



潜水反射の影響因子の解析

久次米, 健市
上羽, 康之
沢渡, 久幸

(Citation)

神戸大学医療技術短期大学部紀要, 6:175-178

(Issue Date)

1990

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/80070144>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/80070144>



潜水反射の影響因子の解析

久次米 健 市¹, 上 羽 康 之¹, 沢 渡 久 幸²

緒 言

潜水時に循環動態に特異的变化が生じることが知られている¹⁾。この反射は、潜水反射、ダイビング反射、顔面浸水反射と呼ばれる²⁾が、これは呼吸の出来ない水中で、脳および心臓に対して酸素を集中させるために生じる循環の著明な再配分を意味している。むろん潜水を行う動物において顕著に生じるが、ヒトにおいても徐脈、血圧の上昇、四肢末梢血管の収縮が同様に生じることが報告されている。

近年顔面浸水による反射内容の観察は、プール等の入水前の循環器疾患をスクリーニング^{3, 4)}するための行われるようになってきているが、その影響因子は必ずしも明らかではない。負荷は、一般に心電図を装着し4℃の水中に顔を30秒間つけさせ、その際の心電図変化を記録することにより行う。しかしこの様な状態は非常に極端なものであると言える。そこでその因子として今回水の温度、呼吸の状態、呼吸停止時間に着目し各々の影響の度合を解析した。

対象と方法

1. 対象

対象は神戸大学医療技術短期大学部に所属する、健康診断にて循環器系に異常を有しなかった女子学生22名である。

2. 機器

血圧は自動血圧計 (STBP-680, 日本コーリン) により1分毎に計測した。心電図はテレメー

タ (ST 17, フクダ電子) により記録、監視し経時的に記録するとともに、その波形から心拍数を連続的に計測した。

3. 負荷手順

観察は室温20~25℃に、湿度は60~70%に維持した状態で行った。

手順は、一般に心電図を装着し22℃の水中に顔を30秒間つけさせることにより行うが、その関与因子として今回、水の温度、呼吸の状態、呼吸の停止時間に着目し、各々の影響の度合を解析するため以下の順に検討を加えた。

①温度 5℃, 25℃, 37℃の水温に顔面潜水時。

②呼吸 各温度における顔面潜水時のスノーケルによる自由呼吸時。

③呼吸停止 大気中での呼吸停止時。

4. データの解析

データの解析は、記録した心電図より、負荷前の平均 RR 間隔を測定し、さらに潜水時の最大に延長した RR 間隔と比較した。心電図は50mm/秒の速度で記録し、0.01秒の精度にて計測した。それらの値より平均値と標準誤差を得た。有意差の検定には分散分析法を用い、危険率5%水準以下を有意差とした。

結 果

1. 水温と潜水反射 (図1)

図の左から37度、25度、5度の水中に30秒間顔面をつけた際の心電図 RR 間隔の変化を示している。図のように温度が低下するにつれ、のびが大きくなっている。対照値はほぼ0.77秒

1. 神戸大学医療技術短期大学部

School of Allied Medical Sciences, Kobe University

2. 高砂市民病院

Takasago Municipal Hospital

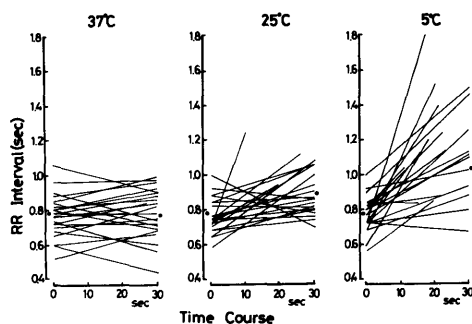


図1. 水温と潜水反射

水温37, 25, 5度水温に, 30秒間まで顔をつけた際の RR 間隔を示す。図中黒丸(●)で示してあるのは各々の平均値であり, 標準誤差は非常に小であるので示していない。対象数は22名。

であるのに対し, 37度では0.78秒, 25度では0.89秒で有意差を認め得なかったが, 5度では, 1.13秒と有意に延長した。

2. 自由呼吸下における水温の影響(図2)

シュノーケルにて自由呼吸を可能にさせた際には, 図のごとく RR 間隔の延長は, 呼吸停止を伴った場合よりも僅かとなり, 25度で0.72より0.87秒, 5度において0.72秒より1.04秒と延長を認めたがその延長の程度は僅かとなった。

3. 呼吸停止の影響(図3)

図は, 顔面を浸水しない状態即ち大気中での呼吸停止時を行わせた結果を示す。30秒の呼吸停止ではほとんど変化を認めず, 最大限呼吸停止させた結果, 平均25秒の停止が可能であったが, RR 間隔の平均0.82秒より0.84秒とほとんど変化しなかった。すなわち呼吸停止は, RR 間隔の延長に影響しないことが明かとなった。

考 察

1. 潜水反射に関する影響因子について

潜水反射は呼吸停止を背景として, 潜水した脊椎動物に示される基本的な防衛反応である^{5, 6)}, すなわち脳および心臓に対して, 酸素を集中させるために生じる循環諸量の著明な再

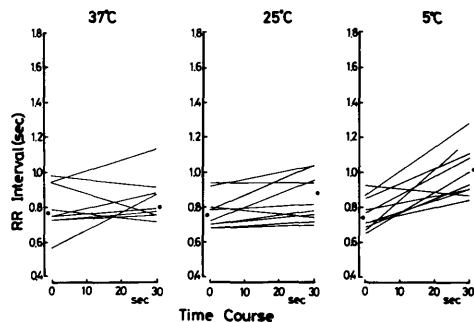


図2. RR 間隔に対する自由呼吸下における水温の影響を示す。

シュノーケルにて, 呼吸可能な状態で行った。対象数は10名。

配分を意味し, これにより潜水時間の延長が可能になるとされている。しかし, ヒトでは残された一部の機能が, 潜水または冷水への顔面浸水によって活性化されるものと考えられる。

潜水反応の三つの重要な要素²⁾は, 無呼吸, 強力な迷走神経性徐拍, 及び筋, 腎, 皮膚ならびに内蔵領域の血管に著明かつ広範にわたる血管収縮である。

Daly ら⁴⁾は, この反射の中枢性調節における動脈化学受容体の役割について検討を加え, 顔面, あるいは上気道における受容体の刺激によって反射が誘発され, 呼吸中枢が抑制されて無呼吸が生じ, 迷走神経性徐拍が起こり, 全般的な血管収縮が引き起こされるとしている。無呼吸により, 低酸素血症及び高炭酸ガス血症が生じるが, 動脈の化学受容体が作動し, 反射性の過換気, 交感神経性血管収縮及び迷走神経性徐拍が誘発されると考えられる。

さらに三叉神経領域における寒冷受容体によって活性化される顔面浸水反射と対比して, 身体他の部分に冷水がふれたとき, 寒冷昇圧試験で観察されるように, 心拍数及び血圧の増加を来し, その結果より顔面の特異性が説明されている²⁾。

今回の我々の結果では, 不感温度⁷⁾即ち37度に近いほど影響は少なかった。これは痛みを受

謝 辞

本研究の実施に当り御協力いただいた菊田千衣氏と辻内智美氏に感謝します。

文 献

1. Anderson, HT : Physiological adaptations indiving vertebrates. *Physiol. Rev* 46 : 212, 1966.
2. Smith JJ, Lampine JP (村松 準訳) : 循環の生理医学書院, 1983, P. 280
3. 村山正博, 小堀悦孝, 坂本静男, 川原 貴 : スポーツのための心電図メディカルチェック 文光堂, 1987, P. 144
4. Daly MD, Angell-James JE. The diving response : its possilble clinical implications. *Int Med* 1 : 12, 1979
5. Folkow B, Yonce LR. The negative inotropic effect of vagal stimulation on the heart ventricles of the duck. *Acta Physiol. Scand.* 71 : 77, 1967
6. Folkow B, Nilsson NJ, Yonce LR. Effect of 'diving' on cardiac output in ducks. *Acta Physiol. Scand.* 70 : 347, 1967
7. 講武芳英, 村木敏明, 久次米健市他 : 温水浴による呼吸循環系への影響 神大医短紀要 5 : 155, 1989

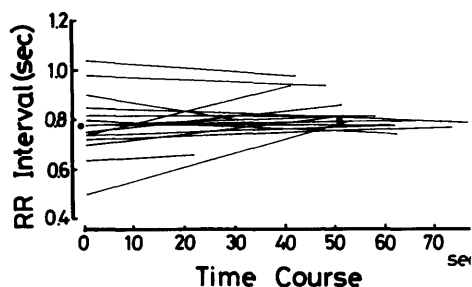


図3. RR 間隔に対する呼吸停止の影響を示す。
対象数は15名である。

容器の刺激が少ない等の関与も考えられる。

また影響因子としての、温度、呼吸に関しては、前者の影響がより強いが、単独よりもむしろ、複合効果として徐脈が生じることが示唆された。

2. 潜水反射の危険性とその防止策

この迷走神経活動の亢進のため、心室性期外収縮、房室ブロック、洞性徐脈が生じる可能性があり、プール等学校活動中に生じる異常内容について報告³⁾され注目されるようになっている。そのため事前に潜水反応を検討する事が必要と考えられつつある。

しかし今回得られた結果によれば、潜水反射による危険性を防ぐには、25度前後以上の不感温度に近いプールの水温、また、むりな長い時間の潜水による呼吸停止を行わないことが、より重要であることが示唆された。

結 語

1. 潜水反射の影響因子を解析したところ、水温と呼吸停止の複合効果であることが示唆された。
2. さらに、両者の比較では温度の影響が特に強いことが明らかになった。
3. 安全な潜水には、水の温度と呼吸停止時間が重要であることが明らかになった。

Factors Influencing on Diving Reflex

Kenichi Kujime¹, Yasuyuki Ueba¹, Hisayuki Sawatari²

ABSTRACT : Diving reflex was developed by immersing the face into water. The RR interval of EKG was most prolonged at the temperature of 5 °C. When free respiration with snorkel was permitted in the water, the prolongation of RR interval became smaller. When respiration was stopped in the air, the RR interval did not show a prolongation any longer. These results reveal the importance of the combination of water temperature and apnea. When attention is paid to these factors, diving must activate the fatal reflx. Consequently, these results will be useful for the reduction of diving accidents.

Key Words : Diving reflex,
Water temperature,
Bradycardia.

1. School of Allied Medical Sciences, Kobe University
2. Takasago Municipal Hospital