

学位論文の要旨

Extravasation and outcomes in computed tomography  
and angiography in patients with pelvic fractures  
requiring transcatheter arterial embolization  
: a single-center observational study

(経カテーテル動脈塞栓術を必要とする骨盤骨折患者における  
computed tomography と血管造影での血管外漏出像の有無と  
その関連因子に関する検討)

March, 2022

(2022 年 3 月)

Kento Nakajima

中嶋 賢人

Department of Emergency Medicine  
Yokohama City University Graduate School of Medicine

横浜市立大学 大学院医学研究科 救急医学

( Doctoral Supervisor : Ichiro Takeuchi, Professor )

( 指導教員 : 竹内 一郎 教授 )

## 学位論文の要旨

# Extravasation and outcomes in computed tomography and angiography in patients with pelvic fractures requiring transcatheter arterial embolization : a single-center observational study

(経カテーテル動脈塞栓術を必要とする骨盤骨折患者における  
computed tomography と血管造影での血管外漏出像の有無と  
その関連因子に関する検討)

### 1. 序論

骨盤骨折はしばしば周囲の血管損傷を伴い循環動態が不安定となることもあり (White CE et al., 2009), その治療法としての resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) や interventional radiology (IVR) の有用性は確立されている (King, 2019; Cullinane et al., 2011; Coccolini et al., 2017). しかしながら, IVR の適応に関しては血管外漏出像の有無や血腫の大きさなどの造影 computed tomography (CT) 所見の解釈, 血行動態の判断など診療にあたる医師の裁量によるところが大きい. 造影 CT で血管外漏出像を認めない場合にも, 高齢, ショック, 骨盤骨折の形態や血腫など総合的な判断から血管造影を施行することがあり, その場合に血管造影で血管外漏出像を認め transcatheter arterial embolization (TAE) が必要と判断される症例を認めることがあるものの, そのような症例についての検討に関する報告は限られている.

本研究は, 造影 CT で血管外漏出像なく, 血管造影で血管外漏出像を認める症例において関連する要因を探索し, 骨盤骨折患者の診療におけるより良いマネジメントに寄与することを目的とした.

### 2. 方法

本研究は後方視的単施設研究であり, 2014年12月から2020年12月までの6年間に横浜市立大学附属市民総合医療センター高度救命救急センターへ救急搬送された鈍的外傷に

よる骨盤骨折患者のうち、造影 CT かつ TAE 施行例を対象とした。また、除外基準は、来院時心肺停止かつ自己心拍再開を認めなかった症例、TAE を施行しなかった症例、TAE 施行前に造影 CT を撮影しなかった症例とした。造影 CT で血管外漏出像がなく血管造影でも血管外漏出像を認めなかった症例は誤分類として除外した。

対象症例を、造影 CT、血管造影共に血管外漏出像を認めた (CT+Angio+) 群、造影 CT で血管外漏出像を認めず、血管造影で血管外漏出像を認めた (CT-Angio+) 群、造影 CT で血管外漏出像を認め、血管造影で血管外漏出像を認めなかった (CT+Angio-) 群の 3 群に分類した。連続変数に対しては Kruskal-Wallis 検定を、カテゴリー変数に対しては Fisher 正確検定を用いて、3 群間での違いを検討した。また、CT-Angio+群を参照群として、その他の群との 2 群間比較を行った。その際に、連続変数に対しては Mann-Whitney U 検定を施行し、カテゴリー変数に対しては Fisher 正確検定を施行した。両側検定  $p < 0.05$  を統計学的に有意とみなした。統計解析には、IBM SPSS ver.25 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) を使用した。なお、本研究は横浜市立大学人を対象とする生命科学・医学系研究倫理委員会による承認を受け実施した (B200700036)。

### 3. 結果

113 人が解析対象となり、CT+Angio+群は 54 人 (47.8%)、CT-Angio+群は 47 人 (41.6%)、CT+Angio-群は 12 人 (10.6%) であった。3 群間比較の結果、患者背景 (年齢、性別)、来院時バイタルサイン、血液検査、来院時から造影 CT 撮影、TAE 施行までの時間、Abbreviated Injury Scale (AIS)、Injury Severity Score (ISS)、来院後 24 時間輸血量、人工呼吸器管理日数、集中治療室滞在日数、在院日数、転帰に有意差は認めなかった。また、CT-Angio+群は CT+Angio+群と比較して、来院から造影 CT 撮影までの時間が有意に長かった (30 分 vs 25 分,  $p < 0.05$ )。その他の評価項目に関しては 3 群間比較と同様に有意差は認めなかった。CT-Angio+群は CT+Angio-群と比較して、来院後 24 時間以内の輸血量 (fresh frozen plasma[FFP], 血小板) が有意に多く (FFP 16.6 単位 vs 7.8 単位,  $p < 0.05$ 、血小板 11.8 単位 vs 3.3 単位,  $p < 0.05$ )、人工呼吸器管理日数 (8.4 日 vs 4.1 日,  $p < 0.05$ )、集中治療室滞在日数 (10.9 日 vs 5.4 日,  $p < 0.05$ ) が有意に長かった。その他の評価項目に関しては 3 群間比較と同様に有意差は認めなかった。

### 4. 考察

造影 CT における血管外漏出像は血管損傷や活動性出血のマーカーと考えられ、血管造影の適応を判断する指標の一つとされている (Cullinane et al., 2011; Coccolini et al., 2017; Dreizin et al., 2020)。本研究においても血管外漏出像を認め血管造影を施行した症例が多数を占めていた。CT-Angio+群については、一般的な血管造影や TAE の適応基準からは外れる可能性があるが、CT+Angio-群と比較して来院後 24 時間以内輸血量 (FFP, 血小板) が有意に多く、人工呼吸器管理日数、集中治療室滞在日数が有意に長かった一方で、

CT+Angio+群と比較してこれらに有意差は認めなかった。また、ISSには3群間で有意差がなかった一方で、塞栓物質である n-butyl-2-cyanoacrylate の使用は3群間においても有意差があり、CT+Angio+群はCT+Angio-群と比較し有意に多かった。CT+Angio+群が一般的に血管造影が必要とされる患者群と比べて重症度が低いわけではなく、造影CTで骨盤部血管外漏出像がない場合であっても血管造影やTAEが不必要とは言えないということを示唆していると考えられた。また、来院から造影CT撮影までの時間が短い場合、治療すべき血管損傷を検出する機会が増える可能性がある。そのため時間を意識した診療を心がけながら、血管造影やTAEの適応を血管外漏出像以外の所見から総合的に判断することで、輸血量や転帰に良い影響を与えることができる可能性が示唆された。今後は日本外傷データベースやDiagnosis Procedure Combination (DPC) データベースを用いたTAEやREBOAの有用性に関する研究や大型動物の出血性ショックモデルを用いたREBOAの適切な留置位置に関する研究に取り組む予定である。

#### キーワード

- ・ 外傷診療
- ・ interventional radiology
- ・ transcatheter arterial embolization
- ・ 骨盤骨折
- ・ 重症外傷センター

## 引用文献

Coccolini, F., Stahel, P. F., Montori, G., Biffi, W., Horer, T. M., Catena, F., Kluger, Y., Moore, E. E., Peitzman, A. B., Ivatury, R., Coimbra, R., Fraga, G. P., Pereira, B., Rizoli, S., Kirkpatrick, A., Leppaniemi, A., Manfredi, R., Magnone, S., Chiara, O., Solaini, L., Ceresoli, M., Allievi, N., Arvieux, C., Velmahos, G., Balogh, Z., Naidoo, N., Weber, D., Abu-Zidan, F., Sartelli, M., & Ansaloni, L. (2017). Pelvic trauma: WSES classification and guidelines. *World journal of emergency surgery : WJES*, 12, 5.

<https://doi.org/10.1186/s13017-017-0117-6>

Cullinane, D. C., Schiller, H. J., Zielinski, M. D., Bilaniuk, J. W., Collier, B. R., Como, J., Holevar, M., Sabater, E. A., Sems, S. A., Vassy, W. M., & Wynne, J. L. (2011). Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guidelines for hemorrhage in pelvic fracture--update and systematic review. *The Journal of trauma*, 71(6), 1850–1868. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e31823dca9a>

Dreizin, D., Liang, Y., Dent, J., Akhter, N., Mascarenhas, D., & Scalea, T. M. (2020). Diagnostic value of CT contrast extravasation for major arterial injury after pelvic fracture: A meta-analysis. *The American journal of emergency medicine*, 38(11), 2335–2342. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2019.11.038>

King D. R. (2019). Initial Care of the Severely Injured Patient. *The New England journal of medicine*, 380(8), 763–770. <https://doi.org/10.1056/NEJMra1609326>

White, C. E., Hsu, J. R., & Holcomb, J. B. (2009). Haemodynamically unstable pelvic fractures. *Injury*, 40(10), 1023–1030. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2008.11.023>

## 論文目録

### I 主論文

Extravasation and outcomes in computed tomography and angiography in patients with pelvic fractures requiring transcatheter arterial embolization: a single-center observational study

Nakajima, K., Yamaguchi, K., Abe, T., Taniguchi, H., Mizukami, S., Sekikawa, Z., Takeuchi, I:

*Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 2021 in press

### II 副論文

Does the conventional landmark help to place the tip of REBOA catheter in the optimal position? A non-controlled comparison study

Nakajima, K., Taniguchi, H., Abe, T., Yamaguchi, K., Doi T., Takeuchi, I. & Morimura, N:

*World Journal of Emergency Surgery*, Vol. 14, No. 35 (2019).

<https://doi.org/10.1186/s13017-019-0255-0>

### III 参考論文

1. Saji, R., Nishii, M., Sakai, K., Miyakawa, K., Yamaoka, Y., Ban, T., Abe, T., Ohyama, Y., Nakajima, K., Hiromi, T., Matsumura, R., Suzuki, N., Taniguchi, H., Otsuka, T., Oi, Y., Ogawa, F., Uchiyama, M., Takahashi, K., Iwashita, M., Kimura, Y., Fujii, S., Furuya, R., Tamura, T., Ryo, A., & Takeuchi, I. (2021). Combining IL-6 and SARS-CoV-2 RNAemia-based risk stratification for fatal outcomes of COVID-19. *PloS one*, 16(8), e0256022. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256022>

2. Ogawa, F., Oi, Y., Nakajima, K., Matsumura, R., Nakagawa, T., Miyagawa, T., Sakai, K., Saji, R., Taniguchi, H., Takahashi, K., Abe, T., Iwashita, M., Nishii, M., & Takeuchi, I. (2021). Temporal change in Syndecan-1 as a therapeutic target and a biomarker for the severity classification of COVID-19. *Thrombosis journal*, 19(1), 55. <https://doi.org/10.1186/s12959-021-00308-4>
3. Ogawa, F., Kato, H., Sakai, K., Nakamura, K., Ogawa, M., Uchiyama, M., Nakajima, K., Ohyama, Y., Abe, T., & Takeuchi, I. (2020). Environmental maintenance with effective and useful zoning to protect patients and medical staff from COVID-19 infection. *Acute medicine & surgery*, 7(1), e536. <https://doi.org/10.1002/ams2.536>
4. Niida, S., Ogawa, F., Nakajima, K., Sakai, K., Uchiyama, M., Abe, T., & Takeuchi, I. (2021). A Case of Central Pontine Myelinolysis Occurred During Treatment of Hyperosmolar Hyperglycemic Syndrome. *International medical case reports journal*, 14, 407–412. <https://doi.org/10.2147/IMCRJ.S316943>
5. Yamaguchi, K., Doi, T., Muguruma, T., Nakajima, K., Nakamura, K., Abe, T., Takeuchi, I., & Morimura, N. (2021). A simulation study of high-flow versus normal-flow three-way stopcock for rapid fluid administration in emergency situations: A randomised crossover design. *Australian critical care : official journal of the Confederation of Australian Critical Care Nurses*, S1036-7314(21)00032-1. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.aucc.2021.01.008>
6. Ogawa, F., Oi, Y., Nakajima, K., Matsumura, R., Nakagawa, T., Miyagawa, T., Abe, T., & Takeuchi, I. (2021). An evaluation of venous thromboembolism by whole-body enhanced CT scan for critical COVID-19 pneumonia with markedly rises of coagulopathy related factors: a case series study. *Thrombosis journal*, 19(1), 26. <https://doi.org/10.1186/s12959-021-00280-z>
7. Ogawa, F., Kato, H., Nakajima, K., Nakagawa, T., Matsumura, R., Oi, Y., Sakai, K., Uchiyama, M., Ohyama, Y., Abe, T., & Takeuchi, I. (2020). Therapeutic strategy for severe COVID-19 pneumonia from clinical experience. *European Journal of Inflammation*. <https://doi.org/10.1177/2058739220961591>

8. Nakajima, K., Abe, T., Saji, R., Ogawa, F., Taniguchi, H., Yamaguchi, K., Sakai, K., Nakagawa, T., Matsumura, R., Oi, Y., Nishii, M., & Takeuchi, I. (2021). Serum cholinesterase associated with COVID-19 pneumonia severity and mortality. *The Journal of infection*, 82(2), 282–327. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.08.021>
9. Nakajima, K., Ogawa, F., Sakai, K., Uchiyama, M., Oyama, Y., Kato, H., & Takeuchi, I. (2020). A Case of Coronavirus Disease 2019 Treated With Ciclesonide. *Mayo Clinic proceedings*, 95(6), 1296–1297. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2020.04.007>
10. Nakajima, K., Kato, H., Yamashiro, T., Izumi, T., Takeuchi, I., Nakajima, H., & Utsunomiya, D. (2020). COVID-19 pneumonia: infection control protocol inside computed tomography suites. *Japanese journal of radiology*, 38(5), 391–393. <https://doi.org/10.1007/s11604-020-00948-y>
11. 加藤英明, 渡邊弘樹, 小林信明, 原悠, 酒井和也, 中嶋賢人, 小川史洋, 佐野加代子, 山崎悦子, 宇宿修三, 田中伸子, 竹内一郎, 中島秀明, 金子猛. (2020). SARS-CoV-2 PCR 検査が長期陽性持続した新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の 2 例, *感染症学雑誌* 94 巻, 591-595.
12. Watanabe, C., Nakajima, K., Mori, K., Gakumazawa, M., Nakayama, N., Kato, M., Ogawa, F., Takahashi, K., Iwashita, M., Abe, T., & Takeuchi, I. (2019). Erroneously Analyzed F-Wave of Bradycardic Atrial Fibrillation as Ventricular Fibrillation for a Cardiac Arrest Patient. *Case Rep Acute Med*, 2:25-30. doi: 10.1159/000500880
13. 佐藤皓祐, 谷口隼人, 廣見太郎, 中嶋賢人, 藤井裕人, 古見健一, 土井智喜. (2017). 自殺企図でホルマリンを服用し保存加療で軽快した一例, *日本救急医学会 関東地方会雑誌* 38 巻, 292-296.