

潜水者の心拍数からみた運動強度

芝山正治* 眞野喜洋* 石山 明*
高橋茂樹* 土井庸正* 大串貫太郎*
柏倉章男* 高野尚志* 黒岩京子*
前田 博*

潜水活動中の運動強度を評価する目的で、Skin および Scuba Diving 中の心電図波形を無線で船上に設置されているライフコープに送信し、常時記録することにより実海域における潜水者の運動強度および循環機能の変動を調べたので報告する。

方 法

被検者は健康な男子4名である。潜水の経験年数は、0.5年の初心者1名と7～14年の上級者3名である。

心拍数の測定には、日本光電社製のライフスコープを用い、送信器を耐圧ケースに収納しダイバーに携行させ、胸部誘導にてアンテナコードを海面まで導き、海面からは船上に設置されているライフスコープへ無線で送信することにより、即座に心電図波形と心拍数を測定する方法を用いた。また、サポートダイバーにより水深、水温、時間の記録も同時に行った。

Scuba Diving のパターンは、水深20mまでの潜水であり、合計72分間の測定を行った。Skin Diving は、10kgのウェイトを持ち合計60秒の息こらえ潜水とした。

実験室においては、猪飼ら(1971)¹⁾が行った All out test を行い、最大心拍数(max H.R.)と酸素摂取水準(% of max $\dot{V}O_2$)を求めて運動強度の評価をした。Skin Diving においては、海水と同温度の水に60秒間顔を浸す方法と高圧室での2.0ATAまでの圧力を負荷する実験を行い、実海域

での Skin Diving による心拍数や心電図波形の変化などと比較検討した。

結 果

図1は、4名の Scuba Diving 中の心拍数をプロットしたものである。このことより、船上 rest を含めない海面および海中における各被検者の平均心拍数が初心者である被検者Aで、126.6拍/分であったが、上級者である被検者B、C、Dの3名は、それぞれ103.4、105.0、106.6拍/分と初心者Aと比較すると約20拍/分Aの方が多い心拍数を示していた。

Scuba Diving 中の運動強度を調べるため、All out test を行って求めた結果が図2である。この回帰式より Scuba Diving 中の各被検者の心拍数を% of max $\dot{V}O_2$ に当てはめてみると、Aが17.5%であり、Bが8.7%であり、Cが22.5%であり、Dが18.5%であった。また、上級者である3名は潜水活動中の心拍数に大きな変動は認められなかったが、初心者のAにおいては、海面 rest 3回の各平均心拍数が、1回目141.3、2回目128.8、3回目133.8拍/分と潜水活動中の心拍数が高く表われているので、これを% of max $\dot{V}O_2$ に当てはめてみると、それぞれ31.9%、19.6%、24.5%であった。

Skin Diving においては、図3のごとく、海面 rest を100%とした4名のそれぞれの平均心拍数変動の割合が求められた。潜降中は、最高120%まで上昇したが25秒経過以後から減少し、浮上直前の60秒後に73%まで減少した。これらの潜水徐脈を調べる目的で実験室において行った息こらえ実験の結果は、安静座居においての変動を認めなか

*東京医科歯科大学医学部公衆衛生学教室

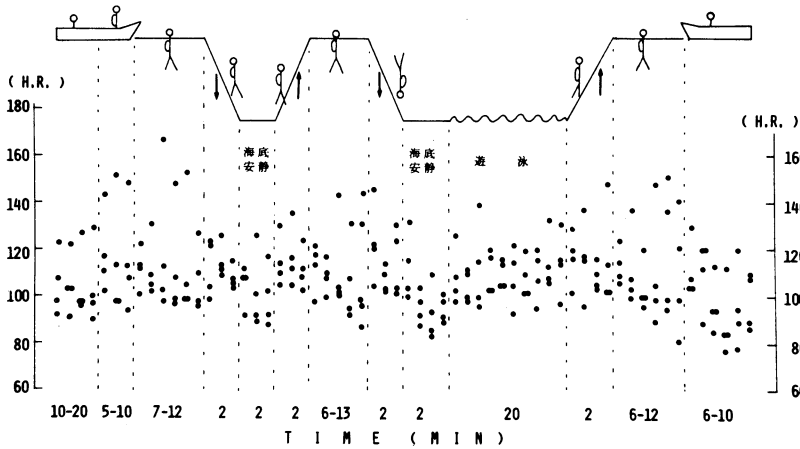


図1 ライフスコープによる潜水活動中の H. R. の変動(ダイバー 4 名)

$\dot{V}O_2$

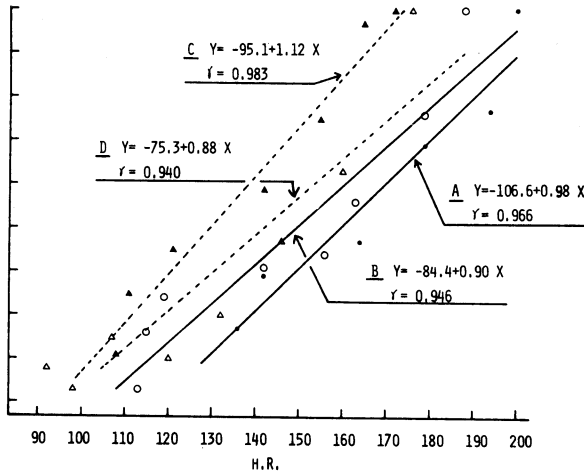


図2 被検者 4 名の % of max $\dot{V}O_2$ と H. R. の関係

ったものの、洗面器に顔をつける60秒間の息こらえ実験においては、減少が認められ、高圧室で2.0ATAまで加圧したものでは反対に増加していた。また、各息こらえの実験中Skin Diving中のみ3名に息こらえ開始20秒以後より一過性期外収縮の発現が心電図上に認められた(図4)。

考 察

運動強度を評価する方法として心拍数を用いた方法が、宮下ら(1969)、老月ら(1976)²⁾、湯浅ら(1980)、今井ら(1980)³⁾によって数多く報告されている。また、潜水中の心拍数を測定した報

告には、富田、梨本ら(1979)が海女を調査し、J. Dwyer(1983)⁴⁾は4.0ATAまでのH. R.と $\dot{V}O_2$ を調べ、後藤ら(1983)⁵⁾は、Scuba Diveの潜水プロフィールを調べたものがある。しかし、我々の心拍数測定方法は、潜水中の心電図波形と心拍数を無線で送信し、経時的に測定することで、即座にその変化を知り得る新しい方式を用いたものである。このことは、潜水中のScuba Diverの潜水活動の状態を経時的に観察でき、万一の場合にすぐ救助の対応をとることも可能となり、労働衛生学的にも意味がある。

Scuba Diving中の心拍数変動は、4名の被検者共、潜降時と浮上時に多少心拍数の増加が認められた。このことは後藤らの報告と一致した。また、潜水活動中の各被検者の平均心拍数からみても特に激しい運動とは思われないが、初心者Aについては海面での心拍数が高く、1回目海面restの平均心拍数は141.3であり、これを% of max $\dot{V}O_2$ に当てはめてみると31.9%であった。今井らの各種運動中の心拍数と比較してみると、軟式テニスと卓球に該当する運動量であり、潜水活動中の初心者においては、特に潜水中ではなく海面に浮いている時期が最も運動量が多いことがわかった。

Skin Divingの徐脈傾向としては、25秒を経過した時点により心拍数の減少が認められたが、これは富田らの報告と一致したところであり、減少は最終の60秒までつづき73%まで心拍数の減少を認めた。また、Skin Divingの徐脈傾向と心電図に

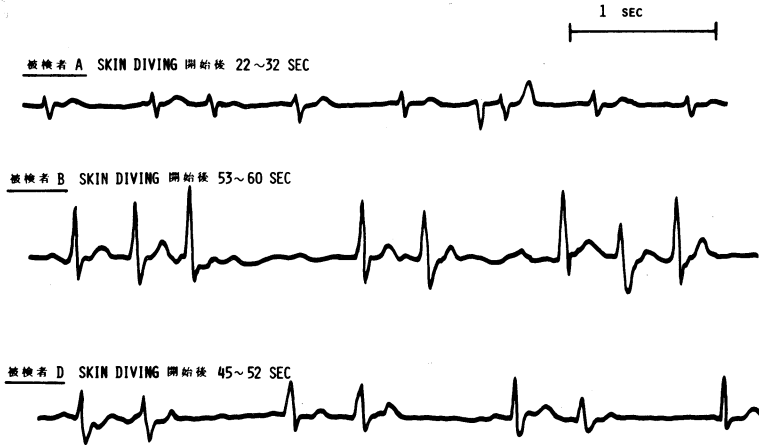


図4 Skin Diving 中に出現した期外収縮

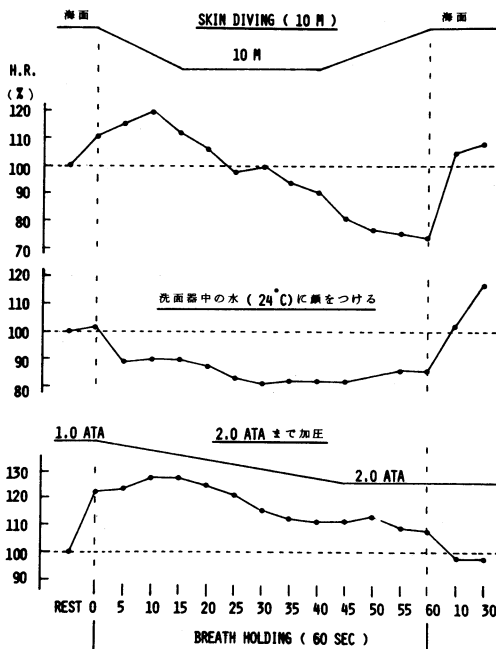


図3 種々の Breath holding における H.R. の変動率 (N. 4)

よって知れた一過性の期外収縮を調べる目的で行った3種類の実験中、心電図上の異常については、安静座居群、洗面器群そして2.0ATA加圧群共認められなかった。このことから、水に身体を浸すことにより徐脈傾向が現われ、Skin Divingによって徐脈と期外収縮が認められることがわかった。しかし、その発症要因については、現在結論を得られていないので、今後さらに検討して解明する予定である。

〔参考文献〕

- 1) 猪飼道夫, 山地啓司: 心拍数からみた運動強度～運動処方の研究資料として～, 体育の科学, 21(9): 589-593, 1971
- 2) 老月敏彦ほか2名: 心拍数と歩行, 走行スピードからみた運動強度～運動処方の研究資料として～, 体育の科学, 26(9): 680-686, 1976
- 3) 今井創ほか2名: 各種運動時の心拍数からみた運動強度, 新体育, 50(1): 72-78, 1980
- 4) Dwyer J: Estimation of oxygen uptake from heart rate response to undersea work. Undersea Biomed. Res., 10(2): 77-87, 1983
- 5) 後藤興四之, 梨本一郎ほか3名: ICメモリによる潜水データの記録について(続報), 第56回日産衛会, 336, 1983