraft führt zu Anpassungen des menschlichen Körpers, unter anderem zu Verlust von Muskel- und Knochenmasse. Als Gegenmaßnahme ist vor allem bei längeren Aufenthalten in der Schwerelosigkeit ein Krafttraining zwingend erforderlich, um die Gesundheit der Astronauten zu gewährleisten. Außerdem wird bei zukünftigen Deep-Space-Missionen der Platz für Trainingsgeräte in den Raumschiffen deutlich geringer. Daher müssen neue platzsparende, sehr vielseitig einsetzbare Trainingsgeräte konzipiert werden. Im Rahmen zweier ESA-Studien wurden zwei neue Konzepte entwickelt: ATHLETIC (ESA Contract No. AO/1-9473/18/NL/RA) basiert auf dem Konzept eines Exoskeletts, NEX4EX (ESA Contract No. AO/1-9369/18/NL/KML) arbeitet als Sprungplatte mit einem geführten Schlitten. Fragestellung: Kann mit diesen neuartigen Trainingsgeräten sowohl ein plyometrisches Training als auch intensives Krafttraining durchgeführt werden, dass in den Kräften und Bewegungsabläufen einem Referenztraining auf der Erde entspricht?
Methodik: 11 (NEX4EX) bzw. 10 (ATHLETIC) Probanden wurden im Rahmen der Evaluierung untersucht. Ermittelt wurden mechanische Parameter wie Bodenreaktionskraft, Sprunghöhe, Bewegungsamplitude sowie Muskelaktivierung mittels Elektromyografie. Die Werte auf den neuen Trainingsgeräten wurden jeweils relativ auf die entsprechenden Werte eines Referenztrainings bezogen. Das plyometrische Training bestand aus Countermovement Sprüngen sowie reaktivem Hüpfen. Das Krafttraining bestand aus Kniebeugen sowie Fersenhebern, beim Referenzkrafttraining mit zusätzlicher Belastung von 50% Körpergewicht. Das Training mit den neuen Geräten wurde in horizontaler Rückenlage zur Vermeidung der Schwerkraftkomponente durchgeführt.
Ergebnisse: Das Training auf den neuen Geräten konnte im Vergleich nur mit verminderten Kräften durchgeführt werden, woraus im Mittel verminderte Aktivierungslevel der Muskulatur resultierten. Die mechanischen Ergebnisse wiesen große individuelle Unterschiede auf, abhängig von der relativ zum Körpergewicht aufgebrachten Belastung durch die Trainingsgeräte sowie der individuellen Bewegungskoordination. Im Mittel waren die Ergebnisse der mechanischen Parameter verringert beim Training mit den neuen Geräten.

Schlussfolgerungen: Sowohl effektives Krafttraining als auch plyometrisches Training ist mit beiden Trainingsgeräten möglich, allerdings mit verminderter Kraft im Vergleich zum Referenztraining. Zukünftig sollten im Vorhinein einige Trainingseinheiten mit verminderter Kraft zum Erlernen der korrekten Bewegungskoordination erfolgen, wodurch ein Training mit erhöhter Belastung ermöglicht werden sollte. Weitere Studien zur Effektivität sowie während Parabelflügen sollten folgen. Kleinere Verbesserungen an den Geräten sind notwendig, um die Natürlichkeit der Bewegung der Probanden zu steigern.

W 5.3

COOLFLY – Kühlen als Cardiovaskuläre Gegenmaßnahme bei Veränderung der G Kräfte (cooling as a countermeasure for cardiovascular instability)

Bruckstein R[1], Bothe T[1], Nordine M[1], Genov M[1], Opatz O[1]

[1] Charité – Universitätsmedizin Berlin, Corporate Member of Freie Universität Berlin and Humboldt-Universität zu Berlin, Germany

Einleitung: Die Gewährleistung der kardiovaskulären Stabilität ist entscheidend für den Erfolg der bemannten Raumfahrt. Astronauten und Militärpiloten sind hochdynamischen Beschleunigungsprofilen ausgesetzt, die zum peripheren blood-pooling und damit zu kardiovaskulärer Instabilität führen. Dies führt zu einem plötzlichen Blutdruckabfall, der zu einem Bewusstseinsverlust führen kann.
Das wissenschaftliche Ziel dieser Studie war es, die periphere Kühlung zu nutzen, um die kardiovaskuläre Instabilität während des Parabelflugs zu minimieren. Wir stellten die Hypothese auf, dass die periphere Kühlung die periphere Blutansammlung während der Hypergravitation minimieren würde. Die Ergebnisse dieser Studie werden bei der Entwicklung neuer Gegenmaßnahmen für die bemannte Raumfahrt helfen.
Methoden: 6 gesunde Probanden nahmen an der 39. DLR-Parabelflugkampagne teil. Während der Parabeln wurde die Testperson mit einem peripheren Hautkühlsystem an Beinen, Oberschenkeln und Taille in aufrechter Position ausgestattet. Jede Testperson diente als eigene Kontrolle in einem Cross-over-Design. Um die Auswirkungen der Kühlung auf das periphere venöse Pooling und das kardiovaskuläre System zu untersuchen, wurden der kontinuierliche Blutdruck, die Pulswellengeschwindigkeit und die periphere Durchblutung (Laserdoppler und Nahinfrarotspektroskopie) gemessen.
Ergebnisse: Wir konnten eindeutig positive Auswirkungen der peripheren Kühlung auf den Blutdruck und die Gesamtperfusionsstabilität unter Hypergravitation nachweisen. Die kardiovaskulären Reaktionen waren in den Übergangsphasen in die Hypergravitation (Pull-up vor und nach der Mikrogravitation) am stärksten ausgeprägt, mit relevanten Reduzierungen des Blutdrucks, der peripheren und mikrovaskulären Perfusion und einer Verlängerung der peripheren und zentralen Pulswellengeschwindigkeit. Das verwendete System für die periphere Kühlung konnte diese Effekte stabilisieren, indem es sowohl die Amplitude der Veränderung zwischen Mikro-/Normal- und Hypergravitation verringerte als auch die Basisperfusion und vor allem den Blutdruck anhob.
Schlussfolgerungen: Diese Studie hat gezeigt, dass dieses Gegenmaßnahmensystem für den Einsatz bei Parabelflügen geeignet ist und dass es für Raumfahrer, Militärpiloten und Patienten nach einer längeren Bettruhe von Nutzen sein kann. Da die Kühlung nicht von pharmakologischen Eingriffen abhängig ist, besteht ein geringeres Risiko für Nebenwirkungen oder allergische Reaktionen. Um die Aussagekraft der Ergebnisse zu erhöhen, sind insgesamt 3 Kampagnen mit Parabelflügen mit insgesamt 18 Probanden geplant.

W 6: Young DGLRM I

W 6.1

Auswirkung von Hypoxie auf die A1 Adenosin Rezeptor Verfügbarkeit im menschlichen Gehirn (AdenOx)

Michno M[1], Weis H[2 3], Schmitz J[2 4], Foerges A[1], Beer S[1], Neumaier B[5], Drzezga A[1 3], Aeschbach D[2], Bauer A[1], Tank J[2], Elmenhorst E[2], Elmenhorst D[1]

[1] INM-2 FZ Jülich
[2] Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
[3] Nuklearmedizin, UK Köln
[4] Anästhesie, UK Köln
[5] INM-5 FZ Jülich

Einleitung: Adenosin als endogenes Purin-Nukleosid moduliert zahlreiche physiologische Prozesse im menschlichen Körper. Die Signalübertragung erfolgt dabei über vier bekannte Subtypen des Adenosinrezeptors, sodass nicht nur das zentrale Nervensystem sondern auch das kardiovaskuläre, das Immunsystem und der Zellmetabolismus beeinflusst wird. Im menschlichen Gehirn ist der Subtyp A1 am weitesten verbreitet und hat die höchste Konzentration aller Adenosinrezeptoren. Im zentralen Nervensystem vermittelt Adenosin inhibitorische Effekte und moduliert so unter ischämischen Bedingungen Veränderungen des zerebralen Blutflusses, des Zellmetabolismus und der elektrischen Aktivität.
Fragestellung: Studien in Mäusen konnten zeigen, dass die Inhalation von 8-9% sauerstoffhaltiger Luft zu einem 2- bis 4-fachem Anstieg des Adenosins im zerebralen Kortex führt. Zudem ist die Adenosin-abhängige Aktivierung des A1AR während zerebraler Ischämie von Vorteil, da die Aktivierung des A1AR einen schnellen und tiefgehenden Rückgang der synaptischen Aktivität unter Sauerstoff- und/oder Glukosemangel vermittelt. Ob diese bei Mäusen bereits nachgewiesenen Vorgänge auch beim Menschen ablaufen, haben wir mit AdenOx untersucht.
Methodik: Zehn gesunde Probanden (32 ± 13 Jahre, 3f) absolvierten ein 110-minütiges PET-MRI-Hybrid-Experiment mit Bolusinjektion und folgender konstanter Infusion von [F-18]CPFPX. Die Probanden verbrachten die ersten 60 Minuten des Scans in Normoxie, gefolgt von 30 Minuten individuell angepasster normobarer Hypoxie, um eine periphere Sauerstoffsättigung von 70 - 75 % zu erreichen. Diesem 30-minütigen Intervall von Hypoxie folgten 20 Minuten Normoxie. Die Blutproben wurden zur Berechnung des metabolismuskorrigierten Steady-State-Verteilungsvolumens (VT) von A1AR verwendet (d. h. 40 - 100 Minuten nach Beginn der [F-18]CPFPX-Verabreichung). Die Hirnperfusion wurde mittels Arterial Spin Labelling (ASL) gemessen. Ein 3-minütiger psychomotorischer Vigilanztest (PVT) wurde alle 10 Minuten durchgeführt. Die Herzfrequenz und die Sauerstoffsättigung im peripheren Blut wurden kontinuierlich gemessen. Ergebnisse: Hypoxie reduzierte die Verfügbarkeit von A1AR in der Großhirnrinde um 11 % ($p = 0{,}033$). Im Vergleich zur Normoxie stieg die Hirnperfusion während der Hypoxie um 25 % in der grauen Substanz. Die Herzfrequenz stieg um 22 % ($p < 0{,}001$). Die mittlere Reaktionszeit bei PVT war um 7 ms länger ($p = 0{,}027$).
Schlussfolgerungen: Eine kurzfristige Senkung der Sauerstoffsättigung auf 70 % (entsprechend einer Sauerstoffsättigung in einer Höhe von etwa 6000 m) erhöht den zerebralen Blutfluss und beeinträchtigt die kognitive Leistung, während die Verfügbarkeit von A1AR verringert wird. Dies deutet darauf hin, dass eine akute Hypoxie die zerebrale Adenosinkonzentration und Rezeptorauslastung erhöht.

W 6.2

Impact of microgravity on the gut microbiome and microenvironment during the AGBRESA bed rest study

A Ramos-Nascimento[1], L Grenga[2], SB Haange[3], E Mulder[1], P Frings-Meuthen[1], CE Hellweg[1], J Jordan[1], U Rolle-Kampczyk[3], J Armengaud[2], R Moeller[1]

[1]Institute of Aerospace Medicine, German Aerospace Center (DLR)
[2]Université Paris-Saclay, CEA, DMTS
[3]UFZ-Helmholtz Centre for Environmental Research Leipzig

The Artificial Gravity Bed Rest – European Space Agency (AGBRESA) study was the first joint bed rest study by ESA, DLR, and NASA that examined the effect of simulated weightlessness on the human body and assessed the potential benefits of artificial gravity as a countermeasure in an analog of long-duration spaceflight. In this study, we investigated the impact of simulated microgravity on the gut microbiome of 12 participants during a 60-day head-down tilt bed rest at the :envihab facilities.
Over 60 days of simulated microgravity resulted in a mild change on the gut microbiome, with distinct microbial patterns and pathway expression in the feces of the countermeasure group compared to the microgravity simulation-only group. Additionally, we found that the countermeasure protocols selectively increased the abundance of beneficial short-chain fatty acids in the gut, such as acetate, butyrate, and propionate. Some physiological signatures also included the modulation of taxa reported to be either beneficial or opportunistic, indicating a mild adaptation in the microbiome network balance.
Our results suggest that monitoring the gut microbial catalog along with pathway clustering and metabolite profiling is an informative synergistic strategy to determine health disturbances and the outcome of countermeasure protocols for future space missions.

W 6.3
Analyzing the association between meteorological and air pollution conditions in Baden-Württemberg (Germany)

Hoffmann L[1], Gilardi, L[4], Schmitz M[3], Ebertseder T[4], Wüst S[4], Bittner M[4], Schmid M[3], Rittweger J[1,2]

[1] Aerospace Medicine (DLR), Cologne
[2] University Hospital, Cologne
[3] German Remote Sensing Data (DLR), Oberpfaffenhofen
[4] University Hospital, Bonn

Background: Understanding the relationships between environmental stressors and relevant variables in health data analysis is necessary and challenging. Due to our earth observation and modelling capabilities, we can access daily meteorological data for the entire state of Baden-Württemberg in Germany. These data include information on meteorological variables (precipitation, temperature, ultraviolet radiation (UV), vapor pressure (VP)) and air pollution variables (PM2.5, PM10, nitrogen dioxide (NO_2), ozone (O_3)). Baden-Württemberg is a state with both rural and urban areas. This study aims to delve deeper into the connections and interactions among meteorological and air pollution factors.
Methods: We conduct a temporal analysis using cross-correlations and a spatial analysis using Local Indication of Spatial Association (LISA).
Results: There is a strong connection between meteorological and air pollution factors that follow distinct spatial and seasonal patterns. An example of a strong interdependent relationship is between NO_2 and O_3, with the Pearson correlation coefficient varying over time. The variables show a negative correlation in January (-0.84), April (-0.47), and October (-0.54), with varying coefficients. July (0.45) shows a positive correlation. The correlation direction of O_3 and NO_2 changes depending on temperature and UV radiation, confirmed through cross-correlation analysis. In terms of location, urban areas have significantly higher levels of NO_2, PM2.5, and PM10 compared to rural areas. O_3 experiences the reverse effect. LISA analysis confirmed the presence of distinct hot and cold spots for various environmental stressors. Furthermore, according to linear regression analysis, PM10 is influenced by PM2.5, and vapor pressure is affected by temperature.
Conclusion: To better understand the complex interrelationships, it is important to consider multiple stressors. However, some variables can be excluded to reduce the dimensionality of the analysis. For example, analyzing PM2.5 proved to be sufficient for this particular study. While PM10 has larger particles, its characteristics are almost identical to PM2.5.

W 7: Young DGLRM II

W 7.1
YOUNG DGLRM - Gründung, Entwicklung und aktueller Stand

Adams N[1], Liebold F[2], Rosahl S[3], Schmitz J[1]

[1] Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin der Universität zu Köln (AöR)
[2] Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie, Universität zu Leipzig
[3] Universitätsspital Zürich, Klinik für Neurochirurgie

Der Vortrag stellt die im Jahr 2022 gegründete Nachwuchsorganisation der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin (DGLRM) e.V. "Young DGLRM", deren Ziele und Entwicklung vor. Gegründet von jungen Mitgliedern der DGLRM, um gemeinsam wissenschaftlich arbeiten und sich vernetzen zu können, hat die Young-DGLRM seit der Gründung mit aktuell 55 Mitgliedern enormen Zuwachs erhalten. Auf der Agenda der Young DGLRM stehen u.a. eine Summer School 2023, regelmäßige (digitale) Treffen und Vorträge durch renommierte ForscherInnen aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrtmedizin. Insbesondere dieser Kontakt zwischen einerseits jungen interessierten Nachwuchsforschenden und andererseits renommierten Wissenschaftlern stellt ein Kernprojekt des Vorstandes der DGLRM in Zusammenarbeit mit dem Gründungsteam der Young DGLRM dar und soll in den nächsten Jahren kontinuierlich ausgebaut werden, sodass bestehende Arbeitsgruppen Nachwuchs generieren können und möglicherweise neue Arbeitsgruppen im Verlauf entstehen können.

W 7.2
Cardiopulmonary Resuscitation During Hyperbaric Oxygen Therapy: A Comprehensive Review and Recommendations for Practice

Schmitz J[1,2,3]; Liebold F[3,4]; Hinkelbein J[3,5]; Nöhl S[6]; Thal S[6,7]; Sellmann T[6,8]

[1] Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, Faculty of
Medicine, University Hospital of Cologne, University of Cologne,
50937 Cologne, Germany
[2] Department of Sleep and Human Factors Research, Institute of
Aerospace Medicine, German Aerospace Center, 51147 Cologne,
Germany
[3] German Society of Aerospace Medicine, 80331 Munich, Germany
[4]Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, University
Hospital of Leipzig, 04103 Leipzig, Germany
[5] University Department of Anesthesiology, Intensive Care Medicine
and Emergency Medicine, Johannes Wesling Klinikum Minden, Ruhr-

University Bochum, 32429 Minden, Germany
[6] Department of Anesthesiology I, University Witten/Herdecke,
58455 Witten, Germany
[7] Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, University
Hospital Wuppertal, University Witten/Herdecke, 42283 Wuppertal,
Germany
[8] Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, Ev.
Bethesda Hospital Duisburg, 47053 Duisburg, Germany

BACKGROUND: Cardiopulmonary resuscitation (CPR) during hyperbaric oxygen therapy (HBOT) presents unique challenges due to limited access to patients in cardiac arrest (CA) and the distinct physiological conditions present during hyperbaric therapy. Despite these challenges, guidelines specifically addressing CPR during HBOT are lacking. This review aims to consolidate the available evidence and offer recommendations for clinical practice in this context.
MATERIAL AND METHODS: A comprehensive literature search was conducted in PubMed, EMBASE, Cochrane Library, and CINAHL using the search string: "(pressure chamber OR decompression OR hyperbaric) AND (cardiac arrest OR cardiopulmonary resuscitation OR advanced life support OR ALS OR life support OR chest compression OR ventricular fibrillation OR heart arrest OR heart massage OR resuscitation)". Additionally, relevant publications and book chapters not identified through this search were included.
RESULTS: The search yielded 10,248 articles, with 41 deemed relevant to the topic. Among these, 18 articles (primarily case reports) described CPR or defibrillation in 22 patients undergoing HBOT. The remaining 23 articles provided information or recommendations pertaining to CPR during HBOT. Given the unique physiological factors during HBOT, the limitations of current resuscitation guidelines are discussed.
CONCLUSIONS: CPR in the context of HBOT is a rare, yet critical event requiring special considerations. Existing guidelines should be adapted to address these unique circumstances and integrated into regular training for HBOT practitioners. This review serves as a valuable contribution to the literature on "CPR under special circumstances.

W 7.3

CPR during Air travel: Duration-dependent decrease in CPR-performance and a possible countermeasure – A randomized, controlled, double-blind Manikin Study

Schmitz J[1,2], Aeschbach D[2], Frings N[1], Hinkelbein J[3], Jordan J[2], Liebold F[4], Limper U[2], Post T[2], Tank J[2], Elmenhorst EM[2]

[1] University Hospital of Cologne
[2] German Aerospace Center Cologne
[3] University Hospital of Minden
[4] University Hospital of Leipzig

BACKGROUND: The International Air Transport Association expects total passenger numbers to reach 4.0 billion in 2024, exceeding pre-COVID-19 levels (103% of the 2019 total). One out of every 15,000 to 50,000 pas-sengers will experience an acute medical problem dur-ing a flight. Cardiac arrest accounts for 0.3% of all in-flight medical emergencies. It is well known that (hypobaric) hypoxia leads to a decrease in peripheral oxy-gen saturation which negatively affects physical per-formance of healthcare providers. Therefore, performance of cardiopulmonary resuscitation (CPR) may be impaired by hypoxia. MATERIAL AND METHODS: 24 healthcare profession-als were randomized into two different arms and per-formed 5 minutes of cardiac compression-only CPR (CCO-CPR) after one, three and six hours in a pressure chamber. The first arm consisted of hypoxia (FiO2 15%, equivalent to an altitude of 2,400 m) and, after a minimum 24-hour washout period, hypoxia with supple-mental oxygen (6 l/min). The second arm had the two conditions normoxia and normoxia + supplemental ox-ygen as control. Chest compressions were performed using a full-body manikin (AmbuMan Basic iQF, Ambu Ltd., Bad Nauheim, Germany). RESULTS: Mixed ANOVAs with post-hoc false discov-ery rate adjusted pairwise comparisons indicated that although CPR-frequency was maintained in all condi-tions, CPR depth was significantly lower after 6 hours of exposure to hypoxia compared to normoxia (42.4+/-12 mm vs. 54.6+/-4.1 mm, p<0.001). Supplemental oxy-gen during CCO-CPR in hypoxia increased CPR depth to a comparable quality of CPR as in normoxia. CONCLUSIONS: CPR quality is compromised during long-duration air travel due to prolonged exposure to hypoxia. CPR quality can be improved by administering supplemental oxygen for healthcare providers.

F-Abstracts

F 1

Neues aus der Augenheilkunde - Von der Kurzsichtigkeit, ihrer Korrektur über die Farbe bis zum Diabetes

Stern, Claudia[1]

[1] Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

Kurzsichtigkeit ist auf dem Vormarsch und kann je nach Ausmaß zu Netzhautablösungen, Glaukom und anderen Erkrankungen führen. Mögliche Ursachen und Therapieoptionen werden seit einigen Jahren intensiv erforscht. Ein asiatisches Studienergebnis, nachdem die Gabe von Atropin zur Verlangsamung der Myopie im Kindesalter führt, wurde nun durch eine Studie in den U.S.A. widerlegt. Zur Korrektur der Kurzsichtigkeit werden unterschiedliche Kontaktlinsen verwendet, ihr Einfluss auf den Augeninnendruck und die Fliegertauglichkeit werden thematisiert.
Das Thema Farbe und Fliegertauglichkeit wird unterschiedlich in Europa gehandhabt, der aktuelle Stand wird beleuchtet.
Diabetes mellitus kann zu diversen Veränderungen an den Augen führen, die auch bei diabetischen Pilotinnen und Piloten gesehen werden. Im Rahmen einer Fallvorstellung wird aufgezeigt, dass Augenveränderungen Hinweise auf allgemeinmedizinischen Erkrankungen geben können.
Digitale „Trends" in der Augenheilkunde, wie „eggsplosion" oder sehunterstützende Apps werden vorgestellt und erläutert.

F 2

Wann eine KHK nicht mit Fliegertauglichkeit vereinbar ist und die Crux - invasiv behandeln nur aus Lizenzgründen?

Janicke, Ilse[1]

[1] Herzzentrum Duisburg, Klinik für Kardiologie, Angiologie und Elektrophysiologie

Trotz deutlicher Verbesserungen in der Atherosklerose-Prävention besonders bei Pilot*innen und früher KHK-Behandlung sind ischämische Ereignisse die häufigste Ursache für Sudden Incapacitation, die sich besonders fatal bei Single Operation (Freizeit-Pilot) auswirken kann. Das Risiko von Pilot*innen wird eingeteilt in asymptomatisch low risk, asymptomatisch high risk und symptomatisch, wobei letzteres auf der individuellen Anamnese beruht. Eine vermutete asymptomatische KHK muss angenommen werden bei abnormalem Ruhe-EKG, Akkumulation von Risikofaktoren, bei pAVK und abdominellem AO-Aneurysma. Hier kann die nichtinvasive Ca-Score-Bestimmung weiterhelfen, bevor eine invasive Koronarangiografie durchgeführt wird. Ist einmal eine KHK invasiv diagnostiziert, geben die AMC & GM to Part-Med (2019) detailliert vor, welcher Stenosegrad in Abhängigkeit von der Lokalisation nicht überschritten werden darf. Und darin liegt die Crux: es kann bedeuten, dass sich Pilot*innen auch im asymptomatischen Stadium ohne Ischämienachweis abweichend von den europäischen Guidelines nur zur Wiedererlangung des Medicals einem Eingriff unterziehen müssten, was juristisch problematisch ist. Anhand von einzelnen Fallbeispielen werden die Bedingungen zur Rezertifizierung bei KHK wiederholt und der AME instruiert, wie ein Konsultations-/Verweisungsverfahren gut vorbereitet wird.

F 3

Impf-Update 2023

Frank, Peter[1]

[1] Allgemeinarztpraxis

Ferienzeit - Reisezeit gilt schon lange nicht mehr, Reisen beruflich und/oder privat finden heute das ganze Jahr über statt. Sie sollten nicht nur für die Tour ans Ende der Welt wohl überlegt und geplant werden. Dazu gehören u.a. auch Reiseberatung und Impfungen. Wir sollten jeden Kontakt mit unseren Patienten nutzen, um einen Impfstatus zu erstellen und auch für Grund- und Auffrischimpfungen der "germanischen Basisimpfungen" aufklären und sorgen; wenn dann jemand noch seine Urlaubspläne bekannt gibt, können wir präventiv beraten. Berufsbedingte Reisen in teils exotische Regionen der Erde sind dabei in der Verantwortung des Arbeitgebers, aber auch hier sind Impfmaßnahmen von großer Bedeutung für die Gesundheit der Mitarbe ter. Verschiedene Informationsquellen für den schnellen Überblick werden im Vortrag aufgezeigt.

F 4

Fortbildungsvortrag zum aktuellen und zukünftigen Beitrag der Hals-Nasen- und Ohren-Heilkunde für die luft- und raumfahrtmedizinische Versorgung

Zimmermann, Philipp[1]

[1] Klinik für Kopf-Hals Chirurgie und Hals-Nasen- und Ohren-Heilkunde der Universitätsklinik Köln (AöR)

An der Schnittstelle von Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde (HNO) und Luft- Raumfahrtmedizin entstehen zahlreiche Verbindungen, die sowohl Chancen als auch Herausforderungen für die medizinische Versorgung in der Luft- und Raumfahrtbranche aufzeigen. Dieser Vortrag beleuchtet die Rolle der HNO-Heilkunde in diesem Bereich. Er präsentiert eine Analyse der Wechselwirkungen zwi-

schen HNO-Gesundheit und den einzigartigen Anforderungen der Luft- und Raumfahrt. Dabei werden nicht nur die potenziellen Synergien zwischen beiden Fachgebieten aufgezeigt, sondern auch die spezifischen Herausforderungen, die sich bei der Gesundheitsversorgung von Luftfahrtpersonal und Raumfahrern ergeben können. Der Vortrag bietet einen Einblick in aktuelle Entwicklungen, Forschungsansätze und innovative Lösungsansätze, um die Gesundheit und Leistungsfähigkeit derjenigen zu gewährleisten, die in diesen anspruchsvollen Umgebungen tätig sind. Ein vertieftes Verständnis dieser Zusammenhänge kann dazu beitragen, zukünftige medizinische Strategien und Protokolle zu gestalten, um die Sicherheit und das Wohlbefinden der Luftfahrtpersonen und Raumfahrer zu fördern.

F 5

Das Ende der "Grundsätze" - Die neuen Empfehlungen der DGUV und die arbeitsmedizinische Betreuung des fliegenden Personals

Hedtmann, Jörg[1]

[1] Berufsgenossenschaft Verkehrswirtschaft Post-Logistik Telekommunikation, Hamburg

Seit Mitte 2022 sind die neuen DGUV Empfehlungen für arbeitsmedizinische Beratungen und Untersuchungen auf dem Markt. Sie haben die seit Jahrzehnten bekannten "Grundsätze" abgelöst. Wie kam es dazu und wo liegen die wesentlichen Unterschiede? In der Praxis liegt die flug- und arbeitsmedizinische Betreuung von beruflich fliegendem Personal gelegentlich in einer Hand. Die fliegerärztliche Eignungsuntersuchung kann grundsätzlich die arbeitsmedizinische Betreuung nicht ersetzen. Daher muss sorgfältig geprüft werden, welche arbeitsmedizinischen Fragestellungen mit Hilfe der Empfehlungen unter welchen Rahmenbedingungen beantwortet werden können. Hier eröffnet sich ein Aufgabenfeld für arbeitsmedizinisch qualifizierte flugmedizinische Sachverständige und Betriebsärzte und Betriebsärztinnen von Luftfahrtgesellschaften. Dabei müssen die flugmedizinischen und betriebsärztlichen Aufgaben einerseits sauber getrennt werden und sich dennoch sinnvoll ergänzen. Eine Reihe beruflich bedingter Einwirkungen auf das fliegende Personal sind für die arbeitsmedizinische Beurteilung und Beratung von Bedeutung. Neben Lärm, kosmischer Strahlung, Muskel- und Skelettbelastung sowie weiteren Expositionen müssen auch psychische Belastungen berücksichtigt werden. Dabei überschneiden sich eine Reihe von Rechtsgrundlagen, die bei der Betreuung Beachtung finden müssen. Auch ein Einblick in das Unfall- und Berufskrankheitengeschehen hilft bei der Schwerpunktsetzung für die Beratung.

F 6

Der Unterschied zwischen arbeitsmedizinischer und fliegermedizinischer Untersuchung

Bernal, Maria-Theresa[1]

[1] ADAC, gGmbH

wird nachgereicht

F 7

Arbeiten mit dem LBA &AME und LBA - Teamwork 2.0

Dams *Yvonne*[1], *Hoffmann Manuela*[1]

[1] Luftfahrt Bundesamt

F 8

Psychiatrische Beurteilung im Rahmen der flugmedizinischen Untersuchung

Lüling, Friedrich[1]

[1] Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe

Flugmedizinische Sachverständige müssen bei Untersuchungen auf Tauglichkeit nach Anhang IV Teil MED der Verordnung (EU) 1178/2011 und den AMC der EASA die mentale Gesundheit der Bewerber beurteilen und im Rahmen der flugmedizinischen Untersuchung einen psychopathologischen Befund erheben und in der flugmedizinischen Datenbank EMPIC dokumentieren. Von der Arbeitsgruppe „Pilot Mental Health" der Aeromedical Association (AsMA) wurde vorgeschlagen, den Fokus hierbei auf die psychischen Störungen zu legen, die häufig und einfach zu diagnostizieren sind. Daher wird auf die Häufigkeit psychischer Störungen in der Allgemeinbevölkerung und ihre Erkennbarkeit unter den besonderen Bedingungen einer Begutachtungssituation eingegangen. Die Grundzüge der Erhebung eines psychopathologischen Befundes werden aufgefrischt. Mit Ausnahme einer Erkrankung an Schizophrenie, einer schizotypen Störung oder einer wahnhaften Störung, die Untauglichkeit für alle Klassen bedingen, können Bewerber mit allen anderen psychischen oder Verhaltensstörungen nach ICD-10 Kapitel V (F) sowie mit einem Selbsttötungsversuch oder mit selbstverletzendem Verhalten in der dokumentierten Krankengeschichte theoretisch im Rahmen eines Verweisungs- bzw. Konsultationsverfahrens tauglich werden. Voraussetzung für jedes Verweisungs- oder Konsultationsverfahren ist das Vorliegen einer zufriedenstellenden psychiatrischen Begutachtung. Daher kommt der Fragestellung des flugmedizinischen Sachverständigen als Auftraggeber des psychiatrischen Gutachtens besondere Bedeutung zu. Für die häufigen psychischen Störungen werden daher Fragen an den psychiatrischen Gutachter vorgeschlagen, die den flugmedizinischen Sachverständigen im Rahmen einer

Konsultation bzw. den medizinischen Sachverständigen der Genehmigungsbehörde im Rahmen einer Verweisung in die Lage versetzen können, die flugmedizinische Beurteilung der Tauglichkeit vorzunehmen.

F 9
Aktuelles aus dem BAF

Pump, Stefan[1]

[1] Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung

Aktuelle Themen im Bereich Flugmedizin (Klasse 3), Neuerungen/Wegfall von Prozessen, Verweisungen und Beanstandungen, Statistiken aus dem Jahr 2022.

F 10
Die Blutversorgung des Gehirns unter positiven Gz-Kräften. Ein Fallbericht.

Wischlitzki, Markus[1]

[1] Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe Dezernat II 3f

Es wird über einen 26-jähriger Flugschüler Jet berichtet, der bereits während der ersten Flugstunden auf dem neuen Muster über das Auftreten einer Schwindelsymptomatik (Schwankschwindel) beim „Ziehen" von positiven Gz-Beschleunigungen verspürte. Im cMRT: Mäßige Hyperintensität der linksseitigen Kleinhirnhemisphäre sowie zusätzlich der darübergelegenen linksseitigen Großhirnhemisphäre betont okzipitoparietal in der DWI und FLAIR. Bisher gab es keine ähnliche Fallkonstellation im Rahmen der militärischen flugmedizinischen Begutachtung am ZentrLuRMedLw bzw. FlMedInst. Es gibt jedoch zahlreiche Fälle von asymptomatischen Probanden mit hypoplastischem V4-Segment der A. vertebralis in der MRT-Bildgebung des Kopfes bei der Erstuntersuchung auf eine fliegerische militärische Verwendung (Screening). Es bleibt abzuwarten, ob sich bei einer Verwendung in einem High-Performance-Aircraft bei ähnlicher Anatomie auch ähnliche klinische Befunde zeigen werden.

Poster-Abstracts

P 1

Unraveling the microbial fitness and the acquired co-resistances towards environmental extremes of vancomycin

Arndt F [1,2], Siems K [1], Boschert A.L.[2], Walker S.V[2], Moeller R. [1]

[1] Institute of Aerospace Medicine, German Aerospace Center, Cologne, Germany
[2] Institute for Medical Microbiology, Immunology and Hygiene, Cologne, Germany

Vancomycin resistant Enterococcus (E.) faecium (VRE) is a healthcare associated nosocomial pathogen causing serious diseases in immunocompromised patients. As previously shown, immune functions of astronauts during spaceflight are also dysregulated and, moreover, the treatment options are limited during long-term missions. Thus, the question arises how tolerant VRE against desiccation and which decontamination methods are efficient against opportunistic bacteria. Which is highly relevant for spaceflight and clinical environments. Therefore, the microbial fitness of clinical isolates after four months of desiccation was determined, which were recovering to 100% metabolic activity again. As a potential decontamination method against VRE, the antimicrobial effect of copper coatings was tested. Here copper coatings showed different efficiency against VRE depending on their resistance to copper and vancomycin. Moreover, five E. faecium isolates were sequenced with Illumina for further genomic analysis and antibiotic resistance genes in addition to the characterization of a co-resistant isolate to vancomycin and copper. To prevent VRE infections and guarantee health of the crewmembers for future long-term space missions, it is essential to improve the understanding about the tenacity of VRE and gain knowledge about the adaptations to environmental stressors. Therefore, analysis of multi-stress factors of VRE and research of co-resistance towards environmental extremes and space conditions will be implemented to improve the understanding how to fight drug resistant bacteria.

P 2

Isolierung und Charakterisierung mikrobieller Isolate aus dem öffentlichen Personennahverkehr

Auerhammer A[1,2], Koch S[1], Sib E[3], Leuko S[1], Möller R[1]

[1] Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (Institut ME, Abteilung SBA). [2]Hochschule Bonn-Rhein-Sieg. [3]Universitätsklinikum Bonn (Institut IHPH)

Einleitung und Fragestellung: Die COVID-19 Pandemie hat gezeigt, dass öffentliche Verkehrsmittel Vektoren zur Ausbreitung von Bakterien und Viren sein können. Die globale Verbreitung über große Distanzen, wird durch internationale Reisen zusätzlich begünstigt. Im Rahmen dieser Arbeit, wurde und wird die mikrobielle Diversität und Verbreitung in verschiedenen Bereichen der Fahrgastkabine am Beispiel eines Nahverkehrszuges in NRW untersucht. Das Wachstums- und Resistenzverhalten verschiedener in der Zug-Umgebung isolierter klinisch relevanter Mikroorganismen soll Aufschluss über mögliches Optimierungspotenzial in Reinigungs- und Desinfektionsverfahren im öffentlichen Nahverkehr bringen.
Methodik: Die Probennahme wurde in einem Nahverkehrszug in NRW durchgeführt und erfolgte in Form von klassischen mikrobiologischen Abstrichen, Abklatschplatten auf ausgewählten Oberflächen sowie Luft- und Flüssigkeitsproben. Nach der Charakterisierung der zahlreichen Isolate mittels MALDI-TOF, wurden fünf klinisch- sowie abwasserrelevante Mikroorganismen für Experimente zur Untersuchung des Wachstums- und Resistenzverhalten ausgewählt: Enterococcus faecalis, Escherichia coli, Enterobacter cloacae, Citrobacter freundii und Acinetobacter lwoffii. Neben der Analyse der Isolate durch Antibiogramme, wurden beispielsweise UV-C Bestrahlungsexperimente mit verschiedenen Bestrahlungsdosen durchgeführt, um potenzielle Strahlungsresistenzen zu detektieren.
Ergebnisse: Die MALDI-TOF-Ergebnisse der Isolate zeigten, dass eine Vielzahl der nachgewiesenen Mikroorganismen abundante Umweltkeime oder Teil der humanen Flora sind. Doch insbesondere im Fahrgasttoilettenbereich ließen sich gramnegative Mikroorganismen nachweisen, die eine potenzielle Infektionsgefahr darstellen. Die Antibiogramme zeigten z.B. bei einem Isolat, E.cloacae, Resistenzen gegenüber Cephalosporin-Antibiotika. Die UV-C Bestrahlungsexperimente ergaben, dass erst eine Dosis von 500 J/m² ausreichte, um die Mikroorganismen unterhalb der Nachweisgrenze zu reduzieren.
Schlussfolgerung: Die bisher analysierten Isolate zeigten zwar keine expliziten humanpathogenen Erreger, jedoch ließen sich aus nur einer Probennahme-Kampagne bereits ein potenzieller Erreger mit Antibiotikaresistenzen nachweisen. Zusätzlich zeigten alle getesteten Isolate verhältnismäßig hohe Strahlungsresistenzen. Um das Resistenzverhalten weiter zu analysieren, werden Trocknungsresistenzen der fünf Mikroorganismen sowie die Wirksamkeit verschiedener Reinigungs- und Desinfektionsmittel bezüglich der Isolate untersucht.

P 3

Microbial monitoring and evaluation of desinfection efficiency in the EDEN-ISS greenhouse in preparation of safe food production in space

Beblo-Vranesevic K[1], Gillet de Chalonge L[1,2], Van Houdt R[3], Rettberg P[1]

[1] German Aerospace Center (DLR), Cologne, Germany.
[2] Sorbonne Université, Paris, France
[3] Belgian Nuclear Research Centre (SCK CEN), Mol, Belgium

The EDEN ISS greenhouse, integrated in two joined containers, is a confined mobile test facility in Antarctica for the development and optimization of new plant cultivation techniques for future space programs. The EDEN ISS greenhouse was used successfully from February to November 2018 for fresh food production for the overwintering crew at the Antarctic Neumayer III station. The second mission took place from March 2021 to January 2022. For this season, new cleaning treatments were introduced in order to reduce the bioburden. In the second mission the microbial load (cultivation assays) and diversity (16S rRNA sequencing) in the nutrition solution tanks for the plants and on dedicated surfaces in the greenhouse during the second season were investigated. Furthermore, the results were compared to the microbial bioburden of other confined and monitored environments like the International Space Station (ISS) or the Mars500 habitat. The microbial load is highly dependent on the location and varies from 0 to 4 x 10exp6 CFU/cm². Thereby, the bioburden of two surface areas mostly stayed under the limit required for the ISS surfaces inflight. In general, with the development of human spaceflight, one critical aspect to consider is the food supply for the crewmembers. Producing fresh food from edible plants in the station, instead of packing pre-prepared meals, would not only be more sustainable for long-duration mission, but will also be beneficial for the astronauts' physical and mental health.

P 4

Wie wirkt sich Müdigkeit auf die Teamleistung von Operator/innen in Kontrollzentren aus?

Benderoth S[1], Mühl C[1], Bruder C[2], Schulze Kissing D[2], Aeschbach D[1,3]

[1] Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Köln
[2] Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Hamburg
[3] Universität Bonn, Bonn

Zu den Anforderungen an Operator/innen in Kontrollzentren zählt die Aufrechterhaltung der Leistungsfähigkeit auch unter ungünstigen Bedingungen wie Schlafmangel oder während einer Nachtschicht. Während es zahlreiche Studien zu den negativen Auswirkungen von Müdigkeit auf die individuelle Leistung gibt, stand die Zusammenarbeit im Team unter Müdigkeit bisher wenig im Fokus. In einer kontrollierten Laborstudie untersuchten wir, inwieweit Teamarbeit in einem Kontrollzentrumsszenario dazu beitragen kann, individuelle müdigkeitsbedingte Leistungsabfälle von Operator/innen aufzufangen. Insgesamt nahmen 66 Personen in Gruppen von jeweils drei Mitgliedern an der Studie teil. Im Rahmen eines Messwiederholungsdesigns bearbeitete jede Gruppe Aufgaben in einer simulierten Kontrollzentrumsumgebung einmal während einer Nacht ohne Schlaf im zirkadianen Tief und einmal am Tag im ausgeruhten Zustand nach 8 Stunden Schlaf (Basisbedingung). Die Aufgaben umfassten eine Überwachungsaufgabe, in der Aufmerksamkeitsprozesse im Vordergrund standen und eine Diagnoseaufgabe, bei der logisches Schlussfolgern erforderlich war. Diese wurden jeweils 1) individuell, 2) in einer kooperativen und 3) in einer kompetitiven Teambedingung ausgeführt. Während der Zusammenarbeit wurde die Kommunikation aufgezeichnet. Die Ergebnisse des gemischten Modells in der Überwachungsaufgabe zeigten, dass die Versuchsteilnehmer unter Schlafentzug langsamer waren und mehr Fehler machten als in der Basisbedingung. Zudem waren sie im Vergleich zu den Teambedingungen während der Einzelarbeit schneller, aber weniger genau. In der Diagnoseaufgabe waren die Teilnehmer ebenfalls unter Müdigkeit langsamer als im ausgeruhten Zustand sowie langsamer im Team als während der Einzelarbeit. Hinsichtlich der Genauigkeit zeigte sich in der Diagnoseaufgabe ein Interaktionseffekt. Im Gegensatz zur Einzelarbeit waren die Versuchsteilnehmer während der Teamarbeit unter Schlafentzug sogar noch genauer als in der Basisbedingung. Dieser Effekt trat allerdings nur in der kooperativen Teambedingung, aber nicht in der kompetitiven Bedingung auf. Zudem stellte sich heraus, dass die Teammitglieder in der kooperativen Bedingung ihre Kommunikation an die durch den Schlafmangel veränderte Situation anpassten. Die Ergebnisse implizieren, dass nicht nur die individuelle Leistungsfähigkeit, sondern auch die Teamleistung während einer Nachtschicht im zirkadianen Tief beeinträchtigt ist. Obwohl Müdigkeit sowohl bei Einzel- als auch bei Teamarbeit zu verlangsamten Reaktionen führt, kann eine kooperative Zusammenarbeit Müdigkeitseffekte in Bezug auf Fehlerhäufigkeit teilweise kompensieren.

P 5

Changes in cardiorespiratory fitness and muscle strength after 30 days of head-down tilt bed rest

Berger L[1], Mulder E[1], Zange J[1], Müller K[1], Arz M[1], Pustowalow W[1], Petrat G[1], Frett T[1], Rittweger J[1], Pesta D[1]

[1] Institute of Aerospace Medicine, German Aerospace Center (DLR), Cologne, Germany.

Introduction: For long-duration space missions, it is important for astronauts to take appropriate countermeasures against physiological deconditioning caused by microgravity. Strict six-degree head-down tilt bed rest (HDTBR) has been shown to be a reliable terrestrial

model to simulate the physiological effects of microgravity and to test promising countermeasures.
Scientific problem: Within the framework of the Spaceflight Associated Neuro-Ocular Syndrome Countermeasures study (SANS CM), the combination of aerobic cycling exercise training and the use of venoconstrictive thigh cuffs was tested as a countermeasure to prevent occurrence of SANS on the one hand and maintain cardiorespiratory fitness (CRF) and muscle strength after 30 days of HDTBR on the other hand.
Methods: 24 participants subjected to 30 days of HDTBR were randomly allocated to an experimental and a control group. The experimental group completed 60 minutes of aerobic cycling exercise training in the HDT-position for six days a week at an intensity of 45% of the individual peak power output. The exercise training intensity was derived in advance via spiroergometry performed on a recumbent cycle ergometer in the HDT-position. After each training session, the participants wore venoconstrictive thigh cuffs with an average pressure of 50 mmHg for six hours. CRF was assessed via spiroergometry performed on a seated cycle ergometer before and after the 30 days of HDTBR. Additionally, muscle strength was assessed via muscle dynamometry, also before and after the HDTBR-phase.
Results and Discussion: The last campaign of SANS CM is ongoing at the date of submission with completion on July 4th, 2023. Consequently, only preliminary results will be presented at the DGLRM-meeting held at the German Aerospace Center-Campus. The results will be critically discussed in terms of the effectiveness of the applied countermeasure to maintain CRF and muscle strength. Findings of the present study will be compared and discussed in light of results obtained from previous HDTBR studies that used different countermeasures.

P 6

SpaceMed trifft AI - kardiovaskuläres Monitoring mit AI-Unterstützung als Werkzeug für die bemannte Raumfahrt der Zukunft

Bothe TL[1], Pilz N[1], Gunga HC[1], Opatz O[1]

[1] Charité - Universitätsmedizin Berlin, Institute of Physiology, Center for Space Medicine and Extreme Environments Berlin

Abschnitt 1: Möglichkeiten der kontinuierlichen kardiovaskulären Überwachung
Klassische Methoden der kardiovaskulären Überwachung wie das Elektrokardiogramm (EKG) und die periphere Sauerstoffsättigung bieten einen hervorragenden Startpunkt für eine kontinuierliche Überwachung des kardiovaskulären Systems. Gleichzeitig erweitern fortgeschrittenere Methoden wie beispielsweise die Impedanz-Kardiographie die Möglichkeiten kardiovaskulären Überwachung und erlauben so eine umfassende Abbildung der Kreislauffunktion in Echtzeit. Diese Methoden ermöglichen eine umfassende und genaue Erfassung des kardiovaskulären Zustands der Astronauten.
Abschnitt 2: Einbindung von AI
Die Einbindung von künstlicher Intelligenz (KI) zur Interpretation und Analyse der gesammelten Daten erweitert die bisher bekannten Möglichkeiten der Signalinterpretation enorm. Dabei kann konventionelles Machine Learning bereits zur Grundlegenden Belastungskontrolle beitragen, während umfassendere Deep Learning Anwendungen den Weg zur personalisierten und phänotypisierten Überwachung ebnen. Durch den Einsatz von AI gelingt es uns, ein risikoadaptiertes Monitoring zu realisieren, das auf den individuellen Gesundheitszustand und die Bedürfnisse jedes Astronauten zugeschnitten ist.
Abschnitt 3: Schnittstellen für die Raumfahrt
Die AI-unterstützte kardiovaskuläre Überwachung wird eine Schlüsselrolle in der modernen, bemannten Raumfahrt spielen. Diese Technologie kann zur intelligenten Steuerung von Gegenmaßnahmen eingesetzt werden kann, die auf die individuellen Herausforderungen und Bedürfnisse der Astronauten zugeschnitten sind. Dabei ist es unser Ziel, die Gesundheit der Astronauten mit Hilfe von AI-Unterstützung langfristig zu sichern und positiv zu beeinflussen. So kann und wird die Kombination aus kontinuierlicher Kreislaufüberwachung und AI dazu beitragen, dass die Raumfahrt der Zukunft sicherer, effizienter und für mehr Menschen als bisher zugänglich wird.

P 7

Zwei Wochen bei 9,5% Sauerstoff - Notstand oder Doping für das menschliche Gehirn?

de Boni, L. et al. [1]

[1] Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Köln, Deutschland.

Einleitung: Studien an Mäusen mit experimentellem Herzinfarkt konnten nachweisen, dass normobare Hypoxie (7 % Sauerstoff) zu einer gesteigerten Regeneration des Herzgewebes führt. Die Translation dieser Ergebnisse in Patienten birgt aber das Risiko der hypoxischen Schädigung des zentralen Nervensystems, obwohl Hypoxie auch für Nervenzellen ein positiver Faktor sein kann, der zu axonaler Regeneration und vermehrter Plastizität führt.
Fragestellung: Wie wirkt sich eine langanhaltende reduzierte Sauerstoffkonzentration auf die Kognition und die Gehirnintegrität von Patienten nach Myokardinfarkt aus?
Methodik: In dieser Pilotstudie wurden drei speziell ausgesuchte Herzinfarktpatienten mit Vorderwandinfarkt nach vollständiger Revaskularisierung und ein Kontrollproband schrittweise bis an ihre individuelle Toleranzschwelle für Hypoxie gebracht. Nach langsamer Akklimatisation über 5 Wochen befanden sich die Probanden letztendlich für 2 Wochen auf 6200 Meter tagsüber und 5300 Meter nachts. Während der gesamten Studienphase erfolgten engmaschig neurologische Untersuchungen, kognitive Testungen (CERAD, Basner Cognition Test) und cerebrale 3T-MRT Untersuchungen. Außerdem wurde EDTA-Plasma asserviert, in dem neuronale sowie gliale Biomarker (Tau, saures Gliafaserprotein (GFAP), Amyloid-beta 40 (Aβ40), Amyloid-beta 42 (Aβ42), Neurofilament light (NfL)) auf einem Quanterix

SIMOA Analyzer untersucht wurden.
Ergebnisse: Die Probanden konnten durch eine Hämokonzentration von 15,1 g/dl (±1,3 %) auf 18,4 g/dl (±2,0 %) und eine Hyperventilation (SpO2 Normoxie 97,3 % (±1,1 %), Hypoxie 73,7 % (±1,7 %)) den Sauerstoffgehalt des arteriellen Blutes während der Hypoxie relativ konstant halten, obwohl die Perfusion des Gehirnes im Durchschnitt um 15 ± 5 ml/100g/min abnahm. Klinische Defizite traten in Form eines leichten Intentionstremors auf, der nach Exposition auf 21 % Sauerstoff wieder komplett regredient war. Während des gesamten Studienzeitraumes kam es zu keinem Abfall der kognitiven Leistungsfähigkeit. Die neuronalen Biomarker Tau, Aβ40, und NfL stiegen unter Hypoxie nur geringfügig an (0,5 – 4 pg/ml) und erreichten nach Beendigung der Hypoxie wieder ihre Ausgangswerte. GFAP stieg um 10 pg/ml bis 30 Tage nach Beendigung der Hypoxie an und fiel dann auf wieder auf die Ausgangswerte zurück. In der cerebralen MRT-Bildgebung wurden unter Hypoxie neue, kleine Läsionen der weißen Substanz beobachtet, die sich nach Beendigung der Hypoxie innerhalb von 30 Tagen wieder vollständig zurückbildeten und als vasogenes Ödem bewertet wurden.
Schlussfolgerungen: Diese vorläufigen Daten zeigen, dass die neurologische Funktion und die Gehirnintegrität von speziell ausgesuchten Patienten nach Herzinfarkt durch eine wochenlange, schwere, normobare Hypoxie-Exposition in Rahmen von Studien nicht negativ beeinflusst wird.

P 8

Einfach mal liegen bleiben? - Neurologische Beurteilung während simulierter Schwerelosigkeit im Rahmen der SANS-CM-Studien

de Boni, L[1], Odainic, A[2,3,4], Bohmeier, M[1], Frings-Meuthen, P[1], Mulder, E[1], Hönemann, J-N[5], Heusser, K[1], Schmidt, SV[2,3], Tank, J[1], Jordan, J[1]

[1] DLR, Köln
[2] Institut für angeborene Immunität, Bonn
[3] Institut für klinische Chemie und Pharmakologie, Bonn
[4] Peter Doherty Institute, Australia
[5] Kardiologie, UKK

Einleitung: 2021-2023 werden am Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin insgesamt 4 Kampagnen zur Untersuchung des Spaceflight-Associated Neuro-ocular Syndromes (SANS) durchgeführt, welches während der Schwerelosigkeit im All auftreten und im Extremfall bei Langzeitmissionen zu einem Verlust der Sehfähigkeit führen könnte. Ziel ist es, Gegenmaßnahmen für die Entwicklung von SANS zu identifizieren. Auf der Erde wird zur Simulation der Schwerelosigkeit das Modell der konstanten 6°-Kopftieflage angewandt. Hierbei kommt es analog zu den Bedingungen im All zu einer Flüssigkeitsverschiebung in den Oberkörper und Kopf. Daher wird als Ursache für SANS einerseits ein erhöhter intrakranieller Druck diskutiert, ähnlich dem Krankheitsbild der idiopathischen intrakraniellen Hypertension, andererseits eine Kompartimentierung von Liquor in die Augenhöhlenscheide des Sehnervs.
Fragestellung: Bislang ist unklar, welche neurologischen Veränderungen auf klinischer und Biomarker-Ebene während der simulierten Schwerelosigkeit in 6°-Kopftieflage auftreten.
Methodik: Wir untersuchten daher 20 Frauen und 27 Männer der 4 SANS-Kampagnen (35 ± 9 Jahre) hinsichtlich klinisch-neurologischer Veränderungen, und es wurden EDTA-Plasma sowie Serum asserviert, in dem neuronale (axonale) (Tau, Amyloid-beta 40 (Aβ40), Amyloid-beta 42 (Aβ42), Neurofilament light (NfL)) sowie gliale Biomarker (saures Gliafaserprotein (GFAP)), auf einem Quanterix SIMOA Analyzer mit entsprechenden Kits des Herstellers untersucht wurden. Für die Studie wurden insgesamt 4 unterschiedliche SANS-Gruppen untersucht, die alle einer strikten 6°-Kopftieflage (Gegenmaßnahmen ausgenommen) über 30 Tage ausgesetzt waren:
1. Kontrollgruppe (n=12)
2. Lower-body negative pressure (LBNP) für insgesamt 6 Stunden täglich (n=12)
3. Aufrechtes Sitzen für insgesamt 6 Stunden täglich (n=11)
4. Fahrrad fahren in 6°-Kopftieflage für 45 Minuten mit anschließendem Tragen von Oberschenkelmanschetten mit einem Druck von 50 mmHg für 6 Stunden, 6 x pro Woche (n=12)

Zum Zeitpunkt der Erstellung des Abstracts lagen komplette Datensätze der Gruppen 2 und 3 vor. Die Biomarker-Analysen wurden an n=8 Teilnehmenden der Gruppen 2 und 3 durchgeführt.
Ergebnisse: Während der Studie konnten keine neurologischen Defizite erhoben werden. Für alle neuronalen und glialen Biomarker kam es bei allen Probanden zu keinem klinisch relevanten Anstieg.
Schlussfolgerungen: Während simulierter Schwerelosigkeit gibt es serologisch keine Hinweise auf einen neuronalen Schaden oder eine reaktive Gliose trotz Nachweis von pathologischen Augenveränderungen wie bei SANS.

P 9

AeroSMART - Entwicklung und Validierung von antimikrobiellen Materialien für die Flugzeugkabine

Dluzak T[1, 2], Koch S[1], Leuko S[1], Geier S[1], Möller R[1, 2]

[1] Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Köln, Deutschland
[2] Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Rheinbach, Deutschland.

Einleitung und Fragestellung: In einer vernetzten Welt sind öffentliche Verkehrsmittel unverzichtbar geworden. Allerdings birgt der geschlossene Raum mit hoher Passagierdichte ein erhöhtes Risiko für die schnelle Verbreitung von Mikroben. Insbesondere in Flugzeugen über Langstrecken herrschen Bedingungen, die die Ausbreitung von Mikroben begünstigen. Durch ein gesteigerte Gesundheitsbewusstsein nach dem Durchleben der COVID–19 Pandemie, ist die globale Gesellschaft sich potentieller Ansteckungsgefahren bei der Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel bewusster. Es ist daher sowohl im Inte-

resse der Gesundheit der Menschen als auch wirtschaftlich sinnvoll, nachhaltige Maßnahmen zur Eindämmung der Verbreitung von humanen Pathogenen in Flugzeugen zu ergreifen. Eine Möglichkeit besteht darin, antimikrobielle Materialien in häufig berührten Oberflächen der Flugkabine zu integrieren. Dies wirft die Forschungsfrage auf, ob Materialien, die mit antimikrobiellen Füllstoffen/Nanopartikeln wie Kupferoxid oder Chitosan behandelt wurden, unter den Bedingungen einer Flugkabine eine antimikrobielle Wirkung gegen Mikroben entfalten können.
Methodik: In Kontakttötungsversuchen einer Bakteriengemeinschaft, bestehend aus 9 Vertretern des Mikrobioms des öffentlichen Verkehrs, als auch SARS-CoV-2, werden die Materialien unter Verwendung einer Klimakammer, die Flugkabinenbedingungen simuliert, auf ihre antimikrobielle Wirksamkeit getestet. In Kooperation mit der Flugstaffel des DLRs und nach der Effektivitätsbewertung der neu-entwickelten Materialien, werden die Wirksamsten in Langzeitexposition in mehreren Flugzeugkabinen der Flugstaffel angebracht, kontrolliert berührt und anschließend mit 16S Sequenzierung analysiert, um die Anwesenheit von Mikroben auf den Oberflächen sowie die antimikrobielle Wirkung der Materialien unter realen Flugbedingungen zu untersuchen. Ein anderer Aspekt, der nach Exposition betrachtet wird, ist die Resilienz der Materialien, die mithilfe bildgebenden Verfahren (REM) und Fluoreszenz-Mikroskopie analysiert wird. Darüber hinaus wird im Rahmen einer Sampling-Kampagne die antimikrobielle Belastung in Flugkabinen erfasst, um mit 16S-Sequenzierung das Mikrobiom einer Flugkabine zu charakterisieren.
Ergebnisse und Schlussfolgerungen: Es wird erwartet, dass die mikrobielle Vielfalt in der Flugkabine dem Mikrobiom anderer Mittel des öffentlichen Transports, wie Bus oder Bahn, ähnelt und hauptsächlich aus Mikroben des Hautmikrobioms besteht. Außerdem wird erwartet, dass die getesteten Oberflächen die mikrobielle Belastung in Flugkabinen reduzieren und das Infektionsrisiko während eines Fluges verringern können. Durch die Kosten- und Energieeffizienz der Materialien ist deren Integration in Flugzeugoberflächen realistisch, um in Zukunft die mikrobielle Belastung in Luftfahrten kontrollieren zu können.

P 10

Wissenschaftliche Daten in der Krise - nicht mit einer exzellenten Standardisierung bei Humanstudien in der Luft- und Raumfahrt

Ewald AC[1], Hand O[1], Frings-Meuthen P[1], Mulder E[1], de Boni L[1], Noppe A[1]

[1] Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Köln, Deutschland.

Einleitung: Randomisierte, kontrollierte klinische Humanstudien sind nicht nur in der medizinischen Basisversorgung, sondern auch bei humanphysiologischen Fragestellungen der Luft- und Raumfahrtmedizin ein „Gold-Standard". Die Randomisierung soll für eine gleiche Verteilung bekannter und unbekannter Störgrößen sorgen, so dass Daten aus wissenschaftlichen Experimenten besser vergleichbar sind. Zahlreiche Störgrößen lassen sich grundsätzlich durch ein entsprechendes Studiendesign und einer hochgradigen Standardisierung minimieren, was zu einer Erhöhung der Datenqualität und folglich zu einer erhöhten Aussagekraft der Ergebnisse führt.
Fragestellung: Welche Maßnahmen der Standardisierung werden für humanphysiologische Studien für die Luft- und Raumfahrt vom Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin umgesetzt?
Methodik: Den höchsten Standardisierungsgrad weisen komplexe Bettruhe-Studien auf. Hier wurden viele der Standards (u.a. Projektorganisation, Testprotokolle, Ernährung) entwickelt, die auch in anderen Studien des Institutes Anwendung finden.
Folgende allgemeine Standards werden auf Station umgesetzt:

- Einheitliche Tagespläne
- Temperatur (tagsüber ~22-24°C, nachts ~18-20°C)
- Luftfeuchtigkeit (~50-60%)
- Licht (am Kopfende des Bettes gemessen ~260-300 Lux von 7:30-15:00 Uhr)
- Liegeposition während Kopftieflage strikt geregelt, Kissen nicht erlaubt
- 24-stündige Monitorüberwachung der Liegeposition
- Vorgabe der Schlafzeiten (von 22:30 - 06:30 Uhr)
- Keine Schlafzeiten während des Tages; konstanter Tag-Nacht-Rhythmus
- Keine individuellen sportlichen Aktivitäten

Spezielle Ernährungsstandards:

- Einhaltung von Nährwertgrenzen
- Entwicklung von individuellen Menüplänen (je nach Energieumsatz, Geschlecht, Körpergröße und -gewicht, Experimenttag)
- Ermittlung und Vermeidung von möglichen Störgrößen in der Ernährung auf Studiendaten
- standardisierte Prozesse für die Arbeiten in der metabolischen Küche und die Zubereitung der Speisen
- Einsatz von saisonunabhängigen Lebensmitteln mit konstanter Zusammensetzung und Qualität, die eine breite Masse an Studienteilnehmenden ansprechen
- gramm-genaues Abwiegen und Verzehren der Mahlzeiten

Mitarbeitende in der Probanden- und Ernährungsbetreuung werden vor der Studie ausführlich geschult, um die Einhaltung der Standards, aber natürlich auch die Sicherheit der Studienteilnehmenden zu gewährleisten.
Ergebnisse: Die stringente und konsequente Kontrolle verschiedenster Störgrößen legt eine Basis für die Erhebung von exzellenten wissenschaftlichen Daten. Im Bereich der Luft- und Raumfahrtmedizin hat das Institut im Bereich der Durchführung der Standardisierung ein Alleinstellungsmerkmal.
Schlussfolgerungen: Durch die umfangreiche Standardisierung, die am Institut umgesetzt werden kann, erhöht sich die Qualität von luft- und raumfahrtmedizinischen Studien.

P 11

Aerosolbelastung im Rettungs- und Intensivhubschrauber - eine unsichtbare Gefahr?

Schiffarth M [1], Fleischhacker A [1], Werner D [1], Lorenz I [1], Lakatos P [1], Schwietring J[1]

[1] ADAC Luftrettung gGmbH

Der Klimawandel zeigt bereits gegenwärtig negative Effekte auf die menschliche Gesundheit und das Gesundheitssystem (1). Die subjektive Wahrnehmung des Klimawandel wird durch die Eintrittsgeschwindigkeit im Sinne eines "slow-onset disaster" erschwert, zunehmend unterbrochen durch assoziierte Folgen – promiente Beispiele sind "fast-onset disaster" wie beispielsweise die Ahr-Katastrophe im Jahr 2021 (2). Die Missionsprofile von Katastrophen-Einsätzen, bedingt durch Naturgefahren, sind durch zunehmende Komplexität gekennzeichnet. Die Folgen des Klimawandel lassen eine Intensitätssteigerung und Zunahme von Naturgefahren erwarten, sodass Climate Change Adaption (CCA) und Disaster Risk Reduction im Sinne der Erhöhung der Widerstandsfähigkeit (Resilienz) nur als integrierter Ansatz zu verstehen sind. Maßnahmen zur Resilienzsteigerung und Sicherstellung operativer Sicherheit der Luftrettung sind abzuleiten.
In der Typologie von Katastrophen wird zunehmend vom all-hazards approach als Gesamtmenge der zu erwartenden Gefährdungen in einem geografischen Bereich gesprochen - in Abgrenzung zu Einteilung in Mensch-gemachte oder Natur-bedingte Katastrophen. Die Notfallmedizin, speziell die Luftrettung, steht in der Verantwortung für besonders vulnerable Gruppen. Im Bereich der Katastrophenmedizin sind die damit verbundenen Auswirkungen engmaschig zu antizipieren und frühzeitig Anpassungswege (Climate Change Adaption – CCA) zu finden. Dies gilt aber nicht zuletzt auch für das eigene Arbeitsumfeld. Abzugrenzen ist CCA vom Klimaschutz, der als Daueraufgabe noch intensiviert werden muss - Beiträge der Luftrettung sind hier im Bereich der Verwendung von Bio-Fuel in der Luftrettung und dem zukünftigen Einsatz von Multikoptern als schneller Notarztzubringer zu finden.

P 12

Rowing on a short-arm human centrifuge induces a relevant exercise stimulus

Frett T[1], Lecheler L[1], Arz M[1], Mommsen F[2], Breuer J[1], Green DA [2]

[1] Institute of Aerospace Medicine, German Aerospace Center, Cologne, Germany
[2] Space Medicine Team, European Astronaut Centre, European Space Agency, Cologne

INTRODUCTION: Despite the implementation of daily countermeasures in microgravity (µg), spaceflight is still associated with the loss of skeletal integrity, muscle atrophy and reduced exercise capacity. Recent studies have shown that the provision of passive 1g through human centrifugation (SAHC) alone is insufficient in mitigating physiological deconditioning induced by head-down bed rest, which serves as an analogue for µg. SAHC in combination with exercise may thus be a promising option. Rowing ergometry is an effective exercise to improve performance and aerobic capacity. Consequently, rowing during SAHC could be a novel and promising multi-system countermeasure for spaceflight. Therefore, we conducted an evaluation to assess the feasibility, tolerability, performance, and cardiovascular response of seated rowing during SAHC centrifugation at 0.5g at the Center of Mass (CoM) and compared this intervention to rowing performed under an equivalent resultant g vector in 1g.
SPECIFIC AIMS: This study aims to evaluate the tolerability and efficacy of rowing exercises on a centrifuge in comparison to natural gravity, in both eccentric and concentric directions, in terms of cardiovascular performance, mechanical power output and motion sickness
METHODS: 8 men and 4 women (27.2 ± 7.4 years, 179 ± 0.1 cm, 73.7 ± 9.4 kg) who were experienced rowers and recreationally active performed upright seated self-paced rowing ergometry until exhaustion (every 3 minutes +30 Watts steps) during centrifugation with 0.5g at the CoM, via clockwise or counter-clockwise SAHC, and when in 1g with a 26.6° inclination. Motion sickness, rating of perceived exertion (BORG), rowing performance (maximal power output and total distance rowed), blood lactate and cardiovascular response (ECG, blood pressure) were compared between conditions.
RESULTS: Participants completed all the sessions with no difference in motion sickness ($p = 0.382$) between conditions. Whilst BORG score increased in both conditions (Earth $p < 0.001$; SAHC; $p < 0.001$) – there was no difference after rowing ($p = 0.764$). Total distance ($p = 0.003$) and maximal power output ($p = 0.008$) were significantly lower during SAHC rowing while no difference in average heart rate ($p = 0.136$) or blood pressure responses (systolic: $p = 0.088$, diastolic: $p = 0.184$) were observed between conditions. Blood lactate concentrations increased over time (($F(9, 103) = 6.002$, $p < 0.0001$) but did not differ between conditions.
CONCLUSION: For the first time, we provide evidence that incremental rowing until exhaustion during SAHC is both feasible and tolerable. The level of exertion and motion sickness experienced were comparable to those in a matched Earth condition. Although total distance and average wattage achieved during SAHC rowing were lower, the cardiovascular responses were similar.

P 13

Einfluss eines morgendlichen versus abendlichen Fahrradtrainings auf den Ruheenergieumsatz bei Typ 2-Diabetes-Patienten

Frings-Meuthen P[1], Harbecke P[1], Büscher FM[1], Hand O[1], Humer A[1], Pesta D[1]

[1] Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin

Einleitung: Es ist bekannt, dass der Ruheenergieumsatz (engl. resting energy expenditure, REE) auch 24 Stunden nach intensivem Ausdauer- und Krafttraining noch erhöht sein kann. Nur wenige Studien haben die Auswirkungen und Effektdauer von kürzerem, intensivem Training auf REE bei Untrainierten untersucht. Es gibt Hinweise, dass der Einfluss des Trainings auf den REE ebenfalls mit dem Trainingszustand und dem Trainingszeitpunkt zusammenhängt. Dies ist angesichts der Wirkung, die körperliche Betätigung auf die Gewichtserhaltung und den Metabolismus ausüben kann, von Bedeutung.
Fragestellung: Inwiefern ein einmaliges intensives Fahrradtraining zu unterschiedlichen Tageszeiten den REE von Personen mit Typ 2 Diabetes beeinflussen kann, haben wir am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin im Rahmen der GlucoEx Studie untersucht.
Methodik: Der REE von 5 Frauen und 12 Männern (58 ± 8 Jahre; 82,3 ± 17,0 kg; 171,6 ± 8, cm; BMI 27,8 ± 4,2 kg/m2) wurde jeweils am Folgetag eines morgendlichen und eines abendlichen 40-minütigen intensiven Fahrrad-Ergometer-Trainings mittels indirekter Kalorimetrie (Quark-RMR, Cosmed, Italien) bestimmt. Die Untersuchungen fanden unter kontrollierten und standardisierten Bedingungen mit einer vorangehenden 3-tägigen energiebilanzierten Diät, einer 10-stündigen Fastenperiode und einer jeweils 30-minütigen Untersuchungsdauer statt.
Ergebnisse: Der REE am Folgetag des morgendlichen Trainings lag im Mittel bei 1641 ± 90 kcal/d, der nach dem abendlichen Training bei 1609 ± 83 kcal/d. Es konnte kein signifikanter Effekt auf den REE nach einem einmaligen Ausdauertraining in Abhängigkeit von der Tageszeit festgestellt werden (p=0.83).
Schlussfolgerungen: Training am Morgen versus Training am Abend hat keinen selektiven Einfluss auf den REE von Personen mit Typ 2 Diabetes. Inwiefern eine unterschiedliche Substratverwertung den Metabolismus von Typ-2 Diabetikern beeinflussen kann, soll in weiteren Analysen herausgefunden werden. Die Erkenntnisse aus dieser Studie können dazu beitragen, Trainingsempfehlungen für diese Personengruppe hinsichtlich der Tageszeit zu optimieren.

P 14

Fontan-Kreislauf unter moderater Hypoxie - Erkenntnisse aus der Echtzeit-MRT des Herzens

Gerlach D[1], Hart C[2], Bach A[1], Rosauer P[3], Müller N[2], Härtel J[2], Hoff A[1], Voit D[4], Frahm J[4], Breuer J[2], Jordan J[1], Tank J[1]

Inhalt: Bei Patienten mit Fontan-Kreislauf wird die Lunge passiv mit venösem Blut versorgt. Das univentrikuläre Herz übernimmt die Funktion der linken Herzkammer. Der Fontan-Kreislauf verbindet die untere- und obere Hohlvene mit den Lungenarterien unter Umgehung des Herzens. Wir untersuchten, wie Patienten mit Fontan-Kreislauf auf eine moderate Hypoxie von 15,1 % O_2 (~2400 m) über 24 Stunden reagieren, um die klinische Frage zu beantworten, ob Patienten mit Fontan- Kreislauf eine längere Hypoxie tolerieren. Die kardiale Echtzeit-MRT erlaubt hierbei Untersuchungen während Spontanatmung, für ein besseres Verständnis der Anpassung des Fontankreislaufs an die Hypoxie.
Wir untersuchten 18 Fontan-Patienten (9 Frauen, 9 Männer; 24,8±6,3 Jahre; 23,0±3,6 kg/m²) mit Echtzeit-MRT des Herzens in Normoxie und nach 24h normobarer Hypoxie. Jede Schicht in der Kurzachse des Herzens wurde über 10 s mit einer zeitlichen Auflösung von 33 ms aufgenommen. Der Fluss in der auf- und absteigenden Aorta, in der Vena cava superior und inferior, im Fontan-Tunnel und in der linken und rechten Lungenarterie wurde mit der gleichen zeitlichen Auflösung über jeweils 30 Sekunden gemessen. Der Oberarmblutdruck, der arterielle Blutdruck am Finger, EKG und Atmung wurden aufgezeichnet. Die MRT-Bildauswertung erfolgte mit der Cafur-Software (Mevis, Fraunhofer).
Hypoxie erhöhte die Herzfrequenz von 65±13 bpm auf 74±13 bpm (p<0,001), während der systolische Blutdruck unverändert blieb (Normoxie: 110±10, Hypoxie: 111±11 mmHg). Der diastolische Blutdruck stieg an (Normoxie: 59±8, Hypoxie: 63±9 mmHg, p=0,011). Das Schlagvolumen sank von 58±17 ml auf 54±15 ml (p=0,005) bei unverändertem Herzzeitvolumen. Der Fluss in der linken Pulmonalarterie stieg von 1,55±0,36 l/min auf 1,80 ±0,49 l/min (p=0,015). Der Fluss in der rechten Pulmonalarterie betrug 1,23±0,51 l/min bei Normoxie und 1,13±0,52 l/min (p=0,305) bei Hypoxie. Die Differenz zwischen dem pulmonalen und systemischen Blutfluss änderte sich nicht. Der Blutfluss pro Herzschlag nahm in der absteigenden Aorta (34,4±13,4 ml vs. 30,5±11,3 ml, p=0,027), der rechten Lungenarterie (19,7±8,6 ml vs. 15,9±7,9 ml, p=0,021) und im Fontan-Tunnel (35,5±12,6 ml vs. 32,7±12,5 ml, p=0,038) leicht ab.
Die von uns untersuchten Patienten mit Fontan-Kreislauf tolerierten die 24 Stunden moderate Hypoxie ohne klinisch relevante Veränderungen des regionalen Blutflusses im Fontankreislauf oder des systemischen Blutflusses. Das Shuntvolumen blieb ebenfalls unverändert. Unsere Ergebnisse stützen Daten aus Belastungsuntersuchungen an Fontanpatienten auf bis zu 3500 m Höhe, die keine negativen Auswirkungen zeigten. Darüber hinaus sind unsere Ergebnisse für die Patienten ermutigend in Bezug auf kurzzeitige Aufenthalte in den Bergen mit Übernachtung sowie für eine mögliche Reiseplanung mit Langstreckenflügen.

P 15

Unraveling the SpaceBrain: Response of primary astrocytes to ionizing radiation exposure

Roggan M.D.[1], Kronenberg J.[1], Wollert E.[1], Hoffmann S.[1], Nisar H.[1 2], Konda B.[1], Diegeler S.[1 3], Liemersdorf C.[1], Hellweg, C.E.[1]

[1] German Aerospace Center (DLR), Köln, Germany.
[2] PIEAS, Islamabad, Pakistan.
[3] UT Southwestern Medical Center, Dallas, TX, United States

Introduction: Exposure to space conditions during crewed long-term exploration missions can cause several health risks for astronauts. Space radiation, isolation and microgravity are major limiting factors. The role of astrocytes in cognitive disturbances by space radiation is unknown. Astrocytes' response towards low linear energy transfer (LET) X-rays and high-LET carbon (^{12}C) and iron (56Fe) ions was compared to reveal possible effects of space-relevant high-LET radiation.
Methods: Primary murine cortical astrocytes were irradiated with different doses of X-rays, ^{12}C and 56Fe ions at the heavy ion accelerator GSI. DNA damage and repair (γH2AX, 53BP1), cell proliferation (Ki-67), astrocytes' reactivity (GFAP) and NF-κB pathway activation (p65) were analyzed by immunofluorescence microscopy. Cell cycle progression was investigated by flow cytometry of DNA content. Gene expression changes after exposure to X-rays were investigated by mRNA-sequencing. RT-qPCR for the genes of interest was performed with X-rays- and heavy-ion-irradiated astrocytes: Cdkn1a, Cdkn2a, Gfap, Tnf, Il1β, Il6 and Tgfβ1. Levels of the pro-inflammatory cytokine IL-6 were determined using ELISA.
Results: Astrocytes showed distinct responses towards the three different radiation qualities. Induction of radiation-induced DNA double strand breaks (DSB) and the respective repair was dose-, LET- and time-dependent. Proliferation and cell cycle progression were not affected by radiation qualities examined in this study. Astrocytes expressed IL-6 and GFAP with constitutive NF-κB activity independent of radiation exposure. mRNA sequencing of X-irradiated astrocytes revealed downregulation of 66 genes involved in DNA damage response and repair, mitosis, proliferation and cell cycle regulation.
Conclusion: Primary murine astrocytes are DNA repair proficient irrespective of radiation quality. Only minor gene expression changes were observed after X-ray exposure and reactivity was not induced. Co-culture of astrocytes with microglial cells, brain organoids or organotypic brain slice culture experiments might reveal whether astrocytes show a more pronounced radiation response in more complex network architectures in the presence of other neuronal cell types.
Acknowledgement: We thank our liaison scientists at GSI, Insa Schröder and Denise Eckart, for their excellent technical assistance in preparation of and during the beamtimes. Ulrich Weber and Thomas Friedrich at GSI are acknowledged for their dedicated and precise irradiation of our samples at GSI. Our thanks also go to the beam operators at GSI for operating the accelerator during our experiments.

P 16

Einfluss der Umgebungstemperatur auf den Ruheenergieumsatz bei stoffwechselgesunden Frauen und Männern

Henkel S[1], Frings-Meuthen P[2], Diekmann C[1], Coenen M[3], Stoffel-Wagner B[4], Németh R[5], Pesta D[2], Egert S[1]

[1] IEL-Ernährungsphysiologie Universität Bonn, Bonn.
[2] Institut f. Luft- u. Raumfahrtmedizin DLR, Köln
[3] SZB UKB, Bonn
[4] Zentrallabor UKB, Bonn
[5] IMBIE UKB, Bonn.

Inhalt: Die Ermittlung des Ruheenergieumsatzes (Resting-Energy-Expenditure, REE) stellt die Basis zur Berechnung des täglichen Gesamtenergiebedarfes (Total-Energy-Expenditure, TEE) eines Individuums dar. Der REE macht mit ca. 50 – 70 % den größten Anteil am TEE aus und kann durch eine Atemgasanalyse nach dem Prinzip der indirekten Kalorimetrie, z.B. mittels Haubenkalorimetrie, ermittelt werden. Zu den Hauptdeterminanten des REE zählen primär der Anteil an fettfreier Körpermasse, sowie Lebensalter, Geschlecht und Gesamtkörpermasse. Ein weiterer Einflussfaktor ist die Körperkerntemperatur, welche zur Aufrechterhaltung der Körperfunktionen auf ca. 37°C reguliert wird. Sowohl die Regulationsmechanismen zur Wärmeproduktion als auch die Regulationsmechanismen zur Wärmeabgabe steigern den REE. Die derzeitige Studienlage gibt Hinweise auf Veränderungen im REE bei verschiedenen Temperaturexpositionen über einen längeren Zeitraum. Bisher ist jedoch ungeklärt, inwiefern sich die physiologischen Regulationsmechanismen zum Erhalt der Körperkerntemperatur bereits nach einer kurzen Temperaturexposition in Veränderungen des REEs widerspiegeln. In der vorliegenden Studie wurde im Rahmen eines kontrollierten Crossover-Designs mittels indirekter Kalorimetrie (Quark-RMR, COSMED Srl, Rom, Italien) über einen kurzen Zeitraum von 1 h der Einfluss der Umgebungstemperatur von 18°C (kühle Raumtemperatur), 22°C (Raumtemperatur), 28°C (entsprechend der thermoneutralen Zone der meisten Menschen) und 38°C (Hitze) auf VO2 und VCO2 und den daraus resultierenden REE untersucht. Der Untersuchungszeitraum setzte sich aus einer 30- minütigen Akklimatisierungsphase im Liegen und einer darauffolgenden 20-minütigen REE-Messung zusammen (Standardmessbedingungen). Die Interventionen wurden an vier aufeinander folgenden Tagen in randomisierter Reihenfolge durchgeführt. Neben dem REE wurden weitere Zielgrößen erhoben (z.B. Körperkern- und Körperschalentemperatur, Herzfrequenz, subjektives Temperaturempfinden). Basierend auf einer a priori Fallzahlkalkulation wurden insgesamt 32 Probanden (16 m, 16 w, Alter: 24,88 ± 3,02 Jahre, stoffwechselgesund) nach einer Screening-Untersuchung in die Studie eingeschlossen. Die Interventionsphase wurde im April 2023 erfolgreich abgeschlossen (kein Drop-out), die Datenauswertung ist im Gange und erste Ergebnisse können im Rahmen der wissenschaftlichen Jahrestagung der DGLRM e.V. im Oktober 2023 präsentiert werden (ClinitralTrials: NCT05505240).

P 17

Survival after ditching in motorized aircraft (1989-2022)

Schick VC[1], Boyd DD[2], Hippler C[1], Hinkelbein J[3]

[1] Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin der Universität zu Köln (AöR),
[2] University of Texas, Graduate School of Biomedical Sciences at Houston
[3] Universitätsklinik für Anästhesiologie, Intensiv- und Notfallmedizin, Johannes Wesling Klinikum Minden, Universitätsklinikum der Ruhr-Universität Bochum, Mühlenkreiskliniken (AöR)

Background: Although an unintended landing on water (referred to as ditching) of aircraft is a rare event, the potential for occupant injury/fatality increases partly due to adverse landing conditions (troughing/cresting waves) and limited egress time associated with the sinking aircraft leading to drowning. However, to date, few studies have addressed the subject. Herein, ditching events and post-ditching survival were investigated.
Material and Methods: Ditchings (1982-2022) in the United States were identified from the National Transportation Safety Board database. Occupant injury severity, aircraft type, pilot flight experience, flight conditions and number of occupants and flight crew members were extracted. Poisson distribution and non-parametric statistical tests was employed.
Results: A total of 96 ditchings were identified of which 77 had sufficient information to warrant their inclusion in the analysis. One or more occupants was/were fatally injured in 26 (34%) of the ditchings. Across all ditchings, 128 of 169 (76%) occupants survived ditching and were rescued. The fraction of passengers having a fatal outcome trended higher (p=0.08) than flight crew (passengers 29% vs. flight crew 19%, respectively). Importantly, the initial ditching event was survived by 95% of all occupants. However, thirty (19%) occupants died post-ditching by drowning, hypothermia or for undetermined reasons. Regarding the former cause of fatality, life jackets were under-utilized in 68% of all cases described.
Conclusions: Initial survival of the emergency ditching is high. However, external factors reduced overall survival to 76% in our study population. Better pre-flight planning, availability of flotation devices and briefing will help to avoid ditching and/or improve probability of survival after ditching.

P 18

Peripheral skin cooling during hyper-gravity: hemodynamic reactions

Kagelmann N[1], Janke D[1], Maggioni MA[1 2], Gunga HC[1], Riveros Rivera A[3], Genov M[1], Noppe A[4], Habazettl H[1], Bothe TL[1 5], Nordine M[6], Castiglioni P[7 8], Opatz O[1]

[1] Charité - Universitätsmedizin Berlin, Institute of Physiology, Center for Space Medicine and Extreme Environments, Berlin, Germany

Introduction: Orthostatic dysregulation occurs during exposure to an increased gravitational vector and is especially common upon re-entering standard Earth gravity (1 g) after an extended period in microgravity (0 g). External peripheral skin cooling (PSC) has recently been described as a potent countermeasure against orthostatic dysregulation during heat stress and in lower body negative pressure (LBNP) studies. We therefore hypothesized that PSC may also be an effective countermeasure during hyper-gravity exposure (+Gz).
Methods: To investigate this, we designed a randomized short-arm human centrifuge (SAHC) experiment ("Coolspin") to investigate whether PSC could act as a stabilizing factor in cardiovascular function during +Gz. Artificial gravity between +1 g and +4 g was generated by a SAHC. 18 healthy male volunteers completed two runs in the SAHC. PSC was applied during one of the two runs and the other run was conducted without cooling. Each run consisted of a 10-min baseline trial followed by a +Gz step protocol marked by increasing g-forces, with each step being 3min long. The following parameters were measured: blood pressure (BP), heart rate (HR), stroke volume (SV), total peripheral resistance (TPR), cardiac output (CO). Furthermore, a cumulative stress index for each subject was calculated.
Results: +Gz led to significant changes in primary as well as in secondary outcome parameters such as HR, SV, TPR, CO, and BP. However, none of the primary outcome parameters (HR, cumulative stress-index, BP) nor secondary outcome parameters (SV, TPR, CO) showed any significant differences—whether the subject was cooled or not cooled. Systolic BP did, however, tend to be higher amongst the PSC group.
Conclusion: In conclusion, PSC during +Gz did not confer any significant impact on hemodynamic activity or orthostatic stability during +Gz. This may be due to lower PSC responsiveness of the test subjects, or an insufficient level of body surface area used for cooling. Further investigations are warranted in order to comprehensively pinpoint the exact degree of PSC needed to serve as a useful countermeasure system during +Gz.

P 19

Counteracting neuronal alterations in Space and on Earth - Novel hydroxynorketamine derivatives are potent agents to enhance synaptic plasticity in vitro

Kalinski L. [1], Weber H. [2], [2]Drouvé N., Peter C. [1], Lichterfeld Y. [1], Hemmersbach R. [1], El Sheikh S. [2] and Liemersdorf C. [1]

1 German Aerospace Center, Institute of Aerospace Med., Cologne, Germany.
[2] Cologne University of Applied Sciences, Faculty of Applied Natural Sciences, Leverkusen

Space conditions have been shown to impact neuronal cells and especially synaptic activity. Loss of synaptic plasticity in the brain has been linked to aging- and depression-associated cognitive decline and neurodegeneration, thus providing a promising target for therapeutic

interventions. Ketamine, a drug applied for analgesia in emergency medicine and in treatment-resistant depression has been shown to rapidly induce synaptic plasticity. However, ketamine cannot be reasonably applied as a neuroprotective agent given its side-effect profile. Lately, hydroxynorketamine (HNK), a ketamine metabolite, has been attributed a similar stimulating effect on synaptic plasticity. Its weak affinity to NMDA (= N-methyl-D-aspartate) receptors leads to a reduction of the psychotropic side effects observed during ketamine treatment or misuse. Therefore, we aimed to verify the potential use of HNK-derivatives as preventative agents against loss of synaptic plasticity omitting psychotropic side-effects.
We applied ketamine, HNK and 19 different newly synthesized HNK derivatives at a broad range of concentrations and incubation durations to primary murine hippocampal neurons in vitro. These cells are ideal model systems to study synaptic plasticity as they develop fully functional and mature synaptic contacts within extensive networks. Evaluation of pre-synaptic density by VAMP2 immunostaining revealed that several candidate compounds enhance synapse formation in a concentration-dependent manner after incubation of 48h. Furthermore, elevated levels of the neurotrophic factor BDNF could be detected in treated cells. Preliminary experiments using Multielectrode Array (MEA) technology were carried out to assess effects on the functional electrophysiological activity of treated cells. Here, a stimulating effect was observed in neuronal cells treated with the compounds. Our study resulted in the identification of highly potent novel HNK derivative compounds, which effectively augment neuronal synaptogenesis in a concentration-dependent fashion. Thus, the beneficial effect on neuronal plasticity could pave the way for the development of new neuroprotective therapies in the future.

P 20

In vitro neuronal activity changes under altered gravity

Kalinski L[1], Striebel J[2], Sturm M[1], Lichterfeld Y[1], Drouvé N[3], Peters SL[3], Habibey R[2], Hauslage J[1], El Sheikh S[3], Busskamp V[2], Liemersdorf C[1]

[1] German Aerospace Center, Institute of Aerospace Medicine, Cologne, Germany
[2] University of Bonn, Dep. of Ophthalmology, Bonn, Germany
[3] Department of Applied Sciences, Cologne University of Applied Sciences, Leverkusen, Germany

During spaceflight, humans experience a variety of physiological changes due to deviations from accustomed Earth conditions. Specifically, the lack of gravity is responsible for many effects observed in returning astronauts. These impairments can include structural as well as functional changes of the brain and a decline in cognitive performance. However, the underlying physiological mechanisms remain elusive. Alterations in neuronal activity play a central role in neurological disorders and altered neuronal transmission may disturb human cognitive function and thus diminish performance in space. Accordingly, understanding the influence of altered gravity on neuronal activity on the cellular and network level is of high relevance. Neuronal cells are known to be sensitive to influences of altered gravity. By using multi-electrode array (MEA) technology, we advanced electrophysiological investigations covering single-cell to network level responses during exposure to decreased (micro-) or increased (hyper-) gravity conditions.
Integration of the MEA device into a custom-built environmental chamber allowed us to conduct experiments on various large gravity research platforms including the DLR human centrifuge, the ZARM drop tower and the MAPHEUS sounding rocket. Here, the spontaneous activity of in vitro human induced pluripotent stem cell (hiPSC)-derived neural networks was recorded in real time. Our data demonstrate that alterations in gravity levels trigger changes in neuronal activity. Hypergravity exposure led to an initial reduction in spiking frequency which was compensated within a minute time range. Upon onset of microgravity, the mean action potential frequency across the neural networks was significantly enhanced and further compensated even below 1g baseline values after less than one minute. Furthermore, neuronal networks especially reacted to acute changes in mechanical loading (hypergravity) or unloading (microgravity).
The current study clearly shows the gravity-dependent response of neuronal networks endorsing the importance of further investigations of neuronal activity and its adaptive responses to micro- and hypergravity including transition phases.

P 21

Schlafeffizienz unter langfristiger normobarer Hypoxie

Klett N[1], Tank J[1], Limper U[1,3], Hönemann J[2], Aeschbach D[1], Elmenhorst E[1], Mühl C[1]

[1] DLR, Köln
[2] Uniklinik Köln, Deutschland
[3] Universität Witten/Herdecke, Köln, Deutschland.

Hintergrund: Langfristige hypobare Hypoxie wird von sinkender Schlafqualität und Gesamtschlafzeit, sowie einer veränderten Schlafarchitektur (verringerter REM- und Slow-Wave-Schlaf) begleitet (Anholm et al., 1992; Lemos et al., 2012; Mizuno et al., 1993). Die Effekte von langfristiger normobarer Hypoxie auf den Schlaf sind weniger gut erforscht.
Ziel. Das Ziel der vorliegenden Studie ist es, den Einfluss langfristiger normobarer Hypoxie (30 Tage) auf die Schlafeffizienz und die Gesamtschlafdauer bei Personen mit koronarer Herzkrankheit zu untersuchen. Außerdem soll der Einfluss physiologischer Parameter (nächtliche Sauerstoffsättigung, Herzschlagrate und Atemfrequenz) auf die Schlafeffizienz untersucht werden.
Methoden. Drei männliche Teilnehmer (Alter von 56 bis 64 Jahre) mit koronarer Herzkrankheit und eine 61-jäh-

rige Kontrollperson, wurden untersucht. Nach einer 3-tägigen Baseline-Erhebung und einer 10-tägigen Akklimatisierung in den Alpen, verbrachten sie 30 Tage und Nächte bei bis zu 9.5% Sauerstoff im :envihab (DLR, Köln). Schlafparameter der Baseline- und Laborphase wurden mittels Aktimetrie (Phillips Actiwatch Spectrum Plus, Actiware 6) und Fragebögen erfasst.
Ergebnisse. Lineare gemischte Modelle mit Random Intercepts für die Teilnehmer wurden zur Datenanalyse verwendet. Die Schlafeffizienz nahm unter Hypoxie signifikant ab ($p < .001$) ($M = 76{,}76$, $SD = 16{,}86$) im Vergleich zur Baseline ($M = 88{,}76$, $SD = 10{,}77$). Die Gesamtschlafdauer änderte sich unter Hypoxie nicht signifikant ($M = 6{,}80$, $SD = 1{,}55$) im Vergleich zur Baseline ($M = 6{,}92$, $SD = 0{,}97$). Die verbrachte Gesamtzeit im Bett stieg signifikant ($p < .001$) unter Hypoxie ($M = 8{,}95$, $SD = 0{,}95$) im Vergleich zur Baseline ($M = 7{,}88$, $SD = 1{,}25$). Herzinfarkthistorie ($M = 81{,}77$, $SD = 13{,}81$) hatte keinen Einfluss auf die Schlafeffizienz im Vergleich zur Kontrollgruppe ($M = 69{,}61$, $SD = 20{,}54$). Weder Herzfrequenz, SpO2T noch Atemfrequenz sind gültige Prädiktoren für Schlafeffizienz. Die objektive Schlafeffizienz ist ein gültiger Prädiktor für die subjektive Schlafqualität ($p < .05$).
Schlussfolgerung. Diese Studie hat gezeigt, dass normobare Hypoxie die Schlafeffizienz bei Männern im mittleren Alter signifikant senkt. Grund für die verminderte Schlafeffizienz ist eine höhere Zeit im Bett bei gleichbleibender Gesamtschlafzeit. Des Weiteren scheint eine koronare Herzkrankheit keinen Einfluss auf die Schlafeffizienz zu haben. Obwohl mehrere physiologische Parameter, wie Herzfrequenz, nächtliche Sauerstoffsättigung und Atemfrequenz untersucht wurden, zeigte keine der Variablen einen signifikanten Einfluss auf die Schlafeffizienz. Weitere Studien müssen durchgeführt werden, um das Verständnis der Auswirkungen von Hypoxie auf Schlafparameter zu vertiefen.

P22

MEDICAL SCIENCE meets aircraft OXYGEN equipment development

Kliem P.[1]

[1] Airbus Operations GmbH

Anthropometry, Psychology and Physiology are disciplines which are consulted to develop and certify aircraft oxygen equipment for commercial aviation. The poster shows the field of interaction and calls for collaboration between Medicine and Engineering on further research and development projects.

P 23

DNA double strand break repair in peripheral blood mononuclear cells from participants of head-down tilt bedrest studies

Konda B. [1], *Ishizuka M.*, *Nisar H.* [1,2], *Kronenberg J.* [1], *Schmitz C.* [1], *Mulder E.* [1], *Bohmeier M.* [1], *Schrage I.* [1], *Huth E.*[1], *Jordan J.* [1], *Hellweg C.E.* [1]

[1] German Aerospace Center (DLR), Cologne, Germany
[2] Department of Medical Sciences, Pakistan Institute of Engineering and Applied Sciences (PIEAS), Islamabad

Introduction: Major limiting factors in human spaceflight are deleterious effects of reduced gravity and of space radiation exposure on health and performance. Radiation-induced cellular DNA damage, if not repaired or not correctly repaired, increases the risk of cancer and degenerative diseases. Likewise, reduced gravity may lead to musculoskeletal and cardiovascular deconditioning without appropriate countermeasures. We hypothesize that deconditioning could possibly hinder the recovery of cells from radiation damage. We aimed to develop a terrestrial ex vivo model to investigate cellular DNA repair while simulating microgravity effects using head-down-tilt (HDT) bedrest during the Spaceflight-Associated Neuro-Ocular Syndrome Countermeasures (SANS-CM) studies.
Methods: The SANS CM campaigns comprised three experimental phases: 1) a 14-days baseline data collection (BDC) phase (BDC-14 through BDC-1); 2) 30 days of 6° HDT bedrest phase (HDT1 through HDT30); and 3) a 14-days recovery (R+) phase (R+0 through R+13). Twelve participants were enrolled in each campaign. Blood samples were obtained from the subjects 14 days before the bedrest (BDC-14), 10 and 28 days into head-down-tilt bedrest (HDT-10 and HDT-28) and after 10 days of recovery (R+10). Peripheral blood mononuclear cells (PBMC) were isolated by density gradient centrifugation using Greiner LeucosepTM tubes. We studied the ex vivo induction and repair of DNA double strand breaks, for which the cells were exposed to 1 and 4 Gy of X-rays and harvested after 0.5, 1, 2, 4 and 24 h after irradiation. DNA double strand breaks were detected via immunofluorescence staining of gamma-H2AX that was quantified using flow cytometry.
Results: The results for gamma-H2AX fluorescence intensity and the percentage of cells with unrepaired DNA reached a peak value after 2 h of X-rays irradiation and was greatly reduced after 24 h. For all blood collection time-points during the study, BDC-14, HDT-10, HDT-28 and R+10, the gamma-H2AX fluorescence intensity did not differ significantly. Furthermore, there was no significant interpersonal variance of DNA double strand break repair capacity.
Conclusion: DNA double strand break repair activity in PBMC remained unaffected by one month of HDT bedrest, suggesting that the physical deconditioning does not modulate DNA repair capacity.
Acknowledgement: The study was funded by the National Aeronautics and Space Administration (NASA) and the German Aerospace Center, and performed at the :envihab research facility of the DLR Institute of Aerospace Medicine. The authors wish to gratefully acknowledge

the bedrest participants who volunteered their time, without whom this project would not have been possible. We also thank the SANS-CM study staffs for their dedicated work and tireless effort.

P 24
Testing antimicrobial surfaces for spaceflight applications and clinical use

Krämer C[1,2], Siems K[2], Arndt F[2,3], Ly Y[2], Müller D[4], Ahmed A[4], Boschert AL[3], Walker S[3], Mücklich F[4], Moeller R[1,2]

[1] University of Applied Sciences Bonn-Rhein-Sieg, Germany
[2] German Aerospace Centre, Germany
[3] University Hospital Cologne, Germany
[4] University of Saarland, Germany

Inhalt: Built and enclosed environments provide ideal conditions for studying microbial adaptations to defined indoor environments. Humans contribute a majority of the microbial population of enclosed environments and microorganisms are impossible to eliminate from indoor inhabited environments. This applies for spaceflight missions during which the crew lives in indoor conditions with often harsh outside conditions as well as for clinical settings, with patients being especially vulnerable to their environment. Among the omnipresent microorganisms are also opportunistic pathogens, which may cause infections in astronauts and patients alike. In the latter group intensive care patients are especially prone to opportunistic infections. With the ever-increasing antimicrobial resistance of microorganisms posing one of the top ten global public health threats, the need for alternative approaches to tackle this problem is essential. Hence, consideration and evaluation of microbial dispersal, growth, and adaptation during long term missions to prevent contaminations throughout the respective enclosed environment and its potential health impacts is crucial.
To evaluate antimicrobial properties and application potential of antimicrobial surfaces for spaceflight purposes and use in clinical settings, surface- microorganism interactions have to be tested in multiple ways: First of all, the surfaces need to be tested under standardized conditions with model organisms in the laboratory to define antimicrobial properties as well as learning more about the mode of action. This is being done using contact killing experiments as well as further going analyses such as proteomics and transcriptomics. Additionally, the surfaces are tested in direct application by frequent touching. This is in the objective of several studies: In the project "Touching Surfaces" novel antimicrobial surfaces are tested application-based under real space conditions on the International Space Station as well as in schools and in clinical settings. Additionally, surfaces are tested in spaceflight analogue habitats such as the Concordia station in Antarctica in the project ConTACTS. For application- based analysis, the microbial community on the surfaces is analyzed using culture-dependent and culture-independent strategies such as next generation sequencing.
Evaluation of innovative materials allows finetuning of antimicrobial properties for small niches or wide application use, which then can be applied in various settings including closed habitats such as spaceflight or health care settings. Using application-based strategies for testing antimicrobial surfaces will help gaining deeper understanding of underlying interactions of surface and microorganisms and possible impacts for usage of the respective surfaces.

P 25
Mikrobielle Diversität in deutschen Nahverkehrszügen

Leuko S[1], Ehrentraut D[1], Pavletic B[1], Li Y[1], Möller R[1,2]

[1] Abteilung für Strahlenbiologie, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin (DLR), Köln, Deutschland
[2] Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Rheinbach, Deutschland

Einleitung und Fragestellung: Durch die COVID-19 Pandemie wurde verdeutlicht, dass Infektionskrankheiten durch Viren oder Mikroben einen sehr starken Einfluss auf das öffentliche Leben nehmen. Um besser zu verstehen, wie diese Erreger sich verbreiten, ist es unerlässlich, regelmäßige Messkampagnen durchzuführen, um die mikrobielle Diversität in verschiedenen öffentlichen Verkehrsmitteln zu bestimmen. Im Rahmen dieser Arbeit, wurde und wird die mikrobielle Diversität und Verbreitung in verschiedenen Bereichen der Fahrgastkabine am Beispiel eines Nahverkehrszuges in NRW untersucht. Hierfür wurden Oberflächenabstriche an 10 verschiedenen Orten der Fahrgastkabine genommen und analysiert.
Methodik: Seit Januar 2023 werden im Abstand von 2 Monaten Probennahmen an 10 verschiedenen Stellen in einem Nahverkehrszug in NRW durchgeführt und erfolgte in Form von klassischen mikrobiologischen Abstrichen. Von diesen Swabs wurde die DNA isoliert und mit Hilfe der MiSeq Technologie sequenziert und analysiert. Um metabolisch aktive Keime nachweisen zu können, wurden an 5 verschiedenen Orten weitere Swabs genommen, um von diesen RNA zu isolieren. Mit dieser Methodik lassen sich aktive von inaktiven Mikroben unterscheiden.
Ergebnisse: Erste Ergebnisse zeigen eine Vielzahl an human-assoziierten Mikroben, die im normalen Mikrobiom des Menschen vorkommen. Häufig gefundene Mikroben waren z.B. Staphylococcen und Corynebacterium sowie Propionibacterium. Generell ist eine hohe Diversität an Mikroben zu beobachten und auch die Verteilung innerhalb des Fahrgastbereiches variiert.
Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass die mikrobielle Diversität in Nahverkehrszügen zwar hoch ist, jedoch die Verbreitung von potentiell human-pathogenen Erregern gering ist. Weitere Probennahmen und Analysen werden es uns erlauben, Rückschlüsse und mögliche Vorhersagen zukünftiger Pandemien durchzuführen.

P 26

Experimentelle Evaluierung eines Luftvorhangs für die reduzierte mikrobielle Last in Fahrgasträumen getestet anhand einer simulierten mikrobiellen Gemeinschaft

Yen Ly[1], Andreas Kohl[2], Daniel Schmeling[2], Ralf Möller[1]

[1] DLR, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Köln
[2] DLR, Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik, Göttingen

Während der COVID-19 Pandemie war die Nachfrage nach Maßnahmen gegen Viren im öffentlichen Verkehr sehr hoch. Fahrgastzahlen sanken stark, öffentliche Verkehrsmittel galten als Übertragungsmedium von Krankheiten, besonders wegen der engen Innenräume gekoppelt mit einer hohen Auslastung. Sowohl Kontaktoberflächen (z.B. Haltestangen), als auch die Raumluft können in Fahrgasträumen als Vehikel zur Übertragung von Erregern dienen. Um die generelle Keimlast zu reduzieren, sind passende Gegenmaßnahmen nötig. Mit Hilfe einer simulierten mikrobiellen Gemeinschaft, dessen Zusammensetzung auf der tatsächlichen mikrobiellen Komposition innerhalb einer Fahrgastkabine basiert, werden bereits bestehende und innovative Gegenmaßnahmen getestet. Die mikrobielle Gemeinschaft setzt sich aus neun bakteriellen Spezies zusammen, deren Genera am häufigsten in Studien zum Mikrobiom des öffentlichen Verkehrs und in Flugzeugkabinen gefunden wurden. Einige der zu testenden Gegenmaßnahmen werden in Kooperation mit weiteren DLR-Instituten im Rahmen der DLR-Graduiertenschule „Gandalf" durchgeführt, welche an Pandemiethemen im Bereich Fahrgastraum arbeitet. Eine der Gegenmaßnahmen ist ein Luftvorhang. Die Wirkung dieses Belüftungskonzepts soll gegen die Ausbreitung von Bioaerosolen mit Hilfe der simulierten mikrobiellen Gemeinschaft evaluiert werden. Der Luftvorhang bewirkt eine kontrollierte Luftströmung und eine Barriere gegen Aerosolpartikel und soll damit die Verbreitung von Krankheitserregern in Fahrgastkabinen reduzieren. Mit Hilfe von Partikelmessungen und mikrobiellen Probennahmen, werden die Partikelverteilung innerhalb eines generischen Messraumes und die gezielte Detektion der Mikroorganismen aus der mikrobiellen Gemeinschaft auf molekularbiologischer Basis mit und ohne Luftvorhang durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Arbeiten sind die Basis für die Evaluierung, ob Luftvorhänge für den Einsatz in Fahrgasträumen für eine geringere Krankheitsübertragung geeignet sind. Darüber hinaus wird getestet, wie die Evaluierung des Luftvorhangs mit Hilfe der simulierten mikrobiellen Gemeinschaft optimiert werden kann.

P 27

Bewusstsein und Bekämpfung pandemischer Gefahren

Yen-Tran Ly[1], Franca Arndt[1], Bruno Pavletic[1], Florian Webner[2], Andreas Kohl[2], Henrik Grübbel[3], Julian Soltau[4], Iman Talai [5], Mohamed Diaoulé Diallo[1]

[1] DLR, Köln
[2] DLR, Göttingen
[3] DLR, Stuttgart
[4] DLR, Lampoldshausen
[5] DLR, Hamburg

Während der COVID-19-Pandemie ist die Zahl der Fahrgäste in öffentlichen Verkehrsmitteln erheblich zurückgegangen. Die Mission der DLR Graduierten Schule "GANDALF" ist, den öffentlichen Verkehr gegen pandemische Gefahren zu sichern, indem Methoden zur Reduzierung der Keimlast in öffentlichen Verkehrsmitteln entwickelt und anhand von mikrobiellen Modellorganismen und einer mikrobiellen Gemeinschaft zu getestet werden. Unsere Stärke liegt in der interdisziplinären Zusammenarbeit von neun Promovierenden aus jeweils verschiedenen DLR-Instituten, die jeweils einen eigenen Forschungsschwerpunkt und eine eigene Expertise haben, um die Herausforderungen von zukünftigen Pandemien anzugehen.

P 28

Betreuung einer Tibet-PKW-Reise über die Nationalstr. 219 nach Tibet mit Höhen bis 5500m.

Marczinkowski H[1], Gunga HC[2]

[1] Hausarzt auf Föhr
[2] phys. Inst. der Charite /Berlin

Welche extremen Welten sind auf der Erde möglich?

P 29

Verletzungen in modernen kriegerischen Auseinandersetzungen - Was erwartet den zu Evakuierung verantwortlichen Fliegerarzt?

Mendler F[1], PippigT [1]

[1] Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe, Dezernat für Orthopädie und Anthropometrie, Köln

Einleitung: Die medizinische Erstversorgung und Evakuierung von Verwundeten Soldaten und Zivilisten aus einem Konfliktgebiet im Rahmen moderner kriegerischer Auseinandersetzungen sind eine große personelle und logistische Herausforderung. Welche Verletzungsentitäten sind in Masse zu erwarten gerade in Hinblick auf den militärisch-flugmedizinischen Evakuierung?
Material und Methoden: Im Rahmen einer systematischen Literaturrecherche wurde untersucht welche Ver-

letzungen und welches Outcome sich in den unterschiedlichen Konflikten seit dem 1. Weltkrieg fanden.
Ergebnisse: In Tabellen werden die Mortalität, Verletzungsraten, die prozentualen Anteile der Verletzungsentitäten und Outcome ausgewertet und graphisch aufbereitet.
Schlussfolgerung: In modernen kriegerischen Konflikten sind die vorherrschenden Verletzungsentitäten Brand-, Extremitäten- und Kopfverletzungen. Zusätzlich findet sich eine Verringerung der Mortalität bei verbesserten Outcome nach initial überlebter Verwundung.
Diskussion: Es spielen viele Faktoren wie eine professionalisierte Erstversorgung vor Ort als auch eine schnelle Zuführung zur chirurgischen Erstversorgung, als auch eine kürzere Evakuierungszeit durch Etablierung von Rettungsketten eine wesentliche Rolle. Weiter Faktoren sind eine verbesserte persönliche Schutzausrüstung und gepanzerte Fahrzeuge, jedoch spielt die Verschiebung von weit umgreifenden Feldschlachten hin zu Gefechten in engen urbanen Gebieten ebenfalls eine Rolle.

zurückgezogen

P 30

Veränderungen des circadianen Rhythmus während eines Langzeitaufenthalts auf der Antarktisstation Concordia - Projekt CardiCorTEx

Mendt S[1], Gunga H-C[1], Steinach M[1], Maggioni MA[1,2]

[1] Charité – Universitätsmedizin Berlin, DEU
[2] Università degli Studi di Milano, ITA

Einleitung: Langzeitaufenthalte in der Antarktis werden durch ihre extremen Umwelt- und Lebensbedingungen zur Simulation von Weltraummissionen in vielfältiger Weise herangezogen. So können während einer Überwinterung in der Antarktis z.B. die Auswirkungen von Isolation und Beengtheit oder langer Dunkelphasen auf den menschlichen Körper studiert werden. Letzteres führt bekanntlich zu einer Änderung des natürlichen Tag-Nacht-Rhythmus.
Fragestellung: Deshalb ist das Ziel der vorliegenden Studie, zum einen zu klären, wie unter den extremen Umwelt- und Lebensbedingungen der circadiane Rhythmus der Besatzungsmitglieder auf der Antarktisstation Concordia beeinflusst wird. Da sich diese Station in 3200 m ü.NN befindet, soll zum anderen untersucht werden, wie sich ein Langzeitaufenthalt in dieser Höhe auf das Herz-Kreislaufsystem auswirkt.
Methode: Studienteilnehmer verbringen fast ein Jahr auf der italienisch-französischen Antarktisstation Concordia in 3200 m ü.NN (hypobare Hypoxie). Aufgrund der besonderen geologischen Lage treten in den dortigen Wintermonaten sogenannte Polarnächte (Tage ohne Sonnenaufgang) und in den Sommermonaten Polartage (Tage ohne Sonnenuntergang) auf. Während dieses Aufenthaltes werden u.a. die täglichen Aktivitäts- und Ruhephasen sowie die Anzahl der zurückgelegten Schritte mittels Aktimetrie erfasst. Außerdem werden die tagesrhythmische Veränderung der Körperkerntemperatur (KKT), die Herzfrequenz und die Sauerstoffsättigung aufgezeichnet.
Ergebnisse: Aus der noch laufenden Studie (Ende 2023) werden die ersten Beobachtungen aus Daten von n = 10 männlichen Besatzungsmitgliedern vorgestellt. Die Anzahl der täglich zurückgelegten Schritte ist in den Polarnächten am geringsten und scheint mit zunehmendem Anteil an Sonnenlicht pro Tag zu steigen. Ähnliche Veränderungen konnten auch zu den Aufwachzeiten gemacht werden. Mit abnehmendem Sonnenlicht pro Tag scheinen die Besatzungsmitglieder immer später aufzustehen. Letzteres deckt sich mit der Beobachtung über den Zeitpunkt des KKT-Rhythmus-Minimums. In den Polarnächten ist dieser etwa 1 Stunde später als an Polartagen.
Schlussfolgerung: Die Daten der KKT und Aktimetrie deuten unabhängig voneinander daraufhin, dass sich der circadiane Rhythmus und damit auch das Verhalten der Besatzungsmitglieder während eines mehrmonatigen Aufenthalts in der Antarktis verändert. Diese Veränderungen könnten unter Umständen die Leistungsfähigkeit eines Teams beeinträchtigen. Aus diesem Blickwinkel betrachtet, geben solche Studien auch wichtige Hinweise für Langzeitmissionen im All und die Entwicklung entsprechender Gegenmaßnahmen (countermeasures).

P 31

Closed Loop Medical Countermeasures für Mond, Mars und interplanetare Reisen

Opatz, O. [1], Bothe, T[1]., Kagelmann, N.[1], Selvanathan, I.[1], Bruckstein, R.[1], Gunga, HC.[1]

[1] Charité Universitätsmedizin Berlin, Zentrum Für Weltraummedizin Berlin

Einleitung:
- Einführung in das Thema der medizinischen Herausforderungen und Risiken, denen Astronauten bei Mond-, Mars- und interplanetaren Reisen ausgesetzt sind.
- Betonung der Bedeutung von geschlossenen Kreisläufen (Closed Loops) im medizinischen Bereich für die Gesundheit und das Wohlbefinden der Raumfahrer.

Abschnitt 1: Gesundheitsrisiken im Weltraumumfeld
- Erklärung der spezifischen gesundheitlichen Auswirkungen des Weltraumumfelds auf Astronauten, wie z. B. Muskel- und Knochenabbau, Kreislaufprobleme, Immunschwäche und Strahlenexposition.
- Identifizierung der Herausforderungen bei der medizinischen Versorgung in entfernten Umgebungen mit begrenzten Ressourcen und begrenztem Zugang zu medizinischem Fachpersonal.

Abschnitt 2: Closed Loop Medical Countermeasures
- Definition von Closed Loop Medical Countermeasures und deren Zweck.
- Vorstellung der verschiedenen Aspekte geschlossener medizinischer Kreisläufe, wie Diagnostik, Behandlung, Prävention und Überwachung.
- Betonung der Vorteile von Closed Loop Medical Countermeasures, wie kontinuierliche medizinische Versorgung, Ressourcenschonung und Reduzierung von Abhängigkeiten von der Erde.

Abschnitt 3: Anwendungsbereiche geschlossener medizinischer Kreisläufe

- Diskussion spezifischer Anwendungsbereiche von Closed Loop Medical Countermeasures für Mond- und Marsmissionen sowie interplanetare Reisen.
- Vorstellung von Technologien und Systemen, die in geschlossenen Kreisläufen eingesetzt werden können, wie z. B. telemedizinische Lösungen, intelligente Sensoren zur Überwachung von Vitalparametern und medizinische 3D-Drucktechnologien.

Abschnitt 4: Herausforderungen und Lösungen
- Erörterung der Herausforderungen bei der Implementierung von Closed Loop Medical Countermeasures, wie begrenzte Ressourcen, begrenzter Platz und die Notwendigkeit autonomer medizinischer Systeme.
- Vorstellung von Lösungsansätzen und Technologien, um diese Herausforderungen zu bewältigen, z. B. KI-gestützte Diagnose- und Behandlungssysteme, Miniaturisierung von medizinischen Geräten und medizinische Ausbildung der Astronauten.

Schlussfolgerung:
- Zusammenfassung der wichtigsten Punkte des Vortrags.
- Betonung der Bedeutung von Closed Loop Medical Countermeasures für die Gesundheit und Sicherheit von Astronauten bei Mond-, Mars- und interplanetaren Reisen.
- Ausblick auf die zukünftige Entwicklung und Implementierung fortschrittlicher geschlossener medizinischer Kreisläufe in der Raumfahrt, um die medizinische Versorgung und das Wohlbefinden der Raumfahrer zu verbessern.

P 32

Peripheral blood mononuclear cell bioenergetics as a potential marker for systemic mitochondrial

Büscher F-M[1], Schrage I[1], Bohmeier M[1], Kaiser-Stolz C[1], Kramme J[1,2], Rittweger J[1], Pesta D[1,2,3]

[1] German Aerospace Center, Cologne, Germany.
[2] Center for Endocrinology, Diabetes and Preventive Medicine
[3] CECAD, Cologne, Germany

Introduction: Maintenance of crew health during long duration and exploration spaceflights is vital for mission success. Yet, these missions compromise health and induce pleiotropic challenges and physiological deconditioning with alterations of mitochondrial function in different tissues being key to these detrimental health effects. In several ways, astronauts' conditions mimic that of type 2 diabetes upon return to Earth.
Scientific problem: Assessment of mitochondrial function in skeletal muscle tissue, however, requires invasive muscle biopsies to obtain viable tissue for functional mitochondrial analysis. Whether or not blood cell-based bioenergetics potentially reflects systemic mitochondrial function remains to be established. Here, we characterized respiratory capacity of skeletal muscle mitochondria and peripheral blood mononuclear cells (PBMCs) from patients with type 2 diabetes and assessed whether the latter reflect muscle mitochondrial respirometric measures.
Methods: For that purpose, 20 patients with type 2 diabetes (30% female, 57±9 years, BMI 28±4 kg/m2) participated in this study. We obtained muscle biopsies from the M. vastus lateralis and venous blood samples to isolate PBMCs. High-resolution respirometry was performed in duplicate to assess mitochondrial respiration from permeabilized muscle fibers and PBMCs using an established SUIT-protocol.
Results: Combined NADH-linked (N) electron transfer and succinate-linked (S) OXPHOS capacity was 59.4±13.0 pmol/(s*mg) for muscle and 16.6±5.3 pmol/(s*106 cells) for PBMCs. NS-OXPHOS capacity was not different between females and males for muscle (66.5±9.5 vs 56.3±13.0 pmol/(s*mg), p=0.10) or PBMCs (19.5±5.3 vs 15.3±5.0 pmol/(s*106), p=0.10), respectively. While PBMC mitochondrial function was not correlated with skeletal muscle respiratory function across several respiratory states (all p>0.05), muscle NS-OXPHOS capacity correlated negatively with diabetes disease duration (r=-0.50, p=0.02).
Discussion: These results suggest that there are no sex-specific differences with regard to muscle and PBMC mitochondrial function in individuals with type 2 diabetes. While bioenergetic phenotypes in PBMCs do not reflect muscle mitochondrial function in this cohort, diabetes disease duration negatively associates with muscle mitochondrial function.

P 33

Der Einfluss verschiedener Gravitationsbedingungen auf die manuelle Steuerung eines Raumfahrzeugs in einer Simulationsumgebung

Piechowski S[1], Gauger P[1], Thiemann M[1], Aeschbach D[1], Mühl C[1]

[1] Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Köln

Mikrogravitation kann die kognitive Leistungsfähigkeit und räumliche Orientierung beeinflussen, ebenso wie die Präzision motorischer Abläufe, die auf der Basis von Kraftvektoren und vestibulären Signalen in 1g erlernt wurden. Es ist nach wie vor umstritten, ob berichtete Einbußen in der kognitiven Leistungsfähigkeit im Weltraum auf die Mikrogravitation selbst oder auf unspezifische Stressfaktoren wie Arbeitslast und Schlafmangel zurückzuführen sind. Experimentelle Evidenz über den Einfluss von Mikrogravitation auf komplexe operationelle Aufgaben, die motorische wie kognitive Anforderungen umfassen, sind besonders rar. In dieser Studie wurde daher der Einfluss unterschiedlicher Gravitationsbedingungen während eines Parabelflugs auf die Leistung bei der manuellen Steuerung eines simulierten Raumfahrzeugs untersucht – einer sicherheitsrelevanten operationellen Aufgabe.
Insgesamt 27 zuvor in der 6df Simulation trainierte ProbandInnen (7 Frauen und 20 Männer, 18-61 Jahre alt, 33,33% mit vorheriger Parabelflugerfahrung) führten während eines Parabelflugs manuelle Kontrollaufgaben mit sechs Freiheitsgraden in drei verschiedenen Schwierigkeitsstufen durch. Das Raumfahrzeug sollte hierbei in

einer festgelegten Distanz relativ zu einer rotierenden Raumstation ausgerichtet werden. Jede der 15 Aufgaben umfasste 80 Sekunden und jeweils eine 0g-, 1g- und 1,8g-Phase einer Parabel. Diese drei Gravitationsbedingungen wurden mittels linearer gemischter Modelle und anschließender Wilcoxon-Tests bezüglich der Präzision der manuellen Ausrichtung des Raumfahrzeugs verglichen. Zusätzlich wurden die Effekte des Schwierigkeitsgrades der Aufgabe und der vorherigen Erfahrung mit Parabelflügen untersucht. Die Präzision der manuellen Kontrolle von sechs Freiheitsgraden war in Phasen der Mikrogravitation signifikant beeinträchtigt, während sich die Leistung zwischen normaler Schwerkraft und Hypergravitation nicht unterschied. Die Leistung variierte je nach Schwierigkeitsgrad der Aufgabe, es gab jedoch keine Interaktion zwischen Gravitationsphase und Schwierigkeitsgrad. Vorherige Erfahrungen mit Parabelflügen hatten keinen Einfluss auf die Leistung in der 6df Simulation. Der beobachtete Leistungsabfall in Mikrogravitation, jedoch nicht in Hypergravitation, weist auf Schwierigkeiten bei der räumlichen Orientierung aufgrund vestibulärer Konflikte hin, im Gegensatz zu einem Effekt der bloßen Änderung der Kraftvektoren. Selbst bei einfachen Aufgaben konnten die ProbandInnen die Auswirkungen der Mikrogravitation nicht kompensieren. Diese Ergebnisse waren unabhängig von vorheriger Erfahrung mit Parabelflügen, was darauf hindeutet, dass Neuheit oder erhöhter Stress durch den Flug nicht die primäre Ursache dieser Leistungsbeeinträchtigung darstellen.

P 34

Horizontal gene transfer in space - a potential thread for astronauts?

Piepjohn J [1/2], Beblo-Vranesevic K [1], van Houdt R [3], Rettberg P [1]

[1] German Aerospace Centre (DLR), Cologne, Germany
[2] SW University of Applied Science, Iserlohn, Germany
[3] Belgian Nuclear Research Centre (SCK CEN), Mol, Belgium

Horizontal gene transfer (HGT) enables microorganisms to transmit genetic information to neighboring cells. On Earth, different mechanisms are known including conjugation which permits bacteria to rapidly adapt to environmental conditions, for example by conveying antibiotic resistances. This advantageous ability poses a huge threat to humans on Earth as well as in space as multiresistant strains are on the rise and only few new antibiotics are being discovered. In regard to long-term space missions, the issue of microorganisms developing antibiotic resistances compromises the health of astronauts as they can only rely on limited medical support. Even though, the driving force of emerging antibiotic resistances by bacterial conjugation, has been studied on Earth, but it has not been studied extensively in space.
The experiment Bacterial Conjugation in Space is a microscope experiment that will utilize the Live Cell Imaging facility FLUMIAS on board the International Space Station which was developed by the German Space Agency. The experiment aims to shed light on bacterial conjugation in microgravity compared to Earth gravity by microscopic fluorescence observation. The results of these experiments are of high importance to ensure the safety and health of astronauts during future long-term missions.
However, the heavy technical and experiment constrains imposed by space conditions require a meticulous planning and procedure development to guarantee a campaign with significant results. The presented study was designed to determine the optimal experiment parameters to track the conjugation. The model organism E. coli will carry different plasmids, each encoding a different fluorescent protein, to visualize the transconjugants, hence the conjugation. It was shown that within the set constrains it is possible to observe bacterial growth and fluorescence, as well as that within the defined field of view (350µm x 400µm) and available objectives of FLUMIAS it is possible to observe a sufficient cell number. With an average of 7500 cells per field of view and an expected conjugation rate up to 4.1% it will be possible to visualize 200 transconjugants in an adequate resolution. It was shown that the experiment will work within the borders of the set constrains. Furthermore, it was tested which growth conditions are advantageous for biofilm formation and how different circumstances, such as donor or recipient in biofilm, and simulated µ-gravity can influence the conjugation rate, and how storage conditions influence the stability of the plasmid.
The presented study delivers a proof of concept for the setup within the set of constrains. Moreover, it is the precursor to ensure that health and medical supply for astronauts on long term space missions can be assured.

P 35

Entwicklung einer Methodik zur Untersuchung der Ausfallrate von aktiven implantierten Medizingeräten auf Reiseflughöhen

Plettenberg M [1/2], Meier MM [1], Schennetten K [1], Zaunick HG [2], Brinkmann KT [2]

[1] DLR - Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Köln
[2] Justus-Liebig-Universität, Gießen

Einleitung: In unserer immer älter werdenden Gesellschaft wächst die Anzahl der Menschen mit aktiven implantierten Medizingeräten (AIMD) wie Herzschrittmachern und Defibrillatoren. Im Zusammenhang mit der Strahlenexposition durch kosmische Strahlung auf Flugreisen gibt es klinische Berichte über Fehlfunktionen der AIMD. Dazu gehören veränderte Stimulationsparameter, die zu einer Verschlechterung der Symptomatik der Betroffenen bis hin zum Ausfall und Austausch der Geräte führen können. Aus Beobachtungen in der Strahlentherapie ist bekannt, dass dicht-ionisierende Teilchen wie Neutronen den Speicher der Geräte durch Single Event Upsets verändern können. Neutronen sind ein wesentlicher Bestandteil der kosmischen Strahlung auf Reiseflughöhen, deren Rate während starker Weltraumwetterereignissen um einige Größenordnungen ansteigen kann. Daher sind gerade diese Szenarien von besonderem Interesse für die Untersuchung von Fehlfunktionen in AIMD.

Fragestellung: Wie kann die Rate bestimmt werden, mit der ein aktives implantiertes Medizingerät während einer Flugreise oder bei einem schweren Weltraumwettereereignis ausfällt?
Methodik: Möglich wird dies durch Bestrahlungen der Geräte mit Neutronen und Protonen mit bekannten Energien und Flüssen und der Aufzeichnung und Analyse von Fehlfunktionen. Die Ergebnisse können anschließend auf verschiedene bekannte Strahlungsumgebungen wie auf Reiseflughöhen oder während schwerer Weltraumwettereereignisse übertragen und eine jeweilige Ausfallrate bestimmt werden.
Ergebnis: Bei vorbereitenden Untersuchungen in einfachen Speicherchips konnten Single Event Upsets mit Neutronen und Protonen verschiedener Energien ausgelöst werden. Es konnten Wahrscheinlichkeiten für diese Ereignisse berechnet und eine Rate für Single Event Upsets auf Reiseflughöhen abgeschätzt werden.
Schlussfolgerung: Die Untersuchungsmethodik war bereits bei Speicherchips erfolgreich und kann im nächsten Schritt auf aktive implantierte Medizingeräte übertragen werden. Es sollen damit die Ausfallwahrscheinlichkeiten der Geräte bei Neutronen- und Protonenbestrahlung erfasst werden, um anschließend die Ausfallraten in verschiedenen Strahlungsumgebungen abschätzen zu können.

P 36

Ergebnisse der Jahre 2019 bis 2021 der Untersuchungen bei Piloten der Bundeswehr auf „andere psychoaktive Substanzen" nach § 4a Luftverkehrsgesetz

Rahaus S[1], Frischmuth J[1], Schwerer M[1]

[1] Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe, Köln, Deutschland

Einleitung: Der Absturz des Germanwings-Luftfahrzeugs im Jahr 2015 hat am Schicksal von 150 Opfern ein Schlaglicht darauf geworfen, dass die missbräuchliche/illegale Anwendung psychoaktiver Substanzen in der Luftfahrt und unter Piloten vorkommen kann. Im Zuge der Untersuchung des Unglücks wurde der § 4a des Luftverkehrsgesetzes dahingehend geändert, dass der Arbeitgeber von Luftfahrzeugführern durch sogenannte verdachtsunabhängige Kontrollen sicherstellen muss, dass die Piloten während des Führens eines Luftfahrzeugs nicht unter den Einfluss von Alkohol und anderen psychoaktiven Substanzen stehen. Bei der Bundeswehr werden diese Kontrollen seit 2019 durchgeführt.
Fragestellung: Konnte durch diese eingeführten Kontrollen bei den Piloten der Bundeswehr ein missbräuchlicher/illegaler Konsum von anderen psychoaktiven Substanzen festgestellt werden?
Methodik: 2337 Urinproben von Piloten der Bundeswehr wurden im Zeitraum Juli 2019 bis Dezember 2021 auf andere psychoaktive Substanzen mittels enzymatischem Drogen/Medikamentenscreening und bei positiver Vortestung anschließend mittels beweissicherer Bestätigungsanalyse (LC-MS/MS) untersucht. Eine Auswertung dieser Daten ist erfolgt.
Ergebnisse: Von den 2337 untersuchten Urinproben waren mittels enzymatischer Vortests insgesamt 120 Proben auf eine Substanz- oder Medikamentengruppe positiv. Von diesen 120 positiven Vortests konnten 15 für die jeweilige positive Substanzgruppe bestätigt werden. Die übrigen 105 positiv getesteten Proben konnten mittels LC-MS/MS nicht bestätigt werden. Unter den insgesamt 15 Urinproben, die eindeutig bestätigt wurden, konnten in 13 Proben Opiate, in einer Probe THC und in einer letzten Probe Benzodiazepine detektiert werden. Die nachgewiesene geringe Konzentration des THC ließ die Möglichkeit eines passiven Konsums zu. Benzodiazepine sind zentral wirksame Stoffe, die unter keinen Umständen von aktiven Piloten angewendet werden dürfen. In diesem einen Fall war der Proband zum Zeitpunkt der Untersuchung nicht aktiv im Dienst. In 11 von 13 Fällen mit bestätigten Opiat-Vortesten konnte die detektierte geringe Konzentration auch durch den Konsum von mohnhaltigen Lebensmitteln zu erklären sein. Bei den anderen beiden Fällen konnten Codein und Dihydrocodein detektiert werden, es hatte sich jeweils um eine ärztliche/zahnärztliche Behandlung kurz vor Probengabe gehandelt.
Schlussfolgerung: Die Auswertung der über 2300 Urinproben hat gezeigt, dass die im Untersuchungszeitraum überprüften Luftfahrzeugführer bei der Bundeswehr keine psychoaktiven Substanzen zu sich genommen haben, ohne dass diese nicht ordnungsgemäß verschrieben worden waren. In keinem der untersuchten Fälle hatte es sich um einen missbräuchlichen/illegalen Konsum von anderen psychoaktiven Substanzen gehandelt.

P 37

Is the repair kinetics of radiation induced DNA damages influenced by microgravity? Preparation of the space experiment LUX-in-Space

Rettberg P[1], Beblo-Vranesevic K[1], Hauslage J[1], Hellweg C[1] Hemmerbach R[1], Panitz C[2], Piepjohn J[1], Rabbow E[1]

[1] DLR, Institute of Aerospace Medicine, Köln, Germany
[2] RWTH Aachen, Institute of Pharmocology and Toxicology, Aachen, Germany

In space, all organisms are exposed to and affected by space radiation and microgravity. This applies for microorganisms, plants and animals used as components of bioregenerative life support systems, for cells, tissues and organoids investigated in scientific space experiments and for astronauts. Radiation and microgravity were identified as two of the five most important hazards for manned spaceflight. Therefore, the knowledge of biological space radiation effects as well as the impact of microgravity on enzymatic repair processes is mandatory for risk assessment, especially in view of long duration missions to Mars or permanently inhabited bases on the Moon.
The repair kinetics of radiation induced DNA damages will be investigated with a bioassay, the DLR-developed SOS-Lux Test, in the space experiment LUX-in-Space on the ISS. Bacteria serve as model organisms. They possess the same type of nucleotid excision repair as all other living organisms including humans. Salmonella enterica

subsp. enterica (ATCC 53648) cells are transformed with the pBR322-derived plasmid pPLS-1, carrying the promoterless lux operon of Photobacterium leiognathi as the reporter element controlled by a DNA damage-dependent SOS promoter as sensor element. Due to safety issues, UV radiation was chosen for DNA damage induction. It causes defined types of DNA damage, e.g. cyclobutan pyrimidine dimers, which are among those also induced by ionising radiation. In response to exposure to radiation the SOS promoter is activated. Due to the genetic modification, the connected so-called lux genes are expressed, resulting in the emission of measurable bioluminescence proportional to the applied dose of radiation. The DNA repair kinetics are followed by bioluminescence and optical density measurements.
The experiment specific hardware for the BIOLAB facility is under development by industry and the results of the rigorous testing and optimisation program will be presented.
LUX-in-Space is the first space experiment where the whole series of events from DNA damage induction in metabolically active cells to the different steps of enzymatic repair will take place in real microgravity and the repair kinetics will be monitored in situ by optical measurements. The effects of microgravity will be clearly separated from other spaceflight factors by comparison with parallel samples on an onboard 1g centrifuge in the Biolab facility on the ISS and in a parallel ground control experiment with identical samples in flight-identical hardware.

P 38

Patientenkollektive und Komplikationen - Analyse von 2.060 Patienten während mehr als 20 Jahre strategischer Luftpatiententransporte

Jagel V[4], Post J[1], Berg A[2], Dühr S[3], Hein G[4], Kohl M[5], Sammito S[1,6]

[1] ZentrLuRMedLw
[2] LTG62
[3] FlBschft BMVg
[4] DDO DtA MMRTT Fleet
[5] KdoSanDstBw
[6] Universität Magdeburg

EINLEITUNG: Bei militärischen Einsätzen im Ausland kann es zu schweren Erkrankungen und Verletzungen kommen, die dazu führen, dass Soldaten zur weiteren medizinischen Versorgung in ihre Heimatländer ausgeflogen werden müssen. Hierzu stehen speziell ausgerüstete Flugzeuge zur Verfügung, die auch im Rahmen von humanitären Einsätzen, z. B. nach Naturkatastrophen, eingesetzt werden. Die vorliegende Studie analysiert die medizinische Behandlung vor, während und nach den Evakuierungsflügen (AE).
METHODEN: Es wurde eine retrospektive Analyse von 612 AE-Flügen der deutschen Luftwaffe seit 2002 durchgeführt. Insgesamt wurden 2.060 Patienten mit militärischen Flächenflugzeugen nach Deutschland evakuiert. 1.337 (65%) dieser Patienten waren Soldaten, 723 (35%) wurden im Rahmen von humanitären Hilfseinsätzen geflogen. Die Analyse basiert auf einer Auswertung der während des Fluges verwendeten Intensivtransportprotokollen sowie weiterer Daten (Patientenverlegungsantrag, klinische Daten, Arztberichte). In 1.875 Fällen (91 %) lag das Transportprotokoll vor.
ERGEBNISSE: Das Durchschnittsalter betrug 34,3 Jahre (Minimum: 4,6, Maximum: 101,0). Patienten, die im Rahmen von humanitären Hilfseinsätzen geflogen wurden, waren deutlich älter als evakuierte Soldaten (40,4 vs. 32,4 Jahre, $p < 0{,}001$). 1.641 (80,0 %) Patienten waren männlich, 227 (11,0 %) weiblich und in 192 (9,3 %) Fällen war das Geschlecht nicht dokumentiert. Die meisten Patienten (n = 909, 44,1 %) wurden aufgrund einer traumatologischen/chirurgischen, 732 (35,5 %) Patienten aufgrund einer internistischen Grunderkrankung geflogen. Hier zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen humanitären Einsätzen, bei denen traumatische und chirurgische Gründe vorherrschten, und evakuierten Soldaten mit internistischen Gründen. Komplikationen, die invasive Maßnahmen erforderten, traten nur bei wenigen Patienten auf: Drei (0,2 %) Patienten benötigten eine Thoraxdrainage, vier (0,2 %) Patienten mussten intubiert werden, und drei (0,2 %) Patienten erhielten einen neuen zentralen Venenkatheter.
DISKUSSION: AE ist ein wesentlicher Bestandteil der Rettungskette und für eine qualitativ hochwertige medizinische Versorgung von Soldaten im Auslandseinsatz unerlässlich. Die zugrundeliegenden Krankheiten sind bei Soldaten und Patienten, die im Rahmen humanitärer Hilfseinsätze transportiert werden, sehr unterschiedlich. Schwere Komplikationen sind jedoch selten. Die mehr als 20-jährige Erfahrung zeigt, dass die Abläufe während des Einsatzes standardisiert und optimal in die medizinische Versorgung integriert sind.

P 39

FLUMIAS -high-resolution live-cell fluorescence microscopy to measure dynamic changes in astrocyte reactivity and cytoskeletal remodeling on-board the ISS

Schmakeit T[1], Lichterfeld Y[1], Kalinski L[1], Braun M[2], Carstens A[2], Daali S[2], Herbert S[3], Hemmersbach R[1], Lau P[1], Liemersdorf C[1]

[1] Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, DLR Köln.
[2] DLR-Raumfahrtagentur, Forschung unter Weltraumbedingungen, DLR Bonn.
[3] Airbus Deutschland

Many biological research questions can be targeted on platforms providing short-duration microgravity conditions, such as parabolic flights or sounding rockets. A necessity for prolonged microgravity exposure arises to understand the impact of gravity on a cellular level. The ISS provides constant high-quality microgravity and therefore grants an excellent research platform for gravitational science. FLUMIAS (FLUorescence MIcroscopic Analysis in Space; developed by the German Space Agency at DLR as a national contribution to the ESA

SciSpace Program) is a newly developed research platform, which combines an automated structured illumination laser microscope with a life support system for optimal environmental conditions and a centrifuge to apply variable gravitational loads onboard the ISS. On space stations and during exploration, effective cognitive function mediated by undisturbed neuronal integrity is a prerequisite for effective human performance. One key cell type in neuronal function are astrocytes which can become reactive in consequence to neurodegeneration, injury, infection, etc. Increased astrocyte reactivity could be the cause of cognitive and fine motor impairments in space and is also of interest for patients of neurodegenerative diseases on Earth. Astrocytes have been shown to react gravity-sensitive in studies employing ground-based facilities. Thus, their function and reactivity will be assessed by live-visualization of cytoskeletal remodeling (actin and tubulin networks) as well as intracellular calcium-levels employing FLUMIAS within the LAARA project. Prolonged periods of altered gravity are thought to influence murine astrocytes with regards to various pathways including morphological and behavioral changes, as well as adaptations of cytoskeletal structures and dynamics, calcium signaling and astrocytic reactivity. The study aims to utilize FLUMIAS for the visualization of (re-)adaptation processes of the major cytoskeletal networks and calcium signaling of astrocytes to different gravity levels (Moon, Mars, Earth). Before a space mission is feasible, experimental parameters need to be verified by reference experiments on ground. The FLUMIAS Science Reference Model in combination with the DLR Life Science Space Simulation Center (LSSSC) in Cologne, Germany allow to verify and control for essential parameters to optimize the preparation of space experiments.

P 40

Zentrifuge vs. Labor: Eine Studie zur Nutzbarkeit von berühungsempfindlichen Bildschirmen unter g-Belastung

Schmidt A[1], Daum O[1], Hecht H[2]

[1] Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe, Köln
[2] Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Mainz

So verbreitet berührungsempfindliche Bildschirme (Touch Screens) im täglichen Leben auch sind, in modernen Flugzeugen (z. B. im F-35-Jet) bleiben sie derzeit eine Ausnahme. Gleichzeitig stellt sich die Frage wie praktikabel Touch-Displays in modernen militärischen Kampfjets eingesetzt werden können, wenn man bedenkt, dass unter anderem G-Kräfte und Vibrationen ihre Verwendung beeinträchtigen können. In der vorliegenden Studie haben wir zwei Laborexperimente sowie einen Versuch in der Zentrifuge des Flugphysiologischen Trainingszentrums des Zentrums für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe in Königsbrück durchgeführt. Die Experimente dienten dazu, die Nutzbarkeit der Toucheingabe unter erhöhter g-Belastung mit zwei bzw. vier Touchscreens zu testen. Das Experiment in der Zentrifuge mit 19 Teilnehmern, die auf zwei, unmittelbar vor dem Nutzer angebrachten, Bildschirmen Touchaufgaben durchführten, zeigte einen deutlichen Rückgang der erfolgreich abgeschlossenen Aufgaben innerhalb einer bestimmten Zeit, sowie eine geringere Genauigkeit unter g-Belastung. Im zweiten Laborexperiment wurden 25 Probanden identische Aufgaben auf vier Bildschirmen (zwei unmittelbar vor dem Nutzer und zwei seitlich platziert) für die Berührungseingabe mit und ohne Gewichtsbelastung verwendet und durch die Aufgabe ergänzt, ein einfaches Flugzeugmodell durch Tore zu fliegen. Interessanterweise wurde die Leistung durch die Gewichtsbelastung des Arms nur geringfügig beeinträchtigt. Wir kommen durch den Versuch in der Zentrifuge zu dem Schluss, dass die Bedienbarkeit von Touchscreens unter hohen g-Belastungen negativ beeinflusst wird. Die dargestellten Elemente der Benutzeroberfläche müssten situativ angepasst werden, um räumliche Fehler und längere Reaktionszeiten zu berücksichtigen. Die Verwendung von Gewichtsmanschetten um das Handgelenk kann die Wirkung realer g-Belastungen nicht angemessen wiedergeben.

P 41

Astrocyte Reactivity can be modulated by altered gravity

Lichterfeld Y[1], Schunk S[1], Kalinski L[1], Schmakeit T[1], Meerholz Z[1], Sturm M[1], Lau P[1], Feles S[1], Frett T[1], Hemmersbach R[1], Liemersdorf C[1]

[1] German Aerospace Center, Institute of Aerospace Medicine, Linder Hoehe, D-51147 Cologne, Germany

Neurodegenerative disorders are among the most investigated but still unresolved topics in modern neuroscience. Key players in the central nervous system responsible for e.g. regulatory mechanisms involved in neuronal dysfunction, regenerative processes and tissue homeostasis are astrocytes. Astrocytes are glial cells that are able to shift from a normal to a reactive state as an initial response to e.g. neuronal injuries or inflammation. During neurodegeneration progression in vivo astrocytes mediate the formation of the glial scar via the process of reactive astrogliosis. On the one hand reactive astrocytes prevent the widespread of inflammation, but on the other hand they create an inhibitory environment constraining neuronal regeneration. The inhibitory potential of reactive astrocytes is caused by a complex phenotypic shift upon reactivity induction including increased migratory behaviour, polarization, hyperproliferation, elevated levels of GFAP and other gene expression changes. \n\nOne aim of project NeuroSpace is to investigate the impact of altered mechanical loading by gravitational changes on mechanosensitive pathways in astrocytes to investigate the underlying mechanisms of astrocyte reactivity induction. Altered gravity conditions (simulated micro- and hypergravity) were utilized in the DLR ground-based facilities in Cologne, Germany. We used primary murine astrocytes as closely related in vitro model system that is able of become reactive. Cells were

exposed to hypergravity conditions in the physiologically relevant range of 2g for various durations up to weeks using the DLR Multi Sample Incubator Centrifuge (MuSIC) and the Hyperscope, a fully automated fluorescence live-cell imaging microscope on the DLR human centrifuge. For simulation of microgravity (s-µg), we utilized DLR custom-designed 2D-clinostats. We then compared key cellular characteristics in both experimental approaches to normal gravity (1g) controls. The current studies revealed astrocyte reactivity to be gravity-sensitive, since increased mechanical loading (hypergravity) attenuated various traits of astrocyte reactivity. In contrast, mechanical de-loading by clinorotation induced gene expression changes related to increased reactive states in primary astrocytes in vitro. \nIdentifying the underlying mechanisms and target genes involved in these processes might aid to the development of countermeasures for reactive astrogliosis also in vivo in space and on Earth.

Reference:
Lichterfeld, Y.; Kalinski, L.; Schunk, S.; Schmakeit, T.; Feles, S.; Frett, T.; Herrmann, H.; Hemmersbach, R.; Liemersdorf, C. Hypergravity Attenuates Reactivity in Primary Murine Astrocytes. Biomedicines 2022, 10, 1966. https://doi.org/10.3390/biomedicines10081966.

P 42

Testing laser-patterned antimicrobial surfaces against bacterial biofilm formation in the ISS experiment "BIOFILMS"

Siems[1] et al.

[1] Department of Radiation Biology, Institute of Aerospace Medicine, German Aerospace Center (DLR), Cologne (Köln), Germany

A major problem in human space missions is microbial contamination. Biofilms in particular pose a potential hazard as they damage equipment and pose a health risk to astronauts. Biofilm formation can be reduced or inhibited by using antimicrobial active metal surfaces, such as copper surfaces. Previous studies have shown that the antimicrobial efficacy of copper surfaces can even be enhanced by additional surface functionalization using direct laser interference patterning with ultrashort pulses (USP-DLIP). The effectiveness of these functionalized surfaces under altered gravity conditions is being investigated in the "BIOFILMS" space experiment on board the International Space Station (ISS). Copper and brass (CuZn37) were selected as antimicrobial surfaces for the experiment, while stainless steel is used as an inert reference. All three surfaces were tested with and without surface functionalization. Using the Kubik facility in the Columbus laboratory on board the ISS, the antimicrobial efficacy of these surfaces is tested under three different gravity conditions (µg, 0.4 x g, 1 x g). Staphylococcus capitis, Cupriavidus metallidurans and Acinetobacter radioresistens were selected as bacterial model organisms. The bacteria were incubated with the different surfaces in a special hardware that allowed biofilm formation under controlled conditions. In total, the BIOFILMS experiment consisted of three flights to the ISS to accommodate all sample configurations (metal type, surface functionalization, bacteria, gravity conditions). The first BIOFILMS flight took place in August 2021, the second in June 2022, and the last flight in March 2023. We present here preliminary results of the experiment. However, post-flight analysis of all samples from the three flights is ongoing. The results of the experiment will help make spaceflight safer and more sustainable by providing new insights into appropriate surfaces and functionalization processes that help reduce bacterial biofilm formation.

P 43

"Human Spaceflight @ LEO & BLEO" - Strahlenschutz und Raumfahrtmedizin

Straube U[1], Berger T[2]

[1] European Space Agency ESA, European Astronaut Center EAC, Spacemedcine, Cologne
[2] Deutsches Zentrum für Luft-u. Raumfahrt DLR, Raumfahrtmedizin, Biophysik, Köln

Der Vortrag und die Präsentation adressieren das Thema der medizinischen Überwachung und Gesundheitsvorsorge in der astronautischen Raumfahrt. Schwerpunktthema ist die Betrachtung ionisierende Strahlung, wie sie für die Weltraumumgebung charakteristisch ist und ihre Bedeutung für die astronautische Raumfahrt. Es wird eine Einführung in grundlegende Aktivitäten des Strahlenschutzes gegeben, wie diese im Rahmen der „Operationellen Raumfahrmedizin" durchgeführt werden. Thematisiert werden Fragen zur Strahlungsumgebung im Weltraum und der resultierenden Exposition wie diese typischerweise innerhalb des sogenannten "Low Earth Orbit" (LEO) gemessen werden können. Des Weiteren werden Szenarien zukünftiger astronautischer Missionen zur Erforschung des Weltalls und auf der Oberfläche von Himmelskörpern angesprochen. Diese Aktivitäten ereignen sich in „Deep Space" (aka BLEO, Beyond Low Earth Orbit) also außerhalb der schützenden Atmosphäre und des Magnetfelds der Erde. Schließlich soll neben den gegebenen Einblicken in konkrete Aktivitäten der medizinischen Expositionsüberwachung und des Strahlen-schutzes in Abhängigkeit von Astronautenaktivitäten und Missionsszenarien auch die entsprechende Hardware kurz vorgestellt werden.

P 44

Simulierte Schwerelosigkeit durch 6-Grad-Kopftieflage für 60 Tage reduzierter Schlafdauer und Schlafqualität

Strauch L[1], von der Wiesche M[1], Noppe A[1], Mulder E[1], Rieger I[1], Aeschbach D[1], Elmenhorst EM[1]

[1] DLR, Köln

Schlafmangel ist ein bekanntes Problem in der Raumfahrt. Die durchschnittliche Schlafdauer beträgt nur etwa

6,5h und liegt damit unter den für Erwachsene empfohlenen 7 bis 8h Schlaf. Die Einnahme von Schlafmedikation unter Astronaut*innen macht 40% aller im Weltall genommenen Medikamente aus. Die Gründe für das veränderte Schlafverhalten sind dabei mannigfaltig und reichen von äußeren Faktoren wie Lärm- und Lichtstörungen bis hin zu einem veränderten zirkadianen Rhythmus.
Fragestellung: Neben den oben erwähnten Einflüssen versuchten wir zu ermitteln, inwiefern Schwerelosigkeit selbst Ursache für kürzeren bzw. gestörten Schlaf ist. Da es keine Schwerelosigkeit ohne äußere Stressfaktoren gibt, haben wir diese mithilfe des allgemein anerkannten terrestrischen Bettruhemodells simuliert.
Methodik: In die Studie wurden 24 gesunde Proband*innen zwischen 23 und 54 Jahren eingeschlossen, 16 davon männlich, die 60 Tage in strikter 6-Grad-Kopftieflage im Bett verbrachten. Während dieser Head-down-Tilt (HDT) Phase wurde an vier Tagen mit Hilfe von Polysomnographie und Schlaftagebuch der Schlaf objektiv und subjektiv gemessen (HDT 1; HDT 8; HDT 30; HDT 58) sowie zweimal in der 14-tägigen Baseline Data Collection (BDC) Phase vor der Kopftieflage (Adaptation BDC-10, Baseline BDC-9) und zweimal in der 14 tägigen Erholungsphase danach (Recovery R+1; R+12). Mit mixed ANOVAs und post-hoc nach Stepdown-Bonferroni adjustierten Paarvergleichen untersuchten wir Unterschiede zwischen Baseline und HDT 1, HDT 58 sowie R+1 und R+12 für die Parameter Total Sleep Time (TST), Arousals, Sleep Onset Latency (SOL), Dauer von Tiefschlaf (N3) und Schlafeffizienz. Außerdem betrachteten wir mit linearen und quadratischen Regressionen die Entwicklung dieser Parameter über den Zeitraum der Kopftieflage.
Ergebnisse: Während die Arousals signifikant höher waren in HDT 1, HDT 58, R+1, und R+12, zeigten sich TST in HDT 58 und R+1, N3 in HDT 1, und Schlafeffizienz in HDT 58 signifikant niedriger im Vergleich zur Baseline. In den quadratischen Regressionen mit invers U-förmigem Verlauf zeigte sich keine Adaption der Parameter an die simulierte Schwerelosigkeit, sondern im Fall von TST, Arousals und Schlafeffizienz sogar eine Verschlechterung der Werte im Vergleich zu HDT 1.
Schlussfolgerungen: Unsere Ergebnisse zeigen, dass simulierte Schwerelosigkeit selbst tatsächlich negative Auswirkungen auf das Schlafverhalten hat. Da Schlafmangel sich auf die Leistungsfähigkeit auswirken kann, ist es besonders bei so komplexen Einsätzen wie in der Raumfahrt von größter Wichtigkeit, Maßnahmen zur Verbesserung des Schlafes zu explorieren.

P45
Measuring neuronal activity live in spaceflight conditions

Sturm M[1], Kalinski L[1], Striebel J[2], Lichterfeld Y[1], Holbeck I[1], Hemmersbach R[1], Hauslage J[1], Liemersdorf C[1]

[1] DLR, Institute of Aerospace Medicine, Gravitational Biology, Cologne, Germany.
[2] University of Bonn, Department of Ophthalmology, Medical Faculty, Bonn, Germany

Neuronal transmission has been shown to be influenced by alterations in gravity. Changes in signal propagation and neuronal transmissions in human brains cause a variety of disturbances, e.g., diminished cognitive performance, and fine motor control in space. Thus, neuronal signaling under altered gravity conditions needs to be understood in more detail, as currently there are large knowledge gaps in this field. We employ multi-electrode arrays (MEAs) to measure neuronal activity and signal propagation live in cultivated neurons under altered gravitational loads. MEAs allow the observation of individual cells and whole functional neuronal network dynamics. A custom-built experiment module was used to conduct experiments on varying microgravity research platforms.
Restricted by the requirements of these platforms, the compact experiment module provides stable environmental conditions for the cells. The module was designed to be easily inter-compatible between experiment platforms within short time frames and to be able to gather the scientific data autonomously. For sample loading and unloading a rail system was integrated into the design for easy access to the cells. This allows complete removal of the experiment module improving usability and time-sensitive operations. Activity changes of hiPSC-derived neuronal cells in microgravity could be measured, as the mean action potential frequency was significantly elevated on the whole network level. A gravity-dependent change in mean firing rate and bursting rate could be observed. Longer-lasting effects of altered gravity could not be seen, as the cell's activity returns to baseline levels during ten minutes after the drop. Confirming the aforementioned results, the flight on the MAPHEUS 12 rocket showed that after an initial increase in activity in microgravity, the cells adapted within minutes with their activity dropping even below baseline levels.
The experiments showed that real-time recording of neuronal activity under altered gravity conditions is possible. Differences in neuronal activity could be detected even within small time frames in the range of seconds. The microgravity conditions acting on the neuronal cells influence the activity of neuronal networks in line with previously published findings.
Further deployment of the module is feasible in the most relevant gravity research platforms. Apart from neuronal cells, other electrically active cell types, such as cardiomyocytes or myotubes could be investigated similarly.

P 46
Defizite im Spatial Updating als Reaktion auf wechselnde Schwerkraftbedingungen

Tashan BS [1,2], Friedl-Werner A [1,3], Brauns K [1], Barsby PC [1], Besnard S [4], Denise P [3], Stahn AC [1,5]

[1] Charité – Universitätsmedizin Berlin, DE.
[2] LMU München, DE.
[3] Normandie Univ., FR.
[4] Aix-Marseille Université, FR.
[5] University of Pennsylvania, Philadelphia, USA

Komplexe Aufgaben wie Lande- und Dockingmanöver, Außenbordeinsätze (EVA) sowie der Exploration unbekannter Umgebungen während Weltraummissionen erfordern ein hohes Maß an Raumkognition. Die Verarbeitung räumlicher Informationen erfolgt durch die Integration visueller, vestibulärer und propriozeptiver Reize. Bei wechselnden Gravitationsbedingungen entstehen u.a. infolge der Diskrepanz zwischen Bogengängen und Makulaorganen sensorische Konflikte, die diese räumlichen Fähigkeiten beeinträchtigen können. So haben Parabelflugexperimente gezeigt, dass die Fähigkeit, die eigene Position im Raum kontinuierlich während einer Bewegung zu aktualisieren (Spatial Updating) bei 0 g und 1.8 g in sitzender Position mit einer verringerten Präzision einhergeht (Stahn et al., 2020). Die vorliegende Studie erweitert diese Fragestellung und untersucht den Einfluss von wechselnder Schwerkraft auf die Raumkognition in freischwebender Position („free floating"). Im Rahmen der 78. und 80. ESA-Parabelflugkampagnen wurden insgesamt 23 gesunde Probanden (11w, Alter: 24-61 Jahre) untersucht. Während des Flugs absolvierten die VersuchsteilnehmerInnen eine computerbasierte Aufgabe zum Spatial Updating in 0 g, 1 g und 1,8 g (Stahn et al., 2020). Die Aufgabe wurde mithilfe eines Head-Mounted Displays (Fatshark HD02) präsentiert und in gesicherter freischwebender Position in Rückenlage durchgeführt.
In 6 Parabelflügen wurden insgesamt 2028 Antworten (MW(SD)= 88,2(2,69) aufgezeichnet. Unterschiede in der Präzision des Spatial Updating zwischen 1 g, 0 g und 1,8 g wurden mittels gemischt linearer Modelle analysiert (Versuchspersonen wurden als Zufallseffekte; Schwerkraftbedingungen als feste Effekte modelliert). Ferner wurden die Reaktionszeit und subjektiv empfundener Schwindel als Kovarianten berücksichtigt.
Die Ergebnisse zeigen, dass die Präzision des Spatial Updating, d.h. die Variabilität des Updating-Fehlers, während der 0 g-Phase in freischwebender Position im Vergleich zur 1 g-Phase signifikant reduziert ist. Die Befunde bekräftigen frühere Untersuchungsergebnisse zu Defiziten der visuell-räumlichen Fähigkeiten während Mikrogravitation, bei denen die Raumkognition in sitzender Position erfasst wurde. Sie unterstreichen die Notwendigkeit, verschiedene Dimensionen der Raumkognition während Raumfahrtmissionen mittels spezifischer Testinstrumente regelmäßig zu überwachen, die in aktuellen Testbatterien in der Raumfahrt nicht berücksichtigt werden. Dadurch können Risiken bei komplexen Aufgaben wie EVA oder der Erkundung unbekannter Umgebungen, insbesondere bei schlechter oder unzuverlässiger Sicht, minimiert werden.
UNTERSTÜTZUNG: Diese Studie wurde vom Deutschen Zentrum für Luft und Raumfahrt durch die Fördermittel 50WB1525 und 50WB1915 unterstützt.

P 47
Effekte von Lower Body Negative Pressure and Upright Sitting während 30-tägigem 6° Head-Down-Tilt Bed Rest auf selektive Aufmerksamkeit

Therre, A.[1], Mulder, E.[2], Möstl, S.[2], Aeschbach, D.[2], & Mühl, C.[2]

[1] Institut für experimentelle Psychologie, HHU Düsseldorf
[2] Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Köln

Die Gesundheit und kognitive Leistungsfähigkeit von Astronaut:innen zu gewährleisten ist essentiell für den Erfolg von Langzeit-Raumfahrtmissionen. Auswirkungen von simulierter Mikrogravitation mittels 30-tägiger 6° Head-Down-Tilt Bed Rest (HDBR) auf selektive Aufmerksamkeit gesunder Probanden (M(Alter) = 34.7 Jahre, SD = 8.9 Jahre) wurde zwischen zwei Bedingungen verglichen. Eine Gruppe (n = 12) wurde täglich mit sechsstündigem Lower Body Negative Pressure (LBNP) als Gegenmaßnahme gegen das Spaceflight-Associated Neuro-Ocular Syndrome (SANS) behandelt, die Upright Seated (US) Kontrollgruppe (n = 11) saß täglich sechs Stunden aufrecht. Reaktionszeit (RT) und Genauigkeit (d') in zwei visuellen Suchaufgaben, Conjunction (CST) und Spatial Configuration (SST) Search Task, dienten als Operationalisierung selektiver Aufmerksamkeit. Daten wurden einen Tag vor der Bettruhephase (BDC-1), nach 29 Tagen HDBR (HDT29) und nach acht Tagen Erholung (R+8) erhoben. Ziel der Studie war die Untersuchung eines möglichen HDBR-Effektes auf selektive Aufmerksamkeit und der Wirkung von LBNP als Gegenmaßnahme.
Die Auswertung mittels gemischter linearer Modelle zeigte wie erwartet für die US-Gruppe in allen Aufgaben sowohl bezüglich des d' als auch der RT keine Unterschiede über die Testzeitpunkte hinweg. HDBR führte in der LBNP-Gruppe relativ zu BDC-1 zu einer Verlangsamung in beiden Aufgaben an HDT29, sodass sich in einem Tukey's-HSD-korrigierten post-hoc Test für diesen Tag ein signifikanter Unterschied zur US-Gruppe ergab. Die RT an R+8 kehrte nur in der CST auf Baseline-Niveau zurück.
Die LBNP-Gruppe wies an BDC-1 und HDT29 im Vergleich zur US-Gruppe eine geringere Genauigkeit in beiden Aufgaben auf. Ein Interaktionseffekt in der CST deutete darauf hin, dass das d' der LBNP-Gruppe während HDBR stetig zunahm, sodass es an R+8 keinen Unterschied mehr zur US-Gruppe gab.
Diese Resultate unterstützen Forschungsergebnisse, die nachteilige Auswirkungen von HDBR auf RT demonstrieren. Die Kombination der erhöhten RT in HDT29 und dem positiven Trend der Genauigkeit für die LBNP-Gruppe in der CST ähnelt einem „umgekehrten" Geschwindigkeits-Genauigkeits-Austausch, der während einer anderen HDBR-Studie beobachtet werden konnte (Lee et al.,

2019).
Eine täglich sechsstündige Wiederherstellung der Gz Gravitationskräfte scheint auszureichen, um Beeinträchtigungen der selektiven Aufmerksamkeit während simulierter Mikrogravitation zu verhindern. Tägliche LBNP-Behandlungen gleicher Dauer können zwar eine Reaktionsverlangsamung nicht abwenden, lassen aber bei leichteren Suchaufgaben (CST) eine Verbesserung der Genauigkeit zu. Als Grund dafür wird eine Strategieänderung hin zu langsameren und genaueren Reaktionen diskutiert, die möglicherweise von der LBNP-Gruppe verwendet wurde, um kognitive Beeinträchtigungen zu kompensieren.

P 48

Effektivität der Intubation im Rettungshubschrauber - Systematische Übersicht und Metaanalyse

Kolaparambil Varghese LJ[1,2], Völlering J-J[3], De Robertis E[4], Hinkelbein J[2,5], Schmitz J[2,6], Warnecke T[7]

[1] Fakultät für Medizin und Chirurgie – Universität von Perugia (Terni), ITA
[2] ESAM, Köln, Deutschland
[3] Fachbereich Mathematik und Informatik, Universität Osnabrück, GER
[4] Abteilung für Anästhesie, Intensivmedizin und Schmerzmedizin – Universität von Perugia (Terni), ITA
[5] Universitätsklinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Notfallmedizin, Johannes Wesling-Klinikum Minden, Universitätsklinik Bochum, Minden, GER
[6] Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Universitätsklinikum Köln (AöR), Köln, GER
[7] Klinikum Oldenburg (AöR), Universitätsklinik für Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie, Oldenburg, GER

FRAGESTELLUNG: Die Intubation eines Patienten im Rettungshubschrauber (RTH) - so genannte In-cabin intubation - unterscheidet sich auf Grund der Umgebungseinflüsse deutlich von der im Rettungswagen oder im OP. Beengte Platzverhältnisse könnten zu einer längeren Dauer bis zur Atemwegssicherung und einer schlechteren Erfolgsrate führen. Anhand der bestehenden Literatur sollten die Unterschiede zwischen einer konventionellen präklinischen Intubation und der In-cabin intubation analysiert werden.
METHODIK: Nach Registrierung im International Prospective Register of Systematic Reviews (CRD42022361793), führten wir im Oktober 2022 ein systematisches Review mittels Pubmed, EMBASE, Cochrane Library and Ovid durch. Drei Beobachtungsstudien konnten für das systematische Review der Erfolgsraten (First-pass success etc.) eingeschlossen werden. Zur Metaanalyse der Zeitabläufe konnten weitere drei randomisiert kontrollierte Studien (RCT) ausgewertet werden.
ERGEBNIS: Die Metaanalyse der Intubationsdauer, zeigte sehr unterschiedliche Ergebnisse, mit kürzerer (13,0 vs. 15,5 Sekunden) und äquivalenter Intubationsdauer im RTW (16,5 vs. 16,8 Sekunden), sowie eine 7% längere Dauer bei ebenfalls höherer Fallzahl (n=75). In der Qualitätsanalyse mittels Rob2-Tools der Cochrane Collaboration, zeigte sich entsprechend auch die höchste Datenqualität bei der letztgenannten Studie, mit dem geringsten Bias-Risiko. Die Erfolgsrate im ersten Versuch war im Rettungshubschrauber schlechter (82,4% vs. 87,3%), jedoch war die Gesamterfolgsrate gleich (96,8% vs. 97,8%).
SCHLUSSFOLGERUNG: Die Datenlage zu möglichen Unterschieden der Atemwegssicherung im Hubschrauber ist gering und lässt bislang keine Auswertung der relevanten Parameter wie First-pass success zu. Weitere Studien sind notwendig, um Einflussfaktoren der In-cabin intubation zu identifizieren und auszuwerten.

P 49

Unterkühlung von Hubschrauberbesatzungen und Bodenpersonal bei realen Einsätzen in kalten Regionen

Werner A[1,2], Beck L[2], Schlehahn M[1], Küpper T[2]

[1] ZentrLuRMedLw -FlgPhys Diagn Forschung, Königsbrück
[2] RWTH-Institut für Arbeits-, Sozial- & Umweltmedizin, Aachen

Einleitung: Militärische Operationen können weltweit, in allen Dimensionen (Land, Luft und See) und zu jeder Jahreszeit stattfinden. Häufig finden Einsätze in extremen Umgebungen statt (Hitze, Kälte, Wind, Niederschlag usw.). Der Schwerpunkt der Schäden bei Unterkühlung sind die Akren. Besatzungen in einem Hubschrauber mit offener Seitentür sind besonders betroffen. Niedrige Temperaturen, kalter Wind und Feuchtigkeit können die Personen unterkühlen und zu lokalen Kälteverletzungen oder dauerhaften Gewebeschäden (Nekrosen) führen. Der ordnungsgemäße Betrieb des Flugzeugs ist dadurch stark beeinträchtigt (Überlebensfähigkeit, Flugsicherheit).
Methoden: Während einer dreiwöchigen Übung (Jan/Feb 2020) im Winter in Schweden wurde das fliegende und Bodenpersonal mit dem mobPhysioLab® (KORA, Hambühren) untersucht, welches auf die erforderlichen physiologischen Parameter während der jeweiligen Einsätze konfiguriert war. Berücksichtigt wurden die Hauttemperaturen (Tskin) der Finger und Handgelenke, der Zehen und Knöchel sowie der Wangenknochen und der Nacken. Zusätzlich wurden die Körperkerntemperatur (CBT) sowie die Herz- (Hf) und Atemfrequenz (Af) synchronisiert mit den Umweltparametern (Temp, Hum, Druck) im realen Flug aufgezeichnet. Thermografische Bilder der Extremitäten wurden vorher und nachher zum Vergleich erstellt.
Ergebnisse: Die bodengebundenen Außentemperaturen betrugen AvΔTEnvir -10°C (-3 bis -25°C). Von 14 Soldaten konnten 46 Datensätze (DS) ausgewertet werden (5 Cockpit, 24 offene Seitentür im Flug, 17 am Boden während Aktivitäten unter dem fliegenden Hubschrauber. Eine kontinuierliche Abkühlung der Tskin-Finger (AvΔT -10°C, Bereich -3 bis -18°C) und Tskin-Zehen (AvΔT -17°C, Bereich -10 bis -27°C) konnte teilweise schon nach einer

Flugzeit von 50min registriert werden (geringste Auskühlung im Cockpit, größte im Frachtraum). Die thermografischen Bilder bestätigten die physiologischen Daten nach Abschluss der Flüge.
Schlussfolgerungen: Der Schutzmechanismus der Zentralisation (Reduktion der Blutzirkulation) bedeutet, dass die Extremitäten zugunsten des Überlebens des Organismus aufgegeben werden. Je nach Einwirkungsdauer und Kältetiefe kommt es zu Schädigungen bis hin zu Nekrosen. Parallel dazu wird die Funktionalität zunehmend eingeschränkt, was den Verlust der Fingerfertigkeit bedeutet, wenn die Tskin-Finger unter 16°C fällt; bei 8°C bildet sich eine Nervenblockade. Die vorläufigen Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass trotz des Kälteschutzes die Hauttemperaturen in einer kurzen Zeitspanne kontinuierlich auf eine kritische Schwelle absinken, was bestimmte Arbeitsabläufe gefährden kann und somit sowohl Schäden am menschlichen Teilsystem als auch am Gesamtsystem bedeuten können.

P 50

Assessment of the survivability of non-fastidius pathogens to the Martian environment

Zaccaria[1,2], de Jonge MI[2], Domínguez-Andrés J[2], Netea MG[2,3], Beblo-Vranesevic K[1], Rettberg P[1]

[1] DLR, Köln, Deutschland
[2] RadboudUMC, Nijmegen, Niederlanden
[3] LIMES, Bonn, Deutschland

Understanding the extent to which non-fastidious pathogenic bacteria can survive in extraterrestrial conditions is key to understand astronaut safety. Despite stringent decontamination protocols, terrestrial microorganisms will be involved during human exploration of celestial bodies such as the Moon and Mars. It can be suggested that the microorganisms could adapt, grow and evolve in the new environment. In this study, we assessed the adaptability of clinically relevant bacteria species, which are able to grow in minimal media supplemented with a single carbon source identified in carbonaceous meteorites (Klebsiella pneumoniae, Burkholderia cepacia, Serratia marcescens and Pseudomonas aeruginosa), to the simulated Martian environment. Previous work has shown that bacterial survival and growth under these conditions leads to changes to their cell envelope, altering their pathogenic potential. We continued with this line of research and explored the survival of these bacterial species to a range of simulated Martian conditions i.e., desiccation, UVC (254 nm) and polychromatic UV (200 - 400 nm) irradiation, growth in the presence of perchlorates, growth on Martian simulant and exposure to Martian atmospheric composition and pressure. Our results show that growth was enhanced by the addition of Mars Global simulant (mimicking Martian regolith) to the incubation media and that the bacteria were able to survive to an extent Martian simulated conditions. To investigate the consequences of survival and growth under simulated Martian conditions, on virulence and immune recognition, a follow-up study is analyzing the response of immune cells placed in contact with bacteria exposed to the Martian environment. This collaboration between the DLR (German Aerospace Center) and the Radboud UMC, in the Netherlands has provided a starting point to the investigation into the adaptability of pathogenic bacteria to simulated Martian environments. Further studies are required in order to improve our insight on the effects of virulence and immune recognition of the exposed pathogens. This knowledge could enable us to potentially anticipate the risks of infection and inflammation during space-travel and exploration.

P 51

Autonomic cardiac control following 30 days strict head down tilt bedrest

Möstl S[1], Hoenemann J-N[12], Hoffmann F[2], Heußer K[1], Jordan J[1], Tank J[1]

[1] Institute of Aerospace Medicine, German Aerospace Center (DLR), Cologne, Germany
[2] Department of Cardiology, University Hospital Cologne, Cologne, Germany

BACKGROUND: Autonomic cardiac regulation is impaired, both, after bedrest and after space flight. Impaired autonomic control likely limits cardiovascular adaptation to physiological stresses such as standing. We hypothesized that 6 hours daily lower body negative pressure (LBNP) or 45 minutes of cycling followed by 6 hours of venous thigh occlusion helps maintaining heart rate (HR) and heart rate variability (HRV) following strict head-down tilt bedrest, an established terrestrial space-analogue.
METHODS: After three of four campaigns, we examined 35 healthy persons (16 women, 35±8 years, 23.6±2.6 kg/m2). Subjects were randomly assigned to either 6 hours daily LBNP training at -25 mmHg (LBNP, n=12), 6 hours daily sitting (SEAT, n=11), 45min cycling followed by 6 hours ambilateral occlusion of the femoral vein via thigh cuffs (CUFF, n=6) or to a control group receiving no countermeasure (CTRL, n=6). Before and at the end of bedrest, we measured ECG for five minutes in the supine and upright position during standardized tilt table testing.
RESULTS: In supine, HR was significantly higher after 30 days of bed rest (LBNP: 67±9 vs. 74±11bpm; SEAT: 66±10 vs. 71±12bpm; p<0.001). HRV in the time domain (RMSSD) was reduced after bed rest (LBNP: 37±24 vs. 27±14ms; SEAT: 50±44 vs. 30±20ms; p<0.017). No interactions between groups and conditions were detected. A preliminary analysis indicates that the bed rest induced increase in HR is enlarged if no countermeasure is applied (CTRL: 75±11 vs. 87±14bpm), whereas daily cycling seems to preserve HR (CUFF: 70±7 vs. 71±10bpm). Similar trends can be observed for HRV (RMSSD; CTRL: 34±17 vs. 26±13ms; CUFF: 38±29 vs. 35±27ms). Before bed rest, HR increased from supine to upright by 20±11bpm (SEAT), 23±10bpm (LBNP), 26±13bpm (CUFF) and 25±8bpm (CTRL). Following bed rest, this increase was enhanced in all groups (SEAT 38±13bpm, LBNP 38±12bpm, CTRL 35±3bpm) but not in the CUFF-group (16±6bpm).
CONCLUSIONS: Six hours of daily moderate intensity

LBNP training or sitting upright do not completely preserve autonomic cardiovascular control during 30 days strict head-down tilt bedrest. The preliminary analysis of 6 subjects indicates that cycling followed by 6 hours of femoral vein occlusion is more effective in this regard.

Notizen: