

Höhenluft in Bodennähe: DLR erforscht mit Profibergsteigern Sauerstoffmangel als Therapiekonzept für Herzpatienten

Fünf Wochen lang werden die Profibergsteiger Ralf Dujmovits und Nancy Hansen Höhenluft schnuppern. Eigentlich nicht ungewöhnlich: Ralf Dujmovits hat bereits auf allen 14 Achttausendern der Welt gestanden und arbeitet als staatlich geprüfter Berg- und Skiführer. Die Kanadierin Nancy Hansen bezeichnet sich selbst als „sehr enthusiastische Bergsteigerin“ und stand bereits auf etlichen Gipfeln im Himalaya-Gebirge. Ab dem 15. Mai 2018 sind die Bedingungen allerdings etwas anders: In der Forschungsanlage :envihab des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) werden die beiden zwar bei deutlich reduziertem Sauerstoffgehalt wie in einer Höhe von bis zu 7000 Metern leben, auf Tageslicht, einen schönen Ausblick über die Bergwelt und auch Einsamkeit in eisigen Höhen werden sie aber verzichten. Mediziner des DLR, des Krankenhauses Köln-Merheim und weiterer Partner wollen herausfinden, ob ein längerer Aufenthalt unter starkem Sauerstoffmangel die Herzmuskelzellen zur Teilung anregt – die beiden Bergsteiger sind die Probanden für die erste Studie. Bestätigt sich die Annahme, könnte in Zukunft mit dieser Therapie die Herzfunktion von Patienten beispielsweise nach einem Herzinfarkt verbessert werden.

Narbengewebe durch gesundes Gewebe ersetzen

Basis der Studie „MyoCardioGen“ im DLR ist eine Untersuchung der Universität Texas: Dort hatten Wissenschaftler Mäuse mit Herzinfarkt für 14 Tage in einer Umgebung mit nur sieben Prozent Sauerstoff gehalten – die normale Umgebungsluft besteht zu 21 Prozent aus Sauerstoff. Bei den Mäusen begannen die Herzmuskelzellen sich wieder zu teilen und das durch den Infarkt verursachte Narbengewebe verringerte sich. „Diese Zellteilung ist entscheidend für die Reparatur eines Gewebeschadens“, erläutert der Leiter der „MyoCardioGen“-Studie, Prof. Jens Tank vom [DLR-Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin](#). Er führt die Studie im DLR gemeinsam mit Dr. Ulrich Limper der Klinik für Anästhesie und operative Intensivmedizin am Krankenhaus Köln-Merheim durch. Mit den beiden Bergsteigern soll nun zunächst am gesunden Menschen untersucht werden, ob die sauerstoffarme Umgebung die Herzfunktion verbessert und vielleicht auch die menschlichen Herzmuskelzellen zur Teilung anregt. „Interessanterweise teilen sich Herzmuskelzellen noch bei ungeborenen Säugetieren und Menschen. Der Sauerstoffgehalt im Blut der Ungeborenen ist sehr viel niedriger als nach der Geburt. Durch die Reduktion auf 8 Prozent Sauerstoff erzeugt man im Menschen einen ähnlichen Sauerstoffdruck wie vor seiner Geburt und versucht damit, diese sehr frühen Regulationsmechanismen der Zellen wieder zu aktivieren“, erläutert Dr. Ulrich Limper.

Erfahrungen mit der Höhenluft

Für Ralf Dujmovits und Nancy Hansen bedeutet dies: Die Bergwelt wird gegen mehrere Räume in der Atmosphärenkammer des DLR getauscht, in denen der Sauerstoffgehalt nach und nach reduziert wird. Die letzten 14 Tage wird der Sauerstoff in der Umgebungsluft nur noch bei acht Prozent liegen: ein Gehalt, der einem Aufenthalt in etwa 7000 Metern Höhe entspricht. Die beiden Probanden haben zwar noch nicht eine so lange Zeit in dieser Höhe gelebt, bringen aber ihre Erfahrungen mit: „Die meiste Anzahl an Nächten in Folge oberhalb von 7000 Metern hatte ich 1992 am Mount Everest mit einer Übernachtung in 7200 Metern Höhe und zwei Nächten in 7950 Metern“, sagt Ralf Dujmovits. Am Gipfel des Aconcagua hat er drei Mal auf 6962 Metern übernachtet. Seine Lebensgefährtin Nancy Hansen kennt die Übernachtung in 6700 Metern Höhe:

„Ralf und ich waren gut akklimatisiert und hatten keine Probleme – die Plattform, auf der wir unser Zelt aufgebaut hatten, war allerdings sehr klein und ziemlich steil bergab geneigt.“

Zumindest dies wird in den Räumen des :envihab nicht der Fall sein: Die Betten in ihrem Schlafzimmer werden nicht bergab geneigt sein, im Wohnbereich bieten ein Laufband, ein Fahrrad und eine automatisierte Kletterwand die Sportmöglichkeiten bei Bewegungsdrang. Während das gesamte ärztliche Team mit Atemschutzmasken und somit sauerstoffreicher Luft die Räume betritt, werden die beiden Profibergsteiger Tag und Nacht in der sauerstoffreduzierten Umgebung leben. Die möglichen Nebenwirkungen von Sauerstoffmangel kennen sie von ihren herausfordernden Bergexpeditionen in großen Höhen: „Das Denken wurde jeweils anstrengend und langsamer, die Reaktionen ebenso, und das Hunger- und Durstgefühl geht komplett zurück. Ich fühlte mich aber körperlich und mental jeweils ok“, erläutert Ralf Dujmovits. Dass beide Probanden die Symptome wie bei einer schweren Höhenkrankheit frühzeitig erkennen und mitteilen können, erleichtert den Medizinern die Durchführung der Studie.

Neuland für Forscher und Probanden

„Sowohl ein Zuviel als auch ein Zuwenig an Sauerstoff ist schädlich für den Körper“, betont Mediziner Dr. Ulrich Limper. „Der Mensch toleriert Schwankungen im Sauerstoffgehalt seiner Umgebung nur in einem ziemlich engen Bereich.“ Ein Zuviel an Sauerstoff beispielsweise bei Patienten auf der Intensivstation kann schwere Lungenschäden verursachen. Ein Zuwenig kann verursachen, dass Organ- und Gewebezellen ihre Funktion nicht mehr ausreichend erfüllen. „Unter bestimmten Umständen kann die Reduktion des Sauerstoffs aber auch die Organfunktion, zum Beispiel des Herzens, verbessern.“

Für Wissenschaftler und Probanden ist die 14-tägige Hypoxie, der Sauerstoffmangel, schließlich Neuland. „Bisher haben nur vereinzelt sehr gut trainierte Menschen in einer Höhe von über 7000 Meter für zwei Wochen gelebt. Unter Laborbedingungen hat das bisher noch keiner getan“, sagt Studienleiter Prof. Jens Tank vom DLR.

Die fünf Wochen Aufenthalt im :envihab schrecken die beiden Bergsteiger nicht: „Wir sind langsam in diese Idee und die Studie hineingewachsen“, betont Bergsteiger Ralf Dujmovits. „Wir haben ein sehr vertrauensvolles Verhältnis zu den Verantwortlichen des Projekts und dem ganzen Team.“ Bücher, ein Laptop und ein Computer ziehen mit dem 56-Jährigen in das :envihab ein – neben Lauf-, Fahrrad- und Kletterschuhen für ein wenn auch reduziertes Training. Nancy Hansen hat bereits anspruchsvolle Expeditionen durchgeführt und nimmt die Studie bei extremem Sauerstoffmangel als weitere Herausforderung: Die 49-Jährige lebte bereits vier Monate lang mit einem kleinen Team auf einem Fischerboot, ohne in dieser Zeit den Fuß auf Land zu setzen, und verbrachte fünf Wochen auf einem Gletscher im kanadischen Yukongebiet. „Die fehlenden Fenster in unserer temporären Wohnung gleiche ich mit unseren Lieblingsfotos an der Wand aus.“

Beitrag zur Herzinfarktforschung

Die Teilnahme an der Studie ist für beide Probanden auch eine persönliche Entscheidung: Der deutsche Bergsteiger sieht für sich die Möglichkeit, mehr über seinen Körper und dessen Reaktion auf den Sauerstoffmangel zu erfahren. „Eventuell zu neuen Erkenntnissen im Bereich der Herzinfarktforschung beitragen zu können, finde ich faszinierend und spannend zugleich.“ Für Nancy Hansen ist die eigene Familie ein Motiv, zum Forschungsobjekt zu werden. Ihr Vater überlebte vor 18 Jahren einen starken Herzinfarkt, ihr Onkel starb nach einem Herzinfarkt, und ihr junger Neffe hat bereits zwei mehrstündige Operationen am offenen Herzen überstanden. „Das Thema ist mir wirklich sehr wichtig.“

Auf die Probanden warten in den nächsten fünf Wochen regelmäßige Untersuchungen: Auf dem Plan

stehen Magnetresonanztomographien von Herz, Kopf und Muskulatur, Ultraschalluntersuchungen von Herz und Skelettmuskel, Messungen unter anderem von Blutdruck, Herzfrequenz, Atmung und der Sauerstoffsättigung, die Erfassung der Schlafqualität und der psychischen Leistungsfähigkeit. „Wir wollen mit der MyoCardioGen-Studie die Machbarkeit einer solchen möglichen Rehabilitationsmaßnahme beim Menschen zeigen“, betont DLR-Mediziner Prof. Jens Tank.

Die Partner

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) führt die Studie gemeinsam mit der University of Texas Southwestern Medical Center, dem [Texas Health Presbyterian Hospital](#), dem Krankenhaus Köln-Merheim (Klinik für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin), der [Uniklinik Köln \(Klinik für Kardiologie, Angiologie, Pneumologie und internistische Intensivmedizin\)](#), dem [Universitätsklinikum Aachen \(Klinik für Anästhesiologie\)](#) und der [Charité Campus Buch \(University Medicine Berlin\)](#) durch. An den Auswertungen sind zudem das [Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin](#) und die [Medizinische Hochschule Hannover \(Institut für Molekulare und Translationale Therapiestrategien\)](#) beteiligt.