

厚生労働科学研究費補助金
がん予防等健康科学総合研究事業

銭湯における温熱効果の
予防医学的意義に関する研究

(H15-がん予防-097)

平成 15 年度 総括研究報告書
主任研究者 阿岸 祐幸

平成 16 (2004) 年 3 月

目 次

I. はじめに	1	阿岸祐幸
II. 入浴生理総論	4	阿岸祐幸、中谷純
III. 入浴と各種生体機能		
(1) 循環機能	17	大塚吉則
(2) 呼吸機能	23	倉林均
(3) 腎機能と水・電解質代謝	30	大塚吉則、中谷純
(4) 内分泌系	34	大塚吉則
(5) 代謝系	41	大塚吉則
(6) 酸化ストレス・活性酸素防御系	46	大塚吉則
(7) 自律神経系	49	大塚吉則
(8) 免疫系	52	大塚吉則
(9) 血液線溶・凝固系	57	倉林均
IV. バイオリズムからみた入浴	64	阿岸祐幸、中谷純
V. 入浴と入浴環境の心理・感覚的効果	74	阿岸祐幸、中谷純
VI. 入浴と睡眠	83	阿岸祐幸、中谷純

VII. 高齢者の銭湯入浴	93	大塚吉則
VIII. 入浴に起因する事故	96	相原弼徳
IX. 入浴の心理効果・脱ストレス・休養作用	102	熊野宏昭
X. 銭湯環境下での水中運動と健康づくり	110	清水富弘
X I. 銭湯でできるリハビリテーション	122	前田真治
X II. 特殊疾患患者の銭湯入浴		
(1) 循環器疾患	130	大塚吉則
(2) 呼吸器疾患（喘息、閉塞性呼吸器疾患）	133	倉林均
(3) 脳卒中	140	前田真治
(4) 神経筋肉リウマチ性疾患	147	前田真治
(5) 皮膚疾患	153	大塚吉則
X III. 人工浴剤の効能	155	大塚吉則、中谷純
X IV. 浴水の物理・化学的性質	159	大河内正一
X V. これからの銭湯のあり方への提言	167	阿岸祐幸

研 究 班 構 成

本研究では、下記研究者により研究班を組織した。
(◎は主任研究者。敬称略、五十音順)

- | | |
|--------|------------------------|
| 相原弼徳 | (横浜市立大学医学部法医学教室) |
| ◎ 阿岸祐幸 | (北海道大学名誉教授) |
| 大河内正一 | (法政大学工学部) |
| 大塚吉則 | (北海道大学保健管理センター) |
| 熊野宏昭 | (東京大学医学部附属病院診療内科) |
| 倉林 均 | (群馬大学リハビリテーション部) |
| 清水富弘 | (上越教育大学学校教育学部) |
| 中谷 純 | (東京大学医科学研究所先端医療研究センター) |
| 前田真治 | (北里大学東病院リハビリテーション科) |

I. はじめに

—銭湯を予防医学の観点から調査研究する目的と意義—

1. 「銭湯のあり方」に対する社会的背景

近年、ライフスタイルの変化により、生活習慣病の患者が増加してきている。この生活習慣病は、日常の食事、運動、休養、喫煙、飲酒などの生活習慣が、発症、進行に深く関与している。したがって、生活習慣や活動を改善することにより、発症や進行を予防することが可能である。

生活習慣の中で、「入浴」は心身の休養に最も適している行動である。さらに静水圧、浮力、温熱などの物理因子が加わることによって種々の生体反応が起こり、生活習慣病の一次予防としての意義は極めて大きい。

2003年に出された「レジャー白書 2003」(社会経済生産性本部)によると、全国の15歳以上の男女3,000人を対象(回収率80.8%)に調査した、「新たな余暇活動」24種目への参加状況は、1位が「温浴施設」(40.8%)で、2位は「携帯電話でのやりとり」(36.4%)であった。さらに、参加希望率でも、1位は「温浴施設」(47.5%)で、「高齢化や健康志向、安らぎ、癒し傾向、など近年の社会傾向を反映したもの」と同白書では分析している。

銭湯は、日常生活の中で、徒歩圏内にあり、昔から地域のコミュニティセンターとしての役割を担ってきた所が多い。今後、さらに生活習慣病患者あるいはその予備群としての中高年、高齢者をも積極的な対象として、生活習慣の改善、疾病予防を図るようなシステムを導入することで、地域におけるすべての人

の健康づくりに寄与することは、政府が進めている「健康日本21」運動の目的にも資することとなり、その意義は大きい。

2. 生活習慣病を予防する場としての銭湯 —「健康日本21」—

平成12年に厚生省(当時)から、21世紀を見据えた国民健康づくり運動が開始された。「健康寿命の延長」や「生活の質の向上」の実現を目的とし、基本方針として、「従来の疾病予防対策の中心であった検診による早期発見、早期治療にとどまらず、健康を増進し、疾病の発病を予防する「一次予防」に一層の重点を置いた対策を推進する」というものである。そのため、生活習慣を改善し、健康づくりに取り組もうという個人を社会全体として支援する環境を整備することが不可欠としている。銭湯は、地域社会におけるこの運動のセンターともなりうるのである。

3. 自然と温浴施設を活用した「健康保養地構想」

平成8年に厚生省(当時)から、国民の積極的健康づくりを实践する場としての「健康保養地構想」が提唱された。健康保養地とは、温泉、森林、海岸など豊かな自然環境の中で、中長期滞在による健康づくりを行うとともに、日常生活の中で、失われた健康を取り戻し、健康であることの喜びを実感することにより、働き盛りの中高年層などが、自らの健康の大切さに気づき、日常生活における健康的な生

活習慣の形成に資する学習や動機づけを行う場である。

健康保養地は科学的、医学的な根拠に基づいた保養活動を行うことにより、安全かつ効果的な健康づくりができる場であり、利用後の日常の生活習慣の改善に結びつくことで、一人ひとりの国民の健康の保持増進が図られる。また、国民の健康増進や疾病予防により医療費の低減にも資することや、既存の保養地の平日利用の促進などにより、地域の活性化や地元産業の振興という効果も期待できるのである。

「健康保養地」は、中長期滞在型の医学的な根拠に基づく保養活動を行える施設、人材、プログラムを備えた所である。温泉施設を備えた健康保養地での活動は、医療としての温泉療法に加えて、リフレッシュ、保養、健康づくりのための温泉ウエルネス活動（自己負担で楽しみながら健康づくりを行う）が中心となる。

これからの銭湯は、健康保養地のウエルネスの概念を導入することによって、日常的にできる「健康日本21」運動の受け皿として最適な場となるであろう。

4. 都会型・地域密着型コミュニティセンターとしての銭湯

温泉が非日常的滞在型の健康保養を行う場であるのに対して、銭湯は日常生活のなかで、地域に密着した形で、憩い、リフレッシュ、健康づくりのできる場である。昔から銭湯は地域の人たちの憩い、交流の場であったので、このような機能を強化し、行政や医療機関などと連携し、さらに新しいソフトシステムを

導入することにより、地域のすべての世代を通じてコミュニティの拠点とし、地域住民の健康増進の場とすることが可能であろう。

5. 介護予防・介護、福祉の場としての銭湯

平成11-12年に行われた国民健康保険中央会の調査で、「温泉を活用した健康増進策を積極的に行っている市町村では、老人医療費が抑制されている」ことが明らかになった。温泉同様に、日常生活に密着している銭湯の温浴施設も、行政、医療機関、地域が一体となって健康づくりの施策に取り組むと、高齢者をはじめとする地域住民が温浴施設をコミュニティセンターとして利用するようになる。外出嫌いとなった高齢者も積極的に外出し、集まるようになる。温浴施設で各種イベントを開催したり、健康教室、老人健診ができるようなシステムが導入されると、地域の健康づくりのセンター的役割を果たし、病院のサロン化が解消され、お年寄りの生きがい感も増すことになる。

銭湯の温浴による心身のリラックス、鎮痛効果や適度の刺激は介護や福祉の面でも効果が期待できる。高齢者、障害者の自立支援、要介護者での症状進行防止など、広い浴槽を利用することにより可能となる。

6. 本研究調査の目的と意義

銭湯、温泉を問わず、心身のリラクゼーションや積極的健康づくりに実際に活用されるのは温浴施設であり、入浴行動である。入浴に関する研究は、従来は、個人浴槽での入浴による生体反応や、温泉の泉質の生理作用に重点をおいた検討が行われてきた。

今回の研究では、入浴、温熱刺激による生

体反応の生理作用やその応用法について、現代医科学的な視点に立ち、従来ならびに最近の研究成果を国内外の情報からまとめ、銭湯の予防医学的意義を明らかにすることを主たる目的とした。最後に、これらの情報を基にして、今後の銭湯のあり方を関係各方面への提言としてまとめるようにした。

調査・研究の内容は広範囲にわたるが、予防医学、温泉医学、リハビリテーション医学、体力医学などの各領域で、現在活動中の専門家で構成する研究班を組織して各専門領域を分担して頂いた。

この報告書が、銭湯の地域社会での役割を新しい視点から見直す契機となり、地域住民の憩いとコミュニケーションの場として、さらに生活習慣病の予防、積極的な健康づくり、介護予防にも役立つような拠点となり、住民ひいては国民全体の健康度の向上に寄与できれば、その社会的意義は大きいと信じるものである。

(主任研究者 阿岸 祐幸)

II. 入浴生理総論

阿岸 祐幸 北海道大学名誉教授
中谷 純 東京大学医科学研究所
先端医療研究センター

研究要旨

生体機能への浴水的作用因子では、浮力、静水圧、水温が重要である。浮力により、体重は空気中の10分の1ほどになり、自動運動が容易になる。静水圧による心・循環系に対する影響は大きく、立位の全身浴では静脈還流で心容量は約230ml増加する。この急激な心負荷に対して水浴性利尿が起こり、心容量の減少が図られる。実際には、半身浴が勧められるが、寝浴は静水圧の影響も少なく、心身のリラックス効果がある。入浴によるエネルギー代謝の変化は僅かであるが、水温が不感温度から差が大きくなるほど急速に酸素消費量が多くなる。高温浴(42℃以上)では交感神経系が興奮して、血圧上昇など心・循環系に強い影響を与えるので、高齢者などには日常でも温浴(38-40℃)が勧められる。特に高齢者では熱さに対する感受性が低下するので注意が必要である。銭湯のような大きな浴槽での入浴は、家庭用の小さな浴槽の場合に比べて、脳波でα波の出現頻度が多く、心理的リラックス効果がつよい。流水浴では普通の入浴より体温上昇、保温効果が強い。

I はじめに

入浴は、からだを清潔にし、心身の疲れを癒すなど、日常生活にとって最もありふれた習慣の一つである。しかし、多くの日本人の好む高温の全身浴では、場合によっては刺激が強くて不測の事故を起こすこともある。とくに、高齢者やからだの予備能が低下している病人などでは注意が必要である。

入浴では、からだの諸機能に物理的、化学的、心理的などの因子が作用するが、これらの作用は出浴後の数時間にわたって続くのが普通である。その長さは個人の体格、年齢、体脂肪量や心理状態などの条件で異なってくる。

ここでは、浴水の主な物理的因子による生体機能への影響について総論的に述べる。各機能への影響は分担執筆者が各論で詳細に説明する。

II 浮力

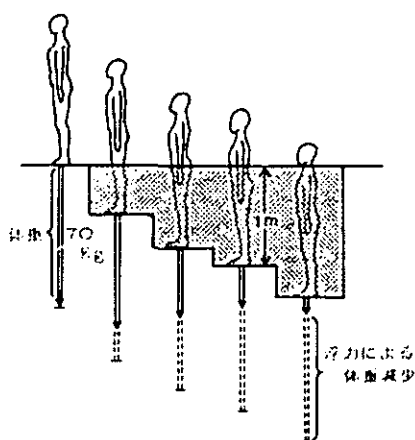
水中にからだが入ると、アルキメデスの原理により体重が軽くなる。水の比重は1.0であるが、ヒトの比重は全体として1.036で水よりやや大きい。首以下を水に浸けると、体重70kgのヒトでは、水面から上に出ている頭部重量は約4.5kgであるので、水中では残る首以下の容積と同じ水の重さに等しい浮力が体にかかることになる。水中部分の体重は、 $(70-4.5) \times (1.036-1.000) / 1.036 = 2.28\text{kg}$ で、頭部の重さを加えた総体重は $4.5+2.3=6.8\text{kg}$ と空気中の場合の約10分の1となる。

図1は水深の程度と体重の減少との関係を示したものである。この浮力により、とくに下肢への負担が減少して、麻痺患者や筋力の弱っている人でも自動運動が容易となり、リハビリテーションに応用される。

水中では、肺内の空気量を意識的に増減す

ることにより、自分の体の比重を調節して浮力を変えることが出来る。体脂肪の多い人では、僅かのエネルギー消費で自分の体を浮かすことが出来る。水中で速く手足を動かすと、水の粘度や摩擦、抵抗なども加わって、空気中では立つことの出来ない人でも水中では僅かの支えで立つことが出来るので、運動訓練への自信と治療に自ら積極的に参加する意欲を高め、やる気を起こす動機づけとなる。

図1 浮力による体重減少



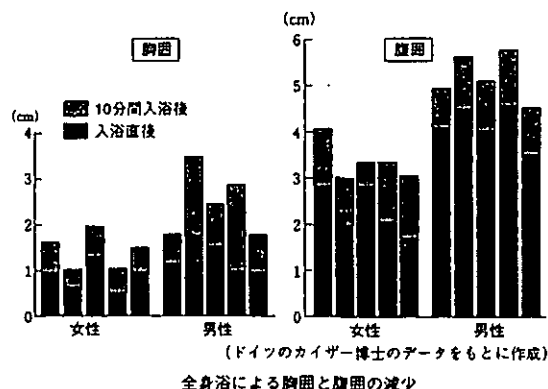
III 静水圧

水中では水深が1m増すごとに76mmHg(0.1気圧)ずつの水圧が体の表面に加わる。静水圧は体表面積1cm²、水深1cm当り1gである。いま、頸まで立位で入浴した場合、体表面積を1.4m²とすると計約560kgという圧が加わ

ることになる。立位の水浴で水深が1.3mあると、下半身に80~100mmHgの圧が加わることになる。

静水圧の影響を腹囲、胸囲の変化でみた成績がある。図2はKaizerらの成績で、立位で全身浴をした場合で、入浴直後と10分間入浴後の長さを入浴前値と比較したものである。最近、久保田らは詳細な検討をして、普通の入浴では、腹囲、下肢囲には変化がなかったと報告している。

図2 全身浴による胸囲と腹囲の減少



全身浴では、静水圧は特に心・循環系に強い影響を与える。図3Aは空気中の立位で撮った胸部レントゲン写真である。図3Bは同じ人が立位で頸まで水に浸かった全身浴をした場合のレントゲン写真である。

図3 空気中(A)と首までつかった「全身浴」(B)の胸のレントゲン写真



横隔膜が上に強く押し上げられ、心陰影が明らかに拡大しているのがみられる。胸郭壁は硬い肋骨で囲まれているので、その抵抗は大きく、肺内の空気は気道によって外界と通じているので、四肢、皮膚や腹部などの血管領域から胸腔内への血液の移動が起こる。この際、末梢血管への圧は特に静脈系に強く加わる。静脈は壁が柔らかくて伸展や変形が容易である。立位で水浴した場合の、静水圧による心・循環系に対する影響を模式的に図4で示した (Gauerによる)。

図4 横隔膜位までの半身浴および全身水浴における静水圧の体内血液分布と心機能に及ぼす影響 (ガウアによる)

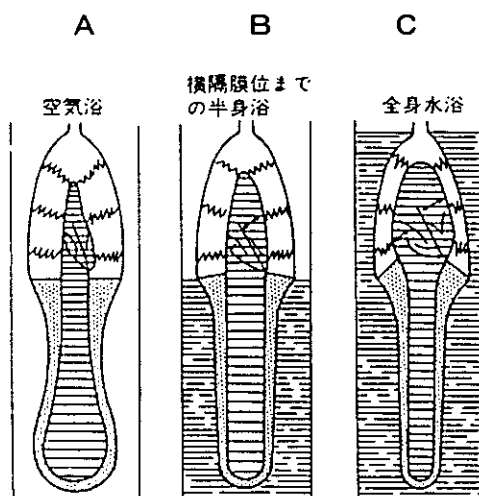


図4Aのように、空気中に立位でいると、下半身の静脈は重力により、変形した低圧系を形成している。いま、図4Bのように、横隔膜の高さまで水中に浸かる半身浴をすると、静水圧の影響が出てきて、下半身の静脈血が心臓の方向へ押し上げられる。すなわち、静脈還流 venous return が増加することになる。しかし、その程度はちょうど空気中で立位から仰臥位 (上向きで寝る姿勢) に体位を変えた場合と同じ程度である。これは外部からの

静水圧と立位による動・静脈系への血液静脈圧がちょうど等しくなることを意味している。したがって、この高さでの水浴では、あまり心臓に負担を掛けずにすむので、心不全や高血圧症や動脈硬化症の患者でも入浴を楽しむことが出来る。図4Cのように、頸まで水位がくる全身水浴 (Head-Out Water Immersion, HOWI) では、血液が胸郭内に強く押し上げられて、胸腔内圧が高まる (Ⅲ. (1) 大塚: 循環機能の項参照)。

Risch らは、水温が 34°C の水中で、両手を上方に挙げた立位で、体を次第に水に浸かって行った場合の心臓に対する静水圧の影響を観察している。水位が剣状突起 (胸骨の下端にある) の高さまでくると、心臓内血液容量は水浴前の 400~450ml から約 130ml 増加した。これは空気中で立位から仰臥位になった時とほぼ等しい増加分であった。さらに、頸まで水位がくる HOWI では、平均 250ml まで増加し、胸腔内への血液移動はおよそ 700ml にも達した。

図5は、同じ人で、空気中で立位 (A)、空気中で仰臥位の時 (B)、それに HOWI (C) の前後方向と側面から撮ったレントゲン写真である。数字は写真から計測した心容量を表している。仰臥位で 120ml、HOWI で 230ml 増加していることになる。また、別の実験では、図6のように、右心房の高さでの中心静脈圧は、水位が剣状突起から首の高さまで上がると、2~4mmHg から 12~16mmHg へと上昇したことをみている。

この中心静脈圧の上昇のため、肺循環系は高血圧傾向になり、肺内血液分布は上肺野方向に多く配分される。

図5 水浴と心容量

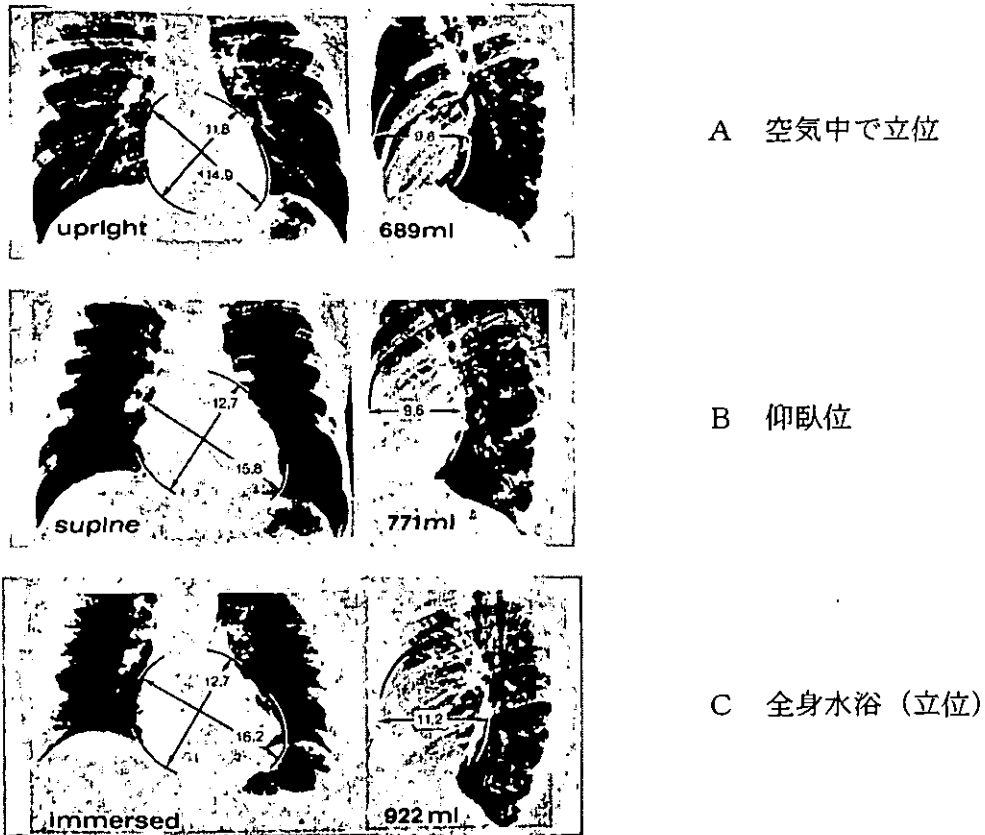
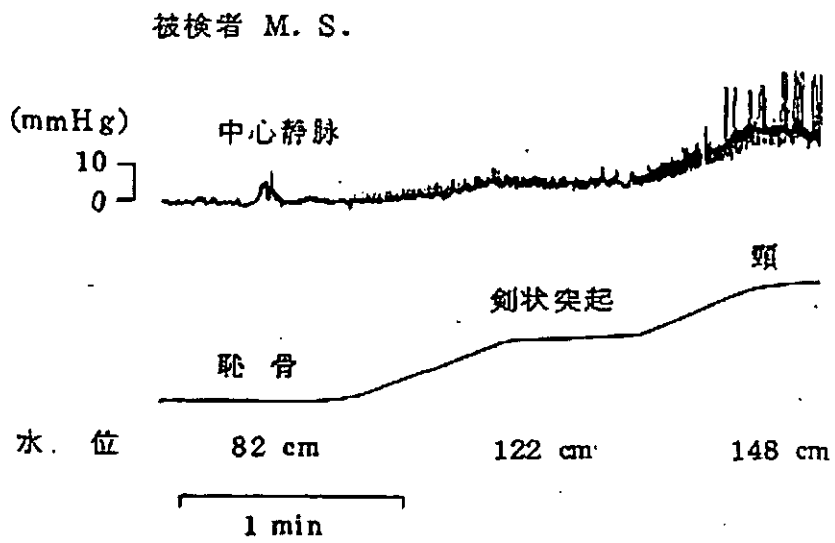


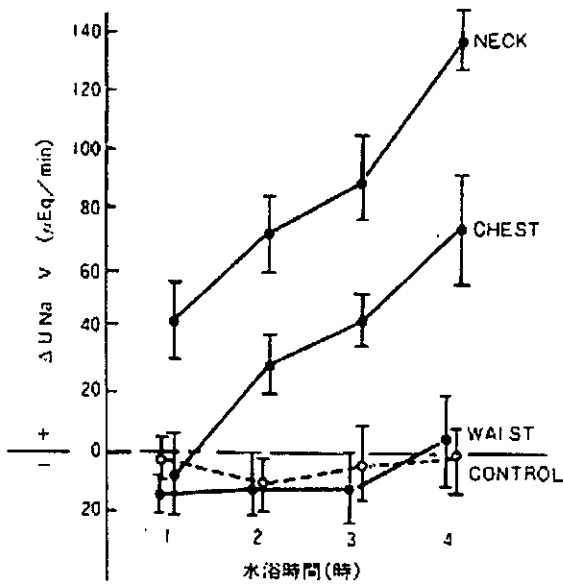
図6 立位で水位で恥骨から剣状突起、頸部まで上げた場合の中心静脈圧



IV 水浴性利尿

不感温度（熱くも冷たくも感じないで、生体機能の変化が最も少ない温度）で長時間水浴をすると、尿量、尿中Na, K 排泄量が増加する。Epstein の詳細な研究によると、これらの利尿の程度は水深と関係し、水位が臍以下であると効果はないが、剣状突起より水位が上に移動するにしたがって利尿効果が強くなる（図7）。この水浴性利尿は静水圧により末梢血管領域の血液が胸腔内に移動し、静脈還流が増加で心臓内の血液が急激に増すが、利尿という方法で血管内水分量を減少させ心臓への過剰負荷を軽減するメカニズムが働くことによる。

図7 異なった水深で水浴した場合の尿中ナトリウム排泄量の変化。データは水浴前1時間の尿中ナトリウム排泄量からの増減分で示している。(Epsteinによる)



このメカニズムは図8のように Epstein によって見事に説明されている。まず、右心房圧が増加すると、この部の baroreceptor を介して renin-angiotensin II -aldosterone 分泌抑制が起こり、腎尿細管での Na 再吸収が減

少する（図9）。

図8 全身水浴による Na 利尿作用のメカニズム (Epstein の図を改変)

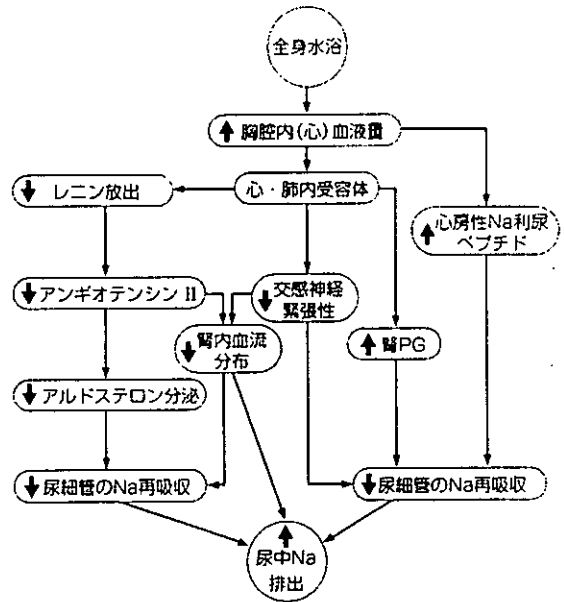
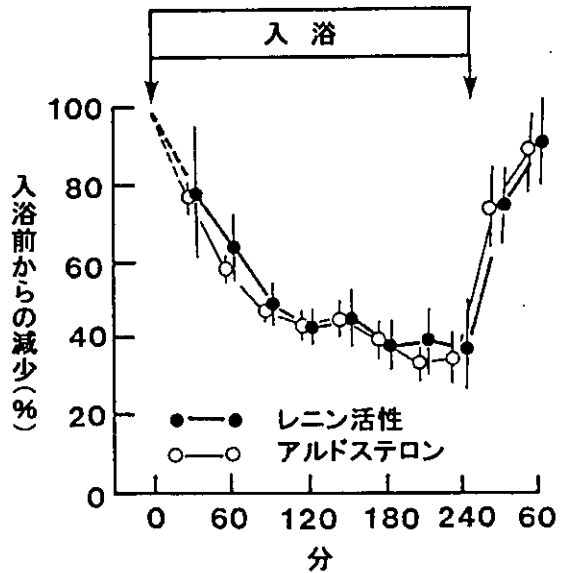


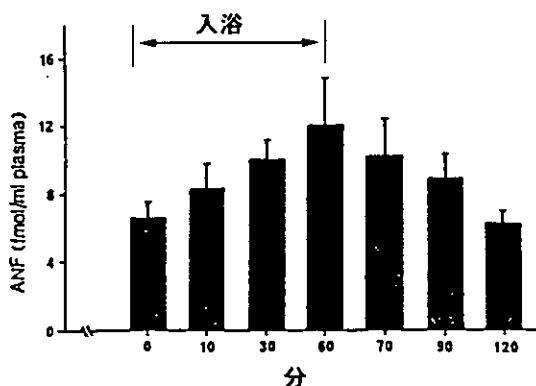
図9 全身入浴による血中レニン活性とアルドステロンの変化



同時に右心房からは心房性ナトリウム利尿ペプチド (Human Atrial Natriuretic Peptide, HAMP) の分泌増加が見られる（図10）。また、腎内 prostaglandin の増加、交感神経

系緊張位の低下による腎内血流量の変化などが見られる。また、さらに左心房圧が静脈還流増加で増加すると、Henry-Gauer 反射によって迷走神経を介して神経性刺激を脳下垂体後葉に送り、抗利尿ホルモンの放出が抑制され、利尿が促進される。

図 10 全身水浴による心房性ナトリウム利尿ペプチドの分泌増加

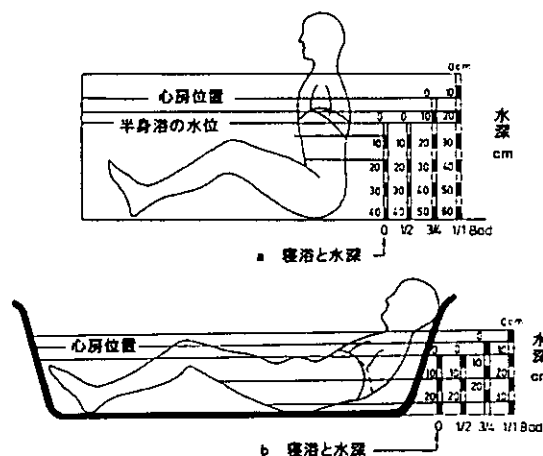


V 半身浴と寝浴

近頃、剣状突起辺りまで湯に浸かる半身浴の効能が強調されている。確かに心不全、高血圧症、動脈硬化症、さらに、これらの予備軍である高齢者達にとっては、心臓への急激な負担をかけないようにとの配慮でこの入浴法は勧められる。しかし、循環系や心臓機能に全く異常がない人たちにまで勧める必要はない。むしろ、全身浴をすることで、心機能や体内水分分布を調節する自律神経系のトレーニングが出来るというメリットにも注目すべきである。心理的にも日本人の習慣として頭までタププリ湯に浸かるのを至上の快感が得られる人は多い。浴室が寒ければさらに不満足感がつのる。また、半身浴では、胸部、背中、上腕が浴水に浸かっていない。総体表面積に対する各部位の重みづけ (%) は、頭部 (7.4)、頸 (2.4)、胸部 (16.6)、背 (16.6)、上腕 (8.2) (文部省：季節生理研究班、1952

のデータによる) なので、半身浴では、総体表面積の 51% が湯に浸かっていないことになる。頸から上だけを水面上に出す全身浴では総体表面積の 10% が湯に浸からないだけである。また、入浴の体に対する作用は心・循環系ばかりでなく、他のたとえば皮膚の持っている体温調節機能や心理的効果なども考慮にいれなければならない。浴水に人工浴剤を加えた場合や温泉などでは、出来るだけ広い皮膚表面が湯に接して、有効成分が体に吸収されるようにした方がよいので、半身浴では大変効率が悪いことになる。静水圧は、浴水面から水深が増すほど大きくなるので、体全体を出来るだけ水面近くの浅い所で水平にすると、心・循環系に与える影響が少なくなる。全身浴で、しかも水深が浅いところでの入浴法は寝浴である (図 11)。銭湯や温泉では、浴槽が大きいので、全身寝浴が可能である。

図 11 全身水浴、半身浴、寝浴と水深



寝浴は、①心・循環系への静水圧の影響は少ない。②手足を十分に伸ばすと、筋や関節部の弛緩の程度が強い、③脳波での検討で、心理的なリラックス状態を表す α 波の出現頻度が多くなる。④浴水中の薬効成分の体内吸収が半身浴に比べて多い。⑤入浴の満足感

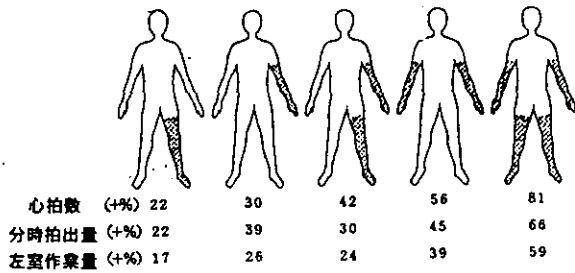
が得られる。などのメリットがある。

背中（胸髄）の温熱刺激が胃腸の蠕動運動を亢進させるという永井らの自律神経学的な研究結果からも、半身浴では得られない全身浴には利点が多い。

VI 部分浴

体の一部を水に漬ける部分浴は、治療やリハビリテーションなどで、場合によって必要となる。図12は、四肢のさまざまな部分浴をした場合の、心・循環機能に与える影響を心拍数、分時拍出量、左室作業量について検討した結果を示したものである。

図12 四肢部分浴と心機能



VII 浴水温度と生体作用

入浴は浴水の温度により、次のように区別する。

- 冷水浴 (24°C以下)
- 低温浴 (24-34°C)
- 不感温度浴 (34-37°C)
- 微温浴 (37-39°C)
- 温浴 (39-42°C)
- 高温浴 (42°C以上)

VIII 水浴時の体温調節とエネルギー代謝

人の体温は、環境条件の変化に対して、熱産生と熱放散という2つの体温調節機構のバランスによりその恒常性が保たれている。体の内部で産生された熱は大部分が血液循環で

皮膚や四肢の表面に送られて体外に放散される(図13)。この際、空気中では、放熱は輻射が主であるが、蒸発、対流、伝導の4経路がすべて関与する。一方、水中(水温33°C)では、対流が大部分で、わずかに輻射で放熱するのが特徴的である。

図13 空気と水中での生体からの熱放散 (Drexelより引用)

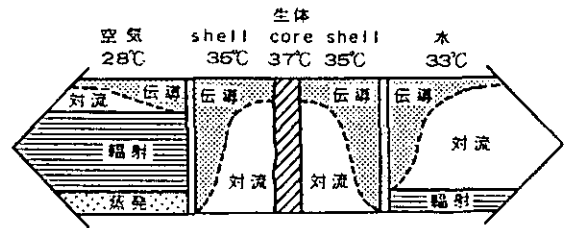
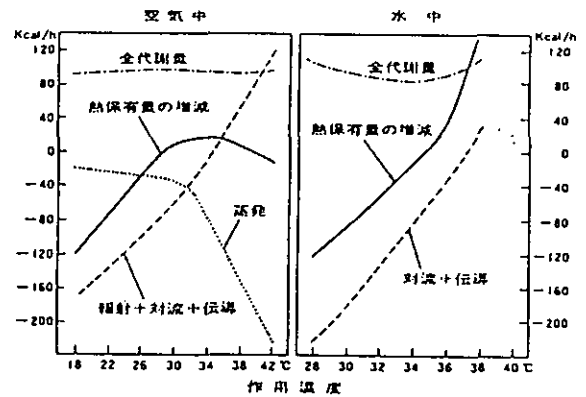


図14 空気中と水中における熱平衡に関する諸因子と作用温度との関係(被験者は裸体) 左図はWinslowら1949の図から採った。(Drexelらによる)



体温調節に影響を与える外部環境の諸因子を作用因子という指標でまとめ、これと熱出納との関係を示したのが図14である。Drexelによると、図左は空気中に裸でいる場合で、熱放散は輻射、対流、伝導と蒸発の4経路がすべて動員されるが、輻射が主である。作用温度が25°C以上になると蒸発が強くなる。35°C以上では、体内に熱が入り込むことになり、輻射、対流の記号が逆となる。体の熱保

有量の変化は 30℃以下では体温低下を示すようになる。図右は体が水中にある場合で、水温が 28-40℃の間では熱放散は対流と伝導によるのが大部分で、輻射はほとんど問題にならず、発汗による蒸発は起こらず、また呼気からの蒸発は無視できる。

空気に比べて、水は比熱、熱伝導率は極めて大きいので、体が水中にあると、空気中の場合に比較して、熱喪失量は大きく、30℃の水温でも熱産生増加が起こる。また、熱放散量が大きいので、水中での皮膚温は水温に近くなり、四肢も体中央部と同じ皮膚温を示すようになる。

冷水浴では、まず、体表面からの放熱があり、ついで体深部 (core) から表層部 (shell) に熱が移動する。不感温度以上の温水中では、まず、表層部の熱貯留がみられるが、一方で末梢から比較的冷たい血液が体深部に送られてくるので、一過性の深部体温の低下がみられる。水中安静時の基礎代謝は不感温度域で最も少なく、この時の酸素消費量は 0.3-0.5 l/分である。不感温度での入浴直後に酸素消費量は一時的に増加する。

これは、浴槽に入った時の神経反射性循環反応と無意識の筋運動による。その後 2-3 分すると酸素消費量は低下するようになる。水温が不感温度より低下しても上昇しても代謝は亢進する。図 15 は 3 例の個々人の水温による代謝の変化を示している。図 16 は水温と入浴中の各分毎の酸素消費量との関係を 10 例の平均値で纏めたものである (藤沢、阿岸)。

入浴時のエネルギー消費については、身体活動の程度によって増大する酸素消費量を算定するのが一般である。科学技術資源調査会から発表されているエネルギー代謝率一覧表では、普通の入浴では 1.8 となっている。これから推定すると、標準的体格の成人男子が 10 分間入浴した時のエネルギー消費量は約

20Kcal となる。しかし、入浴によるエネルギー消費量は浴水の温度で著しい差があるし、入浴は静かに湯に浸かるのが基本ではあるが、日常生活の中での入浴には、たとえば、浴槽に入ったり出たりする回数、掛け湯などの動作も加わると値が変化するなどを考慮に入れる必要がある。

図 15 全身水浴時の水温と基礎代謝

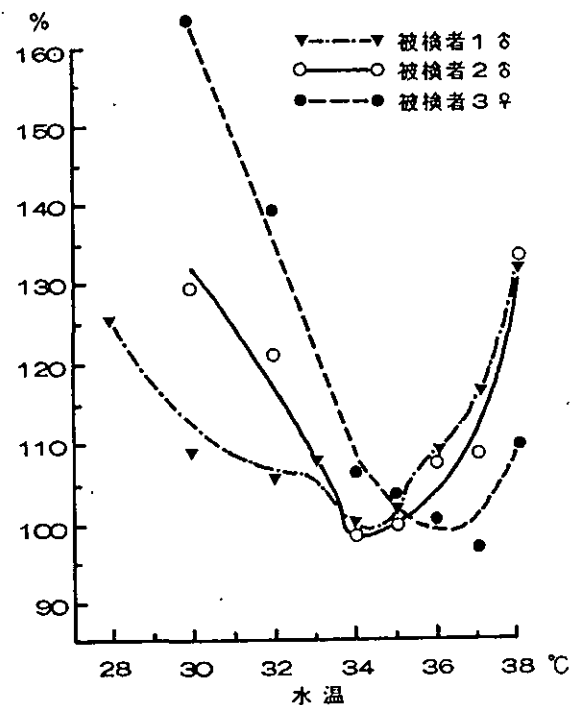
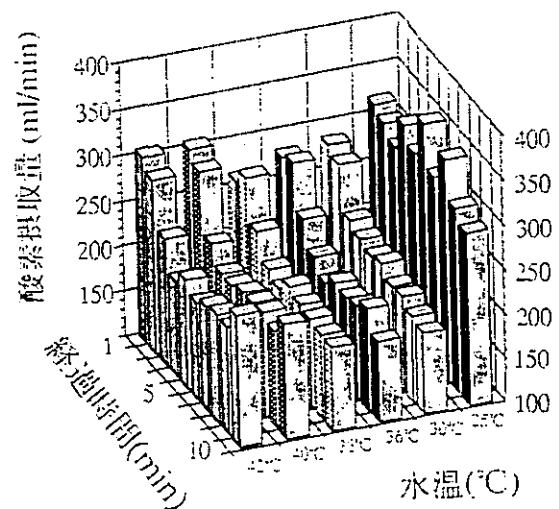


図 16 各水温における酸素摂取量



また、熱い湯に入浴した後は、皮膚表面から汗あるいは水蒸気が排出されるが、それが蒸発する際の気化熱も問題になりうる。1gの水分が気化するのに0.5Kcalの気化熱が奪われる。発汗が300mlであると150Kcalの気化熱が奪われ、脂肪に換算すると、約10gの脂肪(体重)が減少することになる。

小野は、入浴時の代謝には、呼気ガス分析だけで算定するだけでは十分でないのではないかと問題を提起している。すなわち、日常での入浴では石鹸などで体を洗うが、皮膚表面に分泌されている皮脂のカロリーも考慮すべきではないかというのである。皮脂腺機能の特色として、皮脂が除去されると皮膚を保護するために、飽和状態まで分泌を行うものであるという。従って、洗い落とすとまた分泌するので、洗い落とす回数に正比例的に分泌量が多くなる。皮脂の60%は脂肪で、他に少しのコレステロールが含まれている。この分泌は局所的現象で、全身的にみて問題にならないという説もあるが、たとえ局所的であっても、1g当り9Kcalの脂肪が体から排出されると、無視できないカロリーが消費されることになる。人体の正中線上に多く存在している皮脂腺からの分泌量は繰り返し皮膚を刺激すると1日量として50g位脂質として分泌する計算になるという成績がある。この50gの脂質の排出は450Kcalの消費となる。入浴しながら、長時間丹念に体を洗う習慣をつけると、体重減少するという経験談がしばしばみられるが、あるいは脂質排出によることも関係があるのかも知れないという(小野)。

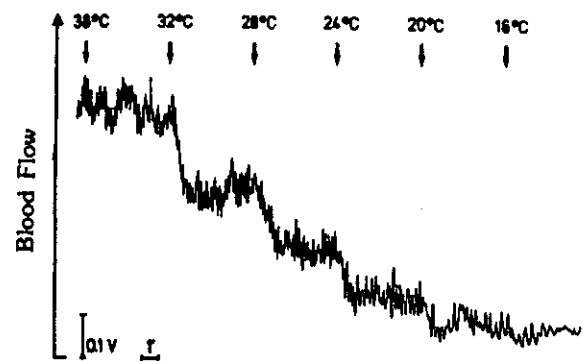
IX 浴水温度の循環機能への影響

心機能の多くは浴水温度が36-37°Cで最も少ないが、これより高くなると、心拍数、心拍出量、1回拍出量などが増加する。

末梢循環では、微温浴以上で毛細管、小動

脈、静脈の拡張が起こり、血液量、血流速度の増加や末梢血管抵抗の減少がみられる。温度刺激による皮膚の微小循環動態をレーザー・ドップラー法で検討した成績を図17で示した。

図17 ヒト背部を段階的に冷却した場合の皮膚微小循環 Vasomotion の変化(レーザー・ドップラー法)

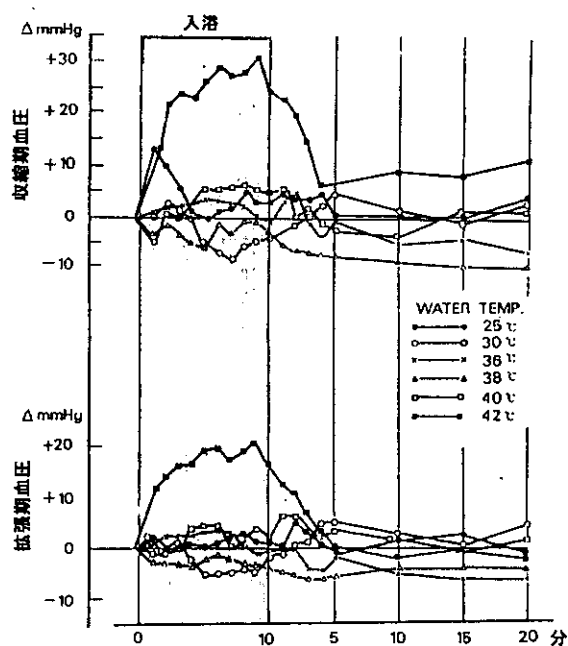


微小循環では、その血流は自律的にしかも1分間あたり3-8回の周期でリズム性に変動する vasomotion 現象がある。水温が不感温度より上昇していくと、そのリズムの時間構造は振幅が増し、周期が短くなり、基準値が上昇することが分かる。すなわち血流が増加する。一方、水温が下降するに従い、振幅が減少し、周期が長くなり、基準値が低下していく。

血圧は微温浴では、入浴直後の血圧変動はほとんどみられず、むしろ次第に低下し、浴時間が長ければ血圧下降持続時間も長くなる。これに対して、全身高温浴では、まず、入浴直後に一時的な血圧上昇がみられる。この初期血圧上昇は交感神経が緊張して皮膚血管を収縮させるため、時には収縮期血圧が20-30mmHgも上昇する。皮膚が白くなり、鳥肌が立ったり(交感神経興奮による立毛筋の収縮)、体が震えることもある。末梢皮膚血管の収縮で静脈還流が大きくなって心臓に急激な負担がかかる。ついで、2-3分後には血圧は下

降するが、これは温熱刺激により脳内の視床下部にある温中枢を介して中枢性調節が働き、血管が拡張するためである。この時には動静脈吻合が開き、末梢血管抵抗が減少ようになる。この血圧低下に対して今度は内臓領域や筋肉の血管が収縮して血圧低下を防ぐホメオスタシス機構が働く。この2次血圧上昇は入浴後10分くらいにみられる。血圧はその後比較的早く入浴前の値に戻るが、拡張期血圧の変動は個人差が大きくて一定の傾向はみられない。種々の水温での入浴による血圧の経時変化を観察した例を図18で示した。

図18 浴水温と血圧の変化



X 浴水温と自律神経機能

自律神経機能に対する水温の影響は、高温浴や極端な冷水浴では、交感神経を興奮させ、微温浴では副交感神経系が優位となって鎮静効果もある。朝の短い高温浴は気分を高揚させて仕事にやる気を起こさせ、就眠前の比較的長い微温浴は不眠の効果的である。

高齢になると、加齢現象として特に熱さに

対する皮膚の感受性が低下するので、注意が必要である。

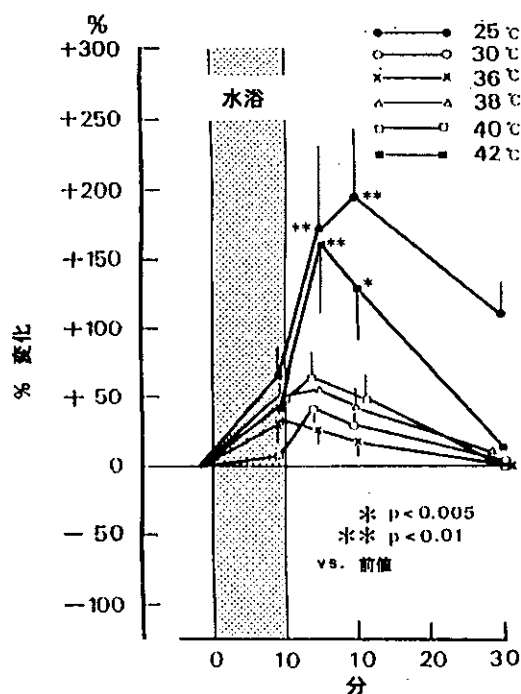
XI 入浴と血中ホルモン動態

頸以下を水に浸かる全身浴 (HOWI) による内分泌反応を血中ホルモン動態で検討した成績をここに示す (阿岸)。

健康青年男性を対象として、一晩絶食後の翌朝空腹時 (06-09時) に、25、30、36、38、40及び42°Cの各水温で長座位あるいは立位で全身浴を行い、血中ホルモンを測定した。

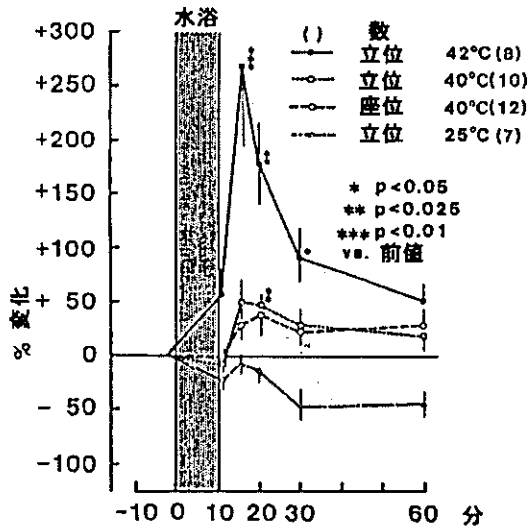
測定した全ホルモンに共通していることは、(1) 心房性ナトリウム利尿ペプチド (ANP) は、末梢部への静水圧負荷で静脈還流が増し、水浴性の central hypervolemia となり、右心房からの分泌が刺激される。前述したように、ANP は不感温度でも明らかに増加するが、42°C高温浴と25°C冷水浴といういずれも強い温度刺激で著しい増加をみた (図19)。

図19 異なった水温での入浴と血中心房性Na利尿ペプチド (ANP) の変化



(2) 抗利尿ホルモン (ADH) は 42°C 高温浴で一過性の強く増加するが、25°C 冷水浴ではむしろ分泌抑制がみられる (図 20)。40°C 温浴では水中での体位 (立位と長座位) では分泌動態に差異はなかった。

図 20 異なった水温での入浴と血中 ADH の変化



(3) カテコールアミン

ノルアドレナリン noradrenaline 不感温度を境に水温が、温度上昇あるいは冷却度が強くなるに従って分泌反応が増加する。しかし、アドレナリン adrenaline は、25°C から 42°C の間では分泌に有意な変化はなかった (図 21)。

(4) ACTH と コーチゾル

下垂体前葉-副腎皮質系の反応を ACTH と副腎皮質ホルモンである コーチゾル cortisol の血中ホルモン動態を図 22 で示した。ACTH は 36、38°C の不感温度浴や微温浴で変化せず、それより低温になったり、高温になっても、いずれも分泌減少傾向を示した。コーチゾルは 25°C 浴で増加し、42°C 浴では出浴後に増加する傾向を示した。

なお、入浴による血中ホルモン動態には、1 日の中の入浴時刻で差異があることを時間生物学的に検討した成績は別項で説明する。

図 21 異なった水温での入浴と血中ノルアドレナリン、アドレナリンの変化

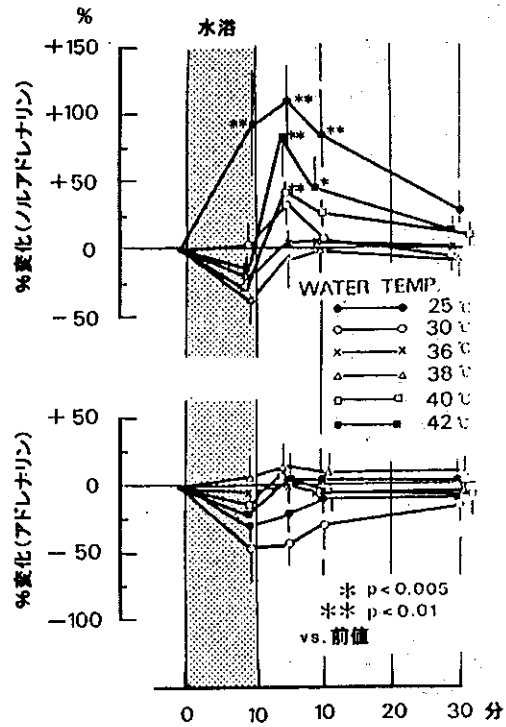
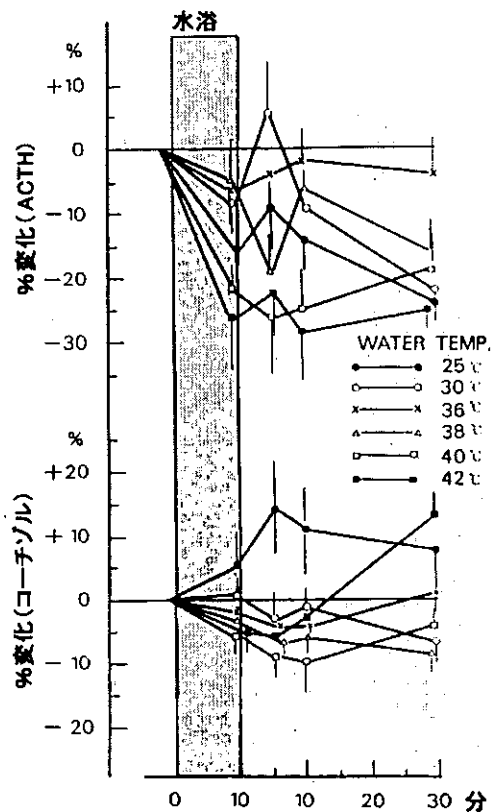


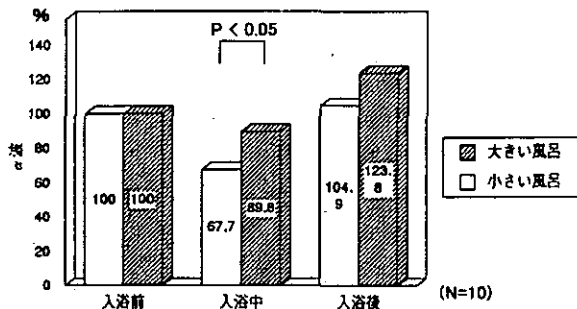
図 22 異なった水温での入浴と血中 ACTH と コーチゾル



X II 浴槽の大きさ

銭湯の浴槽は普通家庭の浴槽よりはるかに大きい。水浴行動で、浴槽の大小が心理的によどのような差があるかを検討した成績がある(藪中、阿岸)。銭湯のような大きい浴槽での入浴の方が、家庭の小さい浴槽での入浴より、脳波の α 波の出現頻度がとくに入浴後に多くみられた(図23)。最近、脳波の分析により、ストレス感、喜び(達成感、満足感)、悲しみ(不満足感、いらいら感)とリラックス感の感情状態を数値的に、あるいはグラフィックに図示化できる感性スペクトラム分析法(Emotion Spectrum Analysis Method, ESAM)というソフトウェアが開発された。これを用いて検討したところ、のように、大きな浴槽での入浴は小さい浴槽の場合に比べ、ストレス度の減少、リラックス度の増加がみられた(本報告書V参照)。

図23 浴槽の大小と脳波 α 波の出現頻度
入浴前を100とした

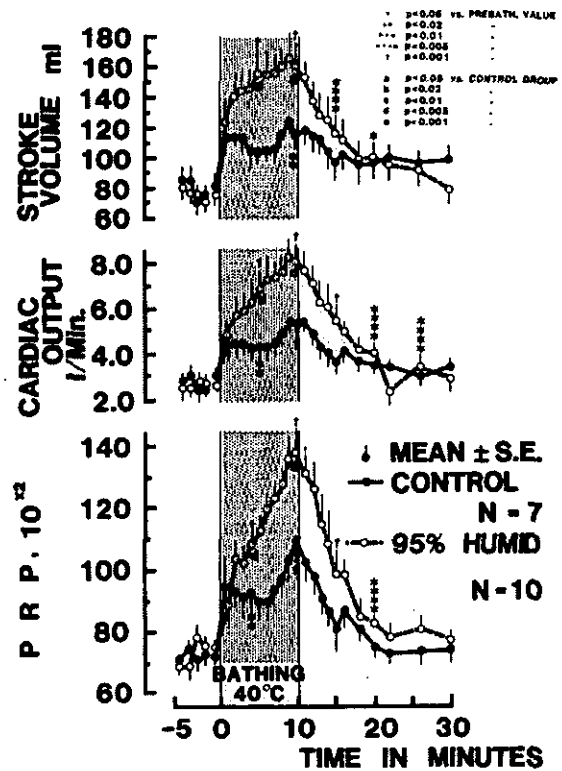


X III 浴室内の湿度の影響

われわれは健常青年男子を対象として、相対湿度の異なった浴室環境で入浴実験を行った(阿岸)。浴水温を 40°C とし、浴室内の相対湿度を45%とした場合と95%の場合とで、10分間入浴の反応を比較した(阿岸)。その結果、高湿度の方が、明らかに血圧、心拍数が増加し、心・

循環系への負荷が大きいことがわかる(図24)。

図24 浴室の湿度と心循環機能



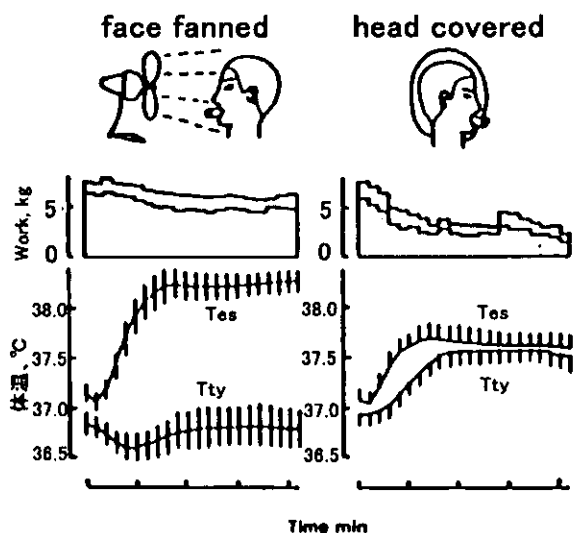
XIV 露天風呂の生理学的意義

露天風呂のように、外気温が冷たかったり、風があって気化熱を奪うような場合、あるいは、屋内浴場でも浴室の温度が極端に冷たいような条件下で、温かい湯に入浴すると、顔面が冷却され(facial cooling)、Cabanacのいう選択的脳冷却(selective brain cooling)現象が起こりうる。Cabanacが行った体を温かくした状態で、顔面を扇風機などで冷却する実験では、大脳活動では計算能や、Flicker fusion Test(フリッカーテスト)でフリッカー値の増加があり、Physical Working Capacity(PWC_{130})の増加、すなわち運動能の増加などがみられた(図25, Cabanac)。

森林などの自然環境での露天風呂では、周りの鳥のさえずりや川のせせらぎの音、樹木から発する香り(芳香性テルペン系物質、フ

イトンチッド)、落ち着いた緑の色など五感を通じての鎮静作用なども加わり、リラックス効果を高めることはもちろんである。

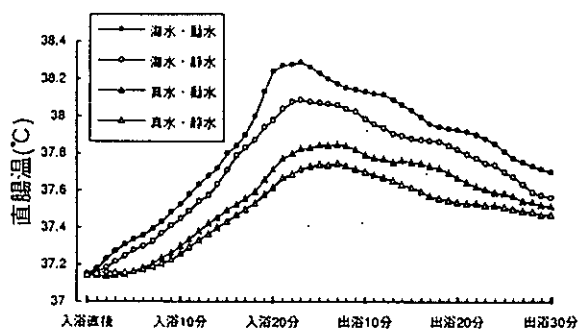
図 25 顔面送風の有無による暑熱時の運動能力の差 (Caputa and Cabanac, J. Appl. Physiol., 48:1980 より改変)。Try : 鼓膜温、Tes : 食道温。説明は本文を参照。



XV 水浴中の水流負荷 (動水圧刺激) の効果

温水浴中に強い水流 (1.5-2m/秒) を体に加えると、深部体温 (直腸温) が増加する。さらに、浴水に温泉や海水のような塩分があると、その濃度が高くなるほど体温上昇が大きくなる (図 26) (清水、阿岸)。

図 26 動水圧刺激による体温上昇効果



また、流水刺激を加えた水浴をある期間 (2-4 週間) 続けると、体重減少がみられる例がある。

最近、脳波分析で、Alzheimer 性痴呆の有無とその程度を推定出来るソフト (DIMENSION) が開発されたが (武者、小倉ら)、2 週間の流水負荷連続水浴で、脳波的痴呆度が軽減された例が報告されている (IX 熊野論文参照)。

文献

- 1) 阿岸 祐幸 : 温泉と生体機能、日本医師会雑誌 111 : 1501-1505、1994
- 2) Epstein, M: Renal effects of head-out water immersion in man, *Physiolo Rev* 58:529-589, 1978
- 3) Schnizer W: Physiologische Grundlagen der Hydrotherapie und Badeheilkunde, 25, 1986
- 4) Agishi Y: Endocrine and metabolic aspects of balneotherapy. *J Biometeorol* 29: 89-103, 1985
- 5) Agishi Y, Hildebrandt: Chronobiological aspects of physical therapy. 1-88, 1989
- 6) Agishi Y, Ohtuka Y: Recent Progress in Medical Balneology and Climatology. 1-158, 1995
- 7) Agishi Y, Ohtuka Y: New Frontiers in Health Resort Medicine. 1-131, 1996
- 8) Agishi Y: Clinical Usefulness of long-term thermhydrotherapy (Balneotherapy). In Kosaka et al (eds): *Thermotherapy for Neoplasia, Inflammation, and Pain.* 486-494, 2001
- 9) 小野 三嗣 : 入浴時のエネルギー消費、日本医事新報 No. 3593、173-174. 1993