

症 例

プロポフォールによる全静脈麻酔中に三方活栓のクラックを認めた一例

岸 本 敏 幸¹⁾ 林 真太郎¹⁾ 小 杉 謙 介²⁾
安 田 順 一³⁾ 櫻 井 学¹⁾

The crack of three-way stopcock was caused by propofol during total intravenous anesthesia: A case report.

KISHIMOTO TOSHIYUKI¹⁾, HAYASHI SHINTARO¹⁾, KOSUGI KENSUKE²⁾,
YASUDA JUNICHI³⁾, SAKURAI SATORU¹⁾

ポリカーボネート（以下：PC）製三方活栓は、耐衝撃性や透明性、費用面などから多くの医療機関で採用されている。プロポフォールによる全静脈麻酔中に PC 製三方活栓にクラックが入った症例を報告する。

当該患者は 26 歳、男性。既往歴に知的能力障害とてんかんがあり、多数歯齲蝕があるため全身麻酔下に集中歯科治療が予定された。麻酔導入はレミフェンタニル塩酸塩、プロポフォール、ロクロニウム臭化物を使用した。気管挿管後に尿失禁を認め、更衣のために三方活栓の脱着を行った。麻酔導入から 3 時間後、点滴回路内の血液の逆流、血液の漏れによる床の汚染を確認した。三方活栓を交換したところ、血液の漏れは改善した。術後、原因となった三方活栓の調査を製造元に依頼をし、三方活栓のメスコネクター部に複数のクラックが確認された。

クラックは三方活栓の複数回の脱着や強圧による締め付け、プロポフォールに含まれる脂肪乳剤による PC の劣化の組合せによるものと推定される。プロポフォールを投与するときは、薬物の影響を受けにくい PC 製以外の三方活栓への変更を検討する必要がある。また、クラックの発生は三方活栓の脱着から一定時間経過した後にも生じる可能性があることにも注意が必要である。PC 製の三方活栓と原因となり得る薬物との併用によってクラックが生じる可能性を念頭に入れ、その予防と早期の対応を行うことが重要であると考える。

キーワード：三方活栓、ポリカーボネート、プロポフォール、クラック

Polycarbonate three-way stopcocks are used in many medical institutions because of their impact resistance, transparency, and low cost. We report a case in which a polycarbonate three-way stopcock cracked during total intravenous anesthesia by propofol.

A 26-year-old man with a history of intellectual disability and epilepsy was scheduled for intensive dental treatment under general anesthesia due to multiple dental caries. Remifentanyl hydrochloride, propofol, and rocuronium bromide were used for induction of anesthesia. The patient developed urinary incontinence after tracheal intubation, and a three-way stopcock was attached and detached when changing his clothes. Three hours after the induction of anesthesia, backflow of blood in the drip circuit and floor con-

¹⁾ 朝日大学歯学部口腔病態医療学講座歯科麻酔学分野
〒 501-0296 岐阜県瑞穂市穂積 1851

²⁾ 伊勢崎市民病院歯科口腔外科
〒 372-0817 群馬県伊勢崎市連取本町 12-1

³⁾ 朝日大学歯学部口腔病態医療学講座障害者歯科学分野
〒 501-0296 岐阜県瑞穂市穂積 1851

¹⁾ Department of Dental Anesthesiology, Division of Oral Pathogenesis and Disease Control, Asahi University School of Dentistry
1851 Hozumi Mizuho-city Gifu Japan 501-0296

²⁾ Department of Dentistry and Oral Surgery, Isesaki Municipal Hospital
12-1 Tsunatorihon-machi Isesaki-city, Gunma Japan 372-0817

³⁾ Department of Dentistry for Disability and Oral Health, Division of Oral Pathogenesis and Disease Control, Asahi University School of Dentistry
1851 Hozumi Mizuho-city Gifu Japan 501-0296

(2021 年 9 月 1 日受理)

tamination due to blood leakage were observed. The leakage of blood improved after the three-way stopcock was replaced. After the postoperative examination, several cracks were found in the female connector of the three-way stopcock.

Cracks are presumed to be caused by a combination of attaching and detaching of the three-way stopcock, connection by high pressure, and deterioration of the polycarbonate by fat emulsion contained in propofol. When administering propofol, it is necessary to consider changing the three-way stopcock to one made of a compound other than a polycarbonate, which is not easily affected by the drug. We should also be aware of the possibility that cracks may occur after the stopcock has been attached and detached for a while. Considering the possibility of cracks occurring when a polycarbonate three-way stopcock is used in combination with a drug that may cause problems, it is important to prevent it as much as possible and to respond as soon as possible.

Key words : three-way stopcock, polycarbonate, propofol, crack

緒 言

ポリカーボネート（以下：PC）製三方活栓は、耐衝撃性や透明性、費用面などから多くの医療機関で採用されている^{1, 2)}。一方で、耐薬剤性の弱さもあり、特にプロポフォールに含有する脂肪乳剤はPCの耐久性を低下させる^{1, 3)}。三方活栓の不具合は空気塞栓症やカテーテル関連血流感染症を引き起こす可能性があり、その取り扱いには注意が必要である^{4, 5)}。今回、われわれはPC製三方活栓を使用し、プロポフォールによる全静脈麻酔（Total intravenous anesthesia, 以下：TIVA）中に三方活栓のクラックを認めた1例を経験したので、文献的考察を加えて報告する。なお、本稿の報告にあたり患者家族から書面による承諾を得ている。

症 例

当該患者は26歳、男性。身長150cm、体重40kg。既往歴に知的能力障害、脳性麻痺、てんかん、先天性緑内障、動脈管開存症、副鼻腔炎の既往があり、歯科治療に協力が得られず近歯科医院での治療が困難なため、朝日大学医科歯科医療センターに紹介来院となった。今回、多数歯齲蝕があるため、全身麻酔下に集中歯科治療を予定した。てんかん発作は8年間なく、内服薬によるコントロールは良好であった。また、動脈管開存症は幼児期に全身麻酔下に閉鎖術が施行され、現在通院加療は行われていなかった。常用薬として、アリピプラゾール、クエチアピンフマル酸塩、ロラゼパム、クロチアゼパム、フェニトイン、ゾニサミド、セフカペンピボキシル塩酸塩、カルボシステインを内服していた。術前心電図に異常所見はなく、血液検査ではクレアチンキナーゼの軽度上昇を認めるほか、異常所見はみられなかった。

経 過

麻酔導入はレミフェンタニル塩酸塩0.3 μ g/kg/min, Target controlled infusion (TCI) を用いてプロポフォール3.5 μ g/mlで行った。ロクロニウム臭化物30mg投与後、経鼻気管挿管を施行した。気管挿管後に尿失禁を認め、更衣のために三方活栓の脱着を1度行なった。術中は循環動態を考慮しながら、プロポフォール3.5 μ g/ml, レミフェンタニル塩酸塩0.05～0.1 μ g/kg/minで適宜調節を行った。麻酔導入から3時間後、点滴回路内の血液の逆流、血液の漏れによる床の汚染を確認した。しかし、三方活栓と点滴回路の接続部の緩みが確認できなかったことから、三方活栓の異常を疑い交換したところ、血液の逆流と漏れは改善した。循環動態に大きな変動はみられなかった。術後、原因となった三方活栓の調査を製造元に依頼をし、主管部メスコネクターに複数のクラックおよび微小クラックが確認された（図1）。製造元の調査報告書により、プロポフォールに含有される脂肪乳剤がメスコネクター部の強度低下をきたし、三方活栓のクラックを生じた可能性を指摘された。

考 察

三方活栓にはPC製、ポリプロピレン製、ナイロン製などがあり、特にPC製は耐衝撃性や透明性、費用面などの面で優れる^{1, 2)}。一方で、欠点として耐薬剤性、伸展強度の弱さなどが挙げられ¹⁾、薬物に含有する添加剤（脂肪乳剤、界面活性剤、安定化剤）、使用時間、締め付け回数や強度などはPC製三方活栓のクラック発生頻度に影響を与えることが指摘されている^{4, 6)}。三方活栓使用時のインシデントおよびアクシデント事例は、開放忘れや接続外れによるものが大半を占め、破損によるものは少ない⁷⁾。三方活栓の不具

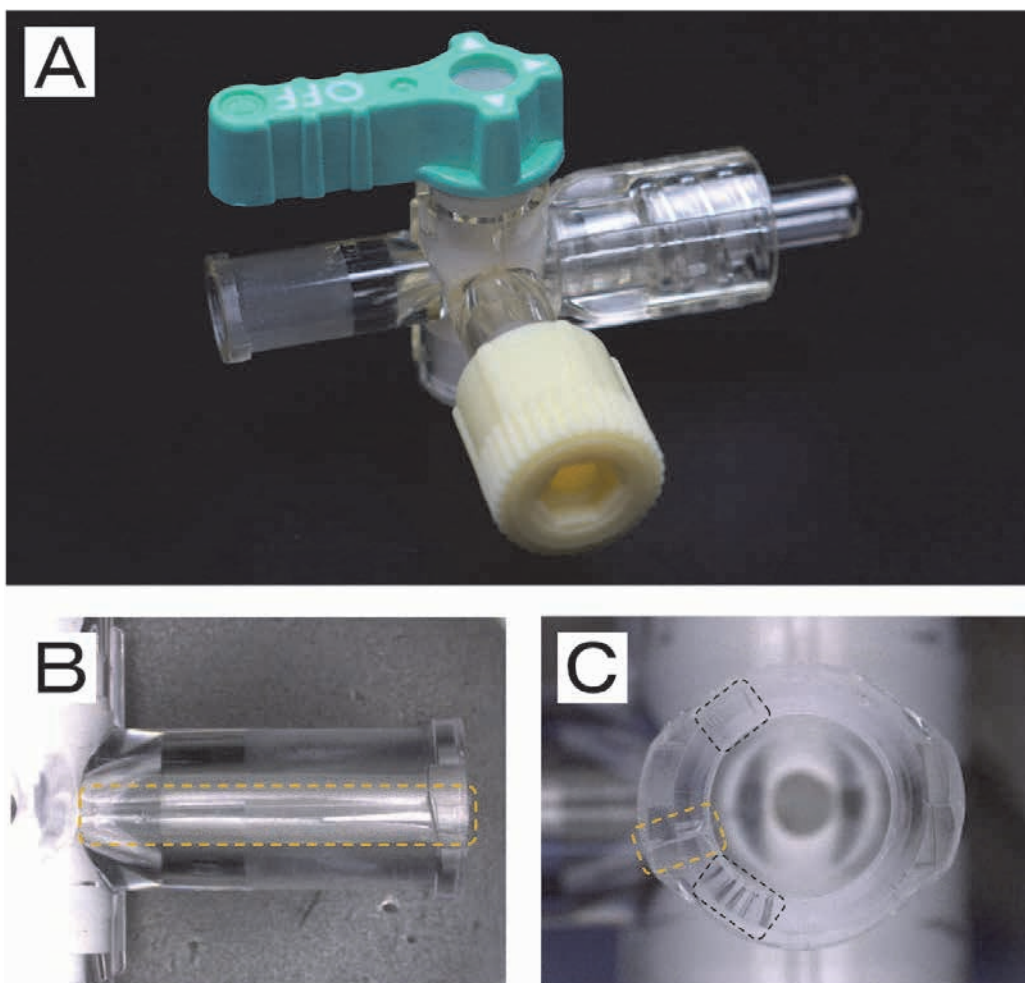


図1 未使用時の三方活栓 (A) および破損したメスコネクター部 (BおよびC, 黄色:クラック 黒:微小クラック)

合は空気塞栓症やカテーテル関連血流感染症などの致命的な合併症を引き起こす可能性があり、その取り扱いには注意が必要である^{4,5)}。プロポフォルは脂肪乳剤を含有するため、PC製三方活栓やシリンジポンプ表面などの一部のプラスチック製部品を溶解し、強度を低下させることが明らかとなっている^{1,3,8,9)}。全身麻酔や集中治療室における鎮静でプロポフォルの使用件数が増加したことによって、三方活栓の破損の問題が増加したとの指摘もあるが²⁾、その発生頻度は不明である。PC製三方活栓と前述の薬物との併用では、締め付け圧が正常であれば単回の締め付けではクラックが発生することは少なく、繰り返し締め付けを行うと2～3日以上で使用でクラックが発生するようになる¹⁾。すなわち、締め付け回数と使用時間がクラックの発生に影響を与えるため、長時間手術後に病棟で同じ三方活栓を継続的に使用して鎮静を行うなどの状況下ではクラックが発生しやすいと考えられる。しかし、本症例では点滴回路の組み立てを含めたわずか2

度の締め付けにより比較的短時間にクラックが発生している。このことは単に締め付け回数や使用時間からクラックの発生を予測することはできないことを示している。今回、クラックが発生した原因として考えられるのは、プロポフォルに含有する脂肪乳剤がPCの耐久性を低下させたことに加え^{1,3)}、プロポフォル維持中に脱着を行ったため、コネクター部に入り込んだ脂肪乳剤が潤滑作用を示し、伸展応力が加わり高い締め付け圧となった可能性がある²⁾。プロポフォル投与後に脱着が行われなかった場合、もしくはコネクター部に流れたプロポフォルを一度ウォッシュアウトしてコネクター部に入り込まないようにしていた場合にはクラックが発生しなかった可能性も考えられ、これら原因となる因子が複合的に加わったものと考えられる。また、他社製の三方活栓やシリンジなどの医療器具同士を接続したことにより異常な締め付け圧がかかる可能性も報告されており¹⁰⁾、注意が必要である。

今回、床の汚染の程度および巡回からの時間経過を考えるとクラック発生から発見までの時間経過が数分程度の比較的早期であったことが推測され、循環動態にも大きな変動がなかったことから術中覚醒の可能性は低いと考えられるが、患者が知的能力障害を有していたことからその正確な評価は難しい。過去にはプロポフォールによる TIVA 中にクラックが発生し、プロポフォール投与量不足により Bispectral index (以下: BIS) の上昇を認めた報告がある¹¹⁾。クラックによる血液の逆流や血液の漏れを実際に確認し、循環動態や BIS 値の変動がみられたときには、吸入麻酔薬の投与を行うことで術中覚醒を防ぐことも考慮する必要があり、その状態で速やかにクラックを生じている三方活栓を交換することが薦められる。また、クラックの発生は三方活栓の脱着による締め付けから一定時間経過した後も生じる可能性があることにも注意が必要である。

プロポフォールを用い TIVA を行うときには、BIS モニタの装着と薬物の影響を受けにくい PC 製以外の三方活栓への変更を考慮すべきである。やむを得ずに PC 製を使用するときには、強圧による締め付けや複数回の脱着を避ける、長時間同じ三方活栓を使用しない、クラックの発生に備えて頻回の巡回を行うなどの予防策を講じる必要がある。三方活栓のクラックを予防するためには、メスコネクター部をより強度の高い材質に変更するかオスコネクター部をより粘りのある材質に変更することで対応が可能である²⁾。実際に材質が PC 製以外の三方活栓の中には耐薬剤性を強調した製品も存在するが、費用面や利便性などから施設によっては導入されている三方活栓の変更が難しく、当施設でも PC 製三方活栓を継続して使用している。しかし、PC 製三方活栓の使用ではその特性を理解し、クラックの生じる可能性があることを念頭に入れ、その予防と早期の対応を行うことが重要であると考えられる。

結 語

今回、われわれは PC 製三方活栓を使用し、プロポフォールによる TIVA 中に三方活栓のクラックを認めた 1 例を経験した。PC 製三方活栓と原因となり得る薬物との併用によってクラックが生じる可能性を念頭に入れ、その予防と早期の対応を行うことが重要で

あると考える。

本論文のすべての著者に開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) 独立行政法人 医薬品医療機器総合機構. 医薬品・医療用具等安全性情報 No.196, 2003-12. <https://www.pmda.go.jp/safety/info-services/drugs/calling-attention/safety-info/0127.html#gai1> (2021 年 4 月 9 日閲覧)
- 2) 中尾正和, 山中修一, 岩田実, 中島真邦, 恩地いづみ. プロポフォール使用時にポリカーボネート製三方活栓にクラックができる締め付け条件の検討. 麻酔. 2003; 52: 1243-1247.
- 3) 中尾正和, 山中修一, 原田彩, 恩地いづみ. プロポフォール使用時の三方活栓ひび割れ現象への薬物の影響. 麻酔. 2000; 49: 802-805.
- 4) 鈴木正彦. 「静脈栄養法におけるリスク・マネジメント」輸液ラインのリスク・マネジメント. 外科と代謝・栄養. 2017; 51: 225-233.
- 5) 粕田承吾, 工藤利彩, 勇井克也, 中田匡俊, 今井裕子, 中西真理, 石谷昭子, 國安弘基, 羽竹勝彦. 中心静脈カテーテルからの空気の流入により死亡した空気塞栓症の 1 剖検例. 法医の実際と研. 2016; 59: 41-46.
- 6) 中村浩規, 金澤佐知子, 古田康之, 荒井有美, 石井健介, 杉浦伸一. 薬剤投与における薬剤・医療材料間の相互作用に関する調査・研究 (最終報告). 日病薬師会誌. 2015; 51: 1045-1049.
- 7) 石川雅彦. Let's try! 医療安全 具体的事例から考える医療安全! "未然防止の取り組み" 第 29 回 三方活栓の使用に関するアクシデント 事例の発生要因と未然防止対策. 地域医学. 2016; 30: 222-227.
- 8) Fujise K, Inoue S, Okuno S, Asai T, Shingu K. Damage to a syringe pump by propofol. *Anaesthesia*. 2005; 60: 1045-1046.
- 9) Suresh V. Propofol-compatible plastics or plastic-compatible propofol?. *Arch Med Health Sci*. 2019; 7: 321-322.
- 10) メディカルオンライン. 医療裁判紹介バックナンバー 他社製の医療器具を接続して使用する場合の安全確認義務. http://www.medicalonline.jp/pdf?file=hanrei_201803_02.pdf (2021 年 4 月 9 日閲覧)
- 11) Mathews DM, Rahman SS, Cirullo PM, Malik RJ. Increases in bispectral index lead to interventions that prevent possible intraoperative awareness. *Br J Anaesth*. 2005; 95: 193-196.