

右鎖骨下動脈への中心静脈カテーテル誤挿入による 動静脈瘻を直視下手術で修復した一例

心臓血管外科 上田 遼馬, 坪田 秀樹, 本田 正典
工藤 雅文, 岡林 均

92歳男性。胸部ステントグラフト術前に右内頸静脈より中心静脈カテーテル(CVC: Central venous catheter)を留置した。術中透視でCVC動脈内留置が疑われ、術後CTで右鎖骨下動脈への誤挿入が判明した。圧迫止血、直視下手術、血管内治療を検討し、透視下血管造影併用でのCVC抜去、圧迫止血とした。抜去後造影で出血を認めず安定して経過したが、6日目に右鎖骨下動脈-右内頸静脈瘻を認めた。直視下手術で血管修復を行い、合併症なく退院した。CVCの動脈誤挿入に関する明確な治療指針は存在しないが、内頸静脈から留置したCVCの圧迫止血は不確実である。本症例もはじめから外科的修復術をすべきであった。
keywords : iatrogenic vascular injury, subclavian artery, arteriovenous fistula

1. 緒言

近年、動脈造影や血管内治療の普及に伴い、誤挿入による動脈の医原性損傷は増加している。しかし右内頸静脈から留置した中心静脈カテーテルの動脈誤挿入に関する明確な治療指針は存在しない。

今回われわれは、中心静脈カテーテル(CVC: Central venous catheter)による右鎖骨下動脈の医原性動脈損傷に対して圧迫止血を行ったが右鎖骨下動脈-右内頸静脈瘻を形成したため、外科的修復術を施行した症例を経験した。

2. 症例

症例：92歳，男性。

主訴：なし。

現病歴：Stanford B型急性大動脈解離に対して保存加療を行い、1年後に下行大動脈瘤が拡大して60mmを超えたため、胸部大動脈ステントグラフト内挿術(TEVAR: Thoracic Endovascular Aortic Repair)の方針とした。TEVAR施行前に右頸部へCVCを留置し、局所麻酔、鎮静にてTEVARを施行した。術中透視にてCVC先端が上行大動脈内へ迷入している可能性が疑われたため、CVCへ

圧ラインを接続したところ、動脈圧波形を認めた。TEVAR終了後のCT(Computed Tomography)にて、CVCが右内頸静脈を貫通し、右鎖骨下動脈へ誤挿入していることが判明した。

透視画像：CVCは右第一弓の上大静脈陰影には沿わず、縦隔陰影の中央に向かっていた(Figure 1)。

身体所見：身長147cm，体重41.0kg，血圧137/73mmHg，脈拍48/min洞調律，酸素飽和度95%。

TEVAR術前頭部MRI：加齢性慢性虚血脱髄巣は認めるが、明らかな梗塞巣や出血はなかった。左右椎骨動脈は脳底動脈で交通していた。

TEVAR術後CT：CVCは右内頸静脈を貫通し、椎骨動脈起始部付近の鎖骨下動脈から内腔へ刺入し、そのまま腕頭動脈内腔を経由して先端は上行大動脈まで挿入されていた(Figure 2)。カテーテル周囲に血腫形成は認めず解剖学的異常所見も認めなかった。右総頸動脈・鎖骨下動脈分岐部からCVC刺入部までの距離は31mm。右鎖骨下動脈血管径は中枢側13×15mm，末梢側13×13mmであった。椎骨動脈起始部とCVC刺入部までの距離は7mmであった。

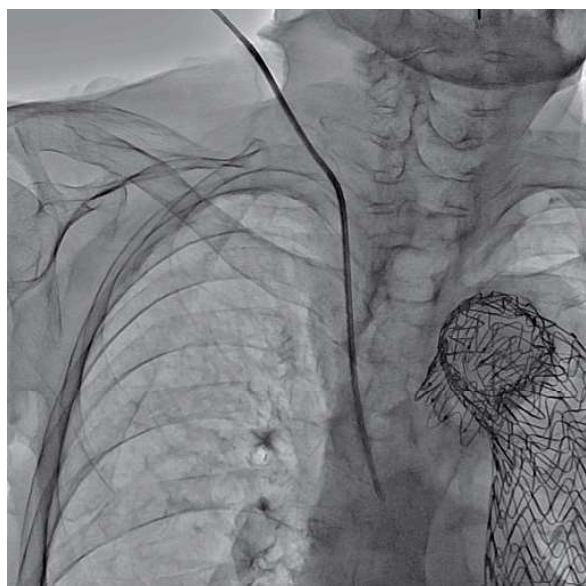


Figure 1. Fluoroscopic images during the Thoracic Endovascular Aortic Repair (TEVAR) procedure. The central venous catheter did not follow the superior vena cava, but it was directed toward the center of the mediastinal shadow.

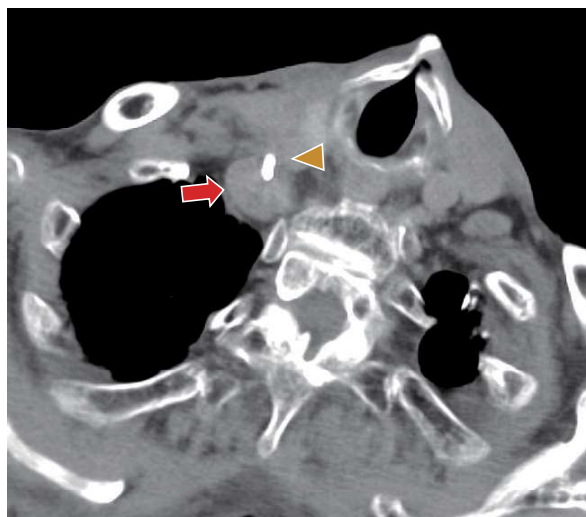


Figure 2. Plain Computed Tomography (CT) image after Thoracic Endovascular Aortic Repair (TEVAR) procedure. The triangular mark indicates the central venous catheter, and the arrow indicates the right subclavian artery.

治療方針：右鎖骨下動脈の CVC 刺入部位は体表面から 3 cm 程度の深さであったため、圧迫止血が可能でもっとも低侵襲治療であると考えられた。しかし、圧迫のみでは十分な止血を得られずに、出血するリスクも考えられた。そのためハイブリッド室にて透視下で血管造影を行い、extravasation (造影剤の血管外への漏出)の有無の評価を行いながら、圧迫止血を行う方針とした。

治療所見：仰臥位、鎮静にて施行した。右上腕動脈より 4 Fr シースを挿入し、造影カテーテルを腕頭動脈付近まで留置した。透視下で CVC を緩徐に抜去し、抜去直後から刺入点の用手的圧迫を開始した。圧迫中の血管造影では、extravasation を認めなかった。30 分圧迫を継続し、圧迫を解除して同様に血管造影をしても、extravasation を認めなかった (Figure 3)。有効な圧迫止血が得られたと考え、手技を終了した。



Figure 3. Fluoroscopic images after pull and pressure procedure of the central venous catheter. Contrast of the right internal jugular vein was not detected on right subclavian artery angiography.

抜去後経過：ICUにて管理した。循環動態に異常はなく、呼吸状態悪化や神経学的異常所見も認めなかった。12時間経過でも創部の皮下出血は認めず、翌日の胸部X線写真で右胸腔異常陰影はなかったため、出血による血腫形成や胸腔穿破は生じなかったと考えた。術後3日目の創部血管超音波検査では、右鎖骨下動脈の血管外ジェット血流を認めず、周囲の液体貯留も認めなかった。また、右内頸静脈内の血栓形成を認めず、良好な血流シグナルを確認できた。しかし術後6日後の創部血管超音波検査では、右鎖骨下動脈から右内頸静脈に繋がる蛇行した脈管構造を認め、右内頸静脈交通部で動脈性拍動血流シグナルを認めた。右内頸静脈への動脈血流流入が疑われた。造影CTで右鎖骨下動脈-右内頸静脈間の動静脈瘻(AVF: arteriovenous fistula)を認めた(Figure 4)。AVF修復の方針とした。血管内治療によるステントグラフトでは椎骨動脈を閉塞させる可能性があったため、直視下による血管修復術を施行する方針とした。

AVF手術所見：全身麻酔にて手術を施行した。右上腕動脈に4Frシースを挿入した。オクルージョンバルーンをあらかじめ準備しておき、出血時に速やかに挿入できるようにしておいた。右上腕動脈より造影カテーテルを挿入し、右鎖骨下動脈を造影すると右内頸静脈が薄く造影された。右鎖骨上を約5cm切開して右鎖骨下動脈を露出し、血管造影で右椎骨動脈が温存されていることを確認しつつ甲状頸動脈を剥離した。甲状頸動脈の背側より出血点を認め、出血部には血管の断端が見えたため、AVF部分と考えられた。5-0 Prolene U stay suture 2針にて止血した。他にAVFを来たす出血点がないことを確認し、再度血管造影にて右内頸静脈が造影されないことが確認できたため手技を終了した。

術後経過：ICUに入室して管理した。循環動態に問題なく、翌日一般病棟へ移床した。創部に問題はなく、術後超音波検査でAVFの消失を確認し、9日目に自宅退院となった。術後2週間、1カ月後、3カ月後の創部超音波検査では、右鎖骨下動脈の血管外血流シグナルを認めず、右鎖骨下動脈-右内頸静脈間

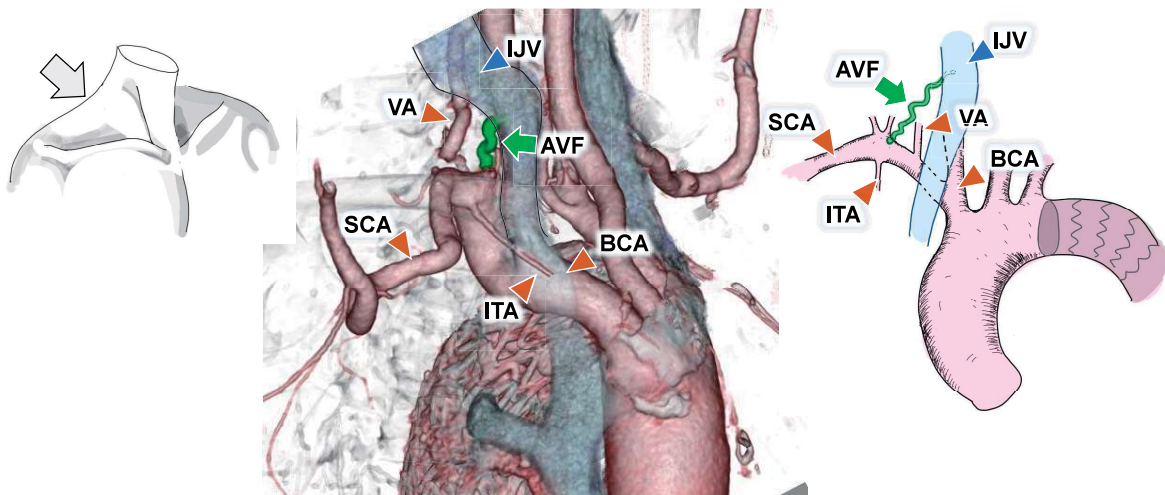


Figure 4. Enhanced Computed Tomography (CT) image after pull and pressure procedure of the central venous catheter.

IJV, internal jugular vein; VA, vertebral artery; SBA, subclavian artery; BCA, brachiocephalic artery; ITA, internal thoracic artery.

にシャント血流を認めなかった。術後6カ月後の経過で神経学的異常はなく、単純CTで右鎖骨下動脈周囲血腫を認めない。

3. 考 察

(1) 一般的なCVCに伴う合併症について

CVC留置は医療現場において頻繁に実施される手技である。近年動脈造影や血管内治療の普及に伴い、CVC誤挿入による医原性動脈損傷は増加している¹⁾。一般に、CVC留置における合併症には、動脈穿刺、血腫、気胸、血胸、縦隔血腫、心タンポナーデ、空気塞栓、不整脈、局所神経損傷などが多く知られる²⁾。

2003年～2004年にかけての報告では、内頸静脈からCVCを挿入する際に動脈誤穿刺は6.3～9.5%の頻度で発生し¹⁾、カテーテル誤挿入は0.17%に起こることが報告されている³⁾。その後、従来のランドマーク法に代わり超音波ガイド法が普及してきたことにより、動脈誤挿入の頻度が減少したとされるが⁴⁾、2015年の報告で、内頸静脈へのCVC挿入時の動脈誤挿入は984例中、2例認めたと報告されている⁵⁾。

また、鎖骨下動脈や総頸動脈の医原性損傷は、動脈解離・仮性動脈瘤や動静脈瘻、血栓塞栓による脳梗塞、血腫による気道閉塞や血胸による出血性ショックなどの重篤な合併症を引き起こし、中には死亡例の報告もみられる^{2, 6)}。日本医療安全調査機構⁷⁾によれば、2017年1月～2020年12月までの4年間において、CVC関連死亡の報告は62例であった。穿刺手技に関連するものは40例で、うち36例はCVCの動脈内誤挿入に起因するものであった。そのうち4例は抜去後用手圧迫にて止血を行い、いずれも数時間から2日以内に出血を契機に死亡している。動脈内に誤留置あるいはその疑いがあると判断された場合は、血管外科・胸部外科・脳神経外科・放射線科・循環器内科など、関係診療科に相談して、直視下外科的修復あるいは血管内治療による止血も施行できるよう準備のうえで対応することが望ましい、と提言されている。

(2) CVCの動脈誤挿入に対する治療法について

内頸静脈からCVCを留置した際の動脈誤挿入に関する明確な治療指針は存在しないが、治療法としてはいくつかの報告がある。単純にCVCを抜去しその後圧迫する方法(圧迫止血)、外科手術により刺入部や動脈を露出しながら直視下で抜去する方法(直視下手術)、血管内治療により抜去直後に誤挿入した動脈内にステントグラフトを留置する方法(血管内治療)、止血デバイスを用いる方法などである。

本邦の「安全な中心静脈カテーテル挿入・管理のためのプラクティカルガイド」によれば⁸⁾、動脈誤挿入発生の際は、

- 1) 圧迫可能な部位に7Fr(直径2.3mm相当)以下のカテーテルが挿入された場合、抜去して10分間外部から圧迫すれば問題なく抜去可能。
- 2) 7Frより大きいカテーテルやダイレーターが動脈に挿入された場合、または圧迫不可能な血管に挿入された場合、安全にカテーテルを抜去するために血管外科医に相談するべきとしている。

これはFrykholmら⁹⁾が作成したガイドラインを参考としているが、圧迫止血の可否におけるカテーテル径を7Frとしている根拠は症例報告レベルであり、エビデンスに乏しい^{10, 11)}。このようにCVCの動脈誤挿入症例に対する明確な治療指針が存在していないため、症例ごとに動脈穿通部位、血管走行、年齢や合併症、全身状態などを考慮し、十分な検討をした上で、治療法を決定するべきと考えられている¹⁰⁾。

圧迫止血による治療は一番簡便で侵襲度が低いですが、その後の合併症率ももっとも高いとされる。Shahら³⁾の報告によれば、頸動脈または鎖骨下動脈へ迷入したCVCに対する治療として、11例中2例で単純抜去後圧迫止血を行ったところ、1例は脳梗塞を発症し、もう1例は仮性動脈瘤を合併し追加の外科的手術を受けた。残り9例は外科治療にて抜去を行い、合併症を認めなかった。また、Shahら³⁾は4つの先行文献^{12～15)}をまとめ、動脈誤挿入に対して単純抜去後圧迫止血を行った19例のうち、6

例で何らかの合併症が生じ、2例が死亡したと報告した。Guilbertら²⁾は、CVC動脈誤挿入13例に対して、5例で単純抜去後圧迫治療を施行し、そのうち1例は重大な脳梗塞を合併して死亡し、4例は仮性動脈瘤や出血などのために追加治療を要したと報告した。残りの8例は手術または血管内治療を受けて、合併症なく経過したと報告した。いずれの報告においても単純抜去後圧迫止血による治療成績は決して芳しくなかった。

一方、直視下手術や血管内治療では、合併症の報告は少ない。しかし直視下手術においては、直視下で確実な抜去や止血が可能である一方、非常に侵襲的であり、約半数に鎖骨切開や開胸操作が必要との報告もある¹⁶⁾。また、症例によっては解剖学的に治療困難な可能性もある。血管内治療においては、治療成績は直視下手術と同等でかつ低侵襲であり、本邦では2016年より血管損傷に対するVIABAHNの使用が適応となったため、保険診療も可能である。本邦の症例報告も複数散見し、有用な手段であると考えられている^{10, 17~19)}。しかし、血管内治療では椎骨動脈や内胸動脈などの重要な分枝を塞栓するリスクがあり、Landing zoneを20mm以上確保するため解剖学的に症例選択が重要である。また長期成績について不明であり、遠隔期の閉塞や感染症の懸念もあり得る。止血デバイスについては症例報告レベルで成功例を散見する^{20, 21)}。一方、本邦においては保険診療ではなく、長期成績についても不明である。

このように、CVC誤挿入に対する単純抜去後圧迫止血以外の方法について欠点はあり得るが、それでもなお動脈誤挿入に対する治療成績としては比較的良好であると考えられる。

(3) 本症例の治療選択について

本症例においては上記の治療選択、成績などを事前にすべて調査した上で、それでもなお単純抜去後圧迫止血の方法を選択した。その理由は大きく2つある。第一に、患者の年齢を考慮した際に、直視下手術は極めて高侵襲であると考えたためである。本症例は92歳と超高齢で

あり、全身麻酔を必要とする直視下手術への耐術能が不足していると判断した。また追加で皮膚切開を加える手術を施行することを患者と家族が強く反対した。そのため、可能な限り直視下手術は回避したかった。また第二に、血管内治療における分枝血管閉塞のリスクを考えたためである。本症例においては、CVCの鎖骨下動脈刺入点と椎骨動脈起始部は7mmと近接していたため、血管内治療でステントグラフトを留置した際は椎骨動脈を閉塞させる必要があった。術前検査で両側椎骨動脈の頭蓋内での交通は確認されていたが、可能な限り椎骨動脈閉塞を回避したかった。

そのため、やむを得ず単純抜去後圧迫止血を選択した。ただし、あらかじめ急変に十分備えた状態で、透視下血管造影併用にて施行した。手術手技については症例にて示したとおりである。しかし、結果的にはAVFが形成され、追加治療が必要になった。

(4) AVF修復術について

目的血管には鎖骨上切開で到達可能であることが予測されたため、直視下手術にてAVF修復を行う方針とした。その他の治療法として、血管内治療は椎骨動脈閉塞リスクや、右内頸静脈止血のための圧迫が、静脈狭窄や血栓を来す可能性が考えられたため選択しなかった。また止血デバイスでは確実な止血が不可能と考えられたため選択しなかった。

外科手術により確実に出血点を同定し修復することができ、合併症なく自宅退院できた。

(5) 動脈誤挿入したCVCに対する治療戦略

本邦において、現時点ではCVCを動脈誤挿入した際の明確な治療指針は存在しない。しかし、Guilbertら²⁾が提唱するアルゴリズムは具体的で有用であると考えられる。すなわち7Fr以上のカテーテルが動脈内へ誤挿入した場合、

- 1) まずは抜去せずに血管外科へコンサルテーションを行う。外科的修復術が可能であると判断すれば、直視下手術にてカテーテルを抜去し、直接血管修復する。
- 2) 外科的修復術が困難と判断すれば、速やか

に血管造影またはCTなどで評価して、ステントグラフトまたは血管止血デバイスなどを検討する。

- 3) もしCVCを抜去後であれば、速やかに血管造影またはCTなどで動脈損傷を評価し、気道、神経学的変化、血圧管理に注意して経過観察する。

この方法は極めて有用な治療アルゴリズムであると考えられる。また本症例において、圧迫止血のみでは不十分であり、AVFを合併したことを反省した際、上記のアルゴリズムに従えばはじめから外科的修復術を行うべきであったと考えられる。

4. 結 語

右内頸静脈から留置したCVCが右鎖骨下動脈に誤挿入した症例に対し、透視下血管造影併用にて圧迫止血を行ったがAVFを形成したため、結果的に外科的修復術を要した症例を経験した。動脈損傷に対する治療法は多数報告されているが、圧迫止血のみではやはり不確実であり、本症例のようにAVFなどの合併症を来し得る。

文 献

- 1) Ouriel K: Preventing complications of central venous catheterization. *N Engl J Med* **348**(26): 2684-2686, 2003.
- 2) Guilbert MC, Elkouri S, Bracco D, et al.: Arterial trauma during central venous catheter insertion: Case series, review and proposed algorithm. *J Vasc Surg* **48**(4): 918-925, 2008.
- 3) Shah PM, Babu SC, Goyal A, et al.: Arterial misplacement of large-caliber cannulas during jugular vein catheterization: case for surgical management. *J Am Coll Surg* **198**(6): 939-944, 2004.
- 4) Leung J, Duffy M, Finckh A: Real-time ultrasonographically-guided internal jugular vein catheterization in the emergency department increases success rates and reduces complications: a randomized, prospective study. *Ann Emerg Med* **48**(5): 540-547, 2006.
- 5) Parienti JJ, Mongardon N, Mégarbane B, et al.: Intravascular Complications of Central Venous Catheterization by Insertion Site. *N Engl J Med* **373**(13): 1220-1229, 2015.
- 6) Bowdle A: Vascular complications of central venous catheter placement: evidence-based methods for prevention and treatment. *J Cardiothorac Vasc Anesth* **28**(2): 358-368, 2014.
- 7) 日本医療安全調査機構(医療事故調査・支援センター). 医療事故の再発防止に向けた提言 第17号「中心静脈カテーテル挿入・抜去に係る死亡事例の分析—第2報(改訂版)—(2023年3月)」。[引用 2023-05-10]. <https://www.medsafe.or.jp/uploads/uploads/files/teigen17comP.pdf>
- 8) 日本麻酔科学会 安全委員会. 安全な中心静脈カテーテル挿入・管理のためのプラクティカルガイド 2017 (2017年6月改訂). [引用 2023-05-10]. https://anesth.or.jp/files/pdf/JSA_CV_practical_guide_2017.pdf
- 9) Frykholm P, Pikwer A, Hammarskjöld F, et al.: Clinical guidelines on central venous catheterisation. *Swedish Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine. Acta Anaesthesiol Scand* **58**(5): 508-524, 2014.
- 10) 梅田璃子, 中島智博, 伊庭裕 他: 右鎖骨下動脈への中心静脈カテーテル誤挿入に対し血管内治療を施行した1例. *日本心臓血管外科学会雑誌* **51**(6): 368-371, 2022.
- 11) Pikwer A, Acosta S, Kölbl T, et al.: Management of inadvertent arterial catheterisation associated with central venous access procedures. *Eur J Vasc Endovasc Surg* **38**(6): 707-714, 2009.

- 12) Kron IL, Joob AW, Lake CL, et al.: Arch vessel injury during pulmonary artery catheter placement. *Ann Thorac Surg* **39**(3): 223-224, 1985.
- 13) Golden LR: Incidence and management of large-bore introducer sheath puncture of the carotid artery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* **9**(4): 425-428, 1995.
- 14) Shah KB, Rao TL, Laughlin S, et al.: A review of pulmonary artery catheterization in 6, 245 patients. *Anesthesiology* **61**(3): 271-275, 1984.
- 15) Schwartz AJ, Jobes DR, Greenhow DE, et al.: Carotid artery puncture with internal jugular cannulation. *Anesthesiology* **51**(3): S160, 1979.
- 16) Branco BC, Boutrous ML, DuBose JJ, et al.: Outcome comparison between open and endovascular management of axillosubclavian arterial injuries. *J Vasc Surg* **63**(3): 702-709, 2016.
- 17) Yoshida H, Ikemoto S, Tokinaga Y, et al.: Successful removal of a central venous catheter misplaced in the right subclavian artery using an intravascular stent: a case report. *JA Clin Rep* **7**(1): 15, 2021.
- 18) 桑内慎太郎, 善甫宣哉, 坂下英樹 他: 医原性右鎖骨下動脈損傷に対する VIABAHN ステントグラフト留置術の1例. *日本心臓血管外科学会雑誌* **49**(2): 86-89, 2020.
- 19) Cao Y, Koide M, Watanabe M: Viabahn Stent graft for inadvertent insertion of a central venous catheter in the subclavian artery. *World J Cardiovasc Dis* **12**(7): 397-402, 2022.
- 20) Chivate RS, Kulkarni SS, Shetty NS, et al.: Percutaneous repair of iatrogenic subclavian artery injury by suture-mediated closure device. *Indian J Radiol Imaging* **26**(2): 262-266, 2016.
- 21) Discalzi A, Maglia C, Ciferri F, et al.: Percutaneous closure of accidentally subclavian artery catheterization: time to change first line approach? *CVIR Endovasc* **5**(1): 23, 2022.