



VORTRAGS- und/oder POSTERANMELDUNG
Einsendeschluss 30.04.2018

Vortrag

Poster

VaPER-Studie: Strikte Einhaltung der -6°-Kopftieflage in Bettruhe
Eine Verbesserung des Bettruhe-Modells?

F. Paulke, A. Noppe, M. von der Wiesche, E. Mulder
DLR-Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin

Einleitung: Im Herbst 2017 wurde eine Bettruhestudie mit dem Titel "Medium-term Bed Rest Study - VIIP and Psychological :envihab Research Study (VaPER)" als gemeinsames Projekt der NASA und des DLR in Köln durchgeführt. Hauptziel dieser Studie war es unter Simulation von physiologischen Effekten der Schwerelosigkeit, in dem Fall 30-tägiger Bettruhe in -6°-Kopftieflage, Einflüsse auf Anatomie und Physiologie des Gehirns sowie des Auges zu untersuchen. Seit 2011 bekannt wurde, dass bei einzelnen Astronauten nach ihrer Rückkehr aus mehrmonatiger Mission auf der ISS Augenveränderungen festgestellt worden sind (1), das sogenannte SANS, das *Spaceflight Associated Neuroocular Syndrome* (früher VIIP-Syndrom), steht die Erforschung dieser Augenveränderung verstärkt im Fokus, so auch bei der VaPER-Studie.

Die Raumfahrt-Medizin bedient sich zur Erforschung der Auswirkungen von Schwerelosigkeit auf den menschlichen Körper auf der Erde seit Jahrzehnten eines Modells für Mikrogravitations-Simulation, der Bettruhe in -6° Kopftieflage (Head-Down-Tilt=HDT). Die strenge Einhaltung dieser Form der Bettruhe führt zu vergleichbaren physiologischen Auswirkungen im menschlichen Körper wie sie in realer Schwerelosigkeit beobachtet werden. Bei der VaPER-Studie wurde dieses Modell der Bettruhe nun mit erhöhtem CO₂-Gehalt (0,5%) in der Raumluft kombiniert. Auf der ISS, der Internationalen Weltraumstation, herrschen generell hohe Kohlendioxid-Konzentrationen vor, diese können bis zu 0,7% betragen (zum Vergleich: die CO₂-Konzentration in der Erdatmosphäre liegt bei 0,04%).

Fragestellung: Erhöhte CO₂-Konzentrationen (Hyperkapnie) in Mikrogravitation verstärken die zerebrale Durchblutung, die das intrakranielle Blutvolumen (2, 3) und den intrakraniellen Druck (4) erhöhen können. Wenn nun erhöhte CO₂-Konzentrationen, wie auf der ISS üblich, zusätzlichen Einfluss auf die durch Schwerelosigkeit bedingte kraniale Flüssigkeitsverschiebung haben, könnte dadurch der intrakranielle Druck und damit das Risiko der Entstehung des SANS ggf. weiter erhöht werden.

Im Gegensatz zu echter Schwerelosigkeit wirkt in HDT-Bettruhe nach wie vor der Gravitationsvektor, was zu abweichenden physiologischen Effekten führen kann. Bei Studien in Kopftieflage konnten bisher keine zerebralen oder ophthalmologischen Befunde wie bei von SANS betroffenen Astronauten beobachtet werden. Möglicherweise reicht aber -6° HDT als Modell allein nicht aus, um diese Effekte auch am Boden zu erzeugen. Dies kann auch dadurch bedingt sein, dass Bettruhestudien-Probanden bisher generell Kissens verwendet haben, die eine Flüssigkeitsverschiebung in den Kopf möglicherweise abgeschwächt haben können. Steilere HDT-Neigungswinkel zur Erzeugung der Erhöhung des intrakraniellen Blutvolumens sind bei Langzeit-Bettruhestudien nicht umsetzbar. Folglich sollte in der VaPER-Studie herausgefunden werden, ob das Bettruhemodell für SANS-bezogene Forschung verbessert werden kann, indem die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre erhöht und gleichzeitig die Bettruhelage in -6° HDT streng eingehalten wird.

Methodik: Während der VaPER-Studie war den Probanden so erstmals keine Kissennutzung erlaubt, mit Ausnahme eines sehr dünnen Kissens beim Liegen auf der Seite. Die Probanden wurden während der gesamten Bettruhe durchgehend 24 Stunden kameraüberwacht und lückenlos auf strenge Einhaltung kontrolliert. Für die erfolgreiche Durchführung von Bettruhestudien ist die Adhärenz der Probanden äußerst wichtig. Voraussetzung hierfür ist u.a. ein sorgfältiges und umfassendes Screening der Studien-Bewerber vor Studieneinschluss, auch in Bezug auf psychologische Aspekte. Zum anderen ist neben der umfangreichen medizinischen Betreuung und der hohen wissenschaftlichen Expertise der beteiligten

Experimentatoren die Qualität der operationellen Umsetzung für die Durchführung von Langzeitbetruhestudien von großer Bedeutung. So ist in der hochmodern und vielseitig ausgestatteten Großforschungsanlage :envihab des Instituts für Luft- und Raumfahrtmedizin des DLR auch eine gute soziale Atmosphäre während der stationären Phase der Betruhestudien für deren Erfolg essentiell, was die sehr niedrige Abbruchrate der Studienteilnehmer seit Jahren beweist und die durch die DLR Mitarbeiter in besonderem Maße umgesetzt wird.

Schlussfolgerungen: Während der gesamten Studie zeigten alle Probanden eine sehr hohe Adhärenz und hielten die strikte -6° Kopftieflage ohne Einschränkungen ein. Die strikte -6° Kopftieflage verbunden mit der Erhöhung der CO₂-Konzentration in der Raumluft auf 0,5% führte somit zu einer Verbesserung des Modells zur Erforschung der Effekte von Schwerelosigkeit. Zukünftige Studien müssen zeigen, ob allein strenge -6°-HDT-Betruhe, Hyperkapnie oder beides in Kombination SANS-ähnliche Effekte hervorrufen, wie sie auch vereinzelt bei der VaPER-Studie beobachtet wurden.

1. Mader TH, Gibson CR, Pass AF, Kramer LA, Lee AG, Fogarty J, Tarver WJ, Dervay JP, Hamilton DR, Sargsyan AE, Phillips JL, Tran D, Lipsky W, Choi J, Stern C, Kuyumjian R, Polk JD. Optic disc edema, globe flattening, choroidal folds, and hyperopic shifts observed in astronauts after long-duration space flight. *Ophthalmology* 2011; 118(10): 2058-2069. DOI: 10.1016/j.ophtha.2011.06.021. PMID: 21849212.
2. Artru AA. Reduction of cerebrospinal fluid pressure by hypocapnia: changes in cerebral blood volume, cerebrospinal fluid volume, and brain tissue water and electrolytes. *J Cereb BloodFlow Metab* 1987; 7: 471-9.
3. Fortune JB, Feustel PJ, deLuna C, et al. Cerebral blood flow and blood volume in response to O₂ and CO₂ changes in normal humans. *J Trauma* 1995; 39: 463-71; discussion 471-2.
4. Lawely JS, Petersen LG, Howden EJ, Sarma S, Cornwell, WK, Zhang R, Withworth LA, Willisam MA, Levine BD. Effect of gravity and microgravity on intracranial pressure. *J Physiol.* 2017; 595(6): 2115–2127.

Ich bin Mitglied bei: z.B. DGLRM

Vortragsanmeldung und Abstract per E-Mail an: Herr Dr. Torsten Pippig (Kongresspräsident)
Torsten.Pippig@t-online.de