

Thermalstollenkur (Böckstein-Badgastein) について*

岡山大学温泉研究所

古元 嘉昭・古元 順子

(1982年1月4日受付)

はじめに

われわれは、1980年6月初旬に、第22回国際脈管学会(ウィーン、オーストリア)に出席する途次、ラドン泉で有名な Badgastein に立ち寄り、Böckstein の Thermalstollenkur を実際に体験する機会をえた。またその際、ChefarztのDr. BEATE SANDRI およびスタッフ一同と交歓して伝統的な温泉療法の一部を学んだので、ここに報告する〔SANDRI, 1973〕。

Badgastein は、オーストリアの中央部西寄りに位置して、南はアルプスの山々を境としイタリアに近い(図1, 2)。Badgastein の近くには、海拔 2600 m の Radhausberg が連なり、その奥深いところに Heilstollen がある。

ここには、第2次世界大戦中、ドイツ軍当局によって、多数の労務者がウラン探索のため送りこまれた。海拔 2200 m におよぶ 50以上の廃坑口、膨大な量の棄土、

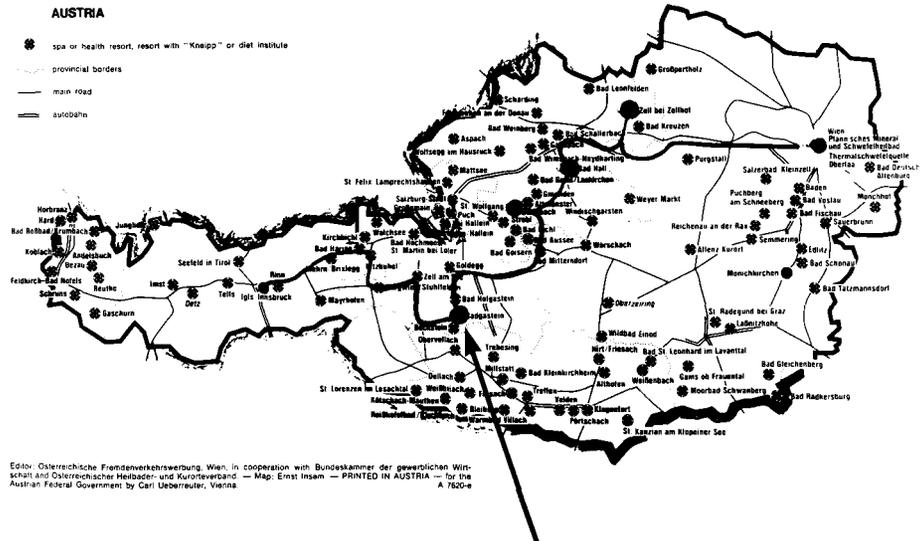


図1 オーストリアの全国図で、Badgastein は矢印で示してある。

鉱滓の山々、廃墟となった坑夫の住居などは、現在なお当時の活潑な採掘を彷彿とさせるものがある。

1940年以降海拔 1300 m の高さまで掘削が進められたが、1944年第2次世界大戦の末期近く、求める鉱脈にゆき当たらないままに採掘は中止された。

この発掘は、大きな誤算に終わったにも拘らず極めて興味ある事実をもたらした。すなわち

1. 2.5 km におよぶ坑道内の温度が、通常地熱に

比して著しく高温であり、所によっては低温であることが認められた。

2. 坑道内では、特異的に高湿度であることが認められた。

3. 坑内労務者中には、リウマチの症状や、喘息発作の軽快する者が多く、これらの労務者は坑外作業より坑内作業を望む程であった。この事実は、Gasteiner 温泉におけるのと同様に坑内放射能によるものと推定され、

* 要旨は、第33回日本温泉科学学会大会において追加発表した。



図2 Badgastein は、アルプスの山々近く渓谷が美しい。日本の温泉地の風情とよく似ている。

実際に高濃度ラドンが検出された。

ラドンの吸入療法は、極めて有効な治療手段として知られていたため、上記の3要因すなわち、高温、高湿度、高ラドン含量の環境は、入浴療法以上の治療効果をもたらすと期待された。こうして、ラドン放射能の充満する22,000 m³におよぶ広い坑内に、人工的な通気装置が施され、自然環境下での大規模なラドン吸入治療計画がたてられた。

1946年インスブルック大学生理学教室のF. SCHEMINZKY 教授の指導のもとに、Thermalstollen の基礎的研究と、新しい独特の治療法の効果についての研究とが始められた。

すなわち、

1. ラドンの含量。
2. ラドンの発生源。
3. 高温源。
4. 高湿度源。
これらの因子は一定のものか、変化するものか？
5. ラドン放射能障害の有無。
6. 41°C 以上の高温は患者の負担にならないか？
7. 高湿度とラドン含量とは、協調して有効に作用するものか？
8. 温度によって生体内のラドン含量はどうなるか？
9. どのような疾患が適応となるか？
10. 実際に効果が認められるかどうか？

SCHEMINZKY 教授によって始められ Dr. OTTO HENN によって受け継がれたこれらの研究成果は、Badgastein の Thermalstollen の歴史、研究および、その治療効果として詳細に報告された (SCHEMINZKY, 1965)。

Dr. O. HENN は、初代の医長として、20年にわたり治験を続け、薬物療法に次ぐ第2の治療法としての、す

なわち人間の自然治癒能力の賦活療法としての Thermalstollenkur を唱え、多くの治療効果を挙げた。

Stollenkur の作用因子

ラドンの生体内変動

a. ラドンはまず吸入によって体内に入り直ちに血液あるいは組織液によって各器官に送られる。

b. ラドンは希ガスであり、生体内では化学的結合をしない。

c. ラドンはリポイドによく溶解するので、リポイドの多い組織、中でも内分泌腺によく入る。従って各組織のラドン含量は異なり、個々の組織への放射能効果も異なる。

d. ラドンは肺より再び排泄される。

e. ラドンの排出は極めて速い。生体内での半減期は約30分で、3～4時間で全量が排泄される。

f. ラドンの生体内での作用は、α線照射による。ラドンの物理的半減期は3.82日であるが、生体内では30分である。肺に対する放射能の影響は、12回入坑する1クールで0.9 rem であり、これはレントゲン検査の1回量より多くない (表1)。

g. Thermalstollenkur の特別な意味づけは、ラドンと温熱との相互作用である。体温39°Cは、健康人でも病人でも容易に耐える温度である。体温が上れば、ラドンの血中濃度は飛躍的に上昇し、また高濃度のラドンは一方では循環負荷を軽減する。

表1

Die Strahlendosis einiger Organe des Menschen bei einem Thermalbad und einer einzelnen Stolleneinfahrt in Badgastein (nach E. Pohl und J. Pohl-Rüling)

	Thermalbad Radon 20 nCi/l Wasser Badedauer 20 Minuten	Stolleneinfahrt Radon 3 nCi/l Luft Aufenthaltsdauer 2 Std.
Lunge	37	7400
Blut	9	700
Leber	8	430
Niere	9	1700
Nebenniere	23	340
Knochenmark	10	230
Muskulatur	7,4	150

1 diagnostische Lungendurchleuchtung = 0,1 rad = 12 Stolleneinfahrten, RDW-Faktor (rel. biolog. Wirksamkeitsfaktor) f. -Strahlung = 10, dann ist 1 rad = ca. 10 rem

Lungenbelastung f. Badekur (20 Bäder) = 7,4 mrem

Lungenbelastung f. Stollenkur (12 Einfahrten) = 0,9 rem = 900 mrem

Erlaubte Strahlenbelastung = 15rem

ラドンの生体内作用機序

a. 動物実験によると、ラドンは脳下垂体副腎皮質系を賦活することが確かめられている。

b. ラドンのリポイド親和性により、内分泌腺に放射能が特に蓄積される（作用がおよぶ）。

c. ラドンは骨髄を刺激し、造血系の機能亢進をみる。

d. ラドンの特殊作用は、自律神経系におよぶ。この際関与するホルモン性、体液性、神経性のそれぞれの因子は、各個に区別ができない。

これらは要するに、ラドンの短いが、生物学的に効果の高い刺激作用としての総合的な機序といえる。

生体に対する高温度と高湿度の作用

高温度と高湿度は連係して複雑に作用するもので、個々に分けられるものではない。

a. 体温が上昇すると血行が良好となり心拍出量が増加する。

b. 血行改善は生体に多量の酸素を供給して、組織の活動を亢めると同時に代謝産物の分解、除去を速める。その結果、鎮痛および痙攣除去がえられる。

c. 高温による充血は、血管から周囲組織に多くの液体を供給し体液循環を改善する。CO₂ 濃度の減少と炎症性組織の O₂ 不足を少くすることにより炎症の痛みを軽減させる。

d. 高温により内分泌腺に非特異的内分泌作用が生じるが、これは Selye の、いわゆる汎適応症候群に当る。

e. 高温は発汗作用を亢め、血中より NaCl の排泄を促がす。組織—血液—皮膚の規則的な水分の流れの方向が決まる。

f. 一回の入坑治療によって、6～20l の水および 10～60g の食塩が排泄される。この水と食塩の損失は、栄養や水分を摂ることによって速やかに更新される。従って、治療による体重の減少はみられない。

Thermalstollenkur の適応領域

適応症として挙げられるのは、

1. 慢性関節リウマチ。
2. 退行性関節症。
3. 膠原病。
4. 痛風。
5. 末梢循環障害。
6. 外傷後遺症。
7. 神経障害（中枢、末梢）。
8. アレルギー性疾患。
9. ホルモン失調、自律神経障害。などである。

これらの中で、リウマチ性および退行性関節症では著しい関節症状の改善がみられるとされ、2000例以上の有効例がえられたという。延べ5万人におよぶ症例の治療経過をみると、レントゲン像などの客観的所見と自覚症状とは必ずしも一致しない。治療効果の評価には自覚症状の改善が優先される。初代の **Chefarzt O. HENN** は関節症全般として65%に治療効果を経験しており、手術的治療の前に **Stollenkur** を指示するのがよいという結論を出している。

われわれは **Badgastein** 訪問に際して、特に末梢循環障害に対する治療効果に関心を持っていたが、この領域での治療効果は77%とされた。これは温熱による血管拡張作用とラドンによるアドレナリン産出抑制作用とによるものであるという。

後述されるように、入坑治療を受ける者には咳嗽発作がよくみられ、喘息を含めたアレルギー性疾患や、神経障害および自律神経失調では、変調作用、脱感作作用が期待され、実際に効果がえられている。

禁 忌

入坑療法に対する禁忌疾患としては次のものが挙げられている。

1. 急性炎症。
2. 活動性結核。
3. 混合感染症。
4. 代償不全心。
5. 悪性腫瘍。

Thermalstollenkur の作用機序

Thermalstollenkur の作用機序は、ラドンと温熱との交互作用といえることができる。

ラドンの中枢作用点は、脳下垂体副腎皮質系であり、高温下に血中に入ったラドンは脳下垂体を刺激して **ACTH** を分泌し抗体産生を阻止する結果、脱感作作用を現わすという。

筋肉痛の大部分は、炎症部附近の痛覚線維が慢性に刺激されていることと、横紋筋刺激による筋硬直が組織酸素不足を招いて筋の疲労性拘縮を起すことによる。**ACTH** は炎症→痛み→筋硬直→血行障害の悪循環を遮断する。

また、ラドンの特殊効果として酵素（ヒアルロニダーゼ）阻害作用があり、これによって抗リウマチ作用が説明されるという。

この他ラドンの特殊効果として末梢循環改善作用がある。循環が良好な状態で、ラドンは副交感神経緊張的に

作用して熱負担を減ずる。また循環良好な状態では酸素の供給が良好であり、代謝が改善されて拘縮がとれる結果痛みの緩解がもたらされる。充血による循環改善により CO₂ 濃度は低下してアシドーシスの緩解を、ひいては痛みの緩解を起す。

Thermalstollenkur の実際

入坑療法を希望する者は始めに **Chefarzt** の診断を受け、病気の種類、循環動態などの各人の身体条件に応じた処方決められる。

1クールは10~12回であり、1日1回、1日おきに入坑する。重症者では12~15回の場合もあるが、入坑療法は、反覆して長年続けるのが効果的とされている。

入坑療法の料金は表2に示すとおりである。1クール10回入坑の場合を例にとると、附添いの医師料金、出坑後の全身マッサージ料金、集団体操訓練料金、診断書料を含めて大略10万円となる。

治療の時期は2月中旬より10月中旬までとなっており、この1シーズン中に世界各国から約35,000人が集ま

表2

GASTEINER HEILSTOLLEN
BETRIEBS-GES. M. B. H.
A-5645 BÜCKSTEIN
TELEFON 2655

Preisliste 1980

1 Kur zu 10 Einfahrten	S 2550,—
Arztkosten für 10 Einfahrten	S 550,—
1 Einzelfahrt	S 365,—
Vollmassage	S 115,—
Teilmassage	S 90,—
Gruppengymnastik (je Teilnehmer)	S 40,—
Einzelgymnastik	S 65,—
Befunde und Ähnliches	ab S 50,—

る。

入坑は1日4便であり、8時、10時30分、13時15分、15時30分となっている。

入坑者は更衣してタオル地の専用衣を着け、バスタオルを持って、66人乗りの軽便坑道車に乗る。1車輦に2人づつ向い合って坐り、互いの病歴などに話の花が咲く。運動障害のある者や循環不全のある者は二段になった寝台車に横臥する。添乗の医師は各車輦を点検したのちに出発の合図を行う。

坑道の入口は自然のまま入口の上には1940年に掘削を開始したという意味の真鍮の額が掲げられてあり、坑道内に窺いみる裸電燈の光と、坑道の岩石の反射とは異様な雰囲気をかもしている。

出発駅では室温と同じ温度であり、タオル地のガウンは体を快適に包んでくれる。約2400mの坑道を約20分かけて入る間に坑内の温度に慣れるよう配慮されている。

出発後間もなく停車して全員ここでガウンを脱ぎ壁にかけて、タオルだけを持って再乗車し **Station 1** に到着する(図3)。ここは入口より1888mの位置にあり、37.5°Cである。湿度は高く肌は汗ばむ。ここで治療する者は下車し、それぞれの車は外されて他の車は次の駅に向う。入口より2088mの位置に **Station 2** があり、ここでは40.5°Cである。前と同様に各適応患者が下車して残りはさらに **Station 3** に向う。ここは入口より2183mで、41°Cである。最後に2238mの位置に **Station 4** があり、ここでは41.5°Cである。

最後の駅に到達する頃には流れる汗を拭くのに余念が



図3 Stollenkurhaus は、海拔1280mの位置に5階建となっている。Station 1は、坑口より1888mの位置にあり、37.5°C。Station 2は、2088mの位置にあり、40.5°C。Station 3は、2183mの位置にあり、41°C。Station 4は、2238mの位置にあって、41.5°Cを示している。

写真の上部に、寝台治療車が見えている。



図4 右図は治療坑を示している。ここで約1時間仰臥する。その間医師の回診がある。
左側の図に、上段より、治療坑道車、運動治療室および、静養室をそれぞれ示す。

ない程湿度と温度が高い。各 Station の治療坑では、約20mづつ放射状に掘削された坑道に男女分れて、それぞれ各人がプラスチックのクッションマットを持って入り、木製のベッドに仰臥する(図4)。

入坑するときには著しく耳障りであった咳嗽は、いつの間にか鎮まり、全員の発する腸蠕動音(グル音)が蛙の鳴声のように鳴りひびいてくる。やがて物音一つしない静かさが訪れ、間もなく鼾声が聞かれるようになる。

ここで入坑前の話にあった真性喘息への適応のことが想起される。すなわち重症者でも、一回の入坑治療で発作の回数が少くなり、長期間治療が行われると全く発作が消失するという。従って代償性の循環不全も改善される。無論投薬は不要となる。この治療効果は、下垂体・副腎皮質系の賦活または自律神経の変調、脱感作に関連する因子によって説明されることはすでに述べた。

腸蠕動音については、ラドンは副交感神経緊張型に作用するので、腸管蠕動が一過性に亢進することを示している。

坑内では体内から吹きでる汗が忽ちに大粒の玉となって転がり落ちる。発汗量は6~20lにおよぶときいていたことと思ひ合せ納得できる。われわれは添乗の医師に契められ患者の脈をとり、応答を確かめ全身状態を観察して歩いたが、一巡して横臥したとき軽い嘔気を感じて脱水作用の強烈さを実感した。

やがて、快よい眠気を覚え始めた頃(入坑後約1時間)号令と共にそれぞれ車輦に戻って、再び次々と各駅の患者を伴って帰途についた。

坑を出ると、そのまま静養室に入り、清潔なシートに体をくるみ約2時間ベッドで横臥する。壁一面のガラス

窓越しに美しいアルプスの雪渓を眺めながら1lもあるオレンジジュースを飲み干すと生き生きとした感覚に全身が充される。この感覚はまさに、客観的診断基準を凌駕した自覚症状の改善につながるという実感である。静養のあとは運動療法およびマッサージが行われ Thermalstollenkur のプログラムは完了する。

本療法中、第1週あるいは第2週の終りに、程度はそれぞれ異なるが、症状の不安定な時期あるいは刺激されて症状の増悪がみられる時期があり、この点でも入坑前に医師の診断をその都度受けて入坑処方の変えられる必要がある。反応の第3の型は、晩期悪化型であるが、これも数週でよくなるという。

反応のない患者では、高い比率で早期並びに晩期の治療効果がえられる。

治療途中で高い反応性を示すものには、薬物療法を加味して症状を緩解させる。

水分欠乏あるいは食塩消失による一過性のめまい、嘔吐、痙攣に対しては、それぞれ対症的に処置できるもので問題視されていない。

現在の Stollenkurhaus

1953年より1954年にかけて Stollenkurhaus としての形態が整えられ、1954年6月12日に公開されたものは10年後には狭小となったため1967年より1970年にかけて拡張工事が行われた。現在の Stollenkurhaus は海拔1280mの位置にある5階建の建物で、72ベッドの静養室と6室のマッサージ室とを備えている。さらに1972年には新道路が完成したので雪崩れの恐れも解消し、それまで治療期間が5月より10月までであったのが、2月より10月までに延長された。

副作用について

放射能による発癌作用は最も留意せねばならぬ問題であるが、Badgastein の近辺では他の地域に比して10~20倍の放射能に曝されているにも拘らず住民の癌死亡率は、オーストリア全国平均の癌死亡率より低いといわれる。

Chefarzt B. SANDRIは、三朝温泉の飲料水中ラドン量 2 nCi/L および温泉水中ラドン量 170 nCi/L は、Badgastein での量の8倍に相当するが、三朝温泉地においても、畸型や癌の発生率は日本全国平均の発生率より多くないことを挙げて本療法の副作用を問題視していない。

おわりに

Böckstein の Thermalstollenkur では、温熱、湿度およびラドンの相互作用による治療効果のえられていることが見聞された。

ラドンの作用機序としては、中枢作用と併せて末梢作用すなわち局所の微小組織循環の改善も重要であろうとの印象をえた。

なお、受動的な治療環境に能動的な理学療法が加えられていることは、各シーズン毎に、数年にわたる反覆的な Thermalstollenkur を続けることで治療効果がえられることが示唆された。

治療効果はレントゲン像などで他覚的に証明されなくても、患者の自覚的症狀が改善することによって示されるという説も、もっともと思われた。

特に重要と思われたのは、Thermalstollenkur は一種の刺激療法であるので、生体側の反応能力の存在が前提となることである。本療法を含め、温泉療法の治療的意義は、この点にあると考えられた。

稿を終るにあたり、御校閲および御教示いただいた岡山大学医学部附属病院三朝分院、森永寛教授に深甚の謝意を表します。

文 献

SANDRI, B. (1973). Die Thermalstollenkur von Böckstein-Badgastein. *Gastein Aktuell*. 1-47.

SCHEMINZKY, F. (1965). Der Thermalstollen von Badgastein-Böckstein, seine Geschichte, Erforschung und Heilkraft. *Forschung und Forscher der Tiroler Ärzteschule-Band V*. Universität Innsbruck.

AN EXPERIENCE OF THE "THERMALSTOLLENKUR"

IN BÖCKSTEIN-BADGASTEIN, AUSTRIA.

by Yoshiaki KOMOTO and Junko KOMOTO

*Institute for Thermal Spring Research,
Okayama University.*

Abstract: The balneotherapeutic tunnel of Radha usberg is located in Badgastein 1280 meter above the sea level and was instituted to offer a new and unique thermal therapy in 1954. The thermal therapy is performed for a period of 8 months from February to October seasonally on patients of more than 35,000 from all over the world.

The information given by chief Dr. Beate Sandri is summarized as follows;

There are 3 cooperative acting factors such as the heat inside the tunnel of 37.5-41.5°C, high humidity and high content of Radon. They stimulate a pituitary-adrenocortical system enough to sedate the vicious circle of pain pathology and to improve a peripheral tissue perfusion.

This balneotherapy is completed preferably in combination with massage and exercise, and is repeated in each season with patience.

The indications are as follows; 1. chronic rheumatic arthritis, 2. degenerative arthrosis, 3. collagen diseases, 4. gout, 5. peripheral vascular diseases, 6. posttraumatic disorders, 7. central and peripheral nerve disorders, 8. allergic diseases, 9. hormonal and autonomic nerve disorders.

Cure effect is evaluated by the improvement of subjective symptoms such as relief from pain, extension of the range of movement, increase of daily activities and so on, regardless of the pathology of each joint.

The balneotherapy aims to stimulate patients' own abilities, so that the potential curability of the patients is set forth as a premise; so called end stage patients are beyond the remedy as Prof. Scheminzky insists.