

1. テスト・ダイバーの高圧環境下 (He-N₂-O₂, 11 ATA) での 覚醒時-睡眠時の心拍数の変動について

関 邦 博* 松田源彦* 中山英明*
設 楽 文 明*

はじめに

高圧ヘリウム混合ガス環境下で生体がどのように反応あるいは適応しているか CIRCADIAN RHYTHM の分析手法を使用して分析を行い、これらの成果をふまえて疲労の原因究明と生体の高圧環境への適応能力に応じた暴露方法の確立をめざしている。今回は生理学的指標として覚醒時、睡眠時の心拍数を中心として述べる。

方 法

本実験は、海洋科学技術センター内に設置されている潜水シミュレーターのうち3つのチェンバーを使用して行われた。4名の健康な成人男子を11ATAの高圧環境下に12日間滞在させた。4名のテスト・ダイバーは覚醒時朝6時から4時間30分間隔で毎回10分間の仰臥の状態で心拍数、呼吸数、直腸温を4名同時に記録した。そして最後の1分間をその時点の測定値とした。1日の照明条件は毎夜22時消燈、翌朝6時より点燈の16L、8Dとした。睡眠時は消燈直後に脳波、動眼球図、心拍数、呼吸数、直腸温を4名同時に翌朝6時迄連続記録した。心拍数はピック・アップ電極を使用し双極誘導で呼吸数はインピーダンス方式で13Ch.の脳波計を使用して記録し、直腸温はY.S.I.のModel 46を使用した。

結 果

覚醒時4名のテスト・ダイバーの定時計測値を実験期間中を5つの期間(事前観察期 Pre-DIVE, 保圧前期 SATURATION (F), 保圧後期

SATURATION(L), 減圧期 DECOMPRESSION と事後観察期 Post-DIVE) に区分してその期間中に記録された値をとり各期間の時間的移り変りを Fig. 1 に示した。Pre-DIVE では15^h30 に心拍数は最大値を示し、24^h00 に最小値となっている。しかし高圧環境下(3期間)と Post-DIVE では心拍数の最大値は19^h00 に移行し最小値は Pre-DIVE の24^h00 と同一であった。また Fig. 2 は睡眠中の心拍数を各被検者別に示したものである。Table 1 は Fig. 2 の値を各被検者別とおのおのの期間別に区分しその心拍数の有意水準を表わしたものである。被検者4名とも加圧直後の睡眠中は徐脈を示しているが日数の経過とともに適応がみられた。減圧期間中に被検者3名は、Pre-DIVE との間有意 (P<0.05) な徐脈を示した。また有意ではないが被検者“D”にも徐脈傾向がみられた。Post-DIVE では、被検者“B”と“D”は Pre-DIVE の値に近い値を示したが被検者“A”(P<0.05)と“C”にはこの傾向がみられなかった。

考 察

本実験の覚醒時では加圧と同時に心拍数の CIRCADIAN RHYTHM の周期変動がみられた。高圧環境では新しく適応した周期を保持した。また高圧負荷を除去した後(Post-DIVE) 2日間にわたり、睡眠中も4名の内2名までがこの高圧暴露の残存効果がみられた。これらのことから生体は Pre-DIVE では一定周期に同調 (SYNCHRONIZATION) していたのが高圧環境にさらされることによって脱同調 (DESYNCHRONIZATION) が起こった。し

* 海洋科学技術センター

かし一定期間この高圧環境に暴露後は、再度新しい一定周期を持つた同調が生じたと考えられる。反面高圧環境から常圧への復帰に際しては、新しい周期の同調が2日間では充分に適応できる期間ではなかったのかと推察される。一般的に生体のCIRCADIAN RHYTHMを左右さす因子として考えられるのは、明暗の比率、ストレス、無酸素、低温などの条件を与えると周期性は停止または、脱同調を生じる。また実験前のレベルまで明暗、温度、酸素などの条件をもとにもどしてやると周期性も再開した同調することが知られている。(HALBERG 1967,

REINBERG 1974) 本実験で浮き彫りになったことは、常圧から高圧環境への適応時間と高圧環境から減圧期間を経て常圧へという2つの高圧適応と常圧適応の両者に適応時間の差があったように推察される。本稿ではCIRCADIAN RHYTHMの指標として心拍数を取り上げたが更に今後高圧環境下でのCIRCADIAN MAPの指標として利用出来る神経、内分泌系のサンプル採取手法の確立と測定値の波形分析(周期、位相、振幅)を用い高圧環境下でのダイバー疲労との関連を今後の研究課題としたい。

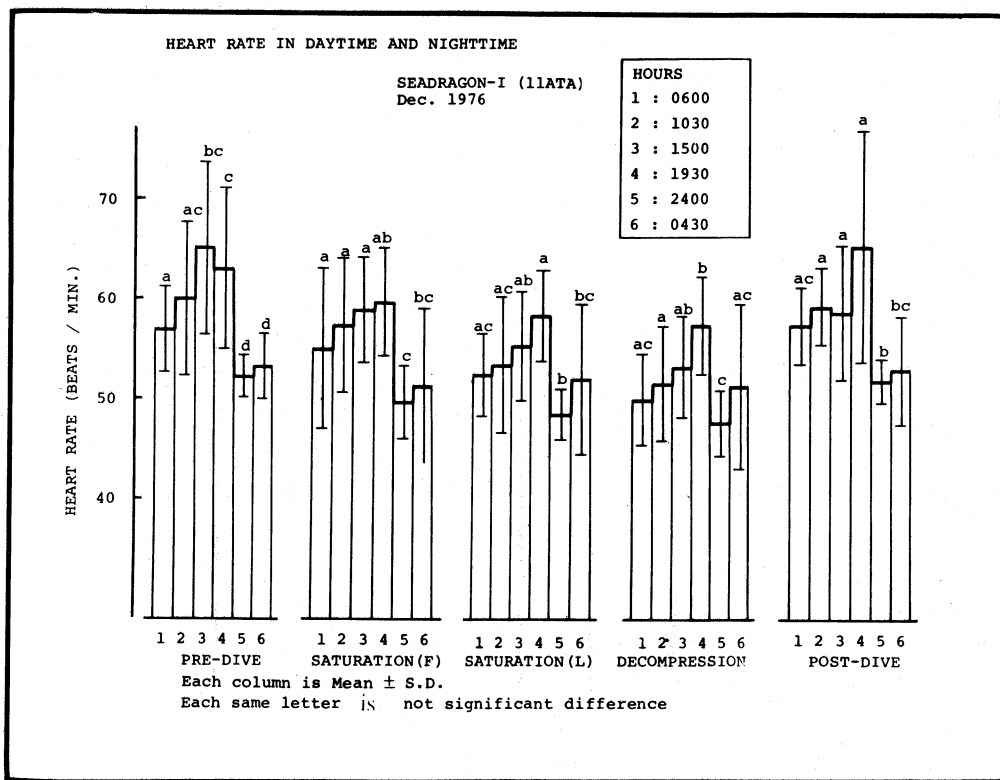


Fig. 1. Mean and S.D. of Heart Rate in five periods (Pre-Dive, Saturation (F), Saturation (L), Decompression and Post-Dive)

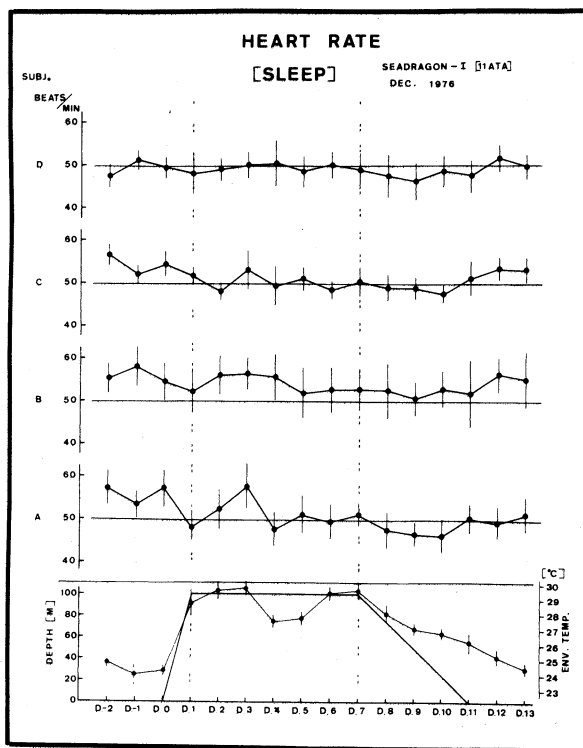


Fig. 2. Mean and S.D. of Heart Rate in sleep during experiment

HEART RATE (SLEEP)
SEADRAGON-I (11 ATA)
DEC. 1976

SUBJECT A						SUBJECT B					
	PRE-DIVE 3 days per. 55.98±2.20	SAT. (F) 3 days per. 52.76±4.61	SAT. (L) 4 days per. 50.27±1.95	DECOMP. 4 days per. 47.66±1.89	POST-DIVE 2 days per. 50.13±1.27		PRE-DIVE 3 days per. 56.09±1.70	SAT. (F) 3 days per. 55.05±2.32	SAT. (L) 4 days per. 53.42±1.60	DECOMP. 4 days per. 52.12±0.94	POST-DIVE 2 days per. 55.73±0.69
PRE-DIVE 3 days per. 55.98±2.20											
SAT. (F) 3 days per. 52.76±4.61			▲	▲▲	▲					▲▲	
SAT. (L) 4 days per. 50.27±1.95	▲										
DECOMP. 4 days per. 47.66±1.89	▲▲						▲▲	▲			▲
POST-DIVE 2 days per. 50.13±1.27	▲									▲	

SUBJECT C						SUBJECT D					
	PRE-DIVE 3 days per. 54.58±2.21	SAT. (F) 3 days per. 50.56±2.50	SAT. (L) 4 days per. 49.84±1.11	DECOMP. 4 days per. 49.33±1.49	POST-DIVE 2 days per. 50.86±1.46		PRE-DIVE 3 days per. 49.64±1.71	SAT. (F) 3 days per. 49.23±1.05	SAT. (L) 4 days per. 49.70±0.91	DECOMP. 4 days per. 47.62±0.99	POST-DIVE 2 days per. 50.86±1.46
PRE-DIVE 3 days per. 54.58±2.21											
SAT. (F) 3 days per. 50.56±2.50			▲	▲							
SAT. (L) 4 days per. 49.84±1.11	▲										
DECOMP. 4 days per. 49.33±1.49	▲										▲
POST-DIVE 2 days per. 50.86±1.46										▲	

▲ : P<0.05
▲▲ : P<0.01

Values are Mean±S.D. SAT.: Saturation DECOMP.: Decompression

Table 1 Mean and S.D. of Heart Rate in sleep five periods: Significantly different (p < 0.05 on paired t test)