

温熱療法の効果と作用機序、新しい温熱受容体、そして新しい冷え症の研究

鹿児島大学名誉教授 田中 信行

I. 温泉、入浴、サウナの効果

温泉、入浴、またサウナは、数千年以上も前からリウマチや筋肉、骨関節疾患の治療、また疲労回復やストレス解消に用いられてきた。これら温熱療法の効果や作用機序、心不全の和温療法、新しい温熱受容体、更に最近の我々の冷え症研究について解説する。

表1. 温泉・入浴、サウナの効用

1. 温熱性血管拡張：全身の動・静脈、肺血管の拡張、心臓前・後負荷低下で心機能改善
2. 心拍出量増加：全身の栄養・O2 供給、老廃物・CO2 排出
3. コラーゲン線維の柔軟化：筋・腱・靭帯・関節包の弛緩、ROM 改善
4. 脳血流改善、脳温上昇：視床下部刺激による発汗、安眠、脱ストレス
5. 膀胱平滑筋の弛緩：頻尿抑制
6. 浮力、水の粘性抵抗、静水圧：水中リハビリ訓練 静水圧のないサウナは和温療法
7. 熱の生化学的効果：NO, HSP 産生、TRP チャンネル—免疫増強、Apoptosis

表1の如く、温熱効果の基本は「血管拡張」と「コラーゲンの弛緩」、「脱ストレス」、「浮力、水の粘性抵抗」であるが、近年、温熱の「生化学的効果」が大きく注目されている。

皮膚表面を流れる血液は全身に熱を運びこみ、全身の動・静脈を広げ、心臓前・後負荷の低下、また肺、冠血管の拡張が心機能を改善する。消化管、腎機能も改善し、温熱による筋、靭帯、関節包のコラーゲン線維柔軟化は、鎮痛、ROM(関節可動域)改善に働く。視床下部の温熱刺激は発汗、安眠、脱ストレスに働き、膀胱筋の弛緩は頻尿を抑制する。浮力、粘性抵抗は水中リハビリの基本だが、静水圧は心負担を高める。しかし鄭らの静水圧のないサウナを用いた「和温療法」は、重症心不全の新治療法となった。

II. 温熱による血液ガス、乳酸、ピルビン酸の変化

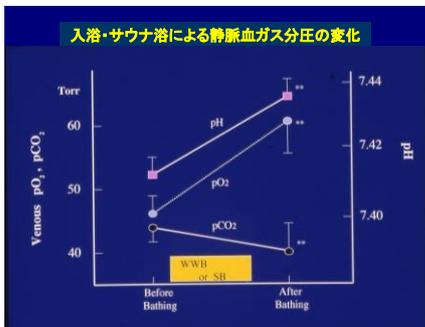


図1. 入浴による静脈血ガス分圧の変化

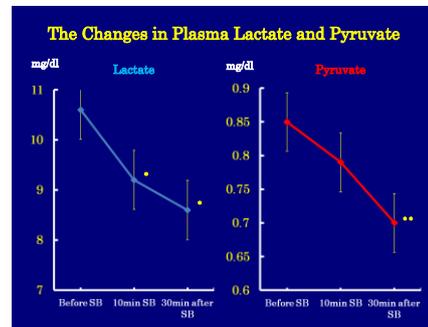


図2. 静脈血の乳酸、ピルビン酸の変化

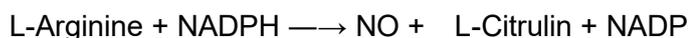
図1は41°C10分入浴後の静脈血のガス分圧の変化を示すが、浴前の暗赤色の静脈血は入浴後、美しい鮮紅色となり、静脈血酸素分圧(pO₂)の上昇、炭酸ガス分圧(pCO₂)の有意の低下、pH

の上昇が見られたが、動脈血ガス分圧の変化はなかった。入浴、サウナ浴後の細動脈拡張(Afterload 低下)と頻脈は心拍出量(CO)を著明に増加させ、これは末梢に十分な酸素を供給し、炭酸ガス、老廃物は排出され、静脈の拡張は更にそれを促進する。静脈血のpO2 上昇、pCO2低下は、末梢の O2はもう十分で、CO2 は排出した事、即ち組織の十分な「好氣的代謝化」を示すと思われる。

図2はより温熱効果の強い指宿温泉砂蒸し(砂浴)15分後の結果であるが、静脈血の乳酸、ピルビン酸は有意に低下し、入浴後の好氣的代謝化がより明確となった

3. 温熱の化学的機序

一酸化窒素 (NO)、Heat Shock Protein (HSP): 温熱は血管内皮の NO 合成酵素(eNOS)を賦活し、Arginine から NO を産生する。種々の冠拡張性ニトロ化合物も、NO の基質となる。



NO は Guanyl Cyclase を活性化して Cyclic GMP を産生し、平滑筋を弛緩させ血管は拡張する。またサウナの長期暴露は eNOS-mRNA や HSP(ヒートショック蛋白)の合も誘導し、湯治の長期効果を支持する。HSP は蛋白変性の防止、免疫機能賦活作用があり、更に Hyperthermia では蛋白分解系の Caspase の賦活から Apoptosis を誘発し、がん治療に用いられる。

温度感受性TRPチャンネル: 温度センサーは原始的な動植物から備わっており、温熱の受容体として多くの温度感受性「Transient Receptor Potential」(TRP)チャンネルが、細胞機能や体温や血流、神経を介した調節に重要である。いずれもCaイオンの透過性を調節し、細胞の代謝や分裂を変化させているが、温度閾値からTRP V1, V2, V3, V4, TRPM8 等の多くのチャンネルが見出されている。

これらは温熱のみでなく、多くの化学的・物理的刺激の受容体として、唐辛子辛味のカプサイシン受容体の発見以来、カンフル(樟脳)、メントール、シナモン等の生薬、更には灸(温熱)、鍼(痛覚)の受容体として、漢方医学と現代医学を繋ぐ大きな架け橋になると期待される。

表2 多彩な温度感受性TRPチャンネルと刺激物質

TRPV1	43°C以上	感覚神経、脳、心	Capsaicin、カンフル
TRPV2	52°C以上	感覚神経、脳、肝、	機械的刺激
TRPV3	32-39°C以上	皮膚、感覚、脳、大腸	カンフル、メントール
TRPV4	27-35°C以上	皮膚、脳、血管内皮	一酸化窒素(NO)
TRPM4, 5,	2温暖な刺激	心、肝、脳、免疫細胞	Ca-イオン
TRPM8	25-28°C以下	感覚、神経、前立腺	メントール(清涼感)
TRPM1	17°C以下	感覚神経	炎症性疾患に関与

我々の新しい冷え症研究: 「冷え症」は全女性の40%に見られるが、身体的異常が軽いため、ホルモンや自律神経障害等が原因との根拠の薄い報告が多い。我々は冷え症患者の静脈血pO2の低下から、寒冷による「静脈の過収縮」を疑い、冷え症の有無で各10例の若年女性の検討を行った。

患者群は、室外での手足の温度低下や静脈血のpO2低下、pCO2上昇が有意に大きいが、ED治療薬「PDE-5 阻害薬」タダラフィル10mg内服により、皮膚温低下、pO2低下が有意に軽減された。冷え症は静脈、又は動静脈吻合の過収縮による循環障害で、背後に「NO 生成障害」の可能性が示唆された。

略 歴

田 中 信 行 医学博士 鹿児島大学名誉教授

日本リハ医学会、日本温泉気候物理医学会名誉会員

1966年 長崎大学医学部卒業

1981年 ミシガン大学、NY バークリハセンター留学

1985年 鹿児島大学分院内科教授

1988年 鹿児島大学リハ医学講座教授 兼 霧島リハセンター長

1998年 カロリンスカ研究所、ミュンヘン大学留学

2004年 鹿児島大学医学部附属病院長

2005年 鹿児島大学退官

現職 米盛病院リハ科顧問