

## B-2 HEAD-OUT IMMERSION の生理的影響について

海洋科学技術センター  
中山英明、竹内久美、設楽文朗  
東海大学内科  
有田秀穂

本研究は、1ATA空気環境と11ATAヘリウム酸素環境において、頸まで水中につかった場合の心肺機能、体温調節および腎機能について比較検討を加えた。

### 1. 方法

被検者は4人のアクアノートで、全く同一のパターンによる3回の実験、すなわち加圧前の1ATA空気環境で、まず対象値を、次いで11ATAヘリウム酸素環境における高圧下の成績を、そして減圧終了後、再び1ATA空気環境下で回復期の成績を得た。各回とも、被検者は1時間にわたって浸水前の成績を採取した後、30分間、約15℃の水中に頸まで入り、浸水時の影響を調べその後、再び1時間にわたり浸水後の成績を求めた。

### 2. 成績並びに考察

呼吸機能の指標としてえらんだ肺活量(VC)、深吸気量(IC)、予備呼気量(ERV)のうち11ATAにおけるERVは1ATAに比して著名な高値を、ICは逆に減少を、VCは著名な増加を示した。浸水時にはVC、IC、ERVともに著名な変化を示した。つまり、VCは低下、ICは増加を、そしてERVは低下を示したが、これらの成績は、浸水後、前値にかえる傾向を示した。

循環機能としては、浸水前、高圧徐脈、1回拍出量(SV)の増大がおこり、心拍出量(CO)としては、1ATA、11ATAの間に著明な相違を認めなかった。浸水時には、1ATAで心拍数低下を、11ATAでは浸水の初期に低下を認めた。SVは1ATA、11ATAで同程度の著明を、COは、それぞれ35%増を示した。前述のように、浸水前のERVは11ATAで著明に増加し、機能的残気量(FRC)の増大を思わせるにもかかわらず、11ATAにおける胸郭インピーダンスは1ATAに比し決して高くなく、11ATAにおける胸郭内血液量の増大を示唆すると解される。浸水中の変化は、1ATA、11ATAのいずれの場合も著明に減少し、Trans-diaphragmatic pressureの増大から胸郭内血液量増大がおこると思われる。FRCレベルにおける $dz/dt$ の分析は、各圧力における浸水前期のfilling waveの強度に対比され、1ATAより11ATAの浸水時に著明な増大を示した。しかしながらfilling waveについては、その機序が不明で、浸水と高圧下における高密度ガス呼吸など複合した影響が心室の血液充満の増大を来すと考えられる。

体熱損失については、直腸温(T<sub>re</sub>)は30分の浸水を終る直前まで安定した値を示し、その後徐々に低下を示し、浸水後も下降の傾向を示した。しかし、直腸温は各圧力で相違を示さず平均

皮ふ温 ( $T_s$ ) は、浸水により著明に低下した。その程度は 1 A T A より 11 A T A に強く、このことは平均皮ふ熱流量 ( $F_{skin}$ ) の著明な高値および皮ふ熱流量を直腸皮ふ温度差 ( $\Delta t$ ) で除して得た core-skin 熱伝導度の増大からも知られる。この成績は、高圧下のヘリウム熱伝導性にその原因が求められ、ドライ・スーツの熱絶縁性はヘリウム分圧の上昇とともに低下する。

腎機能については、各時期の平均尿量、浸圧及び浸透圧物質並びにクレアチニン排泄量を求めた。浸水前においては、11 A T A の平均尿量が 1 A T A より高く、高圧利尿の存在を示した。この高圧利尿は、低浸透圧と浸透圧物質の高排泄を伴うが、クレアチニンの排泄は一定せず、この利尿現象が糸球体ろ過量の増加によるものでなく、多分に尿細管の水分再吸収の抑制を示唆すると思われる。浸水時では、1 A T A、11 A T A とともに尿量の増加を示したが、この現象は浸水後になおひきつづいた。この浸水利尿は高圧利尿と同様に浸透圧低下と浸透圧物質排泄の増加、クレアチニン排泄に著変のないことが特長で Na の排泄の増加、K は不変で Na/K 比の増加を見た。

この浸水利尿の機序を知るため、尿中アルドステロンおよび A D H を計測した。浸水前の尿中アルドステロンおよび A D H の平均値は、1 A T A に比し、11 A T A で著明な低値を示すが、これは不感蒸泄の停止と高圧利尿によるもので 1 A T A における浸水時と浸水終了後では、アルドステロンおよび A D H の排泄が著明に減少しいわゆる浸水利尿がおこる。このように 1 A T A で浸水利尿をおこす機序は、一次的にはアルドステロンおよび A D H の分泌抑制で、胸腔内血液量の増加が、心房の Volume receptor を刺激しておこることを示唆している。これに対し、11 A T A の浸水時では、すでに浸水前にアルドステロンおよび A D H は低値を示すことから、他の機序による説明を要するが、それはより強い寒冷のストレスが加わって、いわゆる第 3 因子の賦活化がおこったと考えなければならない。