

頻脈性不整脈児の顔面冷水浸水試験

(平成11年12月24日受付)

(平成12年7月31日受理)

国立循環器病センター小児科

豊原 啓子 高室 基樹 宮崎 文 長谷川 聡
安田 謙二 大内 秀雄 新垣 義夫 越後 茂之

key words : 顔面冷水浸水試験, 頻脈性不整脈

要 旨

頻脈性不整脈をもつ小児に顔面冷水浸水試験(FI)を行い,その反応を検討した.頻脈性不整脈139例にFI(10の冷水)を行い,心電図を記録した.また,その後でトレッドミル試験(TM)を行った.頻拍発作が誘発された頻度,誘発された時相について検討した.FIでの頻拍発作の誘発率は139例中12例,8.6%,TMの誘発率139例中32例,23.0%であった.FIで誘発された12例中,TMでも誘発されたのが5例で,5例中4例はFIでRRが短縮する時相において誘発された.TMでは誘発されず,FIのみで誘発された7例はすべてがRRが延長する時相で誘発された.12例中FIを複数回施行し,無投薬で経過観察中の8例は,FIで再現性をもって同じ時相で頻拍発作が誘発された.頻脈性不整脈をもつ小児では,FIのみで頻拍発作が誘発される例も認め,FIを施行することによって得られる情報は有用と考えられた.

はじめに

潜水を行うと,迷走神経反射によって徐脈となることは,良く知られている^{1)~5)}.顔面冷水浸水試験(FI)は,潜水を行った時と同様の反応が得られるとの報告がされている⁶⁾.FIは,学校生活を送る不整脈児において,水泳(潜水を含む)が可能かどうかを判断するのに非常に有用である^{6)~8)}.今回我々は,頻脈性不整脈をもつ小児に顔面冷水浸水試験(FI)を行い,その反応を検討した.

対象と方法

頻脈性不整脈群(上室性期外収縮(SVPC),心室(性)期外収縮(PVC),心室頻拍(VT),心房頻拍(AT),結節性頻拍(JT),心房粗動(AF),WPW症候群)の小児139例(年齢7~30歳,中央値13歳)に延べ191回のFI(10の冷水)を行い,心電図を記録した.また,その後でトレッドミル試験(TM)を行った.対照群(川崎病の既往を有し冠動脈に異常のない

例,あるいは胸痛を主訴に受診し,心エコー検査で異常を認めなかった例)の20例(年齢7~20歳,中央値13歳)に,同様の方法でFIとTMを行った.FIは,外気温25の状態では,10の冷水を洗面器に入れて,最大吸気より開始しできるだけ長く行った.

頻拍発作が誘発された頻度,誘発された時相について検討した.誘発の定義は,安静時と比較して,SVPC,PVCの増加または連発する,あるいはVT,AT,JT,AF,発作性上室性頻拍などの頻拍発作を認めたこととした.対照群と頻脈性不整脈群の誘発された例すべてにおいて,記録したFI中の心電図のRR間隔をV5誘導で手動計測した.また頻脈性不整脈群の誘発例12例のうち9例にホルター心電図を施行した.

結 果

浸水時間は頻脈性不整脈群が 31.4 ± 15.5 秒,対照群が 34.3 ± 20.0 秒で両群に有意差を認めなかった.

対照群における,顔面冷水浸水試験(FI)のRR時間の変化は全例同様の変化を示した(図1).開始直後は,一旦RRは短縮(A相),その後迷走神経緊張によりRRは延長,徐脈となり,終了直前ピークに達する(B

相)。終了直後に RR は急激に短縮 (C 相) する。

FI の誘発率は頻脈性不整脈の 139 例中 12 例, 8.6% であった(図 2, 表 1)。表 1 の診断は, FI のみで誘発された JT(症例 1)と, FI と TM の両方で誘発された AT(症例 12)は電気生理検査により, 他は体表面心電図により行った。この 12 例中 FI を複数回施行し, 無投薬で経過観察中の 8 例は, FI で再現性をもって同じ時相で頻拍発作が誘発された。TM の誘発率は 139 例中 32 例, 23.0% であった。FI で誘発された 12 例中, TM でも誘発されたのが 5 例 (JT 1, VT 2, VPC 1, AT 1)で, いずれも同じ頻拍発作であった。FI, TM の両

方で誘発された 5 例中 4 例は誘発されたのが, A 相または C 相で, TM では peak 時であった(図 3)。TM では誘発されず, FI のみで誘発された 7 例(JT 1, VT 4, PVC 2) はすべてが B 相で誘発された(図 4)。

考 察

潜水を行うと, 顔面の寒冷刺激, 息こらえなどの迷走神経反射により徐脈となる^{1)~5)}。小児が潜水を伴う水泳を行うことによって, 不整脈がおこり致死的となりうること, また水中心電図により不整脈が捕えられているという報告もある^{6)~8)}。また, QT 延長症候群に

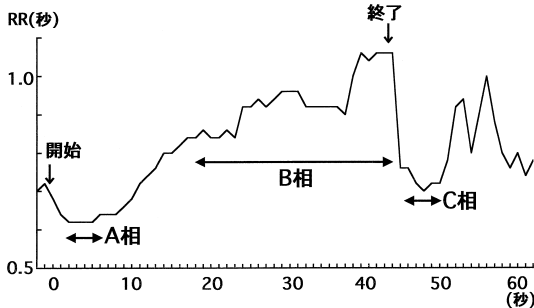
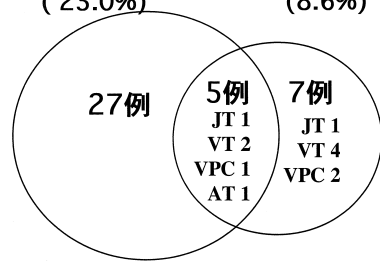


図 1 FI 試験の RR 変化

TMで頻拍発作が誘発 (23.0%) FIで頻拍発作が誘発 (8.6%)



心室(性)期外収縮(PVC), 心室頻拍(VT), 心房頻拍(AT), 結節性頻拍(JT)

図 2 頻脈性不整脈

表 1

FI のみで誘発							
症例	年齢	性	診断	施行時間 (秒)	FI で誘発された時相		
1	15	M	JT	32*	B 相	(14秒でJT short run, 32 秒でsustained JT (図 3))	
2	15	F	VT(RVOT)	32	B 相	(13 秒で bigeminy, 32 秒で VPC2 連発 10 回)	
3	13	M	VT(RVOT)	37	B 相	(12 秒で bigeminy)	
4	11	F	VT(RVOT)	11	B 相	(10 秒で 22 連発)	
5	16	F	VT(RVOT)	52	B 相	(14 秒で VPC 2~4 連発, 52 秒で sustained VT (図 4))	
6	11	F	VPC(RVOT)	22	B 相	(17 秒で bigeminy, 22 秒で couplet)	
7	17	M	VPC(LV)	52	B 相	(8 秒で bigeminy)	
FI と TM の両方で誘発						TM	
8	10	F	JT	44	A 相	(2 秒で JT short run)	TM peak で JT short run
9	11	M	VT(LV)	52	C 相	(58 秒で sustained VT (図 5))	TM peak で sustained VT
10	13	F	VT(RV base)	18	B 相	(8 秒で 8 連発, 18 秒で 3 連発)	TM recovery 2分で2度 AV block 後 3 連発 2 回
11	13	F	VPC(RVOT)	27	C 相	(29 秒で VPC 3 連発)	TM 終了直後に VPC 2 連発 2 回
12	12	M	AT	30	C 相	(32 秒で sustained AT)	TM 終了直後に sustained AT

JT : 結節性頻拍, VT : 心室頻拍, RVOT : 右室流出路, VPC : 心室(性)期外収縮, LV : 左室, RV base : 右室基部, AT : 心房頻拍

* : 32 秒で rate220 の JT が誘発されたため, FI を終了させた。

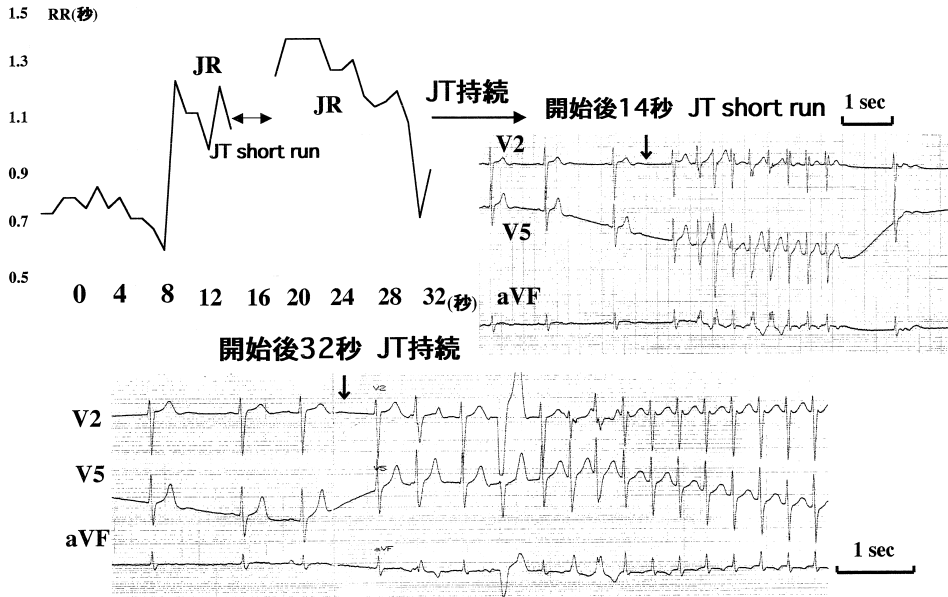


図3 FIで誘発された結節性頻拍(JT): 15歳男
調節性調律(JR)

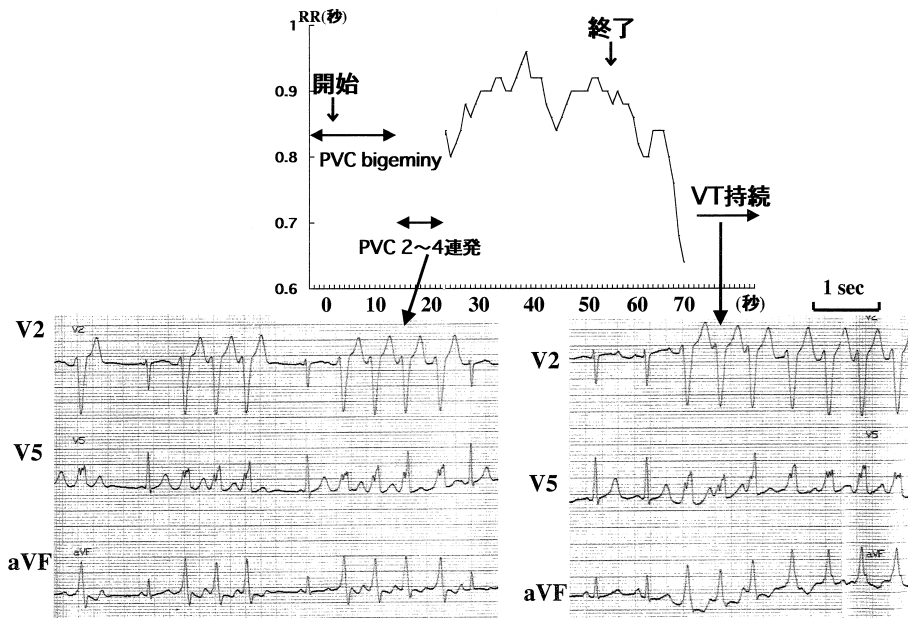


図4 FIで誘発された心室頻拍(VT): 16歳女
心室(性)期外収縮(PVC), 心室頻(VT)

において, FIを行うと著明にQTが延長したり, T wave alternans がしばしば認められるとの報告もある⁹⁾。

Ishikawaらは, 頻脈性及び徐脈性不整脈の小児に FIを行い, 潜水時の水中心電図を行わなくても, FI

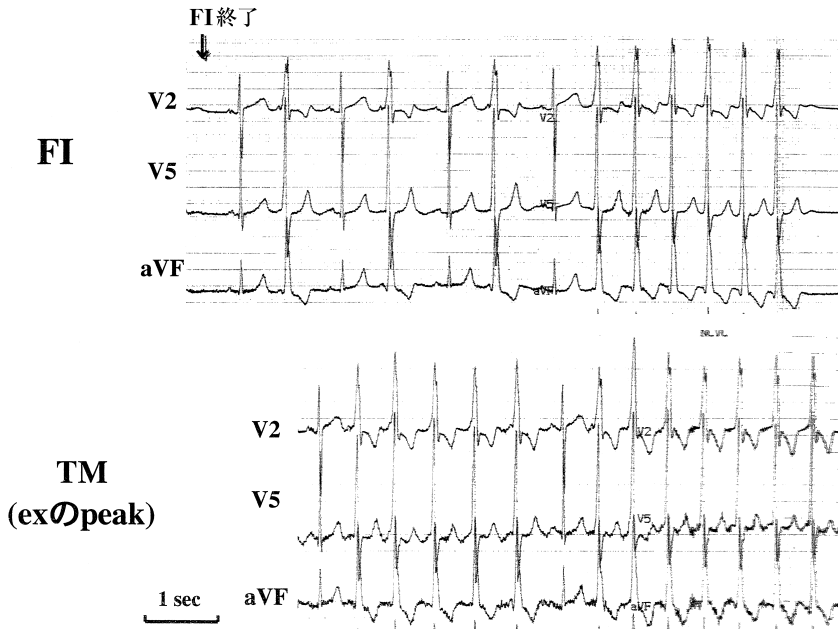


図5 FI, TM の両方で誘発された心室頻拍 (VT): 11 歳男
FI 終了 (52 秒), 施行前, 施行中はずっと bigeminy

で十分代用できると述べている⁶⁾。徐脈性不整脈の児が FI を行うことによって、徐脈が誘発されるのは理解できるところである。しかし、FI で頻脈性不整脈が誘発されることは、徐脈あるいは迷走神経反射だけでは説明が不十分である。まず、対照群に FI を行い、RR 時間の変化を検討した(図1)。最大吸気を行った後の開始直後は、一旦 RR は短縮する(A相)。また、終了直前は RR は最も延長するが、終了直後は急激に RR が短縮する(C相)。頻脈性不整脈の児の 8.6% が、FI によっても発作を誘発されたが、誘発された時相によって大きく 2 群に分けられると考えられた。A 相または C 相で誘発された頻脈性不整脈 5 例は、4 例が TM でも誘発されており、FI 中に交感神経の緊張またはカテコールアミンの関与が示唆された。TM では誘発されず、FI のみで誘発された 7 例はすべてが RR が延長する時相で誘発された。

また、同じ心電図波形をした右室流出路(RVOT)起源の VPC, VT でも、FI のみで誘発される例、FI と TM でのみ誘発される例、TM のみで誘発される例があり、それぞれ誘発されるメカニズムが異なることが考えられた。ホルター心電図による検討も行ったが、FI での B 相で誘発される例でも、運動時や日中の方

が、睡眠時よりも VPC, SVPC の数や連発数が多い傾向にあり、FI ほどの明確な差は認められなかった。大庭¹⁰⁾らは、RVOT 起源の VPC, VT のホルター心電図解析において、心拍数の増加とともに VPC が増加する症例と、そうでない症例に分けられ、その発生機序は単一ではないと述べている。FI を行うと、徐脈になると血圧は上昇、中心静脈圧も上昇、末梢血管抵抗も上昇すると報告されている¹¹⁾。頸動脈の圧受容体にも影響があり、その変化により頻拍発作が起こるのではないかと考えられる。また、心拍変動も頻拍発作に関与している可能性があり、FI 中及びホルター心電図における高周波成分(HF)、低周波成分(LF)などの心拍変動などの検討が必要と考えられた。

結 語

頻脈性不整脈をもつ小児に FI を行った。FI のみで頻拍発作が誘発される例も認め、FI を施行することによって得られる情報は有用と考えられた。

この論文の要旨は、第 16 回日本心電学会学術集会(甲府)にて発表した。

文 献

1) Song SH, Lee WK, Chung YA, Hong SK : Mechanism of apneic bradycardia in man. J Appl Physiol

- 1969 ; 27 : 323 327
- 2) Moore TO, Lin YC, Lally DA, Hong SK : Effects of temperature, immersion, and ambient pressure on human apneic bradycardia. *J Appl Physiol* 1972 ; 33 (1) : 36 41
 - 3) Marsh N, Askew D, Beer K, Gerke M, Muller D, Reichman C : Relative contributions of voluntary apnoea, exposure to cold and face immersion in water to diving bradycardia in humans. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology* 1995 ; 22 : 886 887
 - 4) Schagatay E, Holm B : Effects of water and ambient air temperatures on human diving bradycardia. *Eur J Appl Physiol* 1996 ; 73 : 1 6
 - 5) Hayashi N, Ishihara M, Tanaka A, Osumi T, Yoshida T : Face immersion increases vagal activity as assessed by heart rate and variability. *Eur J Appl Physiol* 1997 ; 76 : 394 399
 - 6) Ishikawa H, Matsushima M, Nagashima M, Osuga A : Screening of children with arrhythmias for arrhythmia development during diving and swimming. Face immersion as a substitute for swimming. *Jpn Circ J* 1992 ; 56 : 881 890
 - 7) Ishikawa H, Nagashima M, Ooiwa K, Hasegawa S, Kikuchi T : Cardiac arrhythmias during swimming in healthy children. *J Jpn Pediatr Soc* 1987 ; 91 : 3498 3504 (in japanese)
 - 8) Ishikawa H, Osuga A, Nagashima M et al : Arrhythmias during swimming and diving in children with arrhythmias. *Heart* 1991 ; 23 (Suppl 1) : 94 96 (in japanese)
 - 9) Katagiri-Kawade M, Ohe T, Arakaki Y, Kurita T, Shimizu W, Kamiya T, Orii T : Abnormal response to exercise, face immersion, and isoproterenol in children with the long QT syndrome. *PACE* 1995 ; 18 (12 Pt 1) : 2128 2134
 - 10) 大庭百合賀, 下池英明, 久間文明, 小池明広, 金谷英樹, 柳 統仁, 大塚祥司, 大西 康, 植田典浩, 野崎雅彦, 丸山 徹, 加地良一, 金谷庄蔵, 藤野武彦, 仁保喜之 : ホルター心電図からみた右室流出路起源の心室性不整脈の発生機序の検討 . *心電図* 1999 ; 19 (4) : 344 350
 - 11) Langille BL : Role of venoconstriction in the cardiovascular responses of ducks to head immersion. *Am J Physiol* 1983 ; 244 (2) : R 292 298

Face immersion testing in children with tachy-arrhythmia

Keiko Toyohara, Motoki Takamuro, Aya Miyazaki, Satoshi Hasegawa,
Kenji Yasuda, Hideo Ohuchi, Yoshio Arakaki and Shigeyuki Echigo
National Cardiovascular Center, Osaka, Japan

Face immersion testing (FI) was performed in 139 children with tachy-arrhythmia. Electrocardiographic recordings were obtained during FI (10) After FI, treadmill testing (TM) was also performed in all cases. Significant tachy-arrhythmia occurred during FI in 12 cases (8.6%), compared with TM in 32 cases (23.0%). 5 cases of 12 with tachy-arrhythmia in FI showed the same tachy-arrhythmia in TM. In 4 of 5, tachy-arrhythmia was induced when RR interval was shortened in FI. 7 cases of 12 had tachy-arrhythmia during bradycardia in FI, didn't develop tachy-arrhythmia in TM. In 8 of 12 without medication with repeated FI, the same tachy-arrhythmia occurred in the same phase during FI. FI appeared to be a useful examination in children with tachy-arrhythmia.