




## Coagulopathy in COVID-19 Patients and Endovascular Treatment, Reports of 4 Patients

Mohammadreza Babaei<sup>1</sup> , Mohammad-Ali Mohammadi-Vajari<sup>2\*</sup> ,  
Erfan Mohammadi-Vajari<sup>3</sup> 

1. Assistant Professor of Radiology, Fellowship of Interventional Radiology, Department of Radiology, Firouzgar Hospital, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2. Radiology Resident, Department of Radiology, Firouzgar Hospital, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3. Medical Student, School of Medicine, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran

 [10.30699/ijmm.15.2.257](https://doi.org/10.30699/ijmm.15.2.257)



### ABSTRACT

Due to the respiratory infection of SARS-CoV-2, COVID-19 pandemic has now become a global threat. The thrombotic complications are common in COVID-19 patients which have been extensively addressed in various studies. The hemorrhagic complications, however, have received less attention. In this article, 4 cases of COVID-19 patients with hemorrhagic complications are presented.

All 4 patients were hospitalized in ICU and received routine COVID-19 treatments such as heparin prophylaxis. During hospitalization, all four patients had rectus sheath hematoma and retroperitoneal hemorrhage. For controlling which, they underwent embolization.

Embolization of the inferior epigastric artery and the anterior trunk of internal iliac artery was carried out under fluoroscopy-guided angiography. The active hemorrhage of the patients was controlled. Three patients recovered after the treatment and were discharged while one patient, unfortunately, died due to the severity of the pulmonary involvement, old age, and hemorrhage.

First, the hemorrhage of these patients was considered to be the result of the hemorrhagic complications due to the use of heparin. But the hemorrhage volume was not justifiable with the symptoms and complications of prophylaxis dosage of heparin. The attention was gradually drawn to the coagulopathy of the COVID-19 patients. Further investigations are required to clarify the role of effective factors and complications of coagulopathy in patients with COVID-19 and their appropriate treatment.

**Keywords:** Blood coagulation disorders, COVID-19, SARS-CoV-2, Radiology, Interventional

Received: 2021/01/03;

Accepted: 2021/03/20;

Published Online: 2021/04/14

**Corresponding Information:** Mohammad-Ali Mohammadi-Vajari, MD, Radiology Resident, Department of Radiology, Firouzgar Hospital, Iran University of Medical Sciences (IUMS), Tehran, Iran. Email: [malimv71@yahoo.com](mailto:malimv71@yahoo.com)



Copyright © 2021, This is an original open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0 International License which permits copy and redistribution of the material just in noncommercial usages with proper citation.

Use your device to scan and read the article online



Babaei M R, Mohammadi-Vajari M, Mohammadi-Vajari E. Coagulopathy in COVID-19 Patients and Endovascular Treatment, Reports of 4 Patients. Iran J Med Microbiol. 2021; 15 (2) :257-265

Download citation: [BibTeX](#) | [RIS](#) | [EndNote](#) | [Medlars](#) | [ProCite](#) | [Reference Manager](#) | [RefWorks](#)

Send citation to:  [Mendeley](#)  [Zotero](#)  [RefWorks](#)

### Introduction

Due to the respiratory infection of SARS-CoV-2, COVID-19 pandemic has now become a global threat (1-4). Numerous papers have addressed the pulmonary symptoms of this disease which highly contributed to the identification of the pathogenesis

of COVID-19 infection. It seems that ACE2 receptors are involved in the entrance of the virus into the cells. Regarding the presence of these receptors on the surface of the alveoli epithelial cells and vascular endothelium, these cells and organs are prone to this

virus (5). The incidence of thrombotic complications such as Pulmonary Thromboembolism, deep vein thrombosis, ischemic stroke, cardiac infarction, and arterial embolism is high in COVID-19 patients which has been reported in numerous studies before (6, 7). The initial clinical sign of coagulopathy in COVID-19 is organ failure while hemorrhagic complications are less common. The changes in the hemostatic markers such as D-dimer and fibrin and fibrinogen products have indicated that the basis of the coagulopathy is probably the fibrin products (8). However, the hemorrhagic complications of COVID-19 patients have received less attention. In this context, the current study presents four COVID-19 patients with hemorrhagic complications and describes their treatments.

### Case Presentation

This paper investigates four COVID-19 patients with hemorrhagic complications (female; with a mean age of 48). All four patients had positive PCR tests for COVID-19 and exhibited bilateral pulmonary involvement with typical COVID-19 pattern (CORADS=6).

These patients were admitted in the ICU and received routine COVID-19 treatments. None of them received mechanical ventilation or intubation and they were

treated under the guideline of the hospital in the ICU. Regarding the risk of thrombotic events, all four patients received a prophylactic dose of heparin.

During hospitalization, all four cases had rectus sheath hematoma and retroperitoneal hemorrhage. The first patient was about to recover and changed from CBR (Complete Bed Rest) to RBR (Relative Bed Rest) condition. Following the physical activities, the patient fell and fainted. Regarding the declined consciousness and faint, she was investigated. She had abdominal and pelvic ultrasonography due to the bruising in the anterior parts of the abdomen. Further investigations showed rectus sheath hematoma and accumulation of loculated fluid in the retroperitoneum (Figure 1). In these patients, due to hemorrhage in the rectus sheath and retroperitoneum, surgical treatment was not the choice and endovascular treatment was selected. Therefore, to control the hemorrhage, the patients underwent a less invasive intervention (arterial embolization) according to the volume of the hemorrhage and their conditions. Subsequently, three other patients with the same symptoms but in CBR status, experienced symptoms of volume reduction and shock. Further investigations indicated declined hemoglobin followed by hemorrhage in the rectus sheath and retroperitoneum who also received arterial embolization.

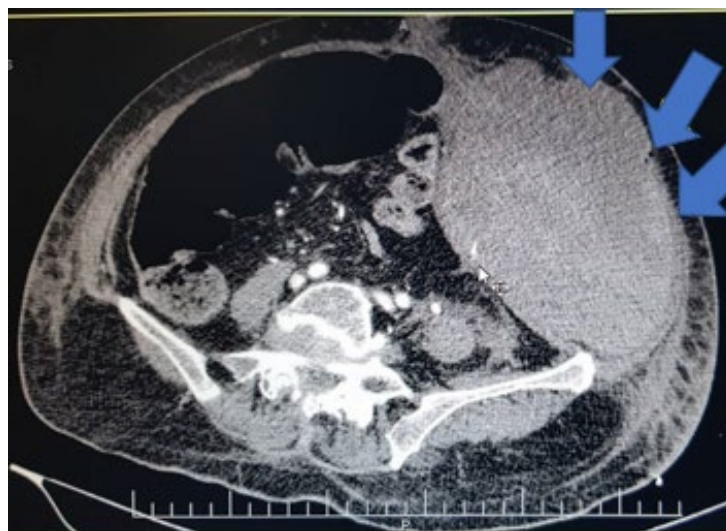
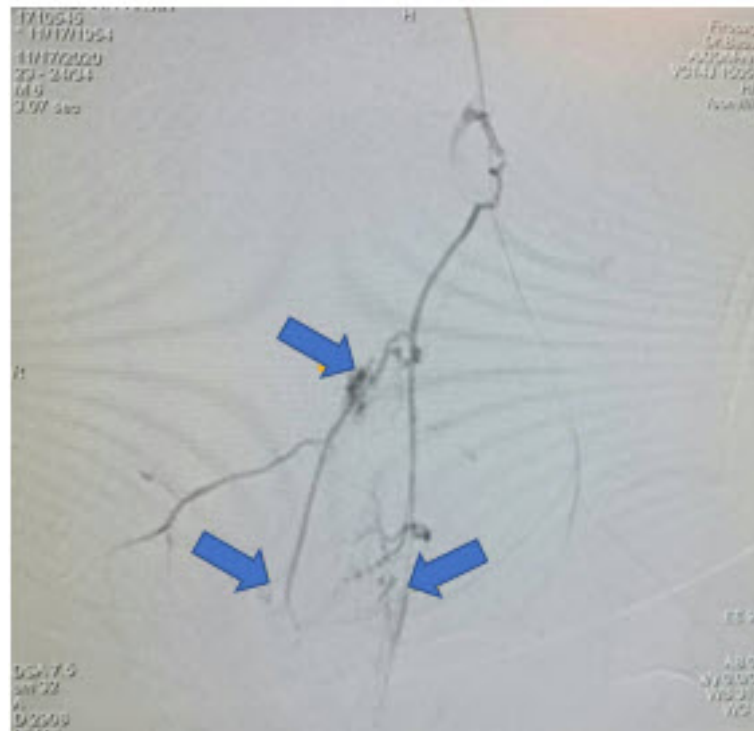


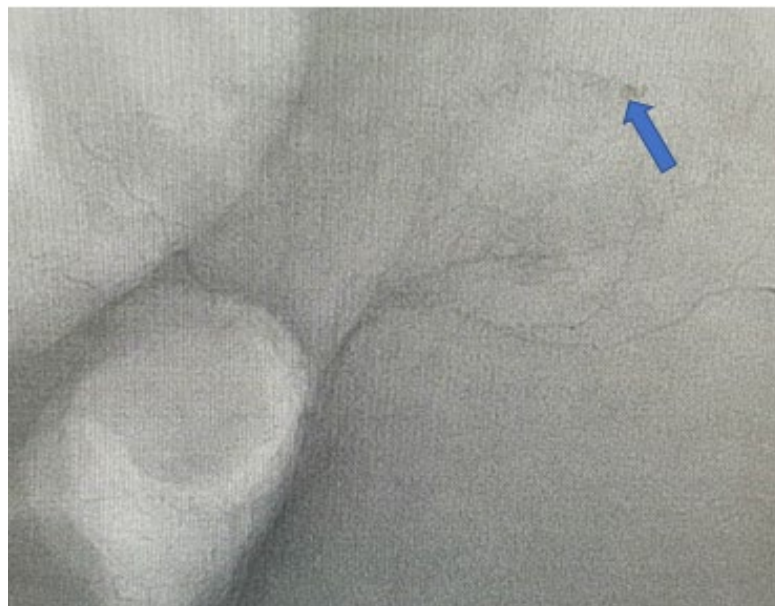
Figure 1. Massive rectus sheath hematoma in contrast enhanced abdominopelvic CT

Inferior epigastric artery and anterior trunk of internal iliac artery embolization was performed under fluoroscopic and angiographic guidance (Figure 2 and 3). Active bleeding of patients was controlled. Three patients were discharged from the hospital

after completing the appropriate course of treatment. One patient, unfortunately, died due to the severity of pulmonary involvement caused by COVID-19 due to her advanced age and volume of hemorrhage.



**Figure 2.** DSA Angiography of pelvic arterial system, multiple foci of bleeding in pelvic floor representing as extravasation in Internal Iliac Artery Territory



**Figure 3.** Selective Angiography, arterial blush in the territory of inferior epigastric artery shows the bleeding site

## Discussion

Coagulation-anticoagulant imbalance during the immune response to the virus leads to overproduction of inflammatory cytokines and multi-organ failure. Initially, since all four patients were treated with a prophylactic dose of heparin, their hemorrhage was attributed to heparin-induced hemorrhagic complications. Due to falling of the first patient, it was also

suggested as a cause of hemorrhage in the patient. However, the volume of bleeding and the symptoms caused by volume loss was not justifiable with the side effects of the prophylactic dose of heparin in the literature review (9, 10). The other three patients also had a hemorrhage in the CBR state, which also further declined the chance of falling as the underlying cause of

hemorrhage. Gradually attention was paid to the incidence of coagulopathy in COVID-19 patients. The occurrence of these symptoms and hemorrhage in patients can be justified in the setting of coagulopathy in COVID-19 patients. The retrograde evaluation of the first patient indicated a gradual decrease in hemoglobin level, which also suggests that the patient's falling could also be due to the decrease in hemoglobin level. Although venous thromboembolism and arterial thrombosis are more common in COVID-19 coagulopathy, in some cases, the clinical symptoms overlap with hemophagocytic syndromes, antiphospholipid, and thrombotic microangiopathies (11). The use of heparin prophylaxis is still controversial in COVID-19 patients. Cerebral hemorrhage has also been reported in COVID-19 patients, some of which have been secondary to prophylactic use of heparin. Several guidelines have been developed and employed for the treatment and management of coagulopathy and thrombotic complications in COVID-19 patients (12). Numerous studies have addressed the mechanism and pathogenesis of thrombotic and hemorrhagic complications of COVID-19; however, further investigations are required to clarify the role of effective factors and complications of coagulopathy in patients with COVID-19 and their appropriate treatment (12, 13). It may also be possible to prevent hemorrhagic and thrombotic complications in patients by evaluating coagulation tests during hospitalization and before discharge, which also requires further investigations.

## Conclusion

There is increasing awareness of coagulation disorders in Covid-19 infection. Thrombotic complications seem to be common among this patient population, which may necessitate preparing appropriate guidelines for its management. However hemorrhagic complications and their proper treatment should also be taken into consideration in covid-19 infection.

## Acknowledgment

Hereby I would like to thank and appreciate Iran University of Medical Sciences for cooperation in the stages of the project.

## Funding

This research did not receive any specific grant.

## Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interests.

## Ethical Statement

All ethical standards are met in this study.

## Patient's Consent

A written consent was obtained from the patient.



## کواگولوپاتی در بیماران مبتلا کووید ۱۹ و درمان اندوواسکولار، گزارش ۴ مورد

محمد رضا بابایی<sup>۱</sup> ID، محمد علی محمدی واجاری<sup>۲\*</sup> ID، عرفان محمدی واجاری<sup>۳</sup> ID

۱. استادیار، فلوشیپ رادیولوژی مداخله‌ای، گروه رادیولوژی، بیمارستان فیروزگر، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
۲. دستیار رادیولوژی، گروه رادیولوژی، بیمارستان فیروزگر، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
۳. دانشجوی پزشکی، دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران

### چکیده

### اطلاعات مقاله

پاندمی COVID-19 که به وسیله عفونت تنفسی SARS-CoV-2 ایجاد شده است، تبدیل به یک تهدید جهانی شده است. بروز عوارض ترومبوتیک در بیماران مبتلا به کووید ۱۹ بالا می‌باشد و در مطالعات متعددی به آنها پرداخته شده است. در این میان کمتر به عوارض هموراژیک بیماران مبتلا به کووید ۱۹ توجه شده است. لذا در این مقاله به ارائه ۴ مورد بیمار مبتلا به کووید ۱۹ با عوارض هموراژیک پرداخته شده است.

هر چهار بیمار در بخش مراقبت‌های ویژه بستری و در حال دریافت درمان‌های روتین کووید ۱۹ از جمله هپارین پروفیلاکسی بودند. در سیر بستری هر ۴ بیمار دچار هماتوم شیت رکتوس و خونریزی رتروپریتون شدند و جهت کنترل خونریزی تحت آمبولیزاسیون قرار گرفتند.

آمبولیزاسیون شریان ایی گاستریک تحتانی و تنه قدامی شریان ایلیاک داخلی تحت هدایت فلوروسکوپی و آنژیوگرافی انجام شد. خونریزی فعال بیماران کنترل گردید. سه بیمار پس از سیر درمان مناسب از بیمارستان ترخیص شدند. یک بیمار با توجه به شدت درگیری ریوی ناشی از کووید ۱۹ با توجه به سن بالا و حجم خونریزی متاسفانه فوت شد.

در ابتدا بروز خونریزی در این بیماران به عوارض هموراژیک ناشی از هپارین نسبت داده شد. اما حجم خونریزی رخ داده در بیماران و علائم با عوارض ناشی از دوز پروفیلاکسی هپارین چندان قابل توجه نبود، پس به تدریج توجه به کواگولوپاتی در بیماران مبتلا به کرونا معطوف شد. مطالعات بیشتری نیاز است تا نقش عوامل ایجادکننده و عوارض ناشی از کواگولوپاتی در بیماران مبتلا به COVID-19 و درمان مناسب آنها روشن شود.

کلید واژه‌ها: اختلالات انعقادی، کووید ۱۹، سارس کووید ۲، رادیولوژی، مداخله‌ای

کپی‌رایت © مجله میکروبی شناسی پزشکی ایران: دسترسی آزاد، کپی برداری، توزیع و نشر برای استفاده غیرتجاری با ذکر منبع آزاد است.

تاریخچه مقاله  
دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۱۴  
پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۳۰  
انتشار آنلاین: ۱۴۰۰/۰۱/۲۵  
موضوع:  
ویروس شناسی پزشکی

### نویسنده مسئول:

محمد علی محمدی واجاری، دستیار رادیولوژی، گروه رادیولوژی، بیمارستان فیروزگر، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران  
ایمیل:  
[malimv71@yahoo.com](mailto:malimv71@yahoo.com)

### مقدمه

شایع هستند. تغییرات مارکهای هموستاتیک در بررسی‌های آزمایشگاهی همچون دی‌دایمر و محصولات فیبرین و فیبرینوژن نشان می‌دهد که اساس کواگولوپاتی احتمالا در محصولات فیبرینی نهفته است (۸). در این میان کمتر به عوارض هموراژیک بیماران مبتلا به کووید ۱۹ توجه شده است. بنابراین در این مقاله به ارائه ۴ مورد بیمار مبتلا به کووید ۱۹ با عوارض هموراژیک و درمان‌های انجام شده در این موارد پرداخته‌ایم.

پاندمی کووید ۱۹ که به وسیله عفونت تنفسی SARS-CoV-2 ایجاد شده است، تبدیل به یک اورژانس بهداشت جهانی و یک دغدغه جهانی شده است (۱-۴). مقالات متعددی در رابطه با تظاهرات ریوی این بیماری منتشر شده که در کمک به شناسایی پاتوژن این بیماری موثر است. به نظر می‌رسد گیرنده ACE2 که در ورود ویروس به درون سلول موثر است و با توجه به بروز گیرنده‌های ACE2 در سطح سلول‌های اپیتلیال الوتولی و اندوتلیوم عروقی، این سلول‌ها و ارگان‌ها مستعد ابتلا به این ویروس هستند (۵). بروز عوارض ترومبوتیک همچون آمبولی ریه، ترومبوز وریدهای عمقی پا، استروک ایسکمیک، انفارکت قلبی و آمبولی شریانی در بیماران مبتلا به کووید ۱۹ بالا است و در مطالعات متعددی به آنها پرداخته شده است (۶، ۷). تابلو بالینی اولیه کواگولوپاتی در کووید ۱۹ نارسایی ارگان‌ها است، درحالی‌که عوارض هموراژیک و خونریزی‌دهنده کمتر

### گزارش موارد

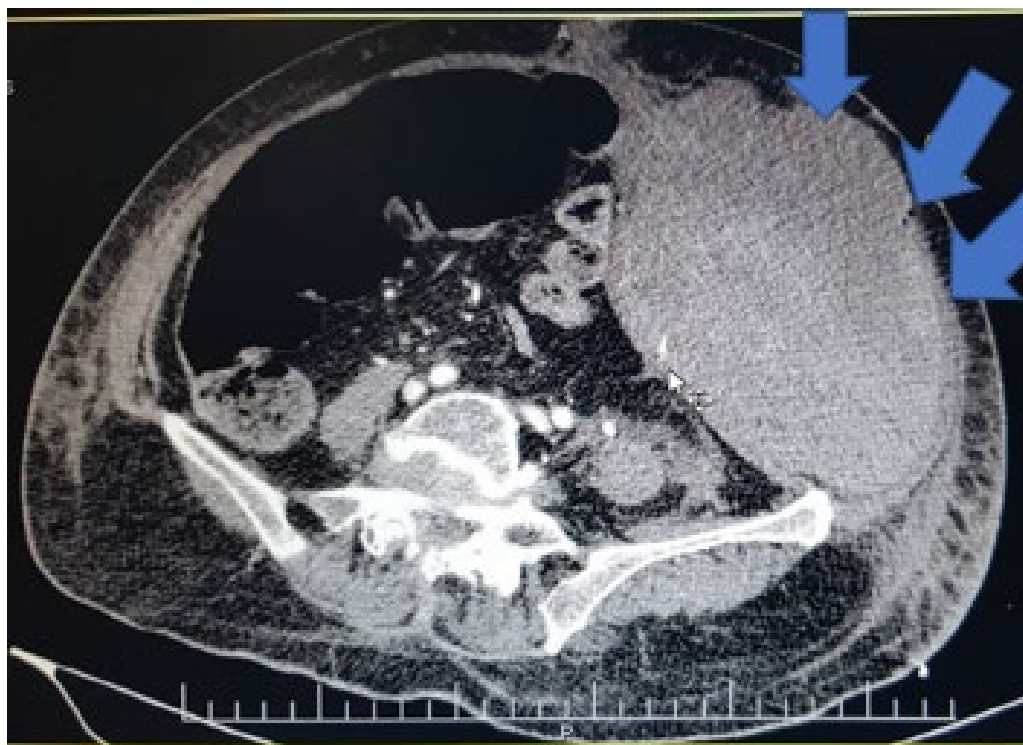
در این مقاله به ارائه و بررسی ۴ بیمار مبتلا به کووید ۱۹ (۴) بیمار مونث با میانگین سنی ۴۸ (سال) بستری و تحت درمان با عوارض هموراژیک پرداخته‌ایم. هر چهار بیمار تست PCR مثبت

falling down و faint شد. با توجه به یک نوبت کاهش هوشیاری و faint تحت بررسی قرار گرفت و باتوجه به کبودی در قسمت قدامی شکم تحت سونوگرافی شکم و لگن و نسج نرم زیرجلدی ناحیه قدامی شکم قرار گرفت. در طی این بررسی‌ها متوجه هماتوم شیت رکتوس و تجمع مایع لکوله در رتروپریتون شدند (شکل ۱). در این بیماران با توجه به خونریزی در شیت رکتوس و رتروپریتون درمان جراحی انتخابی نبوده و روش انتخابی درمان اندوواسکولار می‌باشد. لذا برای کنترل خونریزی با توجه به حجم خونریزی و شرایط بیمار تحت آمبولیزاسیون شریانی به عنوان اقدام کمتر تهاجمی قرار گرفتند. در ادامه به ترتیب سه بیمار دیگر با تابلو مشابه اما در وضعیت CBR دچار علائم کاهش حجم و شوک شدند و در بررسی‌های تکمیلی تراخت هموگلوبین و سپس خونریزی در شیت رکتوس و رتروپریتون گزارش و برای آنها نیز آمبولیزاسیون شریانی انجام شد.

کووید ۱۹ و درگیری ریوی دوطرفه با نمای تیپیک کووید ۱۹ را داشتند (CORADS=6).

این بیماران در بخش مراقبت‌های ویژه بستری و در حال دریافت درمان‌های روتین کووید ۱۹ بودند. هیچ یک از بیماران تحت ونتیلاسیون مکانیکی و یا انتوبه نبودند و با توجه به کرایتیا و گایدلاین بیمارستان در بخش مراقبت‌های ویژه تحت درمان قرار داشتند. با توجه به ریسک بروز عوارض ترومبوتیک و با توجه به گایدلاین‌های ارائه شده هر چهار بیمار تحت درمان با هپارین با دوز پروفیلاکسی قرار داشتند.

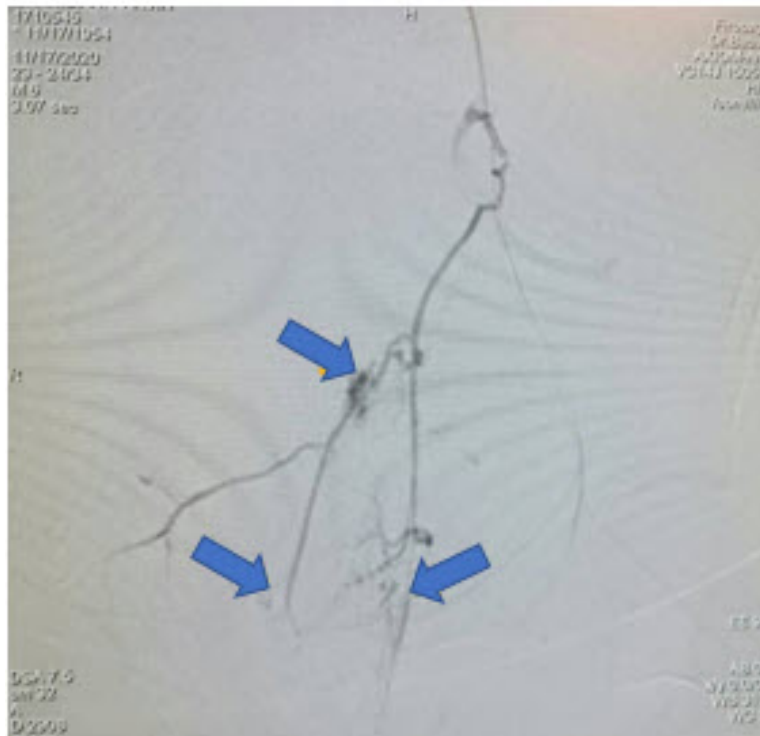
در سیر بستری هر ۴ بیمار دچار هماتوم شیت رکتوس و خونریزی رتروپریتون شدند. اولین بیمار در سیر بستری خود در حال بهبود علائم بود و از وضعیت CBR به RBR تغییر فعالیت داده بود. به دنبال آغاز فعالیت فیزیکی بیمار دچار یک نوبت



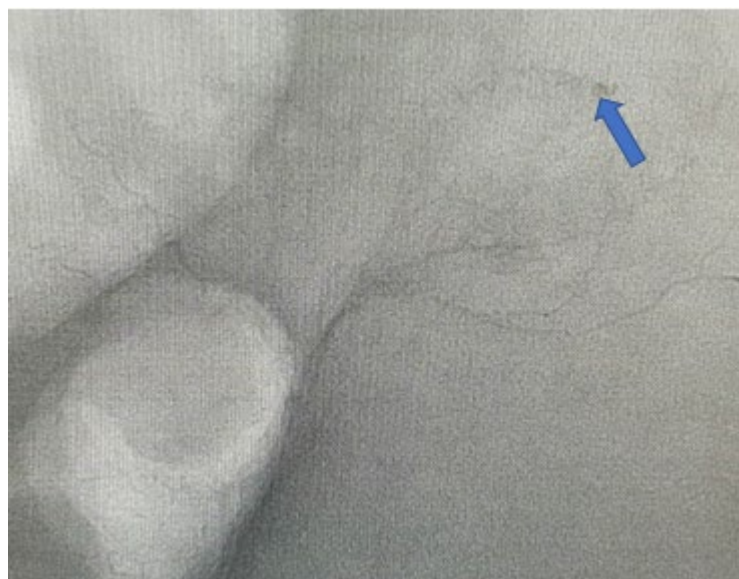
شکل ۱. هماتوم وسیع شیت رکتوس در سی تی با تزریق شکم و لگن

گردید. سه بیمار پس از تکمیل سیر درمان مناسب از بیمارستان ترخیص شدند. یک بیمار با توجه به شدت درگیری ریوی ناشی از کووید ۱۹ با توجه به سن بالا و حجم خونریزی متاسفانه فوت شد.

آمبولیزاسیون شریانی اپی گاستریک تحتانی و تنه قدامی شریانی ایلیاک داخلی تحت هدایت فلوروسکوپی و آنژیوگرافی جهت بیماران انجام شد. (شکل‌های ۲، ۳) خونریزی فعال بیماران کنترل



شکل ۲. آنژیوگرافی DSA شریان های لگنی، کانون های متعدد خونریزی کف لگن که به صورت نقاط مختلف extravasation در محدوده شاخه های شریان ایلیاک داخلی مشخص شده است.



شکل ۳. آنژیوگرافی سلکتیو، تصویر Blush شریانی در محدوده خونرسانی شریان اپیگاستریک تحتانی نشاندهنده محل خونریزی

### بحث

خونریزی در این بیماران به عوارض هموراژیک ناشی از هپارین نسبت داده شد. همچنین با توجه به falling بیمار اول آن نیز به عنوان یک علت برای بروز هموراژی در بیمار مطرح گردید. اما حجم خونریزی رخ داده در بیماران و علائم ناشی از کاهش حجم

به هم خوردن تعادل انعقاد- ضدانعقاد در زمینه پاسخ ایمنی به ویروس منجر به تولید بیش از حد سیتوکاین های التهابی و آسیب مولتی ارگان می گردد. در ابتدای این امر، با توجه به اینکه هر ۴ بیمار تحت درمان با دوز پروفیلاکتیک هپارین بودند، بروز

کووید ۱۹ و درمان مناسب آنها روشن سازد (۱۲، ۱۳). هم چنین شاید بتوان با ارزیابی تست‌های انعقادی حین بستری و پیش از ترخیص بیماران از بروز عوارض هموراژیک و ترومبوتیک در این بیماران جلوگیری کرد که این مورد نیز نیاز به مطالعات بیشتر در این زمینه دارد.

### نتیجه‌گیری

اطلاعات و یافته‌ها در مورد اختلالات انعقادی کووید ۱۹ هم چنان در حال گسترش است. به نظر می‌رسد عوارض ترومبوتیک در بیماران کووید ۱۹ شایع می‌باشد و نیاز به تدوین و به روزرسانی دستورالعمل‌های جامع و کامل دارد. با این حال بروز عوارض هموراژیک در بیماران کووید ۱۹ و درمان‌های مناسب و هزینه-اثر بخش در این بیماران باید مورد توجه باشد.

### سپاسگزاری

بدینوسیله از دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی ایران تشکر می‌شود.

### تعارض در منافع

گزارش نشده است.

### منابع مالی

ندارد.

بروز یافته در آنها در بررسی متون با عوارض ناشی از دوز پروفیلاکسی‌های پارین‌چندان قابل توجه نبود (۹، ۱۰). همچنین سه بیمار دیگر در وضعیت CBR دچار هموراژی شدند که آن نیز احتمال علت زمینه‌ای falling را برای هموراژی کمتر محتمل نمود. به تدریج توجه به بروز کوآگولوپاتی در بیماران مبتلا به کرونا معطوف شد. بروز این علایم و هموراژی در بیماران می‌تواند در زمینه کوآگولوپاتی کرونا قابل توجه باشد. همچنین در بررسی رتروگرید آزمایشات بیمار اول متوجه افت تدریجی هموگلوبین در بیمار شدند که این نیز نشانگر آن بود که falling بیمار نیز می‌تواند به علت افت هموگلوبین بوده باشد. هرچند ترومبوآمبولی وریدی و ترومبوز شریانی در کوآگولوپاتی ناشی از کووید ۱۹ شایعتر هستند، اما در برخی موارد تابلو بالینی و بررسی‌های با سندروم‌های هموفاگوسیتیک، آنتی فسفولیپید و میکروآنژیوپاتی‌های ترومبوتیک نیز همپوشانی دارد (۱۱). به علاوه، استفاده از پارین پروفیلاکسی در بیماران کووید ۱۹ همچنان محل اختلاف نظر است. بروز خونریزی‌های مغزی در بیماران کووید ۱۹ نیز گزارش شده است که برخی از آنها ثانویه به مصرف پروفیلاکتیک پارین بوده است. گایدلاین‌هایی برای درمان و مدیریت کوآگولوپاتی و عوارض ترومبوتیک در بیماران کووید ۱۹ منتشر شده و در سرتاسر دنیا مورد استفاده قرار دارد (۱۲). مطالعات بسیاری در رابطه با مکانیسم و پاتوژنز عوارض ترومبوتیک و هموراژیک کووید ۱۹ انجام شده است با اینحال مطالعات بیشتری نیاز است تا نقش عوامل ایجاد کننده و عوارض ناشی از کوآگولوپاتی را در بیماران مبتلا به

## Referance

- Sun J, He W-T, Wang L, Lai A, Ji X, Zhai X, et al. COVID-19: epidemiology, evolution, and cross-disciplinary perspectives. *Trends Mol Med*. 2020;26(5):483-95. [DOI:10.1016/j.molmed.2020.02.008] [PMID] [PMCID]
- Danesh F, GhaviDel S, Piranfar V. Coronavirus: Discover the Structure of Global Knowledge, Hidden Patterns & Emerging Events. *J Adv Med Biomed Res*. 2020;28(130):253-64. [DOI:10.30699/jambs.28.130.253]
- Ekpunobi N, Markjonathan I, Olanrewaju O, Olanihun D. Idiosyncrasies of COVID-19; A Review. *Iran J Med Microbiol*. 2020;14(3):290-6. [DOI:10.30699/ijmm.14.3.290]
- Parvizi P, Jalilian M, Parvizi H, Amiri S, Mohammad Doust H. The COVID-19 Pandemic: Data Analysis, Impacts and Future Considerations. *Iran J Med Microbiol*. 2021;15(1):1-17. [DOI:10.30699/ijmm.15.1.1]
- Hamming I, Timens W, Bulthuis M, Lely A, Navis Gv, van Goor HJTJoPAJotPSoGB, et al. Tissue distribution of ACE2 protein, the functional receptor for SARS coronavirus. A first step in understanding SARS pathogenesis. 2004;203(2):631-7. [DOI:10.1002/path.1570] [PMID] [PMCID]
- Klok F, Kruip M, Van der Meer N, Arbous M, Gommers D, Kant K, et al. Incidence of thrombotic complications in critically ill ICU patients with COVID-19. 2020. [DOI:10.1016/j.thromres.2020.04.013] [PMID] [PMCID]



7. Azhdeh S, Mohammadi-Vajari M-A, Khaleghi M. Mesenteric Ischemia in a Case of COVID-19. Case Reports in Clinical Practice. 2020;5(Covid-19):141-4.
8. Iba T, Levy JH, Levi M, Thachil J. Coagulopathy in COVID-19. J Thromb Haemost. 2020;18(9):2103-9. [[DOI:10.1111/jth.14975](https://doi.org/10.1111/jth.14975)] [[PMID](#)] [[PMCID](#)]
9. Al-Samkari H, Karp Leaf RS, Dzik WH, Carlson JC, Fogerty AE, Waheed A, et al. COVID-19 and coagulation: bleeding and thrombotic manifestations of SARS-CoV-2 infection. Blood, The Journal of the American Society of Hematology. 2020;136(4):489-500. [[DOI:10.1182/blood.2020006520](https://doi.org/10.1182/blood.2020006520)] [[PMID](#)] [[PMCID](#)]
10. Dogra S, Jain R, Cao M, Bilaloglu S, Zagzag D, Hochman S, et al. Hemorrhagic stroke and anticoagulation in COVID-19. J Stroke Cerebrovasc Dis. 2020;29(8):104984. [[DOI:10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2020.104984](https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2020.104984)] [[PMID](#)] [[PMCID](#)]
11. Iba T, Levy JH, Connors JM, Warkentin TE, Thachil J, Levi M. The unique characteristics of COVID-19 coagulopathy. Critical Care. 2020;24(1):1-8. [[DOI:10.1186/s13054-020-03077-0](https://doi.org/10.1186/s13054-020-03077-0)] [[PMID](#)] [[PMCID](#)]
12. Thachil J, Tang N, Gando S, Falanga A, Cattaneo M, Levi M, et al. ISTH interim guidance on recognition and management of coagulopathy in COVID-19. J Thromb Haemost. 2020;18(5):1023-6. [[DOI:10.1111/jth.14810](https://doi.org/10.1111/jth.14810)] [[PMID](#)]
13. Becker RC. COVID-19 update: Covid-19-associated coagulopathy. J Thromb Haemost. 2020;50:54-67. [[DOI:10.1007/s11239-020-02134-3](https://doi.org/10.1007/s11239-020-02134-3)] [[PMID](#)] [[PMCID](#)]