

## 症 例 報 告

# 観血的動脈圧ラインからのグルコン酸カルシウム 持続動注が著効したフッ化水素酸による 手指化学熱傷の1例

宮本 和幸<sup>1)2)</sup>, 清水真樹子<sup>2)</sup>, 田中幸太郎<sup>1)2)</sup>, 峯村 純子<sup>3)</sup>  
玉造 竜郎<sup>3)</sup>, 三宅 康史<sup>2)</sup>, 有賀 徹<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>東京労災病院救急科

<sup>2)</sup>昭和大学医学部救急医学講座

<sup>3)</sup>昭和大学病院薬剤部

原稿受付日 2014年3月10日, 原稿受理日 2014年8月12日

## A case of continuous trans-arterial calcium gluconate infusion using a direct arterial sphygmomanometry line that exhibited dramatic improvement of chemical burns on the fingers caused by hydrofluoric acid

Kazuyuki Miyamoto<sup>1)2)</sup>, Makiko Shimizu<sup>2)</sup>, Kotaro Tanaka<sup>1)2)</sup>, Atsuko Minemura<sup>3)</sup>,  
Tatsuro Tamatsukuri<sup>3)</sup>, Yasufumi Miyake<sup>2)</sup>, Tohru Aruga<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Emergency Medicine, Tokyo Rosai Hospital

<sup>2)</sup>Department of Emergency and Critical Care Medicine, Showa University

<sup>3)</sup>Department of Pharmacy, Showa University Hospital

—Summary— (Jpn J Clin Toxicol 2014 ; 27 : 343-347)

Hydrofluoric acid (HFA) is commonly used and many injuries occur on the upper extremities following exposure to HFA. The use of calcium gluconate (CG)-containing gel or local injections of CG are widely used for the initial treatment of HFA exposure. However, severe pain continues in some cases despite the treatment. There was a report that trans-arterial CG infusion could improve HFA burns, however, such treatment is not an established clinical procedure.

A 30-year-old male presented at our hospital with severe pain in his left thumb. He had been cleaning tiles with an HFA-containing detergent. We diagnosed him with a chemical burn due to HFA exposure. Local CG injections were tried several times, but his terrible pain continued. Therefore, a direct arterial sphygmomanometry line was inserted from the left radial artery, and continuous trans-arterial CG injection was performed. His terrible pain dramatically improved.

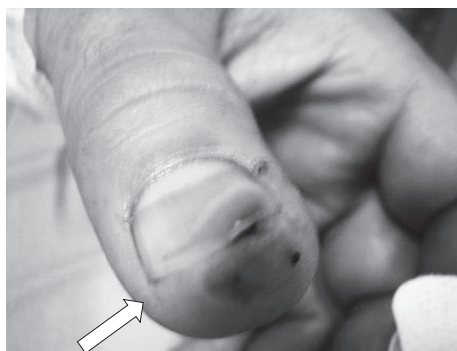
Direct arterial sphygmomanometry systems are widely used in the critical care field to monitor the hemodynamics and ICU staffs are used to dealing with it. Moreover, continuous saline infusion prevents the tube obstruction. Continuous CG infusion from a direct arterial sphygmomanometry line is simple and safe way to administer CG in HFA burns.

**Key words** : hydrofluoric acid, chemical burns, continuous arterial infusion, calcium gluconate, direct arterial sphygmomanometry line

はじめに

フッ化水素酸 (hydrofluoric acid, 以下 HFA と略

す) はタイルの表面加工, 錆落としなど幅広い用途で用いられることが多く, 業務中の事故により手指を受傷することが多い<sup>1)2)</sup>。HFA は弱酸であるが,



**Fig. 1 The tip of the left thumb**  
The fingertip was pale with a dark hematoma

組織に対する腐食性がきわめて強く、深達して腱、骨膜、骨を損傷することがある。その組織破壊性は遊離したフッ素イオンが中和されるまで遷延することから、長時間にわたり局所に耐えがたい疼痛を引き起こす<sup>3)</sup>。また、早期に局所から全身循環へ入り低カルシウム血症による不整脈を引き起こした症例が報告されている<sup>4)</sup>。治療としてグルコン酸カルシウム (calcium gluconate, 以下 CG と略す) 含有軟膏の塗布、局所注射が一般的であるが、激しい疼痛・組織傷害を制御できない症例を時に経験する。近年、CG の動脈投与の報告が散見されるが、その有効性は確立していない。今回、観血的動脈圧ラインからのグルコン酸カルシウム持続動注が著効したフッ化水素酸による手指化学熱傷の 1 例を経験したので報告する。

## I 症 例

**患 者**：30 歳，男性。

**既往歴・併存症**：特記事項なし。

**現病歴**：ビル外壁清掃業に最近従事しはじめた。練習のため自宅にタイル洗浄剤 (HFA 15% 含有) を無断で持ち帰り、午前 11 時頃から練習していた。作業中に手袋の亀裂から洗浄剤がしみこみ 15 時頃から左母指の疼痛が出現した。18 時頃に作業が終了し手袋を外したところ、左母指が蒼白になっていることに気づき慌てて水道水で洗浄した。洗浄後も激しい疼痛が続くため、同日当院皮膚科を受診した。HFA による化学熱傷と診断され、8.5% CG の局所注射 (合計 1.5 mL) を受けいったん帰宅した。帰宅後に疼痛が増悪したため、3 時間後に再診し同様の

**Table 1 The laboratory data on admission**

<Hematology>		<Biochemical analysis>	
WBC	12,600 / $\mu$ L	TP	7.3 g/dL
Hb	16.3 g/dL	Alb	4.7 g/dL
PLT	$24.9 \times 10^4$ / $\mu$ L	T-bil	0.5 mg/dL
<Coagulations>		AST/ALT 25/22 IU/L	
PT-INR	1.02	LDH	168 IU/L
APTT	33.7 sec	CK	268 IU/L
FDP	1.28 $\mu$ g/mL	Myoglobin	54 ng/mL
D-dimer	0.52 $\mu$ g/mL	BUN	22.5 mg/dL
<Arterial blood gas (room air) >		CRE	
pH	7.390	0.97 mg/dL	
PaCO <sub>2</sub>	43.3 mmHg	Na/K/Cl	
PaO <sub>2</sub>	85.8 mmHg	141.4/4.0/105.7 mEq/L	
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	25.6 mmol/L	Ca	9.6 mg/dL
BE	0.4 mmol/L	Mg	2.4 mg/dL
		BS	100 mg/dL
		CRP	0.13 mg/dL

The white blood cell count and creatine kinase level were slightly elevated. The serum calcium and magnesium levels were within the normal ranges

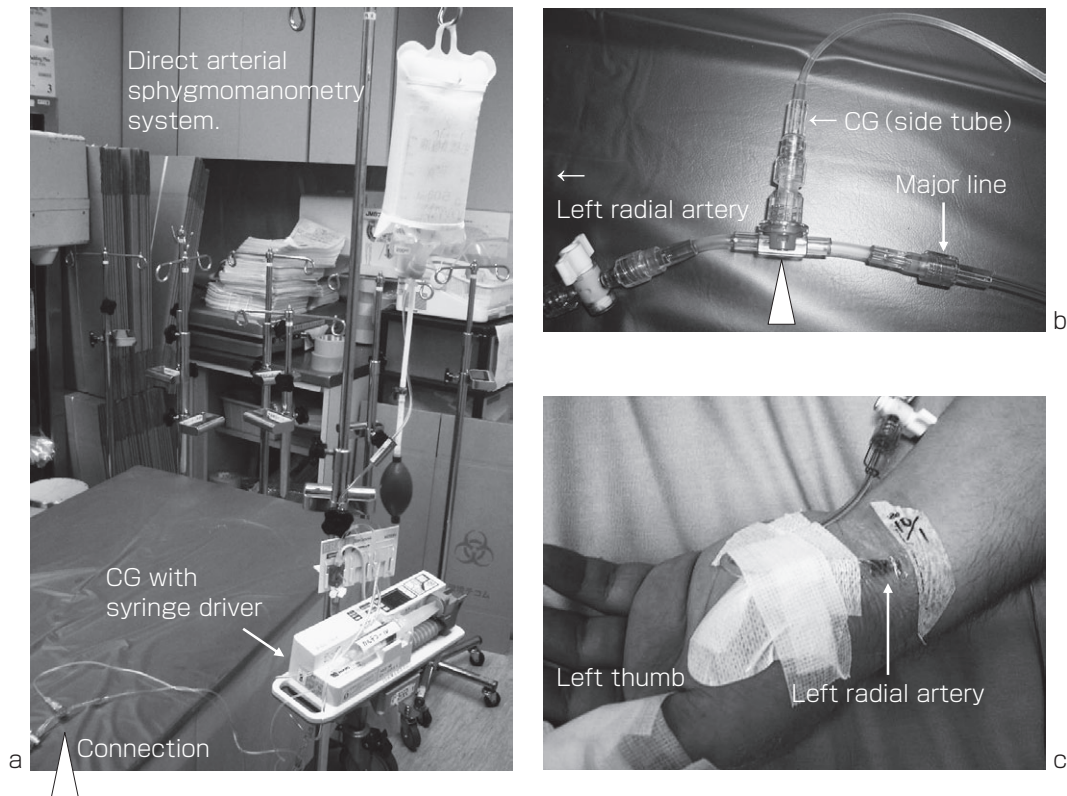
処置を受けた。帰宅後も耐えがたい疼痛が続き、翌日早朝に再診し当科紹介となった。

**来院時現症**：意識レベル Glasgow Coma Scale 合計点 15 (E4 V5 M6)，血圧 107/55 mmHg，脈拍 83/min・整，呼吸数 18/min，体温 36.6℃，SpO<sub>2</sub> 99% (room air)。

左母指指腹・爪周囲は白色・浸軟状態で一部に黒色の血腫を認めた (**Fig. 1**)。

**来院時検査所見**：血液生化学検査 (**Table 1**) では白血球，クレアチンキナーゼの軽度上昇を認めた。血清カルシウム，マグネシウムの低下は認めなかった。また、心電図で明らかな異常は認めなかった。

**入院後経過**：集中治療室入室後も激しい疼痛が持続した。経時的な疼痛を評価する目的で Visual analog scale (以下 VAS と略す，疼痛なし：0～想像できる最高の痛み：10) を用いた。さらなる患部の局所注射は血流障害を助長すると考え、モニター下に CG を全身投与することとした。まず、8.5% CG 10 mL (CG に換算して 850 mg) を 5 分かけて緩徐に静脈投与したがまったく効果がなかった (VAS：9～10)。鎮痛薬 (フルルビプロフェン 50 mg) も併用したが無効であった (VAS：9～10)。このため局所投与効率の高い動脈投与を行うこととした。左橈骨動脈にカニューレ (22G) を挿入し、観血的動脈圧ライン (Edwards Lifesciences 社製) を確保した (**Fig. 2**)。



**Fig. 2 The direct arterial sphygmomanometry system**

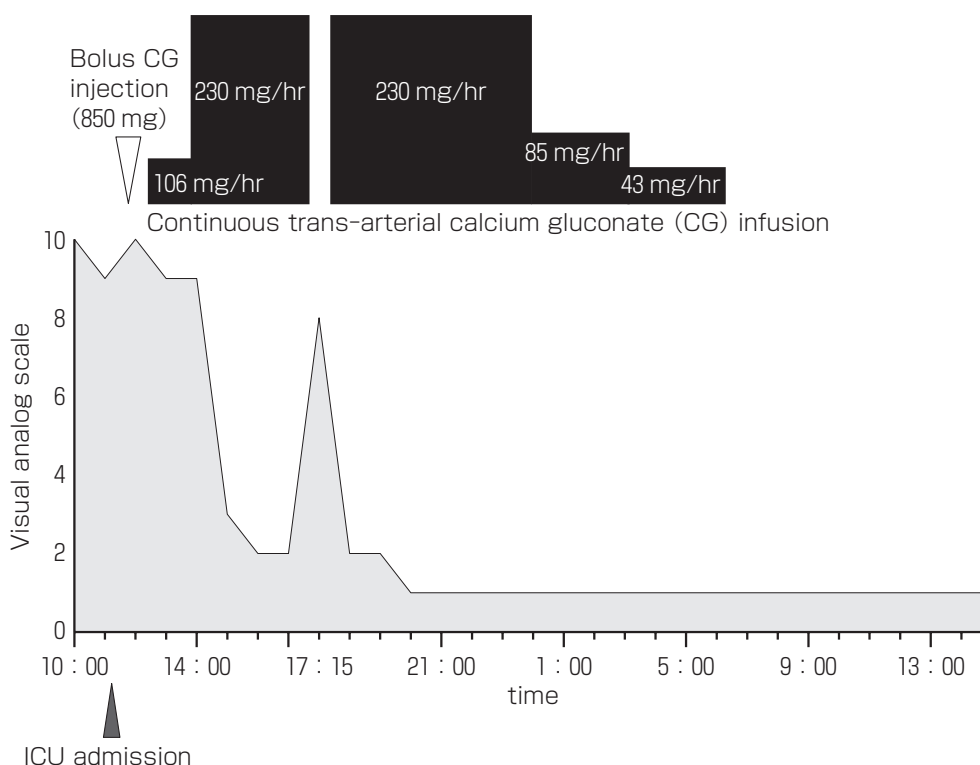
- a : An image of the direct arterial sphygmomanometry system. Calcium gluconate (CG) was continuously administered using a syringe driver from a side tube (the  $\Delta$  indicates the connection)
- b : A magnified image of the connection [details of figure A ( $\Delta$ )]. CG was continuously administered from the connection using a syringe driver
- c : A trans-arterial catheter was inserted in the reverse direction of the blood flow from the left radial artery

同ラインの側管からシリンジポンプを用いて 8.5% CG (12.5 mL/hr : CG に換算して 1,060 mg/hr) で投与を開始したところ直後に左手指の焼灼感を訴えたため、10 倍希釈の 0.85% CG (12.5 mL/hr : CG に換算して 106 mg/hr) から投与を開始した。しかし、1 時間の持続動注を行ったが疼痛は改善しなかった (VAS : 9~10)。このため、濃度を変更し 2.3% CG (10 mL/hr : CG に換算して 230 mg/hr) を持続動注したところ投与 15 分後に疼痛は著明に改善した (VAS : 2)。3 時間後のシリンジ交換時に約 15 分間投与を中断したところ再度激しい疼痛が出現した (VAS : 9)。持続動注開始から 11 時間後に 0.85% CG (10 mL/hr : CG に換算して 85 mg/hr) に投与量を減量したが疼痛の増悪は認めなかった (VAS : 1)。同投与量を 3 時間継続し、3 時間後からは 0.85% CG (5 mL/hr : CG に換算して 43 mg/hr) に減量し終了した (Fig. 3)。持続動注実施時に血清カルシウム濃度と心電図を 6 時間ごとに確認し

たが、異常は認めなかった。投与終了 6 時間後まで経過観察を行ったが疼痛の増悪はなく (VAS : 1)、本人の強い希望で退院し、皮膚科外来で引き続き加療を行うこととなった。後日、先端壊死部分のデブリードマンを行い、左母指は温存できた。

## II 考 察

HFA は組織の深部に浸透すると非常に毒性の強いフッ素イオンを遊離し、カルシウム、マグネシウムと結合し、緩やかに壊死を引き起こす<sup>1)2)</sup>。そのさい、神経終末からカリウムイオンが放出され耐えがたい疼痛を引き起こす<sup>5)</sup>。CG 投与は積極的にフッ化カルシウム塩を形成させることにより、疼痛の緩和と組織破壊の抑制が可能である<sup>6)</sup>。軽症例では CG 含有軟膏や局所注射で対処可能であるが、重症例では小範囲に大量のカルシウムが必要なため局所投与効率のもっとも高い動注療法の有用性が報告されている。しかし、動注療法は必ずしも確立された



**Fig. 3 The time course of the patient's pain detected using a visual analog scale**  
The patient's severe pain dramatically improved after the continuous trans-arterial CG infusion (230 mg/hr)

方法ではなく、橈骨動脈をカットダウンし動注した症例<sup>7)</sup>、橈骨動脈にカニューレを挿入し単独投与を実施した症例<sup>8)</sup>、大腿から上腕動脈までカテーテルを挿入し投与した症例<sup>9)</sup>などその投与方法はさまざまである。また、CGの急速投与は血管刺激性による熱感・紅潮が報告されている<sup>10)</sup>。HFAによる手指化学熱傷時のCG動注投与の濃度・量についてはさまざまな報告(2~5%)があるが、明確には決まっていない。

観血的動脈圧測定ラインは救急・集中治療領域では主に循環動態の把握に用いられ、非常に簡便でスタッフもその扱いに慣れている。同ラインからは300 kPa加圧時に $3 \pm 1$  mL/hrでヘパリン加生理食塩水が流れ、ラインの閉塞を予防している<sup>11)</sup>。

本症例では受傷から約24時間が経過し、組織破壊がすでに深部組織まで進行していたことから局所投与効率のもっとも高い動注療法が疼痛の抑制に著効したと考えられた。また、CGの投与濃度・量については高濃度では血管刺激性による焼灼感が出現し、低濃度では疼痛にまったく効果がなかったことから、以前から報告のあった2%が適切であったと考

えた。

HFAによる手指化学熱傷症例では観血的動脈圧ラインの側管からCGの持続動注を行うことで安全・簡便に投与濃度・量の細やかな調節が可能と考える。

## 結 語

観血的動脈圧ライン側管からのグルコン酸カルシウム持続動注が著効したHFAによる手指化学熱傷の1例を経験した。観血的動脈圧ラインは救急・集中治療分野で幅広く用いられ、その扱いに慣れていることから、側管からのCGの持続動注はHFAの手指化学熱傷症例において有用な方法の1つと考える。

## 【文 献】

- 1) 山元修, 安田浩, 伊豆邦夫, 他: 当教室で経験したフッ化水素酸による化学熱傷の9例; 産業医学的側面よりの検討. 産業医大誌 2000; 22: 167-75.
- 2) 河野公一, 土手友太郎, 白田寛, 他: 化学熱傷. 中毒研究 2006; 19: 97-103.
- 3) Sanford AP: Chemical burns. In: Herndon DN, Total

- Burn Care. 3rd ed, Saunders Elsevier, Philadelphia, 2007, pp 536-41.
- 4) Vohra R, Velez LI, Rivera W, et al : Recurrent life-threatening ventricular dysrhythmias associated with acute hydrofluoric acid ingestion : Observations in one case and implications for mechanism of toxicity. Clin Toxicol 2008 ; 46 : 79-84.
  - 5) 佐々木千裕, 安田貢, 萩谷圭一, 他 : 日本におけるフッ化水素酸化学熱傷報告の治療方法に関する文献的考察. 日臨救急医学会誌 2012 ; 15 : 479-84.
  - 6) Kirkpatrick JJ, Enion DS, Burd DA : Hydrofluoric acid burns : A review. Burns 1995 ; 21 : 483-93.
  - 7) 鬼澤沙織, 中村泰大, 石塚洋典, 他 : フッ化水素酸による手指化学熱傷の4例. 日皮会誌 2010 ; 120 : 2023-30.
  - 8) 橋本彰, 江川貞恵, 高橋和宏 : グルコン酸カルシウムの動脈注射が有効であったフッ化水素酸による手指の化学熱傷の1例. 臨床皮膚科 2004 ; 58 : 274-6.
  - 9) 菊池剛彰, 高橋和宏, 洞口由香, 他 : グルコン酸カルシウム動注療法が著効したフッ化水素酸による手指の化学熱傷の1例. 臨床皮膚科 2013 ; 67 : 391-4.
  - 10) 山城清二 : グルコン酸カルシウム (カルチコール). ER マガジン 2006 ; 3 : 385.
  - 11) Murray IP : Complications of invasive monitoring. Med Instrum 1981 ; 15 : 85-9.

## 要旨

フッ化水素酸 (hydrofluoric acid, 以下 HFA と略す) は組織に対する腐食性がきわめて強く, 長時間にわたり局所に耐えがたい疼痛を引き起こす。

症例は 30 歳, 男性。HFA15% の洗剤が手袋の亀裂から入り左母指を受傷した。グルコン酸カルシウム (calcium gluconate, 以下 CG と略す) を局注したが耐えがたい疼痛が続くため, 左橈骨動脈から観血的動脈圧ラインを確保し, 側管から CG の持続動注を行った。開始後から疼痛は著明

に改善し, 段階的に投与量を減量し中止した。

観血的動脈圧ラインは救急・集中治療領域では循環動態の把握に用いられ, 安全・簡便でスタッフも扱いに慣れている。また, 同ラインは生理食塩水が持続的に流れ, ラインの閉塞を予防している。本症例では CG を同ラインの側管から持続動注することで, 安全・簡便な管理が可能であったと考えた。