

# Computertomographie beim schwerverletzten Patienten – Teil 1

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

Bei schwerverletzten, polytraumatisierten Patienten wird in der Regel ein Ganzkörper-CT (Traumaspirale, Polytrauma-CT) durchgeführt. Solche Notfallsituationen gehören für die meisten MTRA nicht zur Routine. Daher ist es sinnvoll, die Abläufe bei einem Polytrauma-CT gut zu kennen, um sicher, überlegt und schnell agieren zu können. Der folgende Artikel geht auf Voraussetzungen und Patientenvorbereitung ein. In der nächsten Ausgabe der radiologie technologie werden dann die verschiedenen Protokolle dargestellt.

Wir haben es nicht immer leicht! Der Alltag in der radiologischen Diagnostik beinhaltet nicht nur Patienten auflegen, Kontrastmittel anschließen und schon gar kein ausschließliches „Knöpfchen drücken“! Auch wenn sich unter Kollegen außerhalb unseres Fachbereiches sowie innerhalb der Bevölkerung - vorausgesetzt die Menschen wissen überhaupt, wer wir sind und was wir machen - dieses Gerücht hartnäckig hält. Wir betreuen und untersuchen täglich von jung bis alt so ziemlich alle denkbaren Patienten. Nicht selten muss es schnell gehen. Dann bleibt wenig Zeit zum Nachdenken. Solche Situationen müssen geschult und geübt werden. Um auf Komplikationen, Zwischenfälle und Notfälle adäquat zu reagieren, bedarf es eines klaren Kopfes, einer gefestigten inneren Struktur, Selbstvertrauen und der Rückendeckung der Personen, welche Entscheidungen innerhalb der Abteilung, Praxis oder Klinik treffen. Warum spreche ich dieses Thema an?

## Polytrauma im medizinischen Alltag

Das Polytrauma, welches jeden von uns treffen kann, der in einer Klinik mit Trauma-Anbindung arbeitet, ist eine solche Situation. Scheinbar scheiden sich die Geister, wenn es um die Diagnostik und Behandlung von Schwerstverletzten geht. Es gibt häufig große Unterschiede zwischen dem, was in der Literatur als Polytrauma bezeichnet wird und dem, was durch unsere Tür als Polytrauma tatsächlich reinkommt, so scheint es zumindest (Abb. 1). Natürlich ist die Versorgung abhängig von dem Trauma selbst, den behandelnden Ärzten, der technischen Ausstattung, dem Wohlbefinden und Wissensstand der Kollegen sowie der Tagesform aller Beteiligten. Keineswegs möchte ich hier alle über einen Kamm scheren, es gibt ganz sicher auch eine Menge Institute und Traumazentren, bei denen alles geordnet

abläuft. Optimalerweise hat man einen Spezialisten für jede Verletzung und jede Erkrankung vor Ort. Der Alltag zeigt jedoch oft ein etwas anderes Bild.



Abb. 1: Verkehrsunfall, der nach Leitlinie ein Schockraumtrauma ist

## Definition Polytrauma

Definiert wird ein Polytrauma als die gleichzeitige Verletzung mehrerer Körperregionen oder Organsysteme, wobei wenigstens eine dieser Verletzung oder die Kombination mehrerer Verletzungen vital bedrohlich

ist. Davon abzugrenzen sind schwere, lebensbedrohliche Einzelverletzungen sowie eine Vielzahl von Verletzungen ohne vitale Bedrohung. Allein in Deutschland gibt es pro Jahr zirka 30.000 Patienten mit solchen Verletzungsmustern. 20 % dieser Traumata enden gar tödlich. Die meisten Polytraumata ereignen sich im Straßenverkehr.

## Leitlinie Polytrauma

Die S3-Leitlinie Polytrauma/Schwererletzten-Behandlung gibt klare Empfehlungen zur Aufnahme, Behandlung, Versorgung und Diagnostik eines Polytraumas [1]. Auch kann hier die Protokollempfehlung der AG Bildgebende Verfahren des Bewegungsapparats (AG BVB) zur Ganzkörper-CT mehrfach verletzter bzw. polytraumatisierter Patienten zur Rate gezogen werden [2]. In diesen Empfehlungen werden Verletzungsmuster, Unfallmechanismen, Störungen der Vitalparameter sowie Hinweise zur Diagnostik unter anderem mittels Ultraschall, konventionellem Röntgen und der Durchführung von Traumaspinalen dargestellt.

Ich persönlich würde diese Literaturhinweise im Umgang mit der Polytrauma-Thematik als durchaus wichtig bezeichnen. Sie sollten zumindest allen Beteiligten ein Begriff sein, und ich wünsche mir gelegentlich, die Verantwortlichen würden den gesamten Inhalt kennen und nicht nur die Ausführungen zur Traumaspirale.

## Polytrauma-CT

Definitive und klare Indikationen zur Polytrauma-CT-Untersuchung existieren nur teilweise. Die schnelle Verfügbarkeit der Computertomographen lässt für den Anwender den Eindruck entstehen, dass es zu schnell auf den Tisch geht. „Man könnte ja etwas übersehen!“, hören wir nicht selten von unerfahrenen Assistenzärzten im Dienst. Wie sonst ist es zu erklären, dass angemeldete Schockraum-Patienten teilweise zu Fuß ins Krankenhaus kommen und trotzdem ein CT „von Hacken bis Nacken“ bekommen. Nur weil eine Leitlinie es empfiehlt? Die Tatsache, der unklaren Angaben Verunfallter zum Unfallhergang und/oder sprachliche Barrieren sind hier sicher nicht außer Acht zu lassen.

Fakt ist: Die Ganzkörper-CT (GKCT) stellt den Goldstandard der Polytrauma-Diagnostik dar. Konventionelles Röntgen dauert teilweise viel zu lange, ist umständlich bei der Einstellung, beispielsweise in Vakuummatratze gelagerte Patienten oder Extremitäten, zeigt keine inneren Verletzungen und nicht selten wird im Anschluss, z.B. bei Verdacht auf Frakturen im Bereich der Wirbelsäule, ohnehin zusätzlich ein CT angefertigt. Ganz davon abgesehen, dass der Patient in mehr als 90 % der Fälle ein CCT bekommt und dann „eh schon auf dem Tisch liegt“. Nicht nur diese Tatsachen veranlassen viele Ärzte des Schockraumteams dazu, eine Traumaspirale durchzuführen. Seit der Einführung der

Mehrschicht-Scanner und der immer besser werdenden Technik, hat sich die Überlebensrate der Polytraumapatienten stetig verbessert. Für bestimmte Körperregionen ist diese Technik nicht zu ersetzen und steht deshalb auch nicht zur Diskussion. Hierzu zählen unter anderem Verletzungen des Kopfes, des Halses und der aortalen Gefäße.

Gibt es einen Standard, was die Organisation, den Ablauf, die Lagerung des Patienten und das radiologische Protokoll betrifft oder gibt es gar Verbesserungspotential? Wo setzen diese an und sind sie umsetzbar im Alltag?

## Technische Voraussetzungen

Aufgrund der langen Aufnahmetechnik und den damit verbundenen Artefakten, verursacht durch Atmung, Pulsationen und/oder Bewegungen des Patienten inklusive verschiedenster Rekonstruktionsalgorithmen, sollte mindestens ein 16-Zeilen-CT verwendet werden, um diese zu minimieren. Prinzipiell kann man mit fast jedem derzeit auf dem Markt befindlichen CT-Ganzkörper-Spiralen Bilder in guter Qualität anfertigen. Wenn man zusätzlich einige Tipps und Tricks im Umgang mit solchen Situationen berücksichtigt, kann das gesamte Prozedere für alle Beteiligten vereinfacht und verbessert werden.

## Gesetzliche Voraussetzungen

Es gibt sehr viele Traumazentren in Deutschland. Und es gibt noch mehr Krankenhäuser, welche Polytraumata aufnehmen, diagnostizieren und behandeln oder für eventuell benötigte Weiterbehandlungen vorbereiten und verlegen. Wenn ein Unfall passiert, hofft man als Patient, so schnell wie möglich die beste Hilfe zu bekommen. Die medizinische Versorgungsbreite in Deutschland ist gut. Aber nicht zuletzt in ländlichen Regionen, landet man als Verunfallter auch schnell mal in einer etwas kleineren Klinik mit einem kleinen Team, in dem nicht jede Fachrichtung vertreten ist. MTRAs sind nicht in jedem Haus 24 Stunden am Tag vor Ort. Dasselbe gilt auch für Radiologen. Etliche Kliniken arbeiten mit einer Teleradiologie zusammen. Normalerweise sollte für uns MTRA die Zeit vorhanden sein, die Untersuchung vorzubereiten, den Auftrag vernünftig weiterzuleiten und die erforderlichen Informationen vom Radiologen einzuholen. Aber es kommt auch vor, dass fachfremde Abteilungen einem nicht diese Zeit gewähren. Schon kommt Panik auf, die unbedingt vermieden werden sollte und nichts in der radiologischen Abteilung zu suchen hat. Auch wenn es eine Grauzone ist, kann man im absoluten Notfall, auch mit dem Radiologen telefonieren, die Situation schildern „und schon mal anfangen“, bevor alles schriftlich vor Ort ist. Das muss jedoch zwingend eine Ausnahmesituation sein.

## Personelle Voraussetzungen

Die technische Durchführung eines Ganzkörper-CT obliegt gemäß §145 StrlSchV Abs. 2 Nr. 2 oder Nr. 3. zwingend und ausnahmslos einer MTRA. Personen mit Kenntnissen im Strahlenschutz wie medizinische Fachangestellte oder Ärzte ohne entsprechende Fachkunde dürfen diese Untersuchungen nicht durchführen!

Ein wichtiger hier zu erwähnender Punkt ist die notwendige Anzahl anwesender Personen im Schockraum. Gemäß der S3-Leitlinie, Punkt 2.1 und 2.2 sollten zur Polytrauma-Versorgung feste Teams, sogenannte Schockraumteams, zur Verfügung stehen. Diese haben spezielle Trainings absolviert und arbeiten nach vorstrukturierten Plänen. Empfohlen wird, dass diese Teams aus mindestens drei Ärzten (zwei Chirurgen, ein Anästhesist) bestehen, wobei mindestens ein Anästhesist und ein Chirurg Facharztstandard haben sollten. Je nach Schweregrad des Verletzten kann dieses Team um zwei bis drei Personen erweitert werden, dies gilt meist für Neurologe und Radiologe. Zusätzlich ist medizinisches/anästhesiologisches und technisches Pflegepersonal unabdingbar. Mit anderen Worten. Es befinden sich ohnehin, wenn es nach Standard läuft, viele Menschen in der Nähe.

Für die Diagnostik überflüssiges Personal muss nicht zwingend hinter der MTRA stehen. Wer im Schaltraum nichts zu suchen hat, also nicht für die direkte Versorgung des Patienten verantwortlich ist, sollte für den Zeitraum der Diagnostik den Schaltraum verlassen. Entweder verhält sich dieses Personal ruhig oder es sollte der Tür verwiesen werden. Es geht auf keinen Fall, dass die MTRA während ihrer Arbeit zeitlich unter Druck gesetzt wird. Wir stellen uns auch nicht während einer Operation mit an den Tisch, schauen ständig auf die Uhr und fragen, warum es so lange dauert und ob es schon Ergebnisse gibt.

## Vorbereitung eines Polytrauma-CT

Wenn auf dem Telefon „Schockraumalarm“ erscheint, schnellst der Puls rasch nach oben. Was kommt auf einen zu? Internistisch oder chirurgisch? Alter des Patienten? Wieviel Zeit hat man, alles vorzubereiten? Eine Schockraumanmeldung bedeutet jedoch nicht immer auch automatisch die Notwendigkeit eines Ganzkörper CTs. Diese Entscheidung trifft das Schockraumteam nach einer ersten Einschätzung und ersten Untersuchungen des Patienten. Aber als MTRA sollte man vorbereitet sein.

Der erste Gang sollte stets der ins CT sein. Einige Hersteller benötigen ein Warm-up der Röhre, je nachdem, wann der Alarm ertönt und ob das CT gerade im Einsatz war oder nicht. Während das Röhren-Warm-up läuft, sollte man sich gedanklich mit der Situation beschäftigen und den Ablauf im Kopf durchgehen. Wie lagere ich? Wie ist der Standard? Benötigt man Kontrastmittel? Wieviel Kontrastmittel muss aufgezogen werden? Funktioniert der Kontrastmittelinjektor? Wie

war der Unfallhergang? Was ist verletzt? Gegebenenfalls sollten Kollegen informiert werden, die helfen können, wie beispielsweise eine Hintergrundbereitschaft. Informationen zum Patienten sollten eingeholt werden. Sobald die schriftliche Anmeldung erfolgt ist, sollte alles Notwendige an den Radiologen weitergeleitet werden, die Patientendaten eingegeben werden, das Kontrastmittel endgültig vorbereitet werden und das Protokoll aufgerufen werden. Ziel ist, Zeitverzögerungen zu vermeiden, wenn der Patient auf dem Tisch gelagert wird.

## Vorbereitung des Patienten

Je nach Zustand des Patienten muss es schnell gehen. Normalerweise wird der Patient im Schockraum vorbereitet. Dazu gehören eine mögliche Intubation, Stabilisierung mittels Medikamenten, ein venöser Zugang, optimalerweise 18-20G (grün oder rosa) in der Kubitalvene sowie die Entkleidung des Patienten, sodass wir sehen können, ob es Metallteile am Körper gibt, die zu entfernen sind (Abb. 2).



**Abb.2:** Lokalizier eines Patienten mit Polytrauma, der nicht korrekt vorbereitet wurde. Es sind zahlreiche Metallteile zu erkennen.

Insbesondere ist hier die Lokalisierung der Blutdruckmanschette zu erwähnen. Sie sollte zwingend auf der Seite befestigt sein, auf der kein Kontrastmittel einläuft. Im Falle einer automatischen Messung während der Kontrastmittelinjektion, würde diese unterbrochen werden und somit der gesamte Verlauf der Untersuchung, inklusive der Bildqualität stark negativ beeinflusst werden.

Sauerstoffsättigungen werden gerne am Ohr oder an der Nase befestigt. Während der Bildakquirierung des Kopfes sollte diese dort entfernt werden, da es zu starken Artefakten führen kann.

Die venösen Zugänge sind vor dem Anschluss des Injektors auf Durchgängigkeit zu prüfen. Befindet sich der Zugang am Arm oder an der Hand, ist er so anzuspitzen, wie er auch während der Injektion liegt. Ein zum Körper parallel liegender Arm hat einen anderen Gefäßwiderstand als ein oberhalb des Kopfes liegender Arm. Wird ein zentraler Venenkatheter verwendet, sollte der distale Schenkel für die Injektion in Betracht gezogen werden. Auf die Druckgrenze, welche vom Hersteller angegeben ist, muss unbedingt geachtet werden. Es wird empfohlen einen Flow von 3ml/s bei einem PSI von 150 nicht zu überschreiten. Gleiches gilt für ossäre Zugänge und Port-Systeme. Eine Fixierung eventuell

extern liegender Fremdkörper, die sich aufgrund des Unfalls im Körper befinden, muss sichergestellt sein. Ist der Patient ansprechbar, müssen Fragen zu Kontraindikationen bezüglich einer Kontrastmittelgabe erfolgen. Allergien? Schilddrüsenfunktionsstörung? Sind die Nieren in Ordnung? Wenn der Patient antworten kann, aber nicht gefragt wurde und es kommt zu Komplikationen, tragen wir eine Mitverantwortung.

### Trauma-Boards

Häufig werden die Patienten fixiert eingeliefert und auch so in die Radiologie geschoben. Dies geschieht vor allem bei unklaren Verletzungsmustern mit oder ohne Wirbelsäulenbeteiligung.

Die meisten Trauma-Boards können ohne Probleme mit durch das CT geschoben werden. Bei einigen sollte man jedoch vorsichtig sein. Vakuummatratzen verursachen kaum Artefakte. Voraussetzung ist, dass sich das Ventil, durch das die Luft der Matratze entzogen wird, nicht direkt am Kopf befindet. Ein viel größeres Problem dieser Fixierungsmethode ist die Position und Unbeweglichkeit der Arme. Diese liegen häufig dicht am Patienten und können nicht nach oben genommen werden, selbst wenn der Patient kein Trauma an der oberen Extremität hat. Desweiteren ist die Vakuummatratze mit dem Patienten häufig so breit, dass sich die Ränder dicht an der Gantry befinden, diese sogar berühren und somit das teure Equipment beschädigen können.

Andere Boards wie Schaufeltragen oder Spine-Boards erhöhen zusätzlich - teilweise minimal - die Strahlendosis oder verursachen Artefakte, vor allem, wenn sie aus Aluminium oder einem anderen Metall bestehen (Abb. 3). Daher sollte in einem solchen Fall eine Umlagerung erfolgen.

Es bringt nichts, wenn der Patient nicht vom Board heruntergenommen werden soll, um Bewegungen zu vermeiden, und dann nach Beenden des CT, die Spirale in

bestimmten Bereichen wiederholt werden muss, weil die Bilder aufgrund von Artefakten nicht auswertbar sind.

### Lagerung

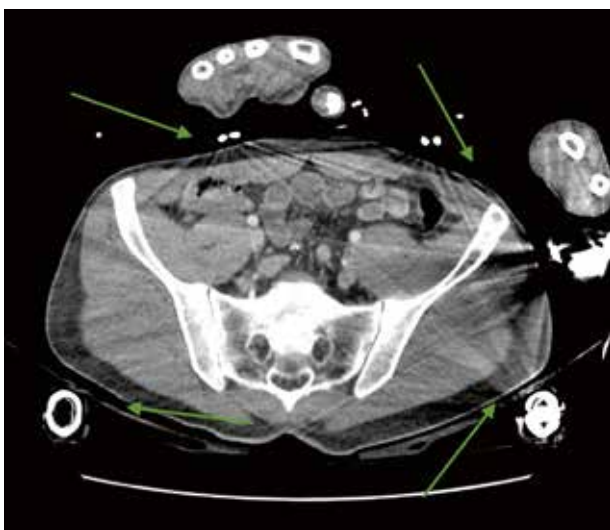
Es befinden sich in der Regel viele Menschen zum Umlagern des Patienten auf den CT-Tisch in seinem direkten Umfeld. Der CT-Tisch ist hart, gleichmäßig und der Patient wird dort nicht weiterbewegt. Meine Meinung: Wenn jeder der Anwesenden bei der Umlagerung anfasst, kann der Patient ohne Probleme auch ohne ein Fixierungs-Board auf den CT-Tisch gehoben werden. So können viele Parameter rund um Dosis, Bildqualität und mögliche Artefakte verbessert werden. Erfahrungsgemäß sind spätestens nach dem Ausschluss einer Aortenruptur, einer Hirnblutung oder anderer schwerwiegender Verletzungen mehr als die Hälfte dieser helfenden Hände verschwunden, weshalb auch dies im Vorfeld geklärt werden sollte.

Bei den meisten Scannern in der Polytrauma-Diagnostik werden die Patienten mit dem Kopf voran in den Scanner gelegt, da das CCT die erste Spirale ist, die angefertigt wird. Eine andere Lagerungsvariante würde bedeuten, dass man den Patienten ggf. nach dem CCT auf dem Tisch drehen müsste, um weitere Spiralen zu scannen.

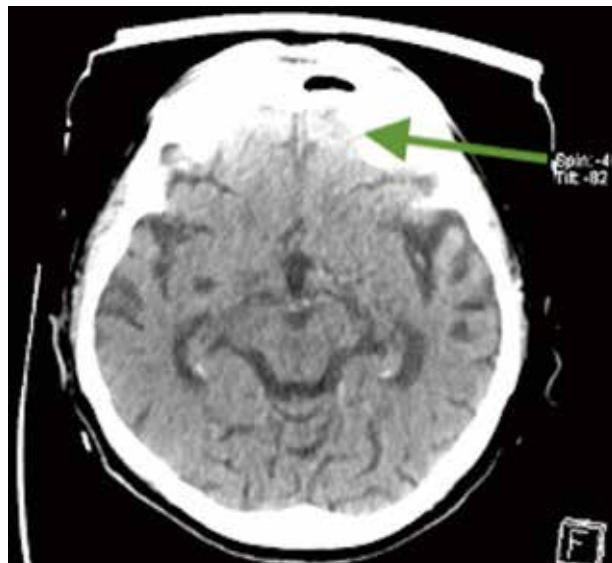
### Strahlenschutz

Prinzipiell ist es schwierig, an den Strahlenschutz zu denken, wenn ein Patient auf dem Tisch liegt, bei dem es möglicherweise um Leben und Tod geht. Hinzu kommt der hohe Stressfaktor, der durch die anwesenden Personen und durch die eigene Befindlichkeit verursacht wird. Eine gewisse Routine kann hier sehr hilfreich sein.

Bei der CT-Untersuchung des Kopfes und des Halses kann eine Schürze auf den Körper des Patienten gelegt werden. Auf die Augen kann einen Linsenschutz gepackt werden (Abb. 4). Auch sollte auf eine korrekte Tischhöhe geachtet werden.



**Abb. 3:** Artefakte (grüne Pfeile), welche durch ein Spine-Board verursacht sind



**Abb. 4:** Artefakte durch falsch aufgelegten Linsenschutz

Man sollte darauf achten, dass keine Metallteile oder Gegenstände im Scanbereich liegen, so dass der Scanner die Dosis zusätzlich erhöhen könnte.

Die Lagerung der Arme ist in vielerlei Hinsicht relevant. Liegen die Arme neben dem Körper, wirkt der Patient für den Tomographen breiter, als er eigentlich ist, somit akquiriert das Gerät mehr Dosis. Desweiteren verursachen die Arme, vor allem auf Höhe der Oberbauchorgane erhebliche Artefakte. Daher sollte man bei der Thorax -Abdomen-Spirale versuchen, die Arme über den Kopf zu nehmen, um zusätzlich Bildqualität und Dosis zu optimieren. Sollte der Patient keine Verletzungen an der oberen Extremität haben, ist eine Absprache mit Anästhesisten und Chirurg erforderlich, um die Lagerung anzupassen. Ist es nicht möglich, die Arme über den Kopf zu nehmen, sollte zumindest versucht werden, ein Kissen auf dem Bauch und darauf die Arme zu platzieren. Sie müssen dann allerdings mit Gurten oder Leukosilk befestigt werden (Abb. 5).



**Abb. 5:** Positionierung der Arme, wenn diese nicht über den Kopf genommen werden können

Das gleiche Prinzip gilt für die Tischhöhe. Ist der Tisch zu hoch eingestellt, dann wirkt der Patient für das CT breiter. Ist der Tisch zu niedrig eingestellt, wirkt der Patient für das CT zu schlank. Desweiteren arbeiten viele CTs mit sogenannten Bow-tie-Filtern. Das bedeutet, es kann zu Überbestrahlungen oder Unterbestrahlungen bestimmter Bereiche kommen, wenn die Tischhöhe nicht korrekt angepasst wurde.

Vielleicht hilft es, sich vorzustellen, man selbst wäre der Patient. Wie möchte man selbst geschützt und gelagert werden, vor allem wenn die Möglichkeiten dazu gegeben sind. Jeder angewendete Strahlenschutz, ist ein Strahlenschutz. Prinzipiell geht aber natürlich das Leben vor! Bei allen Strahlenschutzanwendungen muss das immer im Hinterkopf bleiben.

### Vor Beginn des Polytrauma-CT:

- Patient in Rückenlage, Arme während der Spirale neben dem Körper, besser auf dem Körper mit Kissen unterpolstert.
- Kontrolle des venösen Zugangs, inklusive Position der Blutdruckmanschette
- Entfernung von Metallteilen
- Kontrolle aller Zuleitungen auf ausreichende Länge mittels kompletten Probedurchlauf des Tisches durch die Röhre.
- Eventuell lose hängende Stoffreste und Infusionsleitungen mittels Gurten am Patienten oder Tisch befestigen, damit sie nicht einklemmen.
- Strahlenschutzmittel sollten soweit möglich verwendet werden.

## Protokollvorschlag

Im Grunde gibt es zwei wesentliche Möglichkeiten des Protokolls für ein Polytrauma-CT. Ein sogenanntes FAST-Protokoll und ein dosisoptimiertes Protokoll. Natürlich sind diese Protokolle individuell und werden von den verschiedenen Instituten dementsprechend angepasst angewendet. Daher dient der folgende Abschnitt als Orientierung.

### FAST Polytrauma Protokoll bei instabilen Patienten

- Anfertigen des CCT ohne Gantrykipfung.
- Carotis-HWS CT vom Aortenbogen bis Orbitadach: In einer früh arteriellen Phase zirka 20-25 Sekunden nach Start der Kontrastmittelpumpe oder direkt nach Erreichen der HU-Schwelle. Triggerpunkt im Aortenbogen.
- Körperstamm-Spirale von den Acromioklavikular-Gelenken bis zur Symphyse: Mit einem Delay von 60 Sekunden nach Start der Kontrastmittelpumpe.
- Becken-Bein-Spirale: Mit einem Delay von 80 Sekunden nach Start der Kontrastmittelpumpe.

Die wichtigsten Rekonstruktionen sollten automatisch hinterlegt sein. Dazu zählen coronare und sagittale Rekonstruktionen vom Kopf und vom Körperstamm, hier ist insbesondere das Lungenfenster zu erwähnen. Nachrekonstruktionen der Wirbelsäule können und sollten angefertigt werden, wenn der Patient vom Tisch ist. Je schneller die Bilder im Pacs den behandelnden Ärzten zur Verfügung stehen, desto schneller kann man in Ruhe weiterarbeiten. Um anderen Instituten eine Weiterverarbeitung und evtl. erforderliche Nachrekonstruktionen der Bilddaten zu ermöglichen, sollte mindestens ein Dünnschichtvolumen archiviert und auf die DVD gebrannt werden.

### Dosisoptimiertes Polytraumaprotokoll bei stabilen Patienten

Bei kooperativen, stabilen Patienten sollte die Indikation zur GKCT sorgfältig gestellt, ggf. überprüft werden. Unter Umständen genügen angepasste, auf gezielte Fragestellungen bezogene Spiralen, wie zum Beispiel nur vom Kopf-Hals Bereich. Eine Kontraindikationsprüfung ist zwingend erforderlich.

- Anfertigen des CCT mit Gantrykipfung, wenn der Scanner es zulässt.
- Hals-Thorax-OBV arteriell: Mit einem Delay von zirka 35 Sekunden oder nach Erreichen der HU-Schwelle, Triggerung in der Aorta descendens.
- Abdomen portal venös: Mit einem Delay von 60 Sekunden nach Start der Kontrastmittelpumpe, oder zirka 19 Sekunden nach der arteriellen Phase.
- Becken-Bein-Gefäße: Mit einem Delay von 80 Sekunden nach Start der Kontrastmittelpumpe oder direkt im Anschluss an die portal venöse Phase. Rekonstruktionen sind obligat.

## Sonderfall des dosisoptimierten Protokolls

Eine Möglichkeit eines dosisoptimierten Protokolls ist es, die arterielle und die venöse Phase in nur einer Spirale darzustellen. Nach Anfertigung eines nativen CCT mit Gantrykipfung werden die Arme über den Kopf genommen oder auf dem Körper unterpolstert. Man plant eine Spirale vom Orbitadach bis zur Symphyse oder bis zu den Knien. Die Kontrastmittelmenge beträgt 80-120 ml je nach Gewicht des Patienten und zur Verfügung stehenden Zugang. Es wird ein Flow von 1,4 ml/s bei 80-90 ml und einem Flow von 2 ml/s bei 120 ml Kontrastmittel gewählt. Wichtig ist hier die Einlaufzeit des Kontrastmittels. Diese muss exakt 60 Sekunden betragen. Nach genau 60 Sekunden wird die Akquisition gestartet.



Abb. 6: Protokollbeispiel Kontrastmittelinjektor Start der Akquisition genau nach 60 Sekunden (blauer Pfeil)

## Traumaspirale unter Reanimation

Die Anfertigung einer Traumaspirale unter Reanimation ist eine absolute Ausnahme, die eigentlich niemand von uns erleben möchte. Getreu dem Motto, diagnostiziere, was dich zuerst tötet, ist vor allem die Indikation für ein CCT schnell gestellt. Lucas, ein Gerät, welches die Reanimation automatisch vornimmt, kann mit durch das CT geschoben werden (Abb. 7). Das Schockraumteam, hier ist vor allem der Anästhesist gemeint, entscheidet über eine evtl. Pausierung des Lucas während der Akquisition. Dies ist zu empfehlen, da die Artefakte eine Auswertung der Untersuchung fast unmöglich machen. Ein solches CT ist eine absolute Ausnahmesituation und erfordert starke Nerven.

Der Patient wird unter Reanimation auf dem Rücken gelagert. Außer dem Lucas, sollten alle störenden Metallteile vom Körper entfernt werden. Die CCT-HWS Spirale wird ohne Gantrykipfung durchgeführt. Obwohl man es aufgrund der Dosis eigentlich niemals macht, empfiehlt es sich hier die CCT-Spirale bis HWK 7 aufzuziehen.

Der Tisch muss auf das Maximum heruntergefahren werden, damit der Lucas durch die Röhre passt. Kontrastmittelinjektion erfolgt über einen gut liegenden Zugang mit 120 ml Kontrastmittel mit einem Flow von



Quelle: Tobias Borchardt: Uniklinik Gießen

Abb. 7: Phantomabbildung mit Lucas im CT

3-4 ml/s. Lucas wird bei zirka 50 Sekunden pausiert. Eine Spirale von Orbitadach bis Symphyse durchgeführt. Lucas wird wieder aktiviert. Die Bilder müssen sofort betrachtet werden, um die Kontrastmittelverteilung zu beurteilen und um ggf. die Spirale direkt im Anschluss zu wiederholen oder zu ergänzen.

## Kontrastmittelgabe

Die Kontrastmittelgabe erfolgt mittels Hochdruckinjektor. Optimalerweise wird ein gut liegender Zugang in der rechten Kubitalvene für die Injektion verwendet. Sollten andere Zugänge zur Verfügung stehen, muss das Protokoll unter Umständen dementsprechend angepasst werden. Bei Verwendung eines ZVK (Abb. 8), ist eine Beachtung der vom Hersteller angegebenen Druckgrenzen erforderlich, gleiches gilt für ossäre Zugänge und PORT-Systeme.



Abb. 8: Bild eines ZVK mit maximaler Druckgrenze auf dem distalen Schenkel

Normalerweise sollte ein Druck von 150 psi nicht überschritten werden. Desweiteren ist es bei Verwendung dieser Zugänge empfehlenswert, einen Flow von 3 ml/s nicht zu überschreiten, um Dislokationen zu vermeiden (Abb. 9). Als Orientierungshilfe dient das Patientengewicht. Je nachdem wie viele Kontrastmit-

telphasen man fährt, sollte das Volumen und der Flow angepasst werden. Prinzipiell können dieselben Kontrastmittelprotokolle verwendet werden, die auch in



**Abb. 9:** Paravasat bei Dislozierung des ZVK-Systems

der Routine verwendet werden. Um sicher zu gehen, dass man alles sieht, werden häufig höhere Volumina angestrebt, was unter den Bedingungen vollkommen okay ist. Man sollte aber unbedingt Folgendes im Hinterkopf behalten: Wenn Sie in Ihrem Institut eine arteriell-venöse Phase fahren, dann muss bei Erhöhung des Volumens auch das Delay und/oder der Flow dementsprechend angepasst werden, da mehr Kontrastmittel mit dem gleichen Flow, auch länger einläuft.

### Fazit

Die Polytrauma-Diagnostik ist und bleibt ein umfangreiches, fachübergreifendes Thema, welches in so gut wie jedem Institut den Beteiligten den Schweiß auf die Stirn treibt. Um die Abläufe zu vereinfachen und um es allen einfacher zu machen, empfiehlt es sich, diese Situationen trocken zu üben, sich bei den Einarbeitungen Zeit zu nehmen, Ruhe zu bewahren und allen klarzumachen, dass sie das gleiche Ziel haben: Es geht um den Patienten.

### Literatur

1. S3-Leitlinie Polytrauma / Schwerverletzten-Behandlung, AWMF Register Nr. 012/019. Online unter <https://bit.ly/3f0hauE>
2. Protokollempfehlungen der AG Bildgebende Verfahren des Bewegungsapparats (AG BVB) zur Ganzkörper-CT mehrfach verletzter bzw. polytraumatisierter Patienten. Online unter <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28910840/>