

呼吸を伴う顔面浸水の自律神経活動へ及ぼす影響

岡野 亮介

要旨 目的：5°Cの冷水へシュノーケルを通じて自然な呼吸を行いながら顔面浸水を行った（Facial Immersion Breathing through a Snorkel:FIBS）時とその回復時の心拍変動、カテコラミン（CA）および血圧（BP）の変動の解析から、FIBSの自律神経活動へ及ぼす影響を検討した。対象と方法：健康な成人男女14名を対象に、各5.5分の安静時、FIBS時および回復時に心電図、CAおよびBPを計測した。心拍変動は高速フーリエ変換を施すとともにCVRR、MSDおよびRR50を求め心臓の迷走神経活動の指標とした。結果：安静時と比較してFIBS時にはノルアドレナリン（NA）、収縮期血圧（SBP）、拡張期血圧（DBP）、LogHF（高速フーリエ変換より算出された心臓の迷走神経活動の指標）、MSDおよびRR50は有意に増加した。一方FIBS時と比較して回復時にはアドレナリン（A）、SBP、DBP、LogHF、CVRR、MSDおよびRR50は有意に低下した。高速フーリエ変換より算出された心臓の交感神経活動の指標（LF/HF）は有意に増加した。しかし、LF/HFとCAの変動量間の相関性は、安静時からFIBS時ではLF/HFとAで $r=-0.045$ 、LF/HFとNAで $r=0.177$ であり、FIBS時から回復時ではLF/HFとAで $r=-0.300$ 、LF/HFとNAで $r=-0.154$ であり、いずれも有意な水準はなかった。考察：FIBS時には心臓の迷走神経と交感神経の活動はともに亢進し、その回復時には両自律神経活動とも抑制することが示唆された。しかし、LF/HFとCAの変動間の相関性は低く、交感神経の活動の動態についてはさらに検討を要するであろう。

Key Words: 自律神経活動, 顔面浸水, カテコラミン

目 的

顔を冷水へ浸漬して止息した時の循環器系の変化については数多く報告されている¹⁾。しかし、この時の自律神経活動の動態は、解析法としては心拍変動のスペクトル解析法が優れているにもかかわらず、止息時間が制限因子となって本法が適用できず、十分な成果が挙げられていない。さらに回復時の自律神経活動の動態について追究した報告は見あたらない。また、心拍変動のスペクトル

ル解析法の使用例において、カテコラミン(以下 CA)と血圧(以下 BP)の測定を同時に行って交感神経活動を推定した報告はない。

本研究は以上のことを背景に健康な成人を対象として呼吸を伴う冷水への顔面浸水時およびその回復時の自律神経活動を、心電図(スペクトル解析法等を適用)、CA および BP を同時に測定することより検討した。

対象と方法

健康な成人男女 14 名(27.3±3.8 歳, 平均値±標準偏差, 以下同じ)を対象とした。被検者は、肘正中静脈に留置針挿入の後 10 分間の座位安静を保ち、引き続き 5.5 分間の安静を保持した。その後同姿勢で 5° C の冷水の入った洗面器の中へ極めてゆっくりと顔面を漬けて、シュノーケルで自然な呼吸を行いながら(シュノーケル呼吸をしながらの顔面浸水, 以下 FIBS)5.5 分間経過した後、極めてゆっくりと顔を上げて、回復過程として 5.5 分間座位安静を保持した。各 3 回の 5.5 分間に心電図(以下 ECG, 日本光電社製瞬時心拍ユニット AC-611G 使用, 胸部双極誘導 CM₅ より導出)をデータレコーダー(TEAC 社製 MR-10 使用)に記録し、呼吸曲線(日本光電社製呼吸ピックアップ TR-651 とカブラ用アンプ AA-601H 使用)を記録器に記録した。また安静時の 3 分目と FIBS 時および回復時の 1 分毎に BP(リバロッチ型水銀血圧計使用)を測定した。採血は各 3 回の 3 分目に行い、CA であるアドレナリン(以下 A)とノルアドレナリン(以下 NA)を定量(HPLC 法, 東ソー社製 HLC-8030 使用)した。

収録した ECG 波形の 1 拍毎の RR 間隔を、AD 変換ボード(カノーブス社製 ADX-98E 使用)とパーソナルコンピュータ(NEC 社製 PC9801RA21 使用)を利用して、100 分の 1 秒単位で計測し心拍数(以下 HR, 拍/分)に変換した。その後直線補間により 1Hz で再サンプリングを行い、256 個のデータを高速フーリエ変換し美和ら²⁾、須田ら³⁾の研究を参考として 0.04~0.15Hz のパワーの積分値(以下 LF)、0.16~0.40Hz のパワーの積分値(以下 HF)および LF/HF を求めた。また、各 3 回の原時系列データにおける 2 分以降の 100 個(時系列として採血時を含む)の RR 間隔より平均 HR、RR 間隔の変動係数(以下 CVRR)、連続する RR 間隔の差の絶対値の平均値(以下 MSD)、連続する RR 間隔の差の絶対値が 50msec 以上を示す個数(以下 RR50)を求めた。なお、LF は血圧あるいは圧反射回路のリズムの影響を受け、心臓の迷走神経活動の修飾を受けた交感神経活動を示し、HF は呼吸リズムの影響を受け特異的に心臓の迷走神経活動の活動を示すと言われている^{4~6)}。本論では、林ら⁷⁾、中村ら⁸⁾、橋本ら⁹⁾の研究を参考に LogHF(対数化するのは、これにより HF の分布に正規性が得られるからである)を心臓迷走神経活動の指標、LF/HF を心臓交感神経活動の指標とした。また景山ら¹⁰⁾、亀谷¹¹⁾、Ewing ら¹¹⁾、Rosano ら¹²⁾、Vibiral ら¹³⁾の研究を参考に、CVRR、RR50 及び MSD は心臓迷走神経活動の指標とした。

実験に先立ち主旨を十分に説明し、全員の被検者から同意を得た上で実験を行った。実験時刻は午後2時から4時の間であった。

統計処理に関しては、相関係数は Pearson の積率相関係数を用い、平均値の差の検定には対応のある t 検定を用いた。いずれも危険率 5%未満をもって有意とした。

結果

FIBS 時において 3 名の被検者に心室性期外収縮、1 度房室ブロック、房室接合部性補充収縮および房室接合部性補充調律といった不整脈が認められたため、呼吸数の分析及び心拍変動のスペクトル解析の対象からは除外した。

1. 呼吸数の比較

安静時、FIBS 時および回復時における 256 秒間の平均呼吸数は、それぞれ 14.8 ± 2.6 回/分、 15.1 ± 4.5 回/分および 14.5 ± 3.3 回/分であり、三者間に有意な差はなかった。また、相関係数は安静時と FIBS 時の間では $r=0.765$ 、FIBS 時と回復時の間では $r=0.811$ で、いずれも 1%水準で有意であった。

2. HR と BP の経時的変動

安静時から回復時までの 1 分毎の HR(20 拍の RR 間隔より求めた平均 HR)と、安静時の 3 分目から FIBS 時・回復時の 1 分毎の収縮期血圧(以下 SBP)と拡張期血圧(以下 DBP)の経時的変動を図 1 に示した。HR は、安静時と比べて FIBS 時ではやや低下が続いた状態であり、回復時では FIBS 時よりはやや増加した状態であった。SBP と DBP は、安静時と比べて FIBS 時ではやや上昇が続いた状態であり、回復時では FIBS 時よりはやや低下した状態であった。なお、ほとんどの被検者が FIBS 時には寒冷のためやや顔面に痛みを感じたことを報告した。

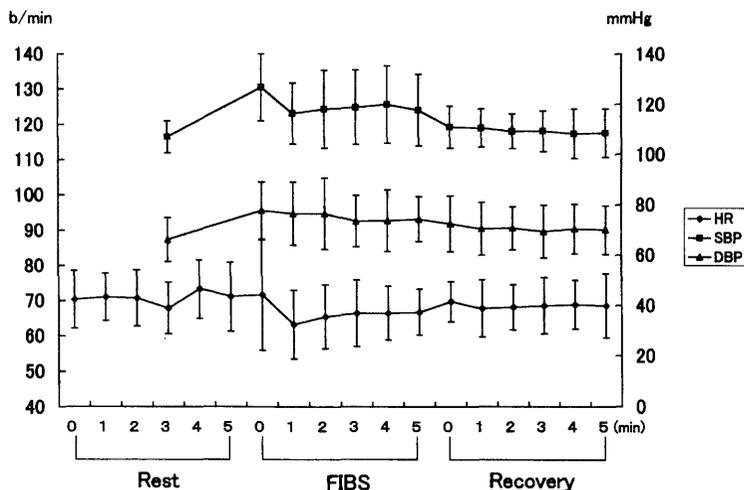


図 1 安静時、FIBS 時および回復時における HR と BP の経時的変動

3. 心拍変動による自律神経活動指標、CA および BP の変動の比較

安静時、FIBS 時および回復時における LogHF と LF/HF 及び 2 分目以降の時系列から求めた心拍変動に基づく自律神経活動の指標、CA および BP (3 分目の値) を表 1 に示した。LogHF は安静時から FIBS 時にかけて有意に増加し、その後の回復時では有意な低下を示した。LF/HF は安静時から FIBS 時にかけてやや増加の傾向を示したが有意な水準はなかった。しかし、FIBS 時から回復時にかけては有意な増加を示した。平均 HR は安静時から FIBS 時でやや低下し、その後の回復時でやや上昇を示したが、いずれも有意な水準はなかった。CVRR は安静時から FIBS 時でやや増加したが、その後の回復時では有意に低下した。一方、MSD と RR50 は両者とも安静時から FIBS 時で有意に増加し、その後の回復時では有意に減少した。A は安静時から FIBS 時でやや増加し、その後の回復時では有意な減少を示した。NA は安静時から FIBS 時で有意に増加し、その後の回復時では有意な水準ではなかったが減少傾向を示した。SBP と DBP は両者とも安静時から FIBS 時で有意に増加し、その後の回復時では有意に減少した。なお、不整脈発現者を除いた 11 名を対象とした場合の A と NA の動態さらに 14 名全員 (心室性期外収縮の発現者はその部分を除去) についてスペクトル解析を行った場合の LogHF と LF/HF の動態は、サンプル数の異なる前述の動態と同様であった。

しかし、不整脈の非発現者の 11 名に関して、安静時から FIBS 時の LF/HF と CA の差分の間の相関性は極めて低く、また FIBS 時から回復時にかけての両者の間の相関性についても同様であった (図 2)。

表 1 心拍変動による自律神経活動指標、CA および BP の変動

Items	Rest		FIBS		Recovery	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
LogHF (bpm ²)	2.681	0.270	2.908 * a	0.312	2.581 *** b	0.240
LF/HF	1.648	0.841	1.973	3.352	3.034 * b	2.980
HR (b/min)	70.0	7.3	66.1	8.2	68.5	6.8
CVRR (%)	6.39	2.24	7.89	3.04	5.67 ** b	1.55
MSD (msec)	37.7	17.0	58.2 ** a	23.6	32.7 ** b	10.1
RR50 (Numbers)	25.4	17.3	48.7 *** a	16.9	22.0 *** b	14.4
A (ng/ml)	0.051	0.022	0.054	0.028	0.042 * b	0.019
NA (ng/ml)	0.305	0.083	0.477 * a	0.325	0.394	0.141
SBP (mmHg)	107.0	6.4	118.7 ** a	14.9	109.2 ** b	8.1
DBP (mmHg)	66.4	8.7	73.5 ** a	10.1	69.4 * b	10.5

Mean, SD: Standard Deviation
 a: Rest vs FIBS, b: FIBS vs Recovery
 *: p<0.05
 **: p<0.01
 ***: p<0.001

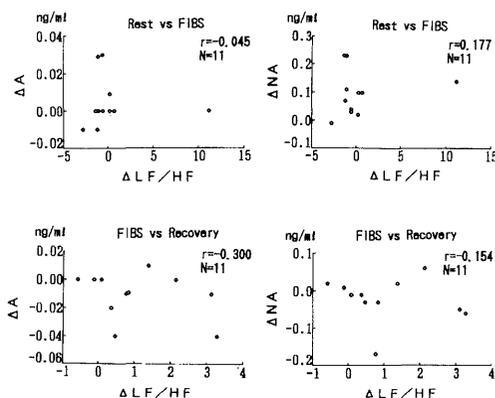


図 2 FIBS 時および回復時における LF/HF と CA の変動量間の相関性

考 察

心拍変動のスペクトル解析により求められたパワースペクトル密度は、呼吸数の変動により影響を受けることが確認されている^{14,15)}。しかし、本研究では安静時、FIBS 時および回復時の呼吸数間には有意な差はなく、また有意な相関が認められたことから LogHF と LF/HF に関して呼吸の影響は無視して論を進めることができるであろう。

安静時と比べて FIBS 時では、平均 HR は以前の報告^{16~19)}と同様にやや低下の傾向を示し、CVRR はやや増加の傾向を示したが、いずれも有意な水準はなかった。これに対し MSD、RR50 および LogHF は有意な増加を示した。心臓の自律神経の活動を評価する上で gross な HR は妥当性が低いと言われている²⁰⁾。また CVRR、MSD および RR50 は 100 個の RR 間隔を用いているという点で時系列上は交感神経の活動を一部含むが、CVRR はアルゴリズム上連続する RR 間隔の個々の変動について解析しているわけではなく、迷走神経の活動指標としての特異性はやや低いと言われる²¹⁾。一方、MSD と RR50 は連続した RR 間隔の個々の変動を捉えており、後者は交感神経系の影響を受けることが少なく^{4,22)}、両者ともより鋭敏な迷走神経活動の指標であると評価されている^{17,13)}。これらから FIBS 時では顔面の寒冷受容器-三叉神経-心臓抑制中枢を介して²³⁾心臓の迷走神経活動は明らかに増加していると推察できる。一方、LF/HF と A は明瞭な変化は示さなかったが、NA は有意な増加を示した。この A と NA の寒冷刺激に対する応答の大きさの差異は Leblanc ら²⁴⁾の報告と同様であった。また、Johnson ら²⁵⁾も FIBS 時と同様の徐脈が生じる頸部位までの浸水(水温は 10° C)時には NA が著明に分泌亢進することを報告している。また、NA の変動に付随して SBP と DBP も有意な増加を示したが、Leblanc ら¹⁸⁾も FIBS 時に徐脈とともに血圧が上昇することを報告しており、昇圧の原因を交感神経活動の増大に求めている。

ところで、LF/HF は心臓の交感神経活動の指標と考えられているが、一方でその生理学的意義には明瞭性が欠如していることも指摘されている^{26,27)}。本研究でも安静時から FIBS 時における LF/HF と CA の差分との間の相関性は、FIBS 時から回復時における差分の相関性と同様に、極めて低かった。また、静脈血 NA は交感神経の活動の指標ではあるにせよ、全身のすべての臓器からの NA を含んでおり心臓の交感神経活動のみを反映しているわけではない。しかし、寒冷への暴露が有力なストレス刺激の 1 つであり、SBP 及び DBP とも明らかな昇圧を示し、圧受容器反射の存在にも関わらず、その昇圧反応が持続したこと、および FIBS 時に顔面の痛みを感じた対象者が多くこの痛み感覚が全身の交感神経を一様に亢進させる²⁸⁾ことから、安静時から FIBS 時にかけて心臓の迷走神経と交感神経はほぼ同時に活動を増大させている可能性が示唆される。

FIBS 時から回復時にかけては、CVRR、MSD、RR50 および LogHF は有意に低下し、心臓の迷走神経活動は低下したと推察される。一方、SBP と DBP ならびに A は有意に低下、NA は低下傾向を示し心臓の交感神経活動も低下の傾向が示唆されたが、LF/HF は有意な増加を示しており大きな矛盾を残している。この矛盾は前述した LF/HF の生理学的意義の不明瞭さに拠るものかもしれないが、むしろ LF/HF という式の特性から回復時において心臓の迷走神経活動も交感神経活動も低下するのであるが、前者の活動量の減少の程度が後者のそれと比して極めて著しかったために生じた現象にすぎないように思われる。

従来心臓に対する迷走神経と交感神経の活動は相反的であるとされてきたが、安静時から FIBS 時およびその後の回復時において、両自律神経の活動はむしろ非相反的な変動を示すように思われ

た。しかし近年、動物実験からの結果からではあるが、両自律神経が非相反的に作用する場合もあることが報告されてきている^{29,30)}。FIBS の両自律神経の変動の方向性へ及ぼす影響並びに LF/HF の意義については、今後例数を重ねまたパラメーターを追加してさらに詳細に検討する必要があるであろう。

また、FIBS が自律神経活動に動揺を与えるのは明白であるが、止息を伴う顔面浸水時の心拍変動や不整脈発現率には年齢による差がある³¹⁾ことから、FIBS 時の結果についても年齢を考慮する必要がある。また、止息を伴う顔面浸水試験(以下 Diving reflex 試験)は水中運動前のメディカルチェックの 1 つとして重要視されている³²⁾が、この試験の心電図上の変化は潜水泳時の心電図上の変化との対応性が特異的に高いものである³³⁾。それ故呼吸を伴う水泳のためのメディカルチェックとしては FIBS の方がより適しているかもしれない。今後詳細に検討する必要がある。また、Diving reflex 試験を利用して糖尿病や急性心筋梗塞後の患者の自律神経機能の動態や特徴を評価する試みもなされている^{34,35)}が、呼吸の制限を与えないという安全性と、患者の苦痛を比較的軽減でき、しかも検査のために比較的長い時間が許容されるという利点から勘案すれば、FIBS は疾患者並びに高齢者の自律神経活動を評価する上で有用に活用できることが期待される。

結 語

健康な成人男女 14 名を対象として、自然呼吸下で水温 5° C の FIBS が心拍変動の自律神経活動指標、BP 及び CA へ及ぼす影響を検討した。

安静時から FIBS 時にかけて心臓の迷走神経活動と交感神経活動はともに亢進し、FIBS 時から回復時にかけては両自律神経活動はともに抑制するという非相反的な動態を示すことが示唆された。しかし、LF/HF と CA の変動量間の相関性は低く、LF/HF の意義を含めて交感神経活動の動態は今後さらに検討することが必要であろう。

用語の説明

- FIBS : Facial Immersion Breathing through a Snorkel の略。シュノーケルで呼吸をしながら、顔面を冷水へ漬けること。
- LF : 心拍変動をスペクトル解析した時の低周波領域 (0.04~0.15Hz) におけるパワーの積分値。心臓の迷走神経の活動の修飾を受けた交感神経の活動を反映する。
- HF : 心拍変動をスペクトル解析した時の高周波領域 (0.16~0.40Hz) におけるパワーの積分値。心臓の迷走神経の活動を反映する。
- LF/HF : 上記の LF と HF の比率。LF が心臓の迷走神経の修飾を受けるという特性を有することより、LF/HF は心臓交感神経の相対的な活動の高さを示すと考えられる。但し、一般的には心臓の交感神経活動自体の指標と扱われる。
- CVRR : Coefficient of variation of RR intervals の略。ある一定の個数 (通常は 100 拍) の心電図 RR 間隔の平均値と標準偏差より、次式にて算出した値。
(RR 間隔の標準偏差 / RR 間隔の平均値) × 100。心臓の迷走神経の活動を反映する。
- MSD : Mean successive difference of RR intervals の略。ある一定個数の心電図 RR 間隔の中で、連続する RR 間隔の差 (先行 RR 間隔と連結 RR 間隔の差) の絶対値の平均値。心臓の迷走神経の活動を反映する。
- RR50 : Adjacent normal RR intervals) 50ms different の略。ある一定個数の心電図 RR 間隔の中で、連続した RR 間隔の差 (先行 RR 間隔と連結 RR 間隔の差) の絶対値が 50msec 以上の個数。心臓の迷走神経の活動を反映する。

文献

- 1) Manley L: Apnoeic heart rate responses in humans: a review. *Sports Med* 9:286-310, 1990
- 2) 美和 千尋, 杉山 由樹, 岩瀬 敏, 他: 水浸時における血圧および心拍変動に及ぼす加齢の影響. *自律神経* 33:503-508, 1996
- 3) 須田 優司: 心拍変動スペクトル解析による冠状動脈血行再建術症例の自律神経機能評価に関する研究. *自律神経* 34:442-450, 1997
- 4) 亀谷 学: 自律神経評価法. *臨床スポーツ医学* 9:854-857, 1992
- 5) Pomeranz B, Macaulay RJB, Caudill MA et al: Assessment of autonomic function in humans by heart rate spectral analysis. *Am J Physiol* 248(Heart Circ. Physiol. 17):H151-153, 1985
- 6) 矢永 尚士, 西村 敏博: 心拍スペクトル解析. *臨床検査* 35:585-590, 1991
- 7) 林 達也, 樹田 出, 服部 直也, 他: 健常人における心臓自律神経活動の個人差を規定する要因についての研究. *小野スポーツ科学* 3:322-326, 1995
- 8) 中村 好男, 林 直亨, 村岡 巧: 心拍変動スペクトル指標の算出に関わる FFT 法, MEM 法, CGSA 法の比較. *体力科学* 42:790, 1993
- 9) 橋本 伸行, 亀谷 学, 加茂 力, 他: 陳旧性心筋梗塞患者における神経循環調節の日内変動に関する検討—心拍変動パワースペクトル解析法を用いて—. *自律神経* 33:521-531, 1996
- 10) 景山 茂, 持田 聰一郎, 阿部 正和: 定量的自律神経機能検査法の提唱—心電図 R-R 間隔の変動係数を用いた非侵襲的検査法—. *神経内科* 9:594-596, 1978
- 11) Ewing DJ, Borseley DQ, Bellavere F, et al: Cardiac autonomic neuropathy in diabetes: comparison of measures of R-R interval variation. *Diabetologia* 21:18-24, 1981
- 12) Rosano GMC, Ponikowski P, Adamopoulos S, et al: Abnormal autonomic control of the cardiovascular system in syndrome X. *Am J Cardiol* 73:1174-1179, 1994
- 13) Vybiral T, Bryg RJ, Maddens ME, et al: Effect of passive tilt on sympathetic and parasympathetic components of heart rate variability in normal subjects. *Am J Cardiol* 63:1117-1120, 1989
- 14) Brown TE, Beightol LA, Koh J, et al: Important influence of respiration on human R-R interval power spectra is largely ignored. *J Appl Physiol* 75:2310-2317, 1993
- 15) 岡野 亮介, 勝木 建一, 勝木 道夫: 心拍変動のパワースペクトル指標に関する基礎的考察. *臨床スポーツ医学* 12(7):803-808, 1995
- 16) Bove AA, Lyunch PR, Connell JV, et al: Diving reflex after physical training. *J Appl Physiol* 25:70-72, 1968.
- 17) Kawakami Y, Hatelson BH, Dubois AB: Cardiovascular effects of face immersion and factors affecting diving reflex in man. *J Appl Physiol* 23:964-970, 1967
- 18) Leblanc J, Dulac Côté J, et al: Autonomic nervous system and adaptation to cold in man. *J Appl Physiol* 39:181-186, 1975
- 19) Whayne TF Jr, Killip T III: Simulated diving in man: comparison of facial stimuli and response in arrhythmia. *J Appl Physiol* 22:800-807, 1967
- 20) Nishiyasu T, Tan N, Morimoto K, et al: Enhancement of parasympathetic cardiac activity during activation of muscle metaboreflex in humans. *J Appl Physiol* 77:2778-2783, 1994
- 21) 井上 和宏, 緒方 甫, 三宅 晋司, 他: 心電図 R-R 間隔変動係数(CVR-R 値)における自律神経系の関与. *自律神経* 28:95-101, 1991
- 22) 宮本 雅之, 市丸 雄平, 片山 宗一: 自律神経機能検査—意義と限界— 心拍変動. *日本臨床* 50:49-54, 1992
- 23) Andersen HT: The reflex nature of the physiological adjustments to diving and their afferent pathway. *Acta Physiol Scand* 58:263-273, 1963

- 24) Leblanc Côté J, Jobin M, et al: Plasma catecholamines and cardiovascular responses to cold and mental activity. *J Appl Physiol* 47:1207-1211, 1979
- 25) Johnson DG, Hayward JS, Jacobs TP, et al: Plasma norepinephrine responses of man in cold water. *J Appl Physiol* 43:216-220, 1977
- 26) 安藤 真一, 竹下 彰: 心拍数のパワースペクトル. *総合臨床* 39:2222-2226, 1990
- 27) Chess GF, Tam RMK, Calaresu FR: Influence of cardiac neural inputs on rhythmic variation of heart period in the cat. *Am J Physiol* 228:775-780, 1975
- 28) 入来 正躬: 交感神経系地域性反応-温度刺激と低酸素刺激に対する反応を中心として-. *日本生理学雑誌* 45:181-199, 1983
- 29) Koizumi K, Kollai M: Multiple models of operation on cardiac autonomic control: development of the ideas from Cannon and Brooks to the present. *J Auton Nerv Syst* 41:19-30, 1992
- 30) Kollai M, Koizumi K: Reciprocal and non-reciprocal action of the vagal and sympathetic nerves innervating the heart. *J Auton Nerv Syst* 1:33-52, 1979
- 31) 岡野 亮介: 顔面浸水止息時の心電図応答へ及ぼす性と加齢の影響. *体力科学* 46:461-470, 1997
- 32) 坂本 静男, 村山 正博: スポーツと不整脈. *J J Sports Sci* 3-1:25-36, 1984
- 33) 岡野 亮介, 碓井 外幸, 佐々木 弘志, 他: 水泳の安全に対する基礎的研究. *デサントスポーツ科学* 11:13-31, 1990
- 34) Bennett T, Hosking DJ, Hampton JR: Cardiovascular reflex responses to apnoeic face immersion and mental stress in diabetic subjects. *Cardiovas Res* 10:192-199, 1976
- 35) Gooden BA, Holdstock G, Hampton JR: The magnitude of the bradycardia induced by face immersion in patients convalescing from myocardial infarction. *Cardiovas Res* 12:239-242, 1978

Summary

Influence of Facial Immersion with Breathing on Autonomic Nerve Activity

By

Ryosuke Okano

This study investigated variations in autonomic nerve activity during and after facial immersion breathing through a snorkel (FIBS) in water at 5° C. Fourteen healthy adults of both genders served as subjects. Electrocardiogram, catecholamine (CA), and blood pressure were measured during rest, FIBS, and recovery. After analysis of successive RR intervals using some methods including fast Fourier transformation, CVRR, MSD, RR50, and LogHF were used as indices of cardiac vagus nerve activity, and LF/HF was used as an index of cardiac sympathetic nerve activity. MSD, RR50, LogHF, noradrenaline, systolic blood pressure (SBP), and diastolic blood pressure (DBP) increased significantly during FIBS. In contrast, CVRR, MSD, RR50, LogHF, adrenaline, SBP, and DBP decreased but LF/HF increased significantly during recovery. From these results, it was suggested that cardiac vagus and sympathetic nerve activities were accelerated simultaneously during FIBS, and both activities were depressed during recovery. However, because the correlation coefficients between the variations of LF/HF and CA were low, further study is indicated.

Key words: autonomic nerve activity, facial immersion, catecholamine