

## **- Zusammenfassung -**

Jens Georg Rudolph  
Dr. med.

### **Kardiale Mechanik in hypobarischer Hypoxie - echokardiographische Untersuchung eines Bergsteigerkollektivs mit unterschiedlich ausgeprägtem pulmonalarteriellen Druckanstieg in Hypoxie**

Fach/Einrichtung: Innere Medizin  
Doktorvater: Prof. Dr. med. Hugo A. Katus

Das Verständnis der Anpassungsvorgänge an Sauerstoffmangel in der Höhe kann dazu beitragen, Menschen besser auf sportliche und reisebedingte Höhengaufenthalte vorzubereiten. Während eines Höhengaufenthalts sind Menschen einem geringeren Luftdruck als auf Meereshöhe ausgesetzt. In den Gefäßen der Lunge bewirkt das Einatmen dieser Luft eine Vasokonstriktion, bekannt als Euler-Liljestrand-Mechanismus. Konsekutiv erhöht sich der Gefäßwiderstand und der pulmonalarterielle Druck steigt an. Das Ausmaß dieses Druckanstiegs ist individuell verschieden. Ein übermäßig starker Druckanstieg zeigt sich bei 10 % der gesunden kaukasischen Bevölkerung. Auch beim Höhenlungenödem, einer lebensgefährlichen, höhenbedingten Erkrankung spielt ein übermäßiger pulmonalarterieller Druckanstieg eine zentrale pathogenetische Rolle.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, Auswirkungen eines Höhengaufenthalts auf die kardiale Morphologie und Mechanik zu untersuchen. Hierbei sollte das unterschiedliche Ausmaß des pulmonalarteriellen Druckanstiegs in Hypoxie berücksichtigt werden.

Hierzu wurde ein Kollektiv von 53 gesunden Probanden untersucht, das an einer abgeschlossenen Studie zur Höhenlungenödemanfälligkeit teilgenommen hatte. Es handelte sich um Personen, die auf das Vorhandensein eines übermäßigen pulmonalarteriellen Druckanstiegs in Hypoxie untersucht wurden. Hierzu wurden sie in einer Hypoxiekammer einem Luftgemisch mit reduziertem Sauerstoffgehalt ausgesetzt ( $FiO_2 = 12\%$ ). Eine Gruppe von 24 Probanden wies einen normal ausgeprägten Druckanstieg auf, die andere Gruppe mit 29 Probanden hatte einen übermäßigen Druckanstieg in Hypoxie. Alle Probanden wurden anschließend in den italienischen Alpen in einer Höhe von 4559 m ü. NHN höhenexponiert und 6, 20 und 44 Stunden nach Erreichen dieser Höhe untersucht.

Für die vorliegende Arbeit wurden die während der Studie aufgezeichneten echokardiographischen Untersuchungen ausgewertet.

Bei allen 53 Probanden stieg der pulmonalarterielle Druck in der Höhe an. Der rechte Ventrikel war dilatiert, bei reduzierter globaler systolischer und diastolischer Funktion. Die longitudinale systolische rechtsventrikuläre Funktion war nicht eingeschränkt. Der enddiastolische Durchmesser des linken Ventrikels war in Höhe verringert. Die linksventrikuläre

Ejektionsfraktion und der linksventrikuläre globale longitudinale Strain waren gesteigert. Bei keinem Probanden traten diastolische Relaxationsstörungen des linken Ventrikels auf.

Der Vergleich beider Gruppen zeigte, dass die Gruppe mit übermäßigem pulmonalarteriellen Druckanstieg auch in der Höhe signifikant höhere pulmonalarterielle Drücke aufwies. Zudem wies die Gruppe eine stärkere Dilatation des rechten Ventrikels sowie eine betontere Septumbewegung und linksventrikuläre Exzentrizität auf. Ein D-Shape trat ab einem systolischen pulmonalarteriellen Druck von  $\geq 50$  mmHg auf. Probanden mit höheren systolischen pulmonalarteriellen Drücken wiesen häufiger eine rechtsventrikuläre diastolische Relaxationsstörung auf.

Veränderungen, die in beiden Gruppen in Hypoxie gleichsam auftraten, waren eine reduzierte globale und globale systolische rechtsventrikuläre Funktion sowie eine gesteigerte linksventrikuläre Ejektionsfraktion und ein gesteigerter linksventrikulärer globaler longitudinaler Strain. Ursächlich war hierfür möglicherweise ein Anstieg der Herzfrequenz im Gesamtkollektiv und des pulmonalarteriellen Drucks auch in der Gruppe mit normal ausgeprägtem Druckanstieg.

Während der Studie erkrankten vier Probanden an einem Höhenlungenödem. Von dreien lagen vollständige echokardiographische Untersuchungen vor, die ebenfalls in dieser Arbeit ausgewertet wurden. Die Fragestellung lautete dabei, ob Patienten mit Höhenlungenödem Auffälligkeiten der kardialen Morphologie und Funktion aufweisen, anhand derer sich eine Höhenlungenödemanfälligkeit vorhersagen lässt. Alle erkrankten Probanden waren in der Gruppe mit übermäßigem pulmonalarteriellen Druckanstieg in Hypoxie. Um Auffälligkeiten der erkrankten Probanden zu finden, wurden sie mit dem nicht erkrankten Probanden ihrer Gruppe untersucht. Der systolische pulmonalarterielle Druck der erkrankten und nicht erkrankten Probanden unterschied sich nicht. Die erkrankten Probanden wiesen eine betontere Dilatation des rechten Ventrikels in Hypoxie im Vergleich zu den nicht erkrankten Probanden auf. Weitere Parameter waren nicht auffällig. Somit zeigten die erkrankten Probanden keine Auffälligkeiten hinsichtlich kardialer Morphologie und Funktion, anhand derer sie sich von nicht erkrankten Probanden unterscheiden ließen.