

平成 15 年 3 月

---

原 著

---

## 川湯温泉水の飲泉が血糖値に与える影響

<sup>1</sup>北海道大学保健管理センター, <sup>2</sup>医療法人社団平成会川湯温泉病院, <sup>3</sup>保養地医学研究所

大塚吉則<sup>1</sup>, 中谷 純<sup>1</sup>, 西川浩司<sup>2</sup>, 阿岸祐幸<sup>3</sup>

(平成 15 年 1 月 2 日受付, 平成 15 年 2 月 17 日受理)

## Effects of Drinking Hot Spring Water from Kawayu Onsen on Blood Glucose Levels

Yoshinori OHTSUKA<sup>1</sup>, Jun NAKAYA<sup>1</sup>, Kouji NISHIKAWA<sup>2</sup> and Yuhkoh AGISHI<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Health Administration Center, Hokkaido University

<sup>2</sup> Kawayu Onsen Hospital

<sup>3</sup> Research Institute for Health Resort Medicine

### Abstract

Effects of drinking hot spring water from Kawayu Onsen on blood glucose levels were investigated. The spring water characteristics are "acid alum vitriol hydrogen-sulfide springs" with a pH of 1.98. First, a glucose tolerance test (GTT) was performed on three healthy volunteers and seven diabetic patients after drinking tap water or spring water at a one week interval. Increments in plasma glucose levels were significantly lower ( $p < 0.05$ ) with pre-drinking of spring water and those in serum insulin levels tended to be higher at earlier phases of GTT than tap water drinking. Second, GTT was performed before and after 4 weeks of drinking spring water on 7 diabetic patients. Increments in plasma glucose levels were almost similar; however, those in serum insulin levels tended to be lower at late phases of GTT. Hemoglobin A1c levels decreased significantly. From these findings, it is suggested that drinking hot spring water from Kawayu Onsen is beneficial for diabetic patients.

Key words : drinking treatment, diabetes mellitus, hot spring water, Kawayu Onsen

キーワード : 飲泉療法, 糖尿病, 温泉水, 川湯温泉

## 1. はじめに

温泉療法は恵まれた自然環境下で行われるので温泉地療法とも呼ばれている。ここでは直接温泉水を利用する入浴、プールでの運動浴、その他の水治療法や飲泉療法などが行われており、さらには食事・運動療法はもとより、必要であれば薬物療法も行われている。しかしながら日本の温泉水はその成分が薄い単純泉が約4分の1を占めるのと、火山国のため高温泉が多いため、温泉入浴は盛んであるが飲泉療法は一部の地域を除いてあまり行われていない。また飲泉療法の作用機序も不明な点が多く、糖尿病患者の血糖値降下作用を持つと言われている温泉水についての科学的検証は少ない。そこで今回、飲泉の適応症に糖尿病が記載されている硫黄泉において、その飲泉が血糖値の変化に与える影響を検討した。

## 2. 対象および方法

### 2.1 川湯温泉水

北海道弟子屈町の川湯温泉水にて検討した。泉質は酸性・含硫黄・鉄(II)・ナトリウム・アルミニウム-硫酸塩・塩化物泉(硫化水素型)(低張性酸性高温泉)であり、湧出時55.0°C、pH 1.98の強酸性を示す硫黄泉である。

### 2.2 飲泉の短期効果

3名の正常健常人(男2名, 34歳, 60歳, 女1名, 43歳)と7名の2型糖尿病(インスリン分泌が保たれている)患者(男1名, 女6名, 平均73.9歳)において、飲泉の糖負荷試験(glucose tolerance test: GTT)に与える影響を検討した。はじめにコントロールとしてぬるま湯(水道水)200mlを30分かけて飲み、その後にGTTを行った。一週後、5倍希釈した川湯温泉水200mlを同様に飲泉後再度GTTを行い結果を比較した。GTTはブドウ糖に換算して75gに相当するデンプン部分加水分解物を含む経口糖忍耐力試験用糖質液(一瓶225mlのトレーランG75)の飲用前と30, 60, 90, 120分後に血糖値とIRI(immunoreactive insulin: インスリン)値を肘静脈より採血したサンプルで測定した。

### 2.3 飲泉の長期効果

飲泉の長期効果を知る目的で、上記7名の糖尿病患者に毎日朝夕の2回4週間、5倍希釈した川湯温泉水200mlを飲泉させ、空腹時血糖値(FPG: fasting plasma glucose, 110mg/dl以下が正常)、HbA1c値(ヘモグロビンA1c: 過去一ヶ月間の平均血糖値の目安。正常値は4.3~5.8%)の変化を検討した。この間治療方法は変更なく、運動習慣など日常生活も変更しないように指導した。また、インスリン抵抗性(インスリンに対する感受性)を知る目的でHOMA-IRI(Homeostasis model assessment: IRI( $\mu\text{U}/\text{ml}$ ) $\times$ FPG(mg/dl)/405, <2が正常)値を計算した。

## 3. 結 果

### 3.1 飲泉の短期効果

硫黄泉の飲泉によりGTT後の血糖値の増加度は水道水の飲用後に比して有意に低下した( $p < 0.05$ , Fig. 1)。IRI値の増加度は飲泉後30分と60分で水道水の飲用に比して高い傾向を示したが(Fig. 2)有意差は認められなかった。

3.2 飲泉の長期効果

空腹時血糖値は上昇, 無変化, 下降と一定の変化を示さなかったが, HbA<sub>1c</sub> 値は 7.1±1.0% (平均±SEM) から 6.8±1.0% へと有意に低下した (Table 1, p<0.05). 連続 4 週間の飲泉後に行った GTT では, 飲泉前に比較して血糖値の増加度に差は認められなかった (Fig. 3). IRI 値の増加度は 90, 120 分で前値に比して低下傾向を示したが有意差はなかった (Fig. 4). HOMA-IRI 値は測定し得た 6 例中, 前値が 2 以上で高値を示した 2 例を含めて 4 例が低下し, 他の 2 例は正常範囲内での変動であった (Table 2).

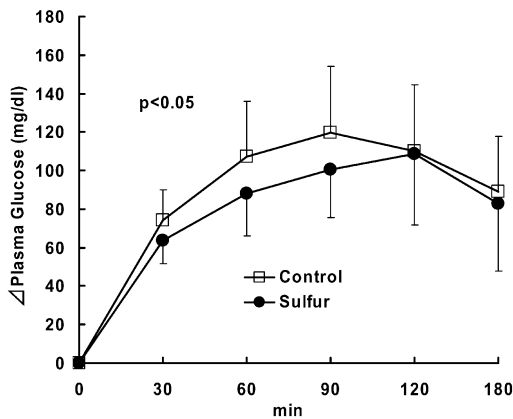


Fig. 1 Changes in plasma glucose levels. Glucose tolerance test was performed on three healthy volunteers and seven diabetic patients after drinking tap water (Control) or hot spring water from Kawayu Onsen (Sulfur) at one week interval. Data are shown as means±SEM.

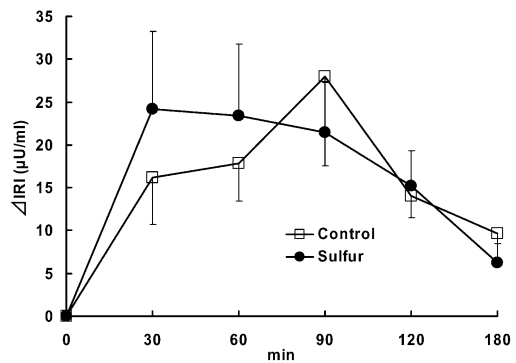


Fig. 2 Changes in serum immunoreactive insulin (IRI) levels. IRI was measured at same time as GTT of Fig. 1. Data are shown as means±SEM.

Table 1 Fasting plasma glucose (FPG) and HbA<sub>1c</sub> (hemoglobin A<sub>1c</sub>) levels before and after 4-month drinking treatment with hot spring water from Kawayu Onsen in 7 diabetic patients

No.	Before		After	
	FPG	HbA <sub>1c</sub>	FPG	HbA <sub>1c</sub>
1	173	11.8	179	11.5
2	195	10.2	227	9.5
3	138	5.6	128	5.5
4	93	5.2	98	5.1
5	116	6	120	5.9
6	73	5.4	157	5.4
7	139	5.2	89	4.9

Maximum levels for normal FPG and HbA<sub>1c</sub> are 110 and 5.8%, respectively.

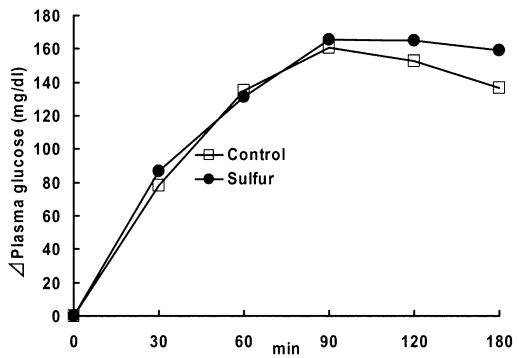


Fig. 3 Changes in plasma glucose levels for 4-week test. Glucose tolerance test was performed on seven diabetic patients before (Control) and after 4-week drinking of hot spring water from Kawayu Onsen (Sulfur). Mean values are shown.

#### 4. 考 察

温泉療法は複合療法であり、糖尿病では食事・運動療法、必要に応じて薬物療法を併用して行われている。その効果は約4週間のリズム性を持って正常化してくることが知られている(阿岸・大塚, 1995)。温泉資源を糖尿病治療に利用する方法として、その恵まれた自然環境を利用した運動療法、温泉プールにおける運動浴、温泉入浴の他、温泉水そのものを飲泉する飲泉療法が行われている。飲泉療法以外の治療法はいずれも消費カロリーの増大を主目的にした治療法であり、運動浴(井出ら, 1984)、森林浴(Ohtsuka *et al.* 1998)などでの血糖値降下作用が報告されている。

一方、炭酸水素塩泉、Na-硫酸塩泉、硫黄泉などの飲泉の適応症の一つに糖尿病が挙げられており、古くから利用されてきているが、その作用機序が明らかにされているものは少ない。チェコのKarlsbad(カールスバード)で含二酸化炭素-ナトリウム-炭酸水素塩・硫酸塩泉の飲泉により、糖尿病患者血中インスリン値の有意の上昇が認められたという報告がある(森永, 1990)。このインスリン分泌のパターンを見ると(飲泉前, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 90分後に採血)、飲泉後最初の採血時間である10分後に分泌のピークがあった。これは飲泉のみによる刺激なので飲泉の直接作用(含有成分など)でインスリンが分泌されて上昇したと考えられる。我々は過去に、北海道大学医学部附属病院登別分院(登別分院)にあった温泉水を飲泉させて30分後、温泉水に400カロリーの試験食を溶解して飲ませると、水道水で同様の試験食を飲ませた時よりも、インスリン分泌が増強していることを明らかにした(阿岸ら, 1987)。この場合、試験食摂取後の採血は30, 60, 90, 120, 180分後に行ったが、全点で温泉水飲泉のほうがIRI値が高値を示し、特に120, 180分では有意差を示した。今回の我々の結果からは、有意ではないがGTT後30分, 60分で明らかにインスリン分泌の増大傾向が認められたので、飲泉には糖質が吸収されると反応性に分泌されるインスリン分泌を増強させる作用があると考えられた。インスリン分泌のパターンに時間差が生じた理由は、摂取した物の差が考えられ、特に登別分院での検討では糖質、蛋白質、脂質、無機質、水分などの混合物であったため、吸収されるのに時間がかかりこのような差が生じた可能性がある。これらのことから、飲泉はインスリンの分泌を亢進させて血糖値を下げていると思われるが、詳細な作用機序は不明であり今後の検討課題である。

さて、このKarlsbadと登別分院に共通する成分は重曹である。一方、国内での飲泉場で糖尿病に有効と言われている温泉地の泉質を調べてみると、Na炭酸水素塩泉つまり重曹泉が多く、単純泉

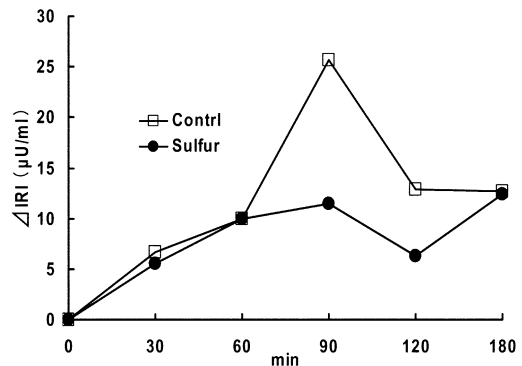


Fig. 4 Changes in serum immunoreactive insulin (IRI) levels for 4-week test. IRI was measured at same time as GTT of Fig. 3. Mean values are shown.

Table 2 HOMA-IRI levels before and after 4-month drinking treatment in 6 diabetic patients

No.	1	2	3	4	5	6
Before	0.37	2.2	2.5	0.97	1.4	1.4
After	0.88	2.1	1.9	0.73	1.5	0.67

HOMA-IRI (Homeostasis model assessment) was calculated as follows:  $IRI (\mu U/ml) \times FPG (\text{fasting plasma glucose } (mg/dl)) / 405$  (normal level < 2)

であっても重曹成分を含んでいる泉質であった(資料は示さない)。したがって、重曹はインスリン分泌促進作用を持っている可能性がある。今回の川湯温泉水には重曹成分はほとんど含まれていないので、重曹以外の何らかの成分に同様のインスリン分泌促進作用があったものと思われる。インスリン分子はその構造を保つためにイオウ原子を必要としている。このことと、飲泉により吸収されるイオウと関連があるのかもしれない。また、亜鉛などの微量原子が何らかの作用を及ぼした可能性、酸を飲用することにより、ガストリンなどの消化管ホルモンが分泌され、それが糖質の吸収に及ぼした影響なども考えられるが詳細は不明である。

次に長期効果を知る目的で5倍に希釈した温泉水を朝・夕食前に飲用したところ、4週間の飲泉では空腹時血糖値は殆ど変化しなかった。これは2例を除き血糖コントロール状態が良いためであったからかもしれない。しかしながら正常値である5.4%の1例を除いて全例でHbA<sub>1c</sub>値が低下したことから、測定はしなかったが、食後血糖値が低下した可能性が考えられた。飲泉前後のGTTでは血糖値の増加度に変化は認められなかったが、IRIの増加度は短期飲泉時とは逆に低下傾向を示しており、インスリンに対する感受性が増したため(インスリン抵抗性が改善されたため)、より少ないインスリンの分泌量で血糖値を充分に下げることができるようになったと考えられる。実際インスリン抵抗性を現す指標のHOMA-IRI値は飲泉前で高値であった2例では改善されていた。

## 5. 結 論

川湯温泉水の飲泉では、短期的にはインスリン分泌能の亢進をもたらして血糖値を低下させ、血糖値の低下とともにインスリンに対する感受性が改善してインスリン分泌量が少なくてすむようになってくるものと考えられた。今回は例数が少なく詳細な機序の解明には更なる検討が必要である。

### 参考文献

- 阿岸祐幸, 井出 肇, 浅沼義英, 藤屋秀一, 近藤 光 (1987): 成人病の飲泉療法に関する基礎的研究: 飲泉による消化管ホルモンの分泌への影響, 昭和61年度厚生省厚生科学研究事業報告書, 9-15.
- 阿岸祐幸, 大塚吉則 (1995): 生気象学とリハビリテーション, リハビリテーション医学, **32**, 447-455.
- 井出 肇, 堺 紘, 浅沼義英, 阿岸祐幸 (1984): 糖尿病の温泉療法, 日温気物医誌, **47**, 84-91.
- 森永 寛 (1990): 代謝疾患の温泉地療法, 日本温泉気候物理医学会編, 「温泉医学」, 210-216, 交通印刷株式会社, 東京.
- Ohtsuka, Y., Yabunaka, N. and Takayama, S. (1998): Shinrin-yoku (forest-air bathing and walking) effectively decreases blood glucose levels in diabetic patients. *Int. J. Biometeorol.* **41**, 125-127.