

第102回月例研究会

2022年11月21日（月）

保養地に於ける 糖尿病の温泉療法

大塚吉則

札幌国際大学特任教授

北海道大学名誉教授

温泉療法専門医

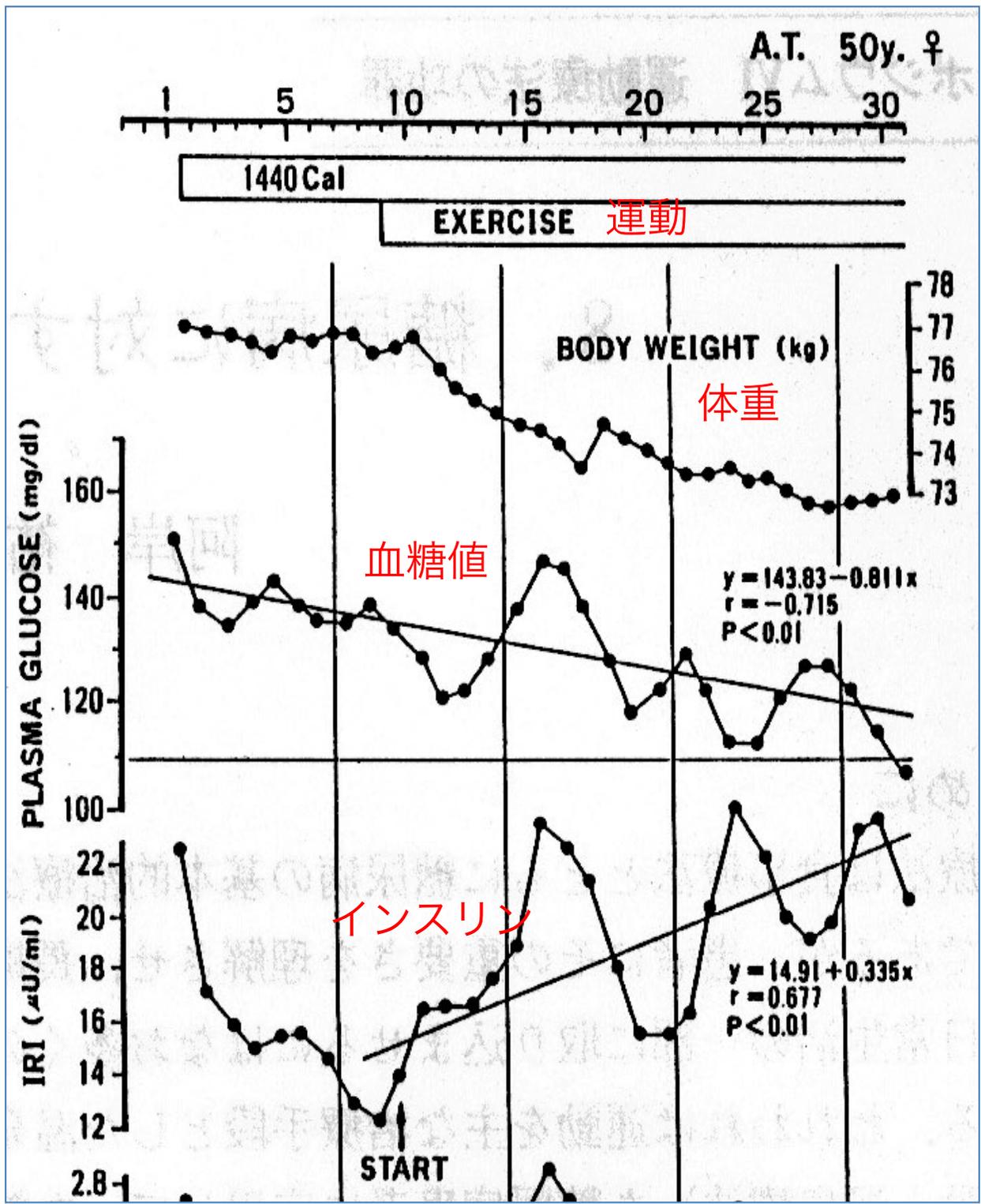
温泉療法医

温泉療法の適応患者

- **肥満**タイプの2型糖尿病
- 増殖性網膜症、**重度**の腎症・自律神経障害などの**合併症を有しない者**
- ケトーシスなど糖代謝状態の**極端に悪い者**は**改善してから**

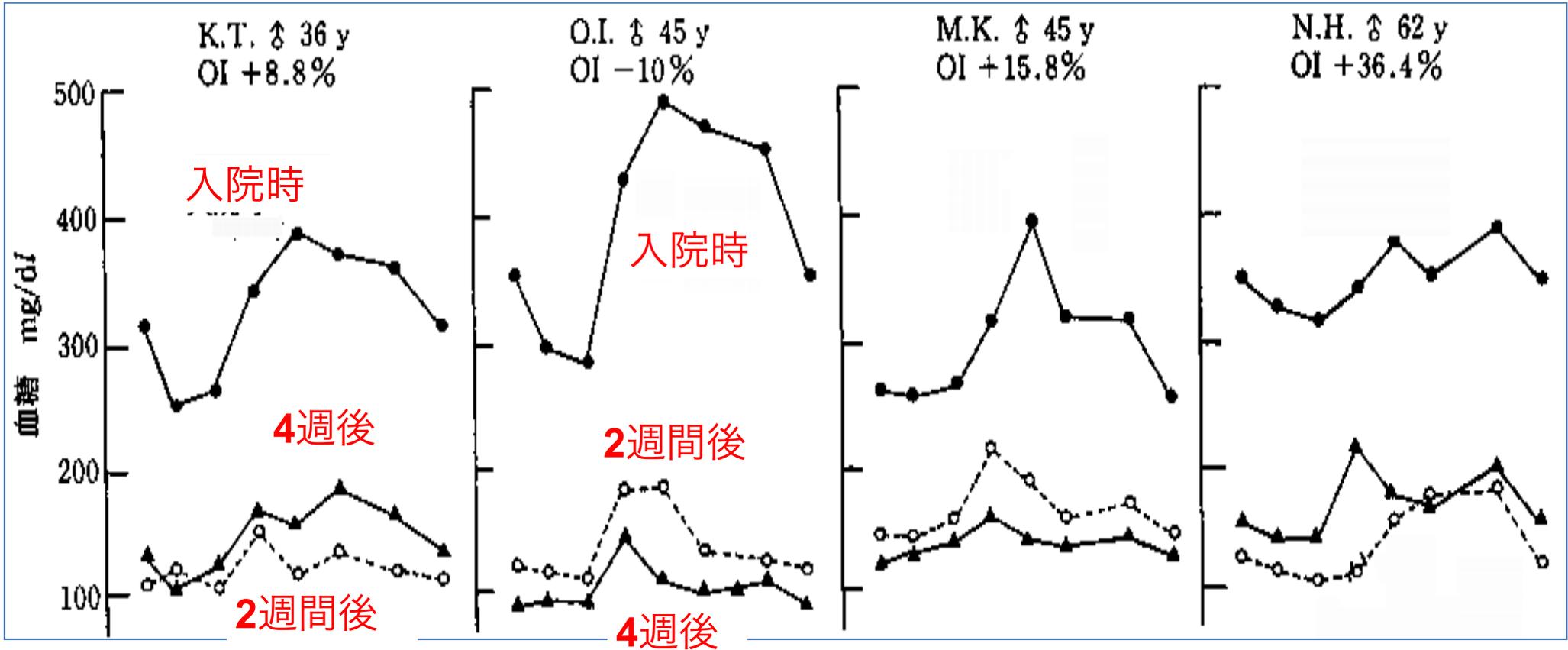
食事・運動療法の処方

- 摂取カロリー＝身長（m）²×22×（25～30）
フレイルの状況、年齢を考慮する。
- 室内におけるトレッドミル、サイクルエルゴメーターなどによる運動
- 一日1万歩の屋内外での歩行
- 温泉プールにおける水中運動30分



温泉療法期間中の経日変化
 7日から10日周期のリズム性変化を示す

温泉療法前後での 血糖値日内変動



血糖値低下の原理

- 温熱作用による**カロリーの消費**
- 温泉プールでの**水中運動**や恵まれた**自然環境**内での運動療法
- ホルモン分泌や自律神経作用の**安定化**
- 複合療法であるので食事療法や必要に応じて薬物療法も行う
- ひょっとして**温泉成分の経皮吸収**？

Hot-tub therapy for type 2 diabetes mellitus.

Hooper PL: N Engl J Med 1999;341:924-925.

対象：8名の2型糖尿病患者（43-68歳）

方法：週6回、1回30分の全身浴（真湯）を3週間。水温37.8-41.0°C。

結果：入浴により体温は口腔温で0.8°C程度上昇した。

10日後には1名の患者で低血糖をきたしたためインスリン使用量を減量。

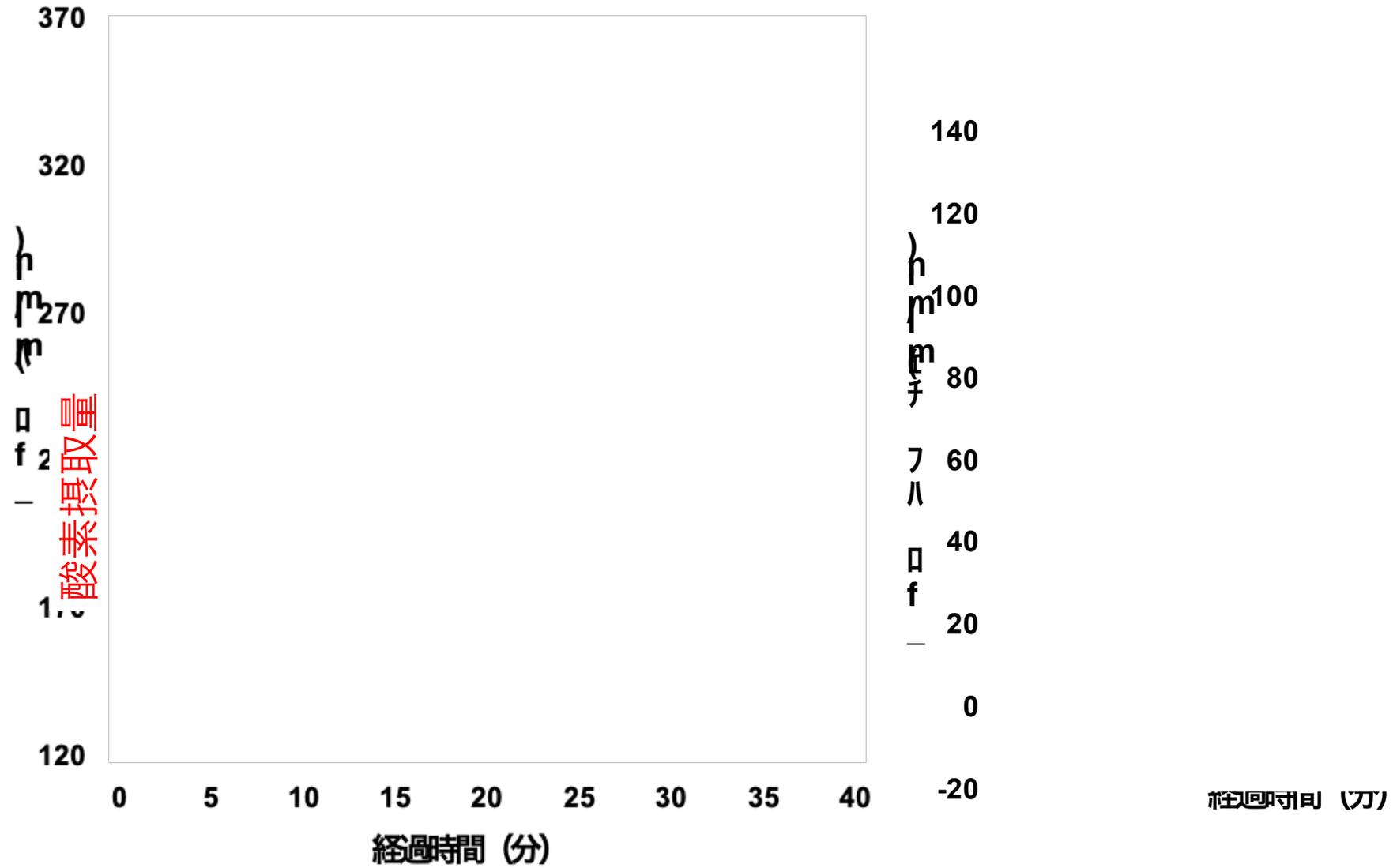
平均血糖値は182±37mg/dlから159±42 mg/dlへ有意に下降。

平均HbA1c値は11.3±3.1%から10.3±2.6%へと有意の減少。

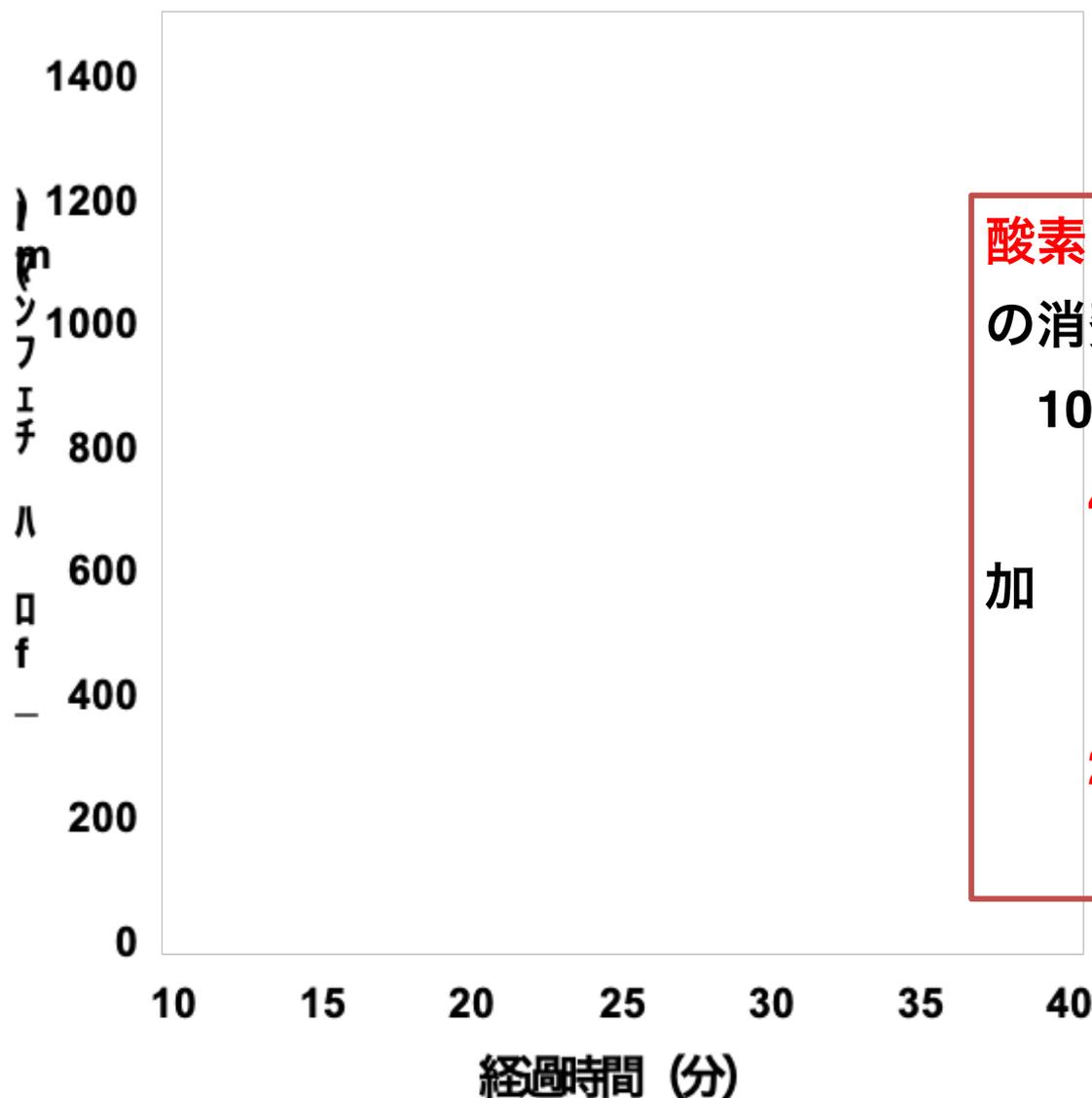
考察

反復入浴には血糖値低下作用があることがわかる。血糖値低下作用の機序として、骨格筋の血流はインスリン依存性の骨格筋への糖の取り込みを調整するように作用しており、温熱作用による骨格筋血流量の増加が糖の取り込みを促進して血糖値を下げるように作用すると考えている。

水温とVO₂との関連 (1)



水温とVO₂との関連（2）



酸素 1 リットル 摂取することで 5 kcal
の消費

10分入浴とその後20分安静で

42°Cでは酸素摂取量が832.5ml増

加

約4.2kcal増えた

25°Cでは酸素摂取量が1376ml増加

約6.9kcal増えた

基礎代謝量を1日1,200kcalとすると
30分当たり25kcalになる

4.2kcalの増加は約17%のup

これって意外に大きい？

1 回の入浴による消費カロリーは

0.0606kcal/kg/min

体重60kg、10分間で **36kcal**

出たり入ったり、体を洗ったりで、

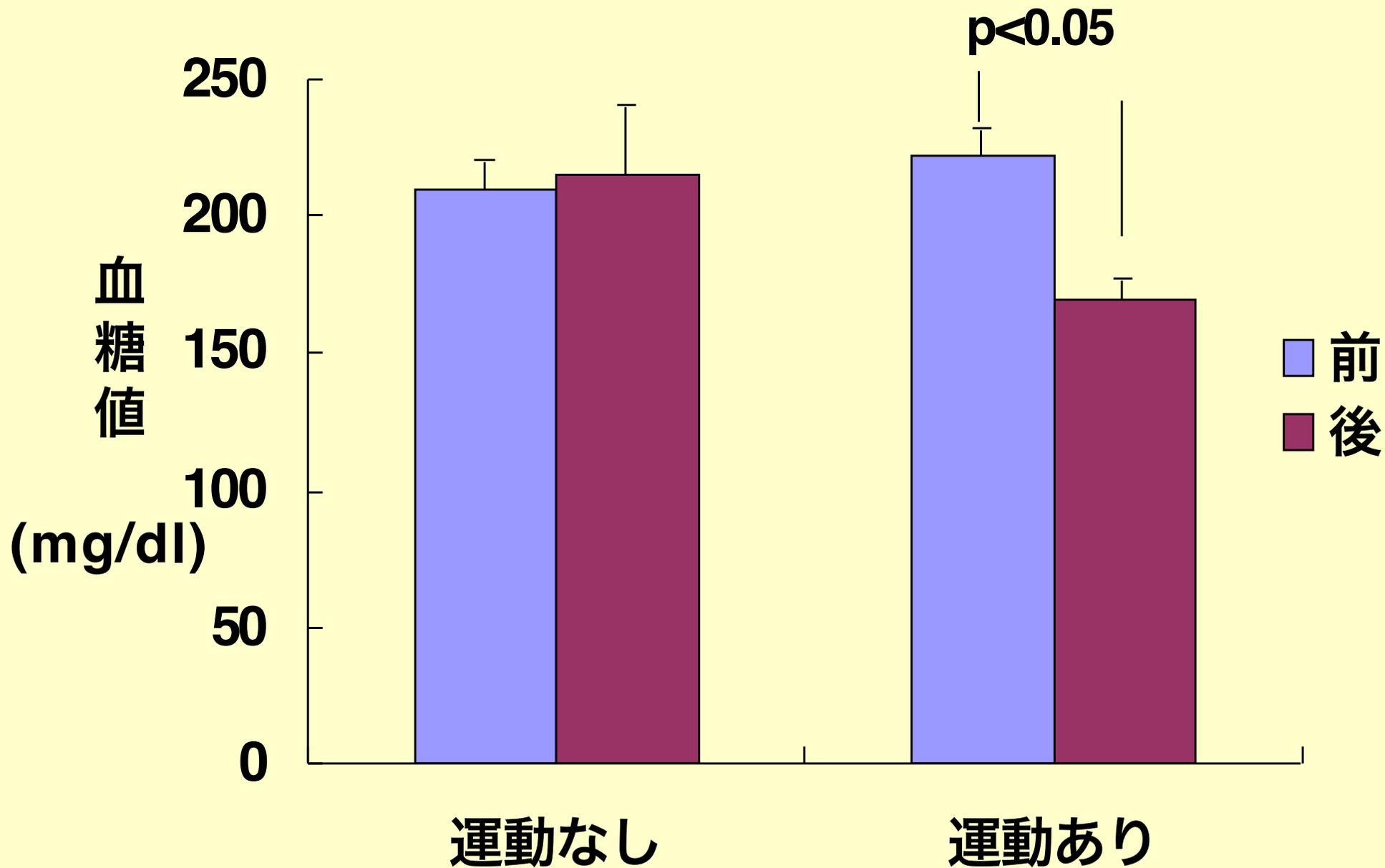
1 回のお風呂で約**70kcal**の消費

温泉療法では、毎日3-4回程度入浴する

→ **210-280kcalの消費**

水温38°Cの温泉プールでの 30分間の水中運動

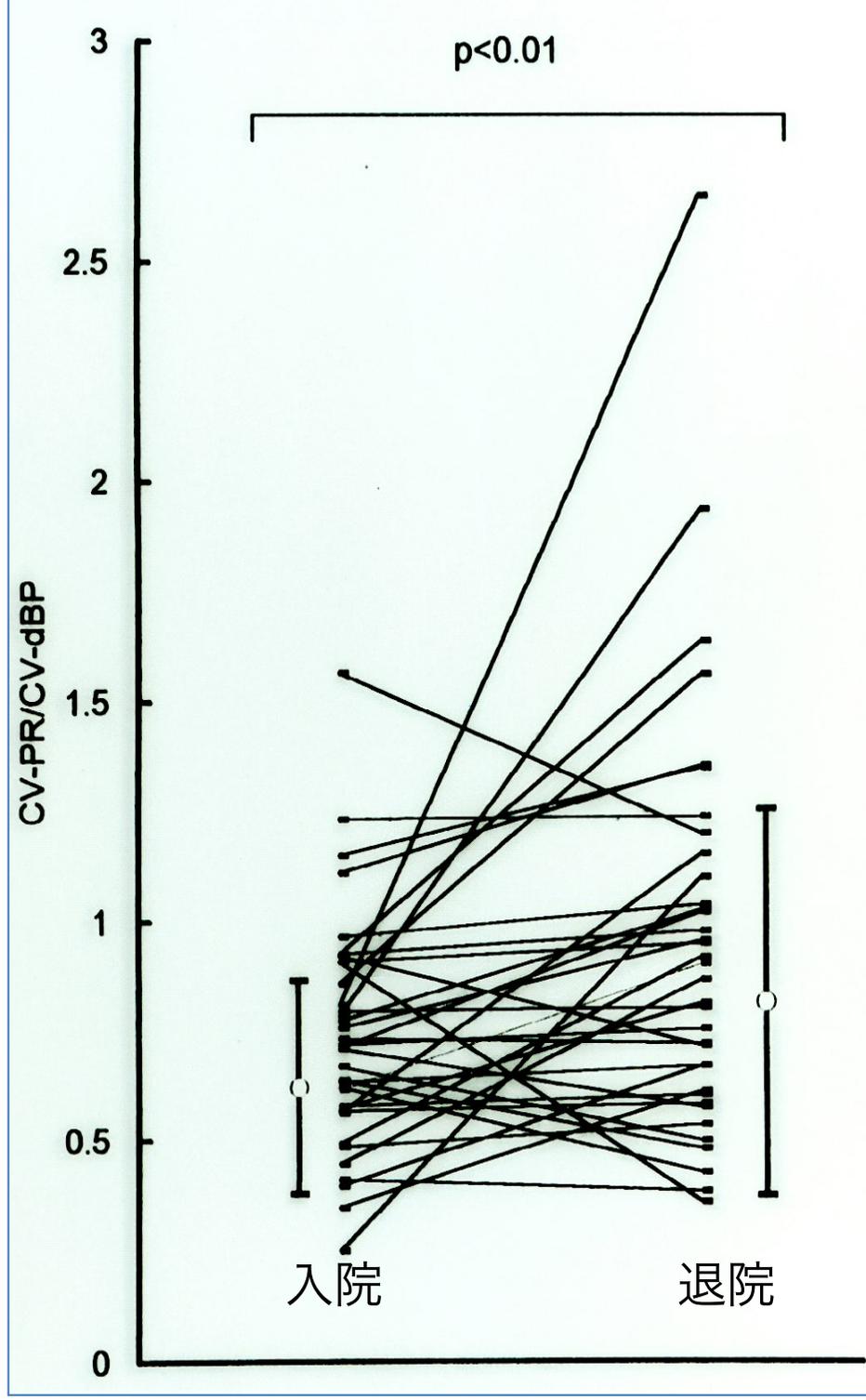
昼食後にプール



各種運動の血糖値へ与える影響

運動内容	森林浴 長距離	森林浴 短距離	水中運動 (8°C)	2.5度傾斜角 トレッドミル	クロスカントリー スキーレース
時間・距離	60min, 6km	30min, 3km	30min	22.5min, 1.5mile	10km
△ 血糖値 (mg/dl)	70	74	48.6	24.5	37.8

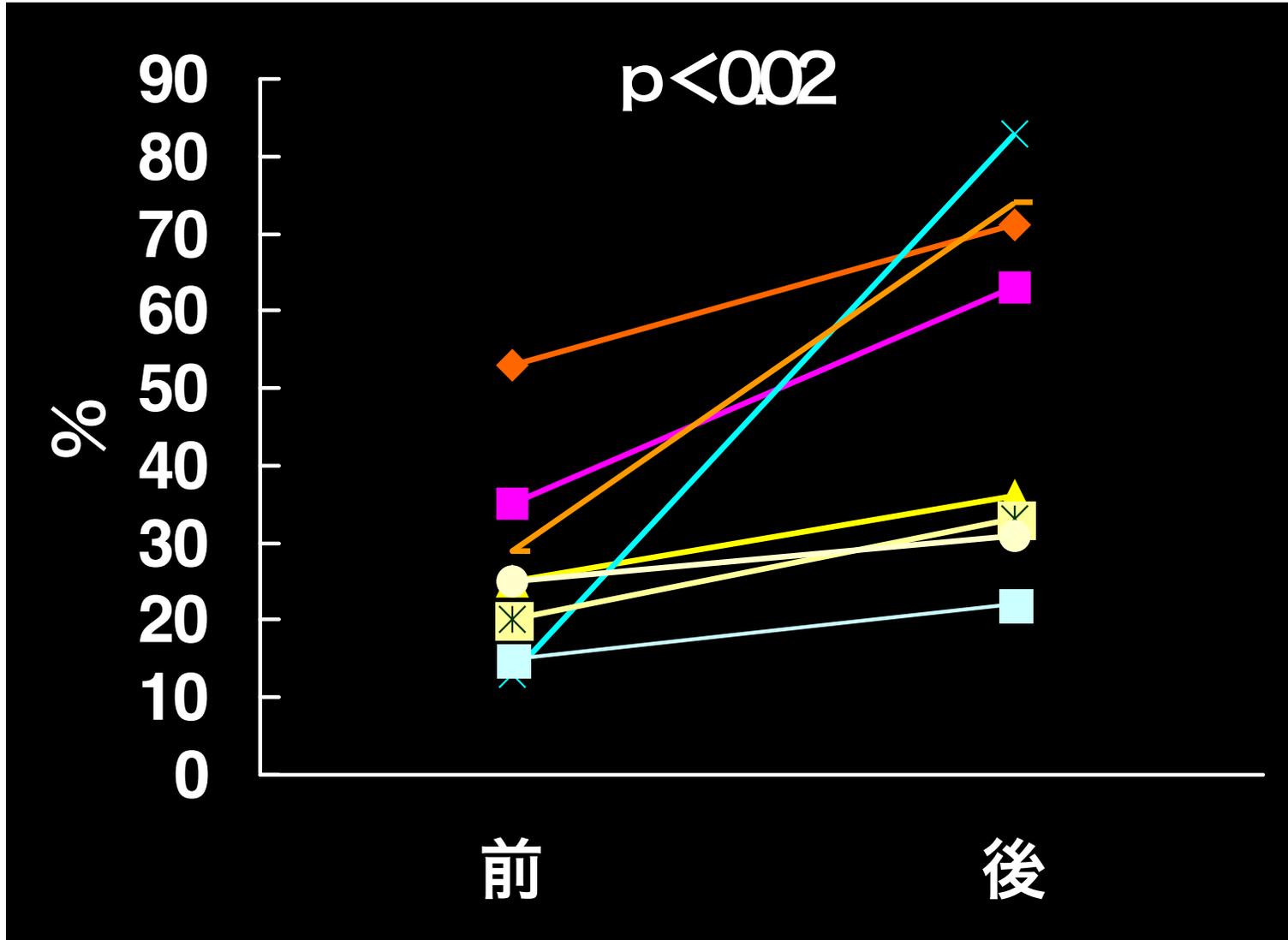
リラククス度上昇 ↑



振動障害患者における心拍変動計数の変化
副交感神経活動 (リラククス度の増加)

ストレスバロメーター

↑
回復能高い
ストレス度低く、回復能高い

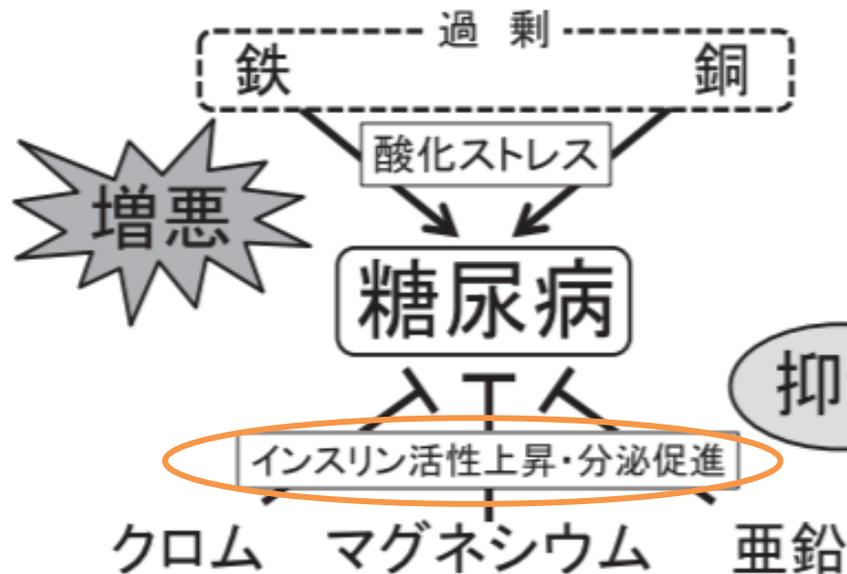


(17KSS (ストレスからの回復能) / 17OHCS (ス

POINT

- 1 糖尿病と微量元素との関係は、100年以上前から示唆されている。
- 2 低マグネシウム血症は、糖尿病の発症・進展のリスク因子と考えられている。
- 3 長期の経管栄養時には、微量元素を加えないと、血清クロム低値が原因で耐糖能異常をきたしうる。
- 4 過度のダイエット時のクロム欠乏が、耐糖能異常をきたしうる。
- 5 亜鉛の糖尿病への関与は推測されているが、結論には至っていない。
- 6 バナジウムはインスリン様物質として注目されているが、種々の副作用から安全性が問題となっている。
- 7 セレンのサプリメントは糖尿病発症予防には推奨されない。

月刊糖尿病 2012/9 Vol.4 No.10



インスリンの効果を高めている可能性

糖尿病 56 卷 12 号 (2013)

各物質の経皮吸収

表1 P. Kellerの表

(Vogt: Lb. Bäder-u-Klimahk より)

皮膚荷電 イオン透過性	陽性 陰イオン通過 溶液濃度	陰性 陽イオン通過 溶液濃度
H ⁺	>0.002n	>0.0002n
Na ⁺ , K ⁺	>1n	>0.5n
Ca ²⁺ , Mg²⁺	>0.01n	>0.005n
Al ³⁺	>0.001n	>0.0005n

表1 各物質の経皮吸収 (Drexelによる)

$\frac{\mu\text{L}}{\text{cm}^2 \cdot \text{h}}$	吸収量			溶液中の状態
100	テルペン	CO ₂	Rn	ガス 親脂質性
10	O ₂			
	H ₂ S			
1	ジメチルスル フォキシド	H ₂ O	エタノール	溶媒
0.1		I ₂		
	K ⁺			
0.01			SO ₄ ²⁻	親水性
	Na ⁺	Cl ⁻		
	Fe ²⁺			
0.001	Ca ⁺⁺ Mg ⁺⁺			

北大分院の温泉分析書より

14 温泉分析表

1. 湧 出 地 (混湯場所) 登別市登別東町3丁目9番地
 1. 源 泉 状 況 掘さく自噴井
 1. 泉 温 摂氏 46.2度
 1. 性 状 無色澄明 微弱塩味 臭なし
 1. 水素イオン濃度 PH7.1 (比色法) 1. 比重 1.001 (20°/4°C)
 1. 蒸発残留物(1kg中) 1.714グラム
 1. 含有成分及びその分量 (1kg中に含有する分量)

カチオン		ミリグラム	ミリバール	ミリバール%	アニオン		ミリグラム	ミリバール	ミリバール%
カリウムイオン	K ⁺	16.5	0.422	1.47	クロールイオン	Cl ⁻	188.2	5.308	18.56
ナトリウムイオン	Na ⁺	470.0	20.43	71.40	硫酸イオン	SO ₄ ⁻	608.3	12.67	44.30
カルシウムイオン	Ca ⁺⁺	91.08	4.545	15.88	ヒドロリン酸イオン	HPO ₄ ⁻	0.210	0.004	0.01
マグネシウムイオン	Mg ⁺⁺	21.15	1.739	6.08	ヒドロ亜硫酸イオン	HA ₂ O ₄ ⁻	0.284	0.004	0.01
亜鉛イオン	Zn ⁺⁺	0.179	0.005	0.02	ヒドロ炭酸イオン	HCO ₃ ⁻	646.8	10.60	37.06
フェロイオン	Fe ⁺⁺	1.087	0.039	0.14	フッ素イオン	F ⁻	0.338	0.018	0.06
銅イオン	Cu ⁺⁺	なし							
マンガンイオン	Mn ⁺⁺	0.259	0.009	0.03					
アルミニウムイオン	Al ⁺⁺⁺	12.80	1.424	4.98					
鉛イオン	Pb ⁺⁺	0.043	0.000	0.000					
計		613.1	28.613	100.00			1444.0	28.604	100.00
合計		2.057 ミリグラム							
非電解質		ミリグラム	ミリモル						
メタ珪酸	H ₂ SiO ₂	164.0	2.101						
メタ硝酸	HBO ₂	14.46	0.330						
合計		2.235 ミリグラム							
遊離炭酸	CO ₂	104.7	2.379						
遊離硫化水素	H ₂ S	1.632	0.048						
総計		2.342 ミリグラム							

温泉療法による 血糖値低下の原理

- 温熱作用によるカロリーの消費
- 温泉プールでの水中運動や恵まれた自然環境内での運動療法
- ホルモン分泌や自律神経作用の安定化
- 複合療法であるので食事療法や必要に応じて薬物療法も行う
- 温泉成分の経皮吸収 ありそう！