

# Hirnvenen- und Sinusthrombosen, wenn Seltenes plötzlich zur Routine wird...

Autorin: Dorina Petersen, MTRA, Elbe-Jeetzel-Klinik, Dannenberg

**In den letzten Wochen häufen sich Berichte zu Hirnvenen- und Sinusthrombosen (CVST) im Zusammenhang mit der Covid-19 Schutzimpfung mit dem Impfstoff von AstraZeneca. In den radiologischen Abteilungen stellen sich mehr und mehr Patienten mit der Verdachtsdiagnose vor, bei denen nun die bildgebende Diagnostik gefragt ist.**

Seit 2005 bin ich examinierte MTRA und arbeite in der radiologischen Diagnostik einer kleinen Klinik. Bis heute habe ich in dieser Zeit insgesamt vielleicht zehn Patienten mit dem Verdacht auf Hirnvenen- oder Sinusthrombose gesehen. Von diesen Patienten bestätigte sich die Diagnose bei vielleicht Dreien. In den letzten zwei Monaten waren es allein bei uns in der Klinik zehn Patienten mit dem Verdacht auf CVST, in anderen Häusern, mit denen ich in Kontakt bin, deutlich mehr. Dort kommen täglich Patienten mit dieser Verdachtsdiagnose, wovon sich kaum eine bestätigt.

## Symptomatik

Die Hirnvenen- bzw. Sinusvenenthrombose ist eine seltene Erkrankung. Die Inzidenz beträgt etwa 3-5/1.000.000 Einwohner pro Jahr. Unter Umständen können diese Zahlen etwas schwanken, da viele CVST aufgrund der geringen Symptomatik nicht erkannt werden. Dennoch ist die Erkrankung nicht zu unterschätzen.

### Hirnvenen- und Sinusvenenthrombose

Der Begriff Hirnvenen- und Sinusthrombose (CVST) umfasst die Sinusthrombose und die Hirnvenenthrombose. Bei der **Sinusthrombose** kommt es zu einem Verschluss eines oder mehrerer Sinus durae matris, bei der **Hirnvenenthrombose** zu einem Verschluss einer oder mehrerer Hirnvenen, häufig der Vena cerebri magna. Da beide meist gemeinsam auftreten, werden sie häufig als Sinusvenenthrombose zusammengefasst.

Eine Besonderheit der zerebralen Venen ist die Abwesenheit von Venenklappen. So ist ein Blutfluss prinzipiell in beide Richtungen möglich ist. Aufgrund zahlreicher Kollateralen und eines ausgeprägten Anastomosennetzes kann eine Thrombose größerer Gefäße unter Umständen durch eine Blutflussumkehr kompensiert werden.

Etwa 0,5 % aller Schlaganfälle und 5 % der intrakraniellen Blutungen, vor allem bei jungen Menschen, sind auf eine CVST zurückzuführen. Gleichzeitig ist die Diagnose für die Ärzte und die Diagnostik für MTRA nicht einfach. Unspezifische Symptome sind:

- Andauernde Kopfschmerzen
- Übelkeit, Erbrechen
- Bewusstseinsstörungen und
- epileptische Anfälle

Der Verlauf kann schwerwiegend sein und zum Tod des Patienten führen. Die neurologischen Symptome treten selten akut auf, sie entstehen meist über einen längeren Zeitraum, Tage, Wochen bis Monate können vergehen bis es für den Patienten „nicht mehr erträglich“ ist. Damit haben Hirnvenenthrombosen einen ganz anderen Verlauf im Vergleich zu arteriellen Gefäßverschlüssen.

## Ursachen und Risikofaktoren

Zu den Ursachen und Risikofaktoren der CVST zählen unter anderem hormonelle Faktoren, wie orale Kontrazeptiva oder Hormontherapien in der Menopause, Schwangerschaft und Wochenbett, lokale Infektionen (Mastoiditis, Otitis media u.a.), Schädel-Hirn-Trauma, Thrombophilien sowie die Impfung gegen SARS-CoV-2 mit dem Impfstoff AZD1222 von AstraZeneca. Ein kausaler Zusammenhang ist für die Impfung noch nicht abschließend geklärt. Man vermutet jedoch, dass es zu einer Antikörperbildung kommt, welche die Thrombozyten aktiviert, als wäre ein Gefäß verletzt. Dies kann dann im unglücklichen Fall, zu einer Thrombose führen. Betroffen sind vor allem Frauen unter 55 Jahren. Erste Symptome treten 5 bis 14 Tage nach der Impfung auf.

## Diagnostik

Die Diagnostik der Sinusvenenthrombose umfasst Blutbild und die Schnittbilddiagnostik. Der Bestim-



**Abb. 1:** Axiales natives CCT-Schnittbild mit einem hyperdensen Sinus (Pfeile) als indirektes Zeichen einer möglichen Sinusvenenthrombose



**Abb. 2:** Axiales Post-KM CT Schnittbild mit einem „empty triangle sign“

mung der D-Dimere kommt neben der Thrombophiliediagnostik eine besondere Bedeutung zu. D-Dimere sind ein Abbauprodukt des Fibrins. Der Wert wird auch bei Verdacht auf eine Lungenembolie oder tiefe Beinvenenthrombose bestimmt. Allerdings sind erhöhte D-Dimere unspezifisch. Sie sind ebenfalls erhöht bei Vorliegen einer Thrombose, nach chirurgischen Eingriffen, im erhöhten Alter, bei Schwangerschaft oder bei einer Leberzirrhose. Da der D-Dimer-Wert bei Patienten mit einer CVST normal sein kann, muss bei klinischer Symptomatik eine weitergehende Diagnostik folgen!

### Bildgebung: CT

Auch wenn das MRT der Goldstandard bei der Diagnostik einer CVST ist, kann ohne Probleme auch auf das CT zurückgegriffen werden. Der Nachweis einer CVST ist jedoch ohne Kontrastmittelgabe häufig nicht möglich. In der nativen cranialen CT zeigen sich indirekte Zeichen der Venenverschlüsse, wie Infarktzeichen über arterielle Gefäßgrenzen hinweg-ragend oder dicht an einem venösen Ableiter liegend, intrakranielle Blutungen (hyperdense Areale), Ödeme (hypodense Areale), hyperdense Venen, ein hyperdenser Confluens oder ein hyperdense duraler Sinus (Abb. 1).

Da der Thrombus sich je nach Alter unterschiedlich darstellt, ist es nur selten möglich, im ausschließlich nativen CCT eine CVST sicher auszuschließen. Selten stellt sich ein Thrombus mit einer geringen Sensitivität hyperdens dar, in der Vene nennt man dies dann „dense vein sign“. Zeigt er sich im Sinus, spricht man



**Abb. 3:** Axiales Post-KM CT Schnittbild mit sichtbar umspültem Thrombus im Sinus transversus

vom „cord sign“. Nach Kontrastmittelgabe achtet man vor allem auf Kontrastmittelaussparungen in den Venen oder den Sinus, also auf einen unterbrochenen Blutfluss aufgrund eines Thrombus. Gelegentlich kommt zu einer Kontrastmittelumspülung im Sinus, welches auch als „empty triangle sign“ oder „empty delta sign“ bezeichnet wird (Abb. 2, Abb. 3).

Da diese Untersuchung keine Routine-Untersuchung ist, stellt sich die Frage nach der optimalen Untersuchung. Dazu meine Erfahrungen: Prinzipiell ist es egal, an welchem Gerät man sitzt und wieviel Zeilen das CT hat, also wie schnell es ist (optimale Rotationsgeschwindigkeit 0,5-0,75). Wichtig ist, dass der richtige Zeitpunkt des Scans während der Kontrastmittelanflutung erwischt wird.

### Untersuchungsvariante 1

Man sitzt am CT und es gibt kein Protokoll für die CVST. In diesem Fall kann ohne Probleme das Protokoll der Carotis-Angiographie verwendet werden. So hat man die richtigen Fenster- und Dosiswerte zur Verfügung. Bei der Diagnostik der CVST benötigt man kein Bolustracking. Warum nicht? Gelegentlich stellt sich eine Vena jugularis prominenter dar als die Vena jugularis der Gegenseite. Ebenso kann dies der Fall bei den Sinus durae matris sein. Legt man die Bolusschicht nun auf Höhe der V. jugularis und den ROI in die eventuell nicht so gut anflutende Seite, kann es schnell passieren, dass man mit dem Scan zu spät ist. Oder umgekehrt, wenn man die prominente Seite erwischt, dass das CT die Bilder zu früh akquiriert. Auch dann ist der Kontrast nicht gut. Um auf Sicht zu starten, sollte man sich der Anatomie im Hals sicher sein. Ein anderer

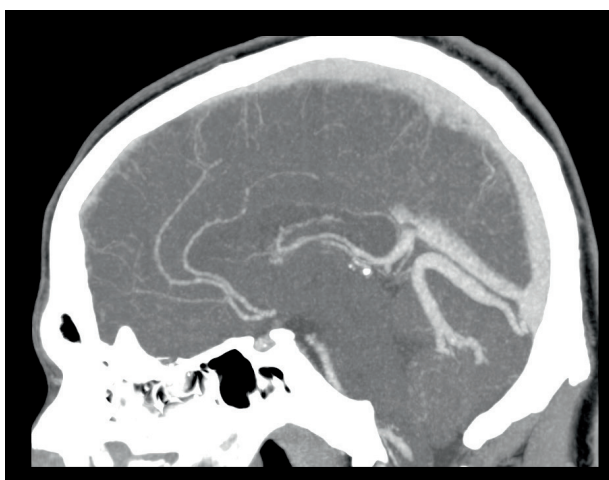


Abb. 4: Sagittale MIP eines Post-KM CCT mit guter Kontrastierung der Hirnvenen

viel einleuchtender Grund ist die Zeit, die das Kontrastmittel benötigt, um in den Hirnvenen anzukommen: 40-45 Sekunden! Ich empfehle also in so einem Fall:

- das Protokoll der Carotis-Angiographie
- Bolusschicht und Bolustracking (Philips) (Pre Monitoring und Monitoring bei Siemens, Sure Start bei Canon) löschen
- Kontrastmittel 70 ml mit einem 3er Flow + 30 ml NaCl mit einem 3er Flow
- Einlaufzeit 33,3 Sekunden für Kontrastmittel und NaCl

Der Scan wird nach 40 Sekunden gestartet oder es wird ein Delay von 40 Sekunden eingegeben wie beispielsweise bei einem portal-venösen Abdomen. Optimalerweise können der Sinus und die kortikalen Venen in einer guten Kontrastmittelfüllung dargestellt werden (Abb. 4).

### Untersuchungsvariante 2

Es wird ein Protokoll (natives CCT mit folgender Angiographie) mit festem Delay hinterlegt, dass auch ungeübte Kollegen eine venöse Angiographie ohne Probleme fahren können. Sollte der Radiologe nach dem CCT kein Kontrastmittel wollen, kann die Untersuchung abgebrochen werden, ansonsten wird fortgefahren. Mehr Kontrastmittel kann immer gegeben werden, jedoch besteht ab einer bestimmten Menge kein wirklicher Vorteil mehr. Meiner Erfahrung nach sollte das Kontrastmittel mindestens 30 Sekunden einlaufen und der Scan nach 40 Sekunden starten.

### Fehlinterpretationen

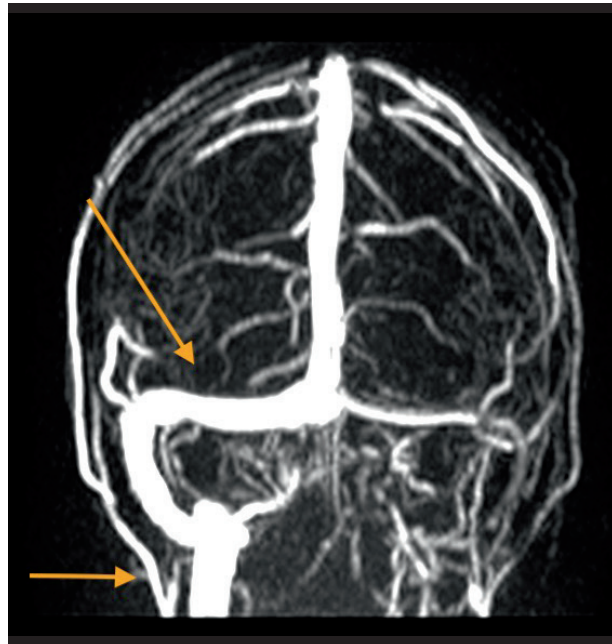
Ein alleiniges CCT nativ ist aufgrund zahlreicher negativer Befunde zur Diagnose CVST nicht geeignet. Wird kein oder zu wenig Kontrastmittel gegeben, sind Fehlinterpretationen der Bilder durch anatomische Normvarianten möglich. Hierzu zählen bezogen auf den Sinus die Paccionischen Granulationen oder intrasinusoidale Septen, welche Füllungsdefekte vortäuschen können. Paccionischen Granulationen sind kleine gefäßreiche Ausstülpungen der Arachnoidea, die durch die Dura mater treten. Ihre Hauptaufgabe ist die Resorption des Liquors.

Tab. 1: Signalintensitäten eines Thrombus abhängig vom Alter

Sequenz	0-5 Tage	6-15 Tage	> 15 Tage
<b>T1</b> hyperintens isointens hypointens	<b>isointens</b> (gelegentlich hyperintens)	<b>hyperintens</b>	<b>isointens</b> (gelegentlich hyperintens)
<b>T2</b> hyperintens isointens hypointens	<b>hypointens</b> (gelegentlich hyperintens, selten isointens)	<b>hyperintens</b> (gelegentlich isointens, seltener hypointens)	<b>isointens</b> (häufig auch hyperintens, seltener hypointens)



**Abb. 5:** Axiales T1 Schnittbild mit einem hyperintensiven Sinus transversus links als Zeichen einer CVST



**Abb. 6:** Native Phasenkontrastangiographie mit prominenten rechten Sinus und Vena jugularis

### Bildgebung: MRT

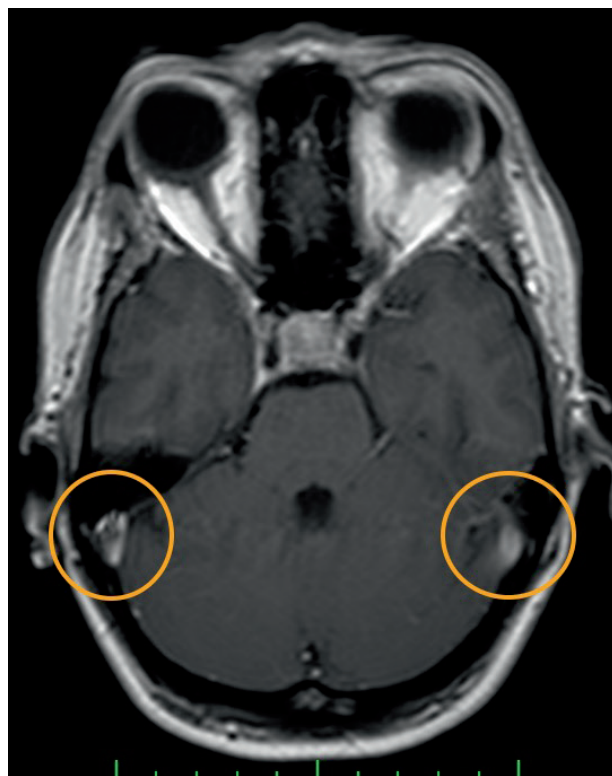
Das MRT ermöglicht neben einer direkten Visualisierung des Blutflusses auch eine deutlich sensitivere Beurteilung des Parenchyms. Spezielle Sequenztypen sind in der Lage, Mikroblutungen, Thromben auch intraluminal, Infarkte und/oder Ödeme unterschiedlichen Alters darzustellen. Diese Vorzüge machten das MRT rasch zum Goldstandard bei der Fragestellung nach einer CVST. Verwendet werden bei einem Standardprotokoll:

- T1- und T2-gewichtete Spin-Echo-Sequenzen die FLAIR
- T2\*-gewichtete Gradientenecho-Sequenz
- verschiedene MR-Angiographie Techniken

Bei der Interpretation der MRT-Bilder muss bedacht werden, dass sich das Thrombussignal abhängig von der verwendeten Sequenz und vom Alter des Thrombus deutlich ändert. Der Grund hierfür sind die Abbauprodukte des Hämoglobins, welche unterschiedliche Signale im MRT wiedergeben. Und obwohl im MRT eine deutlich sensitivere Beurteilung eines Thrombus möglich ist als im CT, kann auch hier nicht zu 100 % vorhergesagt werden, in welchem Stadium sich eine Thrombose befindet. Häufige Signalintensitäten der Thromben sind in Tabelle 1 dargestellt.

An einen Thrombus sollte vor allem dann gedacht werden, wenn in den T2 Sequenzen eine Hypointensität in der Vene oder ein Signalabfall im Sinus zu beobachten ist. Auch wenn sich in den nativen T1 und FLAIR Sequenzen der Sinus oder die Venen, besonders wenn es einseitig ist, hyperintens darstellen (Abb. 5).

Begleitphänomene wie Ödeme oder Blutungen sollten nicht außer Acht gelassen werden. Die T2\* Sequenzen



**Abb. 7:** Post KM T1 Bild bei dem gleichen Patienten. Es zeigt sich, dass es sich um eine Normvariante handelt.

sollten im Standardprotokoll unbedingt enthalten sein, da sie bis zu einem Jahr nach Auftreten einer Thrombose auch von kleinsten Blutungen noch Blutabbauprodukte in Form von Suszeptibilitäten hypointens darstellen. Wichtig ist, dass diese Zeichen allein nicht ausreichen.

Auch im MRT sollte nicht auf eine Kontrastmitteldgabe verzichtet werden, um zum Beispiel die Wände

der Gefäße und Umspülungen, aber vor allem den Blutfluss darzustellen. Das spielt eine große Rolle bei Patienten mit Normvarianten, wenn beispielsweise ein Sinus prominenter angelegt ist als der andere. Verlässt man sich dann auf die nativen Sequenzen und nativen MR-Angiographie-Techniken, kommt es rasch zu Missverständnissen und Fehlinterpretationen (Abb. 6, Abb. 7).



**Abb. 8:** Axiales Post-KM T1 Schnittbild mit Paccionischer Granulation im Sinus transversus links

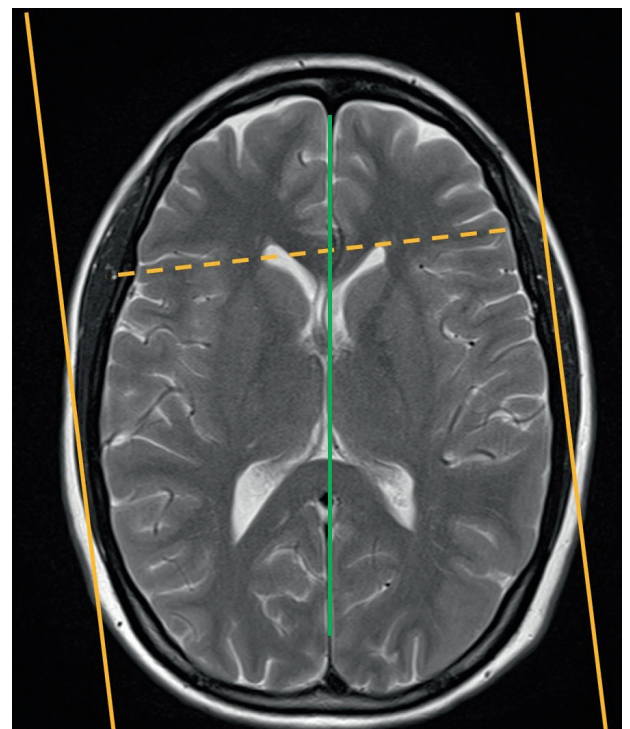
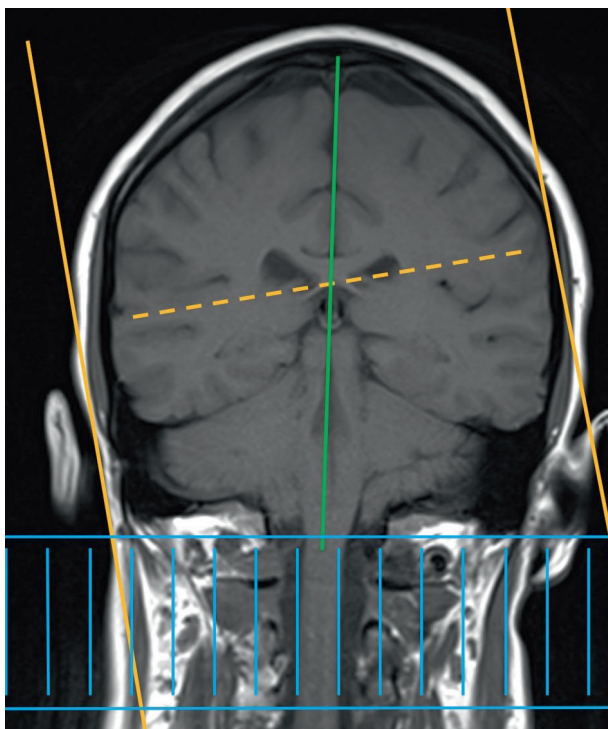
Zu erwähnen sind auch hier die Paccionischen Granulationen, die sich normalerweise in T1 iso- bis hypointens darstellen, in T2 hyperintens und kein Kontrastmittel aufnehmen (Abb. 8). Nicht selten werden sie von nichtgeschultem Auge mit einem Thrombus verwechselt, weshalb Auffälligkeiten stets mit anderen Sequenzen und Orientierungen verglichen werden sollten. Paccionische Granulationen können sehr groß werden, sind aber nur selten der Grund für eine Flussbehinderung.

Bei den nativen MR-Angiographie-Techniken empfiehlt es sich, bei der Planung auf eine leichte Kippung auf den coronaren und axialen Schnittbildern zu achten, um Flussartefakte zu verhindern (Abb. 9, Abb. 10). Ein Sättigungsband unterhalb des Schichtblockes, sättigt die Arterien ab.

Um die Bildqualität zu optimieren und einen Standard zu erhalten, sollte bei der Planung der MRT-Untersuchung auf ein immer gleiches Kontrastmittelmanagement zurückgegriffen werden. Auch hier empfehle ich die Bildakquirierung 40-45 Sekunden nach Start der Kontrastmitteldosis. Als Beispiel: 15 ml KM/1er Flow mit nachfolgenden 15ml NaCl/1er Flow, 15 Sekunden Wartezeit, Start der Untersuchung. Prinzipiell empfiehlt es sich, einen Injektor für die Untersuchung zu verwenden, um den Untersuchungsablauf zu optimieren.

### Fazit

Welche Untersuchung auch gewählt wird, die Hirnvenen und Sinus gut darzustellen, prinzipiell ist es Übungssache, die mit ein paar Tipps und Tricks recht schnell zu bewerkstelligen ist. Viel Erfolg!



**Abb. 9, Abb. 10:** Planungsebene für native MRT