

"Zement kommt!" - Bone cement implantation syndrome (BCIS), Knochenzementreaktion „Palacos“-Syndrom



Fallbeispiel:

Erna Schmidt ist 89 Jahre alt und wohnt im Pflegeheim. Sie ist gerade auf dem Weg zum Nachmittagskaffee, als ihr Hubert mit seinem Rollator rasant die Vorfahrt nimmt. Sie verliert den halt und fällt auf ihre rechte Hüfte. Der umgehend alarmierte Rettungsdienst nimmt sie postwendend mit. In der Notaufnahme wird die dislozierte mediale Schenkelhalsfraktur diagnostiziert und Erna hat noch Glück im Unglück, es sind OP-Kapazitäten für eine teilzementierte Hüftprothese vorhanden. Der diensthabende Assistenzarzt klärt sie eben noch auf: „Blutung, Hämatom, Transfusion, Thrombose, Embolie,“ Erna unterschreibt. Was bleibt ihr auch anderes übrig? Anne ist heute als Weiterbildungsassistentin im Ortho-Saal eingeteilt. Sie klärt Erna zur Narkose auf, die Liste der Vorerkrankung und Medikamente ist lang. Sie entscheidet sich für 2 große Zugänge, modifizierte RSI und anschließend bei Herzinsuffizienz und Aortenklappenstenose Erna lieber noch eine Arterie zu legen. Die OP beginnt. Schwups wird die Pfanne präpariert und da Erna sehr dünn und muskelarm ist, geht es schon zum Schafft. Damit bei einem nächsten Sturz (Ein Fall kommt selten allein) das Risiko einer periprothetischen Fraktur geringer ist und auch die Wahrscheinlichkeit zur Revision gering



zu halten, entscheidet sich der Operateur zur Zementierung. Der Markraum wurde aufgeraspelt, die passende Prothesengröße ausgewählt. Es erfolgt die Jetlavage und ein Zementstopper wird im Schaft versenkt. Zement wird angerührt und es weht auch langsam zu Anne herüber. „Zement kommt“, heißt es. Der Schaft wird versenkt und der Assistent führt ein quälendes, aufgesetztes 12-Minuten-Gespräch mit dem grummeligen Operateur, welcher heute nicht in Erzähl-Laune ist. Der arterielle Blutdruck saust auf 65/35 mmHg. Huch, wie ist das denn passiert, zudem CO2 25mmHg. Na ja, passt ja zum Blutdruck. O2-Sättigung bei 93 %. Gleich kommt der Spätdienst zur Auslösung. Das muss vorher aber wieder ordentlich sein. Anne stellt die FiO2 hoch und bereitet einen Arterienol-Perfusor vor. Bloß lieber nicht zu schnell werden lassen. Sie kommt ins Schwitzen. Maja, die Anästhesiepflegekraft kommt gerade richtig. Vielleicht doch noch etwas mehr Volumen? Langsam bessert sich die Situation wieder. Erna wird die Nacht auf der Intensivstation verbringen - Das ist nochmal gut gegangen.

So oder ähnlich, passiert es jeden Tag in allerhand Operationssälen.

Allgemeines

Schwere Zementkomplikationen sind selten, können aber starke hämodynamische perioperative Störungen auslösen. Das BCIS ist die häufigste Ursache intraoperativer Mortalität in der Endoprothetik. Häufiger bei Hüftendoprothesen als Knieprothesen, da bei der HTEP regelhaft der Markraum eröffnet wird. Bei Knieprothesen eher in der Revisionsendoprothetik beim Einbringen vom Stems (Verlängerungsstielen). Inzidenz 20-25 % (jeder 5.) Schwere Komplikationen bei 0,5-1,7 % (HerzKreislaufstillstände). Daten beziehen sich auf die Schenkelhalsfrakturen, die in der elektiven Endoprothetik fehlen. Jährlich werden ca. 239.000 Endoprothesen in Deutschland operiert, davon 21 % zementiert (~50.000), dementsprechend errechnet sich ein leichtes BCIS in 14.000 der Fälle, ein schweres ca. 800.

Das sich wie fast immer die Pathophysiologie aus der Physiologie erklärt, wird es jetzt zunächst etwas chemischer.

Knochenzement ist eigentlich kein wirklicher Zement. Er entspricht in seiner Zusammensetzung unserem bekannten Plexiglas. Chemisch heißt er PMMA (Polymethylmethacrylat). Der große Vorteil besteht darin, dass er Licht- und Strahlendurchlässig ist. Verwendung findet er vor allem in der Orthopädie und Unfallchirurgie. Man benötigt ihn um Endoprothesen zu befestigen, Kypho- oder Vertebroplastie durchzuführen und zur Augmentation von Osteosynthesen. In der septischen Chirurgie kommt er als Spacer oder bei der Masquelettechnik zur Anwendung. Zudem kann dem PMMA verschiedene Antibiotika (üblicherweise Gentamicin, Clindamycin und Vancomycin) zugeführt werden, um eine möglichst hohe Konzentration am Wirkort zu gewährleisten.

Anwendung

Im OP hat man üblicherweise 2 mischbare Komponenten (ein Pulver und eine Flüssigkeit). Die Reaktion beider lässt ein Kunststoff-Polymer entstehen. Man hat dabei Katalysatoren

(Initiator und Accelerator), die die Reaktion bereits bei Raumtemperatur auslösen. Üblicherweise wird dieses in der Vakuummischtechnik angewendet. Dabei hat man eine geringere Arbeitsfeldbelastung und reduziert Luftsinschlüsse.

Vakuum-Mischtechnik als Fotolovestory



Set verpackt



Komponenten:
Grün = Monomerflüssigkeit
Weißes Pulver = Polymer



20 Sek. kräftig mischen unter Vakuum
(kleiner Schlauch)



In Zementpistole einspannen und applizieren

Man unterscheidet 4 verschiedene Phasen in der Anwendung (Mischphase, Wartephase ca. 3 min, Arbeitsphase und Aushärtephase, gesamt ca. 11-12 Min.). Vor der Applikation wird vor allem mit der Jet-Lavage die interspongiösen Räume von Fett befreit. Dieser Schritt ist einerseits wichtig, damit sich der Zement in der Spongiosa verankern kann und andererseits einer der wichtigsten Maßnahmen, um ein retrogrades Auspressen des Fettmarkes in das venöse Gefäßsystem zu vermeiden. Beim Einbringen des Zementes steigt der intramedulläre Druck. Das heißt die hämodynamischen Schwankungen nach Zementapplikation sind im eigentlichen Sinne Fettembolien (auch Koagel, Luft oder Zementreste). Die Weiterleitung erfolgt über das venöse Blut. In den pulmonalen Kapillaren kommt es zum Rückstau zum rechten Herzen und zur geringeren Oxygenierung des Blutes. So wie der Pathomechanismus der Lungenembolie. Dieses kann auch schon bei der Anlage der Zementstopper aus Gelantine passieren. Daher sollte die Warnung von uns Operateuren anstatt „Zement kommt“ schon „Stopper kommt“ heißen.

Bone cement Implantation syndrome (BCIS)

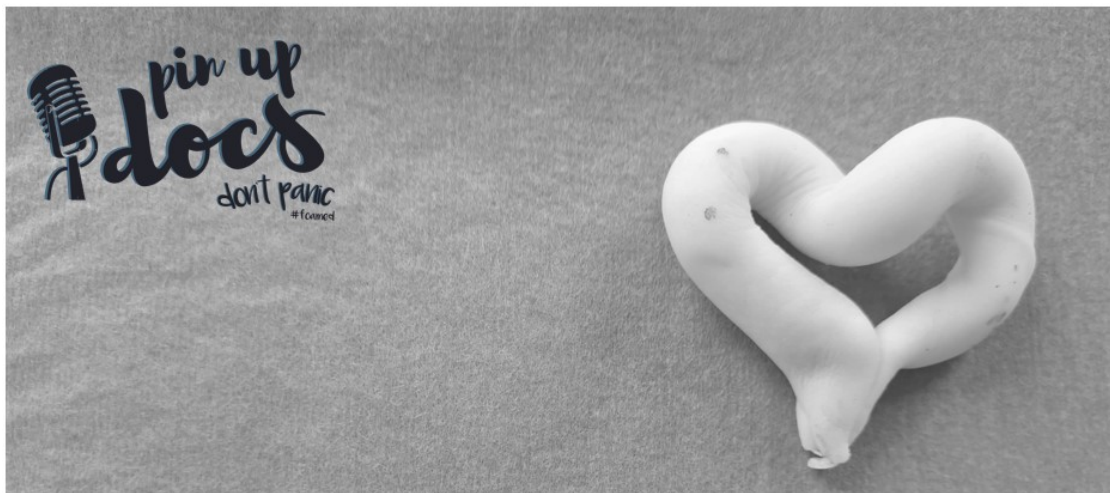
Wurde am häufigsten verbunden mit der zementierten Implantation von Endoprothesen.

Symptome:

- Hypoxie
- arterielle Hypotonie
- pulmonal-arterielle Hypertonie (Fett und Zementembolien, Pulmonale Vasokonstriktion, Rechtsherzversagen)
- Herzrhythmusstörungen, plötzlicher Herzstillstand
- Bei wachen Patienten Vigilanzminderung bis Koma

Auftreten der Symptome üblicherweise direkt bei der Zement- oder Protheseneinbringung (Schaft!), der Reposition des Gelenkes, Ablassen von Blutsperrern

In einer Studie mit intraoperativer transösophagealer Echokardiographie zeigten sich in einer Studie bei 88 HTEP-Patienten, dass bei zementiertem Schaft Embolien in 61,5 % der Fälle nachweisbar waren, bei unzementierten Schaft noch in 5,9 % der Fälle.



Bone cement Implantation syndrome (BCIS)
Schweregradeinteilung nach Donaldson

Schweregrad	SpO2	Blutdruckabfall	
1. Grades	< 94 %	> 20 %	
2. Grades	< 88 %, RR-Abfall,	> 40 %	unerwarteter Bewusstseinsverlust
3. Grades	Herzkreislaufversagen/Reanimation		



Vorbereitung und Prävention

- Die Association of Anaesthetists empfiehlt in ihren Guidelines eine Zementierung beim Sign-in zu benennen und vor der Narkose den resuscitation status zu ermitteln.
- Zementierung rechtzeitig ankündigen, Kommunikation im Team.
- Ggf. FiO₂ vor Zementierung 100%
- Mit pulsierender Jet-Lavage zuvor Fett ausspülen, Markraum mit Kompressen trocknen.
- Zement in Vakuum-Mischmethode anrühren

Behandlung:

- Oxygenierung verbessern (FiO₂ Erhöhen, Euler Liljestrand Mechanismus)
- Hypotonie behandeln ggf. Vasopressoren
- Infusionen -> Vorlast erhöhen -> Cardiac Output erhöhen (Abhängig vom Patienten)
- Corticoide nicht empfohlen
- Keine wesentliche Kausale Therapie möglich

Referenzen:

Kursmaterial „Zement und Zementiertechnik“ Arbeitsgemeinschaft für Endoprotetik

Griffiths R, Babu S, Dixon P, Freeman N, Hurford D, Kelleher E, Moppett I, Ray D, Sahota O, Shields M, White S. Guideline for the management of hip fractures 2020: Guideline by the Association of Anaesthetists. *Anaesthesia*. 2021 Feb;76(2):225-237. doi: 10.1111/anae.15291. Epub 2020 Dec 2. PMID: 33289066.

Donaldson AJ, Thomson HE, Harper NJ, Kenny NW. Bone cement implantation syndrome. *Br J Anaesth*. 2009 Jan;102(1):12-22. doi: 10.1093/bja/aen328. PMID: 19059919.

Hagio K, Sugano N, Takashina M, Nishii T, Yoshikawa H, Ochi T. Embolic events during total hip arthroplasty: an echocardiographic study. *J Arthroplasty*. 2003 Feb;18(2):186-92. doi: 10.1054/arth.2003.50027. PMID: 12629609.

BOA-Coach Palacos mitunter umwerfend:

<https://boa.coach/2019/06/18/palacos-mitunter-umwerfend/>

Podcast



FRCA Podcast 23 Bone cement implantation syndrom:

<https://podtail.com/en/podcast/frca-podcast/23-bone-cement-implantation-syndrome/>

Danke und Grüße gehen raus an Klaus für den Zementmischer borgen, an Elanur für das Palacos-Herzchen und an Anika, Marcel und Nina für die Zementmischfotos.

Disclaimer

Der Inhalt sollte nicht als medizinischer Rat verstanden werden. Der Inhalt hier dient nur zu Informationszwecken, und da jede Person so einzigartig ist, wenden Sie sich bei medizinischen Fragen bitte an Ihren Arzt oder Ärztin. Obwohl wir alle Anstrengungen unternehmen, um sicherzustellen, dass die von uns geteilten Informationen korrekt sind, freuen wir uns über Kommentare, Vorschläge oder Korrekturen von Fehlern. Datenschutz ist für uns von größter Bedeutung. Alle im Text erwähnten Personen, Orte und Szenarien wurden frei erfunden. Zahlen und Quellen sollten stets überprüft werden. Medizin unterliegt einem ständigem Wandel. Es wird keine Garantie für die Richtigkeit und Aktualität von Aussagen, Dosierungen oder Meinungen gegeben.