

特集

慢性心不全の診断と治療

慢性心不全の温熱療法*

木原 貴士**

枇榔 貞利**

鄭 忠和**

Key Words : thermal therapy, heart failure, sauna therapy, TEI index, NO

はじめに

心不全とは、種々の病因により心機能が低下し、末梢組織の酸素需要に必要とされる血液を駆出できなくなった状態であり、すべての心疾患の示す最終的な病態である。心不全とは、一般的に急性心不全と慢性心不全とに分類されるが、急性心不全とは急性肺水腫・心源性ショック・慢性左心不全の代償不全に代表される病態である¹⁾。一方、慢性心不全とは機能低下した心臓から供給される血液量に末梢組織がさまざまな方法で適応し、血液量の需要と供給のバランスは比較的保持されている状態である。そこには四肢筋力・末梢血管機能・呼吸機能などの関与も重要となる。すなわち、急性心不全とは明らかに異なる病態と考えられる。そこで慢性心不全とは、心機能障害を基本とし、神経体液性因子の亢進などによる体液貯留により日常身体活動が障害された予後不良な症候群と定義される²⁾。

慢性心不全の治療は、大きく分けて薬物療法、非薬物療法、外科療法に分けられる。薬物療法においては、アンジオテンシン(ACE)変換酵素阻害薬、アンジオテンシンⅡ受容体拮抗薬(ARB)

や、β遮断薬は大規模臨床介入試験により心不全の予後改善効果がほぼ確立されている。一方、運動を取り入れた心臓リハビリテーションも心不全患者に幅広く応用されるようになり、その有用性が報告されている。

本稿では、著者らが10数年前から提唱してきた心不全患者に対する温熱療法に関して、温熱療法の意義・効果・機序ならびに具体的な入浴処方を概説する。

心不全に対する温熱療法

運動が心不全に対して不適當と考えられていたのと同じように、長い間の入浴も心不全には適さず、とくに重症心不全では禁忌とみなされてきた。しかし、心不全患者にとって入浴を禁じられることは、リラクゼーションの機会を一つ失うことであり、患者の精神的苦痛は大きい。著者らは、温熱の末梢血管拡張作用に着目し、1995年、慢性心不全に対する非薬物性血管拡張療法として温熱療法を提唱し、温水浴・サウナ浴の入浴処方を確立し、適切な入浴は心不全に対して効果的に作用することを明らかにした³⁾。その後、多くの心不全患者に温熱療法を施行し、温熱療法の有用性をさまざまな角度から検証してきた。その結果、温熱療法は心不全の血行動態を改善させるだけでなく、神経体液性因子・自律神経機能・血管機能を改善し、臨床症状を

* Thermal therapy for heart failure.

** Takashi KIHARA, M.D., Sadatoshi BIROU, M.D. & Chuwa TEI, M.D.: 鹿児島大学医学部第一内科〔〒890-8520 鹿児島市桜ヶ丘8-35-1〕; First Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine, Kagoshima University, Kagoshima 890-8520, JAPAN

表 1 NYHAⅡ～Ⅳ度の慢性心不全患者34名(平均年齢58歳)に対して、41℃・10分間の入浴あるいは60℃・15分間のサウナ浴を施行し、血行動態の変化を比較検討した(文献³⁾より改変)

	温水浴 (n=26)			サウナ浴 (n=32)		
	前	中	後	前	中	後
最大酸素摂取量 (ml)	204±26	256±25*	216±25	209±29	250±25*	219±30
METs	1.06±0.14	1.33±0.14*	1.12±0.13	1.09±0.15	1.30±0.13*	1.14±0.14
深部体温 (℃)	37.0±0.3	38.2±0.4*	37.5±0.4*	36.9±0.3	38.1±0.4*	37.4±0.4*
脈拍 (bpm)	76±14	101±20*	85±15*	77±18	97±22*	81±20
収縮期血圧 (mmHg)	117±20	120±19	115±19	115±18	116±19	110±18
拡張期血圧 (mmHg)	79±12	75±10	68±10†	78±10	70±12†	67±11*
心拍出係数 (l/min/m ²)	2.8±0.5	4.2±0.7*	3.7±0.5*	2.7±0.5	4.0±0.7*	3.5±0.7*
一回心拍出係数 (ml/min/m ²)	37±7	43±7*	44±6*	36±7	41±7*	43±8*
全身血管抵抗 (dyn/sec/cm ⁵)	1,842±592	1,077±296*	1,342±340*	1,795±468	1,205±320*	1,390±349*
肺血管抵抗 (dyn/sec/cm ⁵)	248±69	191±65*	201±61*	238±74	203±59*	213±62*
平均肺動脈圧 (mmHg)	30±5	34±6†	24±5†	29±5	25±6	23±6*
平均肺動脈楔入圧 (mmHg)	20±5	23±4†	15±4*	21±4	17±4†	14±3†
平均右房圧 (mmHg)	8±2	12±3†	6±3†	8±2	6±2†	5±2†

MET: metabolic equivalent. データはmean±SDで記載. * $P<0.01$, † $P<0.05$.

著しく改善させることが証明された。

温熱療法は心不全患者に対し症状を改善させる以外にも気分をよくさせる効果があり、治療の継続が患者の要望から積極的に行われることが多い。そのため治療を継続させるという面では、運動療法よりも温熱療法がはるかに容易である。また、運動療法が施行できない歩行障害者や重症心不全患者にも安全に施行することも温熱療法の利点である。

温熱療法の急性効果

1995年、著者らは、中等症以上(New York Heart Association (NYHA)心機能分類ⅢおよびⅣ)の心不全患者32名に対して、41℃・10分間の温水浴ならびに60℃・15分間のサウナ浴を施行し、それぞれ終了後に毛布による30分間の安静保温を追加するといった温熱療法を提唱し、その著明な血行動態の改善を報告した。入浴により、体温は約1℃上昇し、その間脈拍は約10%増加するが、収縮期血圧に有意な変化は認めなかった。全身血管抵抗は有意に低下し、心拍出量は約1.5倍に増加した³⁾(表1)。

温熱療法の慢性心不全に対する急性効果は、体温上昇に伴う末梢血管拡張作用により心臓に対する前・後負荷が軽減し、心拍出量が増加することによって考えられた。また、温熱療法は左室内腔拡大に伴う相対的僧帽弁逆流を減少さ

せ、心不全患者で多く認められる末梢循環障害に伴う症状を著明に改善する。さらに、肺血管拡張による前負荷の軽減は僧帽弁逆流の減少ともあわせて肺動脈楔入圧の減少をもたらす、運動耐容能の増加をもたらす。

適切な介助と自動昇降式浴槽や乾式サウナ装置を用いた際の入浴に伴う労作は、酸素消費量から換算して約1.5METs程度であることを確認しており、サウナ療法はきわめて重症な心機能低下の患者に対しても実施可能である。1回の温熱療法で心不全症状が著明に改善されることも少なくない。

長期入院により発汗することの少ない心不全患者にとって、温熱療法中の発汗は気分を爽快にし、重症患者によくみられる鬱症状を軽快させることも多い。

温熱療法の慢性効果

著者らは、56名の重症心不全患者に対して1日1回、4週間のサウナ浴による温熱療法を施行し、NYHA心機能分類で、平均3.6から、2.5と有意な心不全症状の改善効果を報告した⁴⁾。最近、20名の軽症から中等症(NYHAⅡ～Ⅲ)の心不全患者に対して2週間の温熱療法を施行し、心拡大の有意な減少・神経体液性因子の一つである脳性ナトリウム利尿ペプチド(BNP)の有意な減少・末梢血管内皮機能の有意な改善効果を報告した⁵⁾(表

表2 NYHAⅡ～Ⅲ度の慢性心不全患者20名(平均年齢62歳)に対して、サウナ浴による温熱療法を2週間施行し、その前後で心機能・血管機能の変化を比較検討した(文献⁹⁾より改変)

	温熱療法前	温熱療法前2週後	P value
NYHA心機能分類(Ⅰ/Ⅱ/Ⅲ)	0/10/10	1/14/5	0.01
体重(kg)	53.5±12.3	53.3±12.2	0.52
収縮期血圧(mmHg)	107±22	97±17	0.02
拡張期血圧(mmHg)	63±13	61±10	0.40
脈拍(beats/分)	71±13	70±11	0.61
心胸比(%)	58.2±7.1	55.9±7.9	0.002
左室拡張末期径(mm)	59±8	57±9	0.047
脳性利尿ペプチド(BNP)(pg/ml)	441±444	293±302	0.005
内皮依存性血管拡張反応(%)	4.4±2.5	5.7±2.5	<0.001
内皮非依存性血管拡張反応(%)	19.2±6.5	18.7±6.9	0.61

NYHA: New York Heart Association. データはmean±SDで記載.

2). この末梢血管内皮機能の改善度はBNPの改善度と有意な相関関係があることも明らかになり、温熱療法の心不全に対する効果発現機序の一つとして、血管内皮機能の改善が重要な役割を果たしていることが解明された。

慢性心不全患者では冠動脈を含め末梢血管内皮機能が低下していることが明らかにされており^{6)~8)}、ACE阻害剤⁹⁾¹⁰⁾、抗酸化剤¹¹⁾、運動トレーニング¹²⁾などで改善することが報告されている。心不全における血管内皮機能低下の機序としては、血流うっ滞によるずり応力(shear stress)の低下に伴い¹³⁾、一酸化窒素(NO)産生の減少^{14)~16)}、NO合成酵素(eNOS)の減少¹⁷⁾¹⁸⁾、さらには酸化ストレスの増大によるNO利用の低下¹⁹⁾などが報告されている。

以上から、温熱療法による血管内皮機能の改善は、心拍出量の増加に伴い末梢血管での血流が増加し、shear stressが増大することによるものと示唆される。著者らは、心不全発症ハムスターを用いた研究により、サウナ療法は血管内皮におけるeNOS蛋白の発現を遺伝子レベルで亢進させることを解明した²⁰⁾。さらに、温熱療法を継続することにより、心不全発症ハムスターの生命予後が改善することも明らかにしている²¹⁾。

著者らは、これまで多くの慢性心不全患者に温熱療法を積極的に導入してきたが、ほとんどの症例で脱落することなく満足な経過をたどっている。特筆すべきことは、温熱療法の継続がきわめて容易であるということだけでなく、便秘・皮膚冷感・筋肉痛といった末梢循環不全に

伴う症状も著明に改善されること、さらに多くの入院患者が訴える不眠も改善させるなどの点にある。

温熱療法の実際

温熱療法には温水浴と乾式遠赤外線サウナ浴を用いる方法がある。温水浴は自宅でも簡単に実施できるが、温水浴では静水圧の影響により静脈還流を増加させるので、前負荷の増大に伴い心内圧が増加する。これは心不全患者に温水浴を施行するうえで留意すべき点である。一方、静水圧のない乾式サウナ浴では、浴中から心内圧は低下する。したがって、サウナ浴の方が心不全に対する温熱療法としては適している。

サウナ浴は、遠赤外線乾式サウナ治療室を用いて、1日1回60℃・15分間施行する。出浴直後から30分間毛布による安静保温を追加する。その後、温熱療法前後の体重差から発汗量を測定し、それに見合う水分補給をする。心不全が軽快して自宅へ退院できれば、自宅でお風呂による温熱療法を継続させる。

温水浴(お風呂)による温熱療法の設定は、静水圧の影響を軽減させるため、なるべく底の浅い浴槽(洋式浴槽)を用い、1日1回41℃・10分間の座位浴(半身浴)が適切である。出浴後30分間の毛布による安静保温はサウナ浴と同様である。入浴前ならびに30分間の安静保温後の2回の体温測定(舌下体温計)は効果的で、前述したサウナ浴による温熱療法の体温変化との比較で温熱療法の過不足が判定でき、自宅での入浴法を検

証するのに役立つ。しかし、温熱療法の側面であるリラクゼーション効果は重要であり、我慢して目標温度を達成するといった方法は避けるべきである。無理なく気分よく施行してこそ、温熱療法の効果を引き出せ、かつ長く継続できる治療といえる。

温熱療法は1日1回、週5回できれば十分であるが、週3回施行できれば確実に効果が得られる。

温熱療法が著効した重症心不全例

1. 症 例 1

症例：55歳，女性。

主訴：呼吸困難。

a. 現 病 歴

45歳時、心筋生検などの精査で拡張型心筋症と診断された。その後、心不全のために入退院を繰り返すようになった。54歳時、重症心不全の再燃からショック状態に陥り、大動脈内バルーンパンピング(intraaortic balloon pumping ; IABP)を挿入された。その後、十分な薬物療法にもかかわらず6カ月間IABPを離脱できない状態が続き当院転院となった。

b. 入 院 時 現 症

身体所見：血圧92/54mmHg, 脈拍91回/min. 明らかな肝腫大や四肢浮腫は認めず。

聴診所見：肺野にラ音聴取せず、心音は、心尖部に最強点を有するLevineⅢ/Ⅳの全収縮期雑音とⅢ音を聴取。

c. 入 院 時 検 査 所 見

血液生化学検査：軽度の貧血所見(Hb=9.9g/dl)を認めたが、肝腎機能ならびに電解質などには異常を認めず。

心電図：Ⅰ度房室ブロックと、完全右脚ブロック、V₃およびV₄誘導でR波の減高を認めた。

胸部X線写真：CTR=57%と心拡大を認めたが、肺野にはうっ血所見を認めず。

心エコー図：左室拡張末期径78mmと著明な心拡大、左室壁運動の著明な低下(EF 25%)、および高度の僧帽弁逆流を認めた。また、総合的心機能評価であるTEI index²²⁾は、LV-TEI index=1.15, RV-TEI index=1.23で両心室とも著明な両心機能低下を認めた。

d. 入 院 時 経 過

入院後、IABPを2:1のサポートに減少させると、数分後に呼吸苦症状、体血圧の低下を認め、IABPの離脱はきわめて困難な状況であった。

そこでIABP装着のまま遠赤外線乾式サウナ治療室において温熱療法(60℃, 15分間、出浴後30分間の保温)を施行し、劇的な温熱療法の急性効果が得られた。15分間のサウナ浴直後に平均肺動脈楔入圧(PCWP)は33mmHgから18mmHg、心拍出量は3.03l/分から4.2l/分、全身末梢血管抵抗(SVR)は2,571dyn・sec・cm⁻⁵から1,302dyn・sec・cm⁻⁵と改善した。

その後、IABP装着のまま1日1回、週5回のサウナ療法を施行したところ、サウナ療法の開始とともに臨床症状は驚くほど改善し、サウナ療法4週間後には、サウナ浴前で平均PCWPが9mmHg, SVRは894dyn・sec・cm⁻⁵へと著明に低下し、心拍出量は5.1l/分へと著明に増加した。この時点でIABPを2:1のサポートに減少しても、数時間は息苦しさをまったく認めなくなり、サウナ療法開始前に比べて著明な臨床症状の改善を認めた。サウナ療法8週間後には、IABPを完全にoffにしても呼吸困難、体血圧の低下を認めず、IABP装着後約9カ月経過して、ついにIABPの離脱に成功した。

2. 症 例 2

症例：62歳，男性。

主訴：呼吸困難。

a. 現 病 歴

40歳時、遺伝子検索で肥大型心筋症と診断されたが、その際、心不全症状などは認めなかった。61歳時、風邪症状から全身浮腫・呼吸困難症状が出現し、ACE変換酵素阻害剤・利尿剤を主体とした内服加療が開始された。平成12年、再び心不全症状の再燃からショック状態となり、カテコラミンなどの点滴加療により症状の軽快を認めたが心機能の低下は著明であり、温熱療法目的で当院入院となった。

b. 入 院 時 現 症

身体所見：身長152cm, 体重52.2kg. 血圧79/48mmHg, 脈拍72回/min. 明らかな肝腫大や四肢浮腫は認めなかったが、頸静脈の怒張を認めた。

表3 4週間の温熱療法が心機能・不整脈・神経体液性因子・運動耐容能に及ぼす効果

	入院時	温熱療法 4週後
胸部X線(心胸比)(%)	58	50
心エコー検査		
左室拡張末期径(mm)	66	61
左室駆出率	29	48
TEI index左心系	0.82	0.51
右心系	1.13	0.45
24時間心電図		
心室性期外収縮総数	7,254	364
神経体液性因子		
心房性利尿ペプチド(ANP)(pg/ml)	660	17
脳性利尿ペプチド(BNP)(pg/ml)	1,600	327
運動耐容能		
6分間歩行(m)	160	320
嫌気性代謝閾値(METs)	1.83	2.57

聴診所見：肺野にラ音聴取せず。心音ではⅢ音を聴取した。

c. 入院時検査所見

生化学検査：心房性利尿ペプチド(ANP)=590, BNP=1,450と著明な高値を認めた。

心電図：陰性T波をV₁～V₅誘導で認めた。

胸部X線写真：心胸郭比59%と心拡大を認め、肺血管陰影の増強を認めた。

心エコー図：左室拡張末期径66mmと心拡大、左室のびまん性壁運動低下(駆出率31%)、および軽度の僧帽弁逆流を認め、心機能評価の総合的指標である左室のTEI indexは0.82であり、右室のTEI indexは1.13とともに高値を認めた。

24時間心電図：平均脈拍数75/min, 心室性機外収縮総数7,254回/24hと著明な不整脈を認めた。

心肺機能検査：嫌気性代謝閾値1.83METs, 6分間歩行160mと著明な運動耐容能の低下を認めた。

d. 入院後経過

入院後、サウナ浴による温熱療法を施行し臨床症状の改善を認め、温熱療法4週間後には、表3に示すとおり、心機能・不整脈・神経体液性因子・運動耐容能のすべてが改善し軽快退院となった。

おわりに

温熱療法は、軽症から重症まで幅広い心不全患者に応用可能な非薬物療法であり、とくにほとんど運動のできない重症の心不全患者でも安

全に行うことが可能である。また、長期入院で運動制限が必要な心不全患者にとっても、爽やかな発汗とともに顔色・気分・食欲・睡眠・便秘などを改善する効果もあり、メンタル面からも有用性の高い治療法であると思われる。今後、温熱療法は心不全治療の一つの柱として大きく貢献するものと期待される。

文 献

- 1) ACC/AHA Task Force Report : Guidelines for the evaluation and management of heart failure. Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on practice guidelines (Committee on Evaluation and Management of Heart Failure). Circulation, 92 : 2764-2784, 1995.
- 2) Cohn, J.N.: The management of chronic heart failure. N. Engl. J. Med., 335 : 490-498, 1996.
- 3) Tei, C., Horikiri, Y., Park, J.C., et al.: Acute hemodynamic improvement by thermal vasodilation in congestive heart failure. Circulation, 91 : 2582-2590, 1995.
- 4) Tei, C., Ling, L.H., Hodge, D.O., et al.: New index combined systolic myocardial performance : a simple and reproducible measure of cardiac function—a study in normals and dilated cardiomyopathy. J. Cardiol., 26 : 357-366, 1995.
- 5) Kihara, T., Biro, S., Imamura, M., et al.: Repeated sauna treatment improves vascular endothelial and cardiac function in patients with chronic heart failure. J. Am. Coll. Cardiol., 39 : 754-759, 2002.
- 6) Katz, S.D., Biasucci, L., Sabba, C., et al.: Impaired endothelium-mediated vasodilation in the peripheral vasculature of patients with congestive heart failure. J. Am. Coll. Cardiol., 19 : 918-925, 1992.
- 7) Kubo, S.H., Rector, T.S., Bank, A.J., et al.: Endothelium-dependent vasodilation is attenuated in patients with heart failure. Circulation, 84 : 1589-1596, 1991.
- 8) Drexler, H., Hayoz, D., Munzel, T., et al.: Endothelial function in chronic congestive heart failure. Am. J. Cardiol., 69 : 1596-1601, 1992.
- 9) Jeserich, M., Pape, L., Just, H., et al.: Effect of long-term angiotensin-converting enzyme inhibition on

- vascular function in patients with chronic congestive heart failure. *Am. J. Cardiol.*, 76 : 1079-1082, 1995.
- 10) Nakamura, M., Funakoshi, T., Arakawa, N., et al.: Effect of angiotensin-converting enzyme inhibitors on endothelium-dependent peripheral vasodilation in patients with chronic heart failure. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 24 : 1321-1327, 1994.
 - 11) Hornig, B., Arakawa, N., Kohler, C., et al.: Vitamin C improves endothelial function of conduit arteries in patients with chronic heart failure. *Circulation*, 97 : 363-368, 1998.
 - 12) Hornig, B., Maier, V. & Drexler, H.: Physical training improves endothelial function in patients with chronic heart failure. *Circulation*, 93 : 210-214, 1996.
 - 13) Drexler, H.: Hypertension, heart failure, and endothelial function. *Am. J. Cardiol.*, 82 : 20S-22S, 1998.
 - 14) Buga, G.M., Gold, M.E., Fukuto, J.M., et al.: Shear stress-induced release of nitric oxide from endothelial cells grown on beads. *Hypertension*, 17 : 187-193, 1991.
 - 15) Pohl, U., Holtz, J., Busse, R., et al.: Crucial role of endothelium in the vasodilator response to increased flow *in vivo*. *Hypertension*, 8 : 37-44, 1986.
 - 16) Rubanyi, G.M., Romero, J.C. & Vanhoutte, P.M.: Flow-induced release of endothelium-derived relaxing factor. *Am. J. Physiol.*, 250 : H1145-H1149, 1986.
 - 17) Noris, M., Morigi, M., Donadelli, R., et al.: Nitric oxide synthesis by cultured endothelial cells is modulated by flow conditions. *Circ. Res.*, 76 : 536-543, 1995.
 - 18) Nadaud, S., Philippe, M., Arnal, J.F., et al.: Sustained increase in aortic endothelial nitric oxide synthase expression *in vivo* in a model of chronic high blood flow. *Circ. Res.*, 79 : 857-863, 1996.
 - 19) Belch, J.J., Bridges, A.B., Scott, N., et al.: Oxygen free radicals and congestive heart failure. *Br. Heart J.*, 65 : 245-248, 1991.
 - 20) Ikeda, Y., Biro, S., Kamogawa, Y., et al.: Repeated thermal therapy upregulates arterial endothelial nitric oxide synthase expression in syrian golden hamsters. *Jpn. Circ. J.*, 65 : 434-438, 2001.
 - 21) Ikeda, Y., Biro, S., Kamogawa, Y., et al.: Effect of repeated sauna therapy on survival in TO-2 cardiomyopathic hamsters with heart failure. *Am. J. Cardiol.*, 2002. (in press)
 - 22) Tei, C., Dujardin, K.S., Hodge, D.O., et al.: Doppler index combining systolic and diastolic myocardial performance : clinical in cardiac amyloidosis. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 28 : 658-664, 1996.

*

*

*