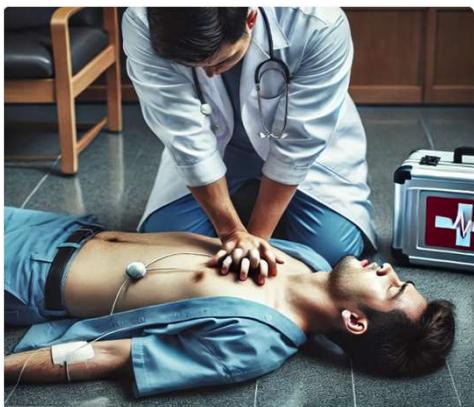


Notfallmanagement in Nuklearmedizin



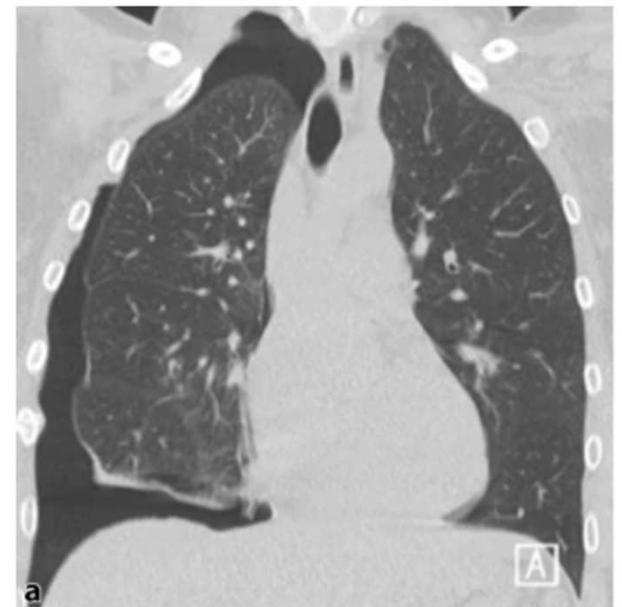
Dr. med. Emil Novruzov
Klinik für Nuklearmedizin

Was ist ein Notfall?

Notfälle: erfordern eine unmittelbare ambulante/stationäre Abklärung.

Inzidenz bei gesunden Probanden (>51 Jahre) kumulativ bis zu 7%

- Bis zu 1% Paravasat
- 0,3% Myokardinfarkte
- 0,6 % Insulte
- 1 % signifikante Karotisstenosen
- KM-Reaktionen bis zu 3,5%



Typische Notfallszenarien in einer nuklearmedizinischen Einrichtung

1. Paravasat/Kontamination
 2. Iatrogen durch Medikamentengabe (Allergische Reaktion)
 3. Kardiopulmonäre Notfälle:
 - a) Akute Lungenembolien
 - b) Neuaufgetretene Herzrhythmusstörungen
 - c) ACS (acute coronal syndrome)/Myokardinfarkt
 - d) Herzstillstand
 5. Sonstiges (z.B. starke Übelkeit, Fraktur(-gefährdung), Pneumothorax, Aortendissektion, Raumforderungen oder Apoplex)
-

Umgang beim Notfall in einer nuklearmedizinischen Einrichtung

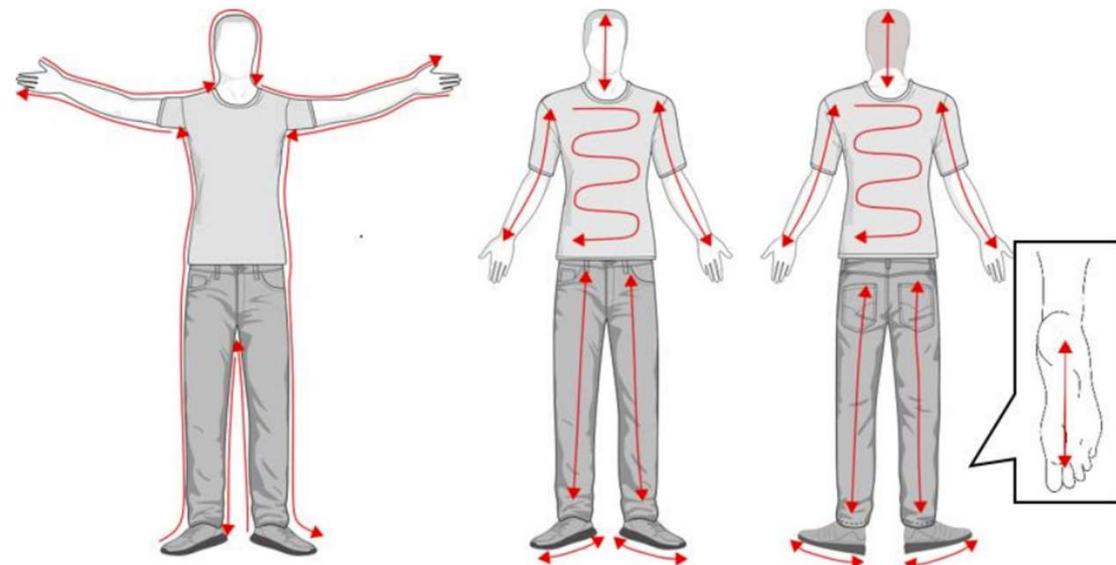
- Tägliche Herausforderung angesichts des zunehmenden Zeitdrucks
 - Risikoabschätzung der durchzuführenden Untersuchung durch Eruieren der aktuellen Symptomatik und Patientenanamnese
 - Routinierte Kommunikation und Umgang mit Geräten auch in kritischen Situationen
 - Enorme Rolle des gesamten Teams inkl. MTRA und Pflegefachkraft für eine optimale Patientenversorgung
-

Kontamination

1. Einleitung der Dekontaminationsmaßnahmen
2. Entfernung kontaminierte Kleidung
3. hautschonendes Abwaschen des kontaminierten Bereiches (durch schonende, im schwach sauren pH-Bereich gepufferten Flüssigseife)
4. Verhinderung der Kontaminationsverschleppung

Eigenschutzmaßnahmen während Dekontamination durch Tragen:

1. ein Dosimeter
2. einen Schutzanzug
3. Handschuhe
4. adäquaten Atemschutz
5. Schutzbrilleum die Inkorporation von Radionukliden zu verhindern.



Paravasat:

- Die Inzidenz liegt bei < 1%.
- Meist ohne Folgen, jedoch Komplikationen bis zum Kompartiment Syndrom möglich.

Gefährdet sind vor allem Patienten, mit

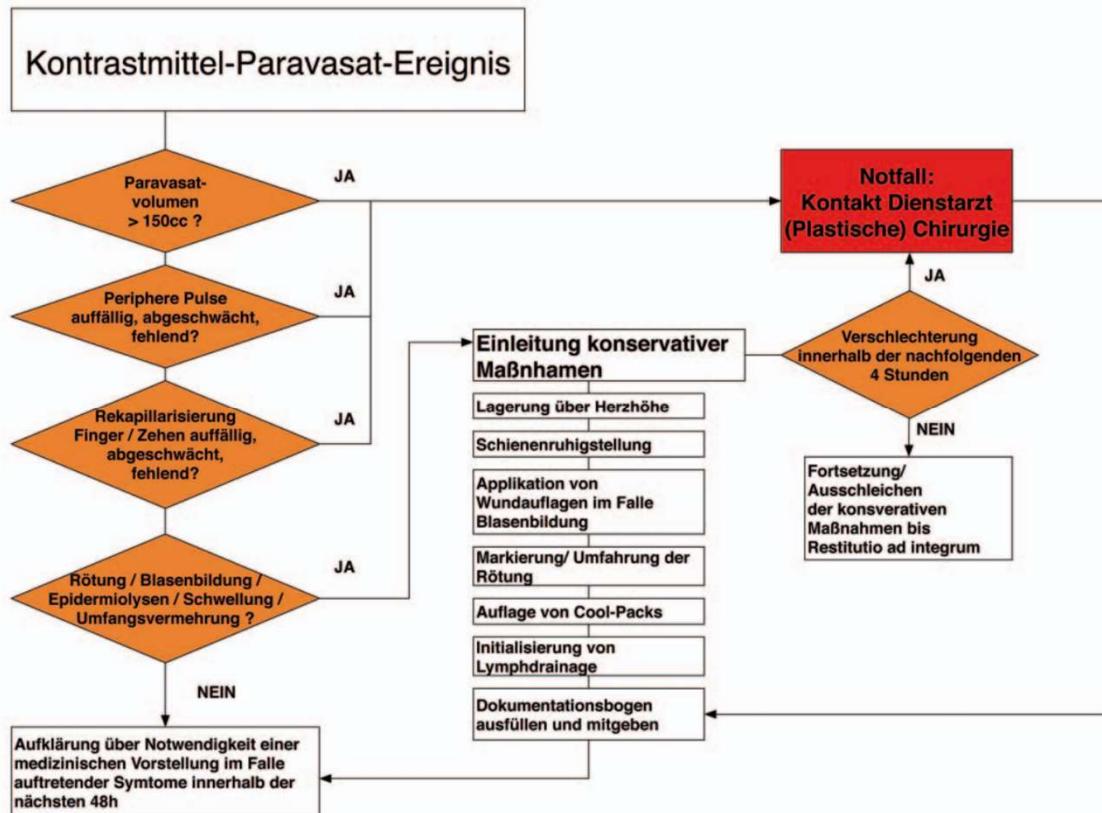
1. Atrophes subkutanes Fettgewebe,
2. eingeschränkter peripherer Gefäßstatus bzw. pathologische Lymphsituation
3. Fragiler Gefäßstatus aufgrund stattgehabter oder laufender Chemotherapie



Paravasat:

Paravasat:

1. Kanüle oder Portnadel belassen
2. Sofortiges Beenden der Infusion
3. Keinen Druck auf Paravasatstelle ausüben
4. Mit einer 10 ml-Spritze Aspiration des Paravasats
5. Anschließend Kanüle oder Portnadel unter Aspiration entfernen
6. Hochlagerung/Ruhigstellung/Kühlen der betroffenen Extremität
7. Konsultation eines Chirurgen
8. Sorgfältige Dokumentation der Paravasation
9. Anlegen eines Heparin-Salbenverbandes
10. Aufklärung des Patienten über das stattgefundene Paravasat und Aufforderung zur Selbstbeobachtung (Schmerz, Schwellung, Rötung)



Paravasat:

Prophylaxe bzw. Risikovermeidung:

1. Injektionen größerer Volumina über die Handvenen sind zu vermeiden
 2. Vor längerer Zeit gelegte Kanüle für die Kontrastmittel injektion zu nutzen **aufgrund einer möglichen lokalen Phlebitis.**
 3. Kanülengröße – Wenn ein neuer Zugang gelegt wird, sollte dies proximal des Handgelenks in einer großen Vene geschehen.
Kanülengrößen in Abhängigkeit von der erforderlichen Injektionsgeschwindigkeit:
 - **Bis 2 ml/s: 22G (blau) oder über einen ZVK** (erst dann, wenn kein peripherer Zugang möglich und das Risiko als vertretbar einzuschätzen ist)
 - Bis 4 ml/s: 20G (rosa)
 - Bis 7 ml/s: 18G (grün)
-
- Unter Therapiemethode sind Hyaluronidase-Injektion, Spülung/Aspiration oder Squeezing-Technik
 - Chirurgische Konsultationen ab Paravasat-Volumina > 150 ml oder bei Auffälligkeiten bezüglich der Perfusion und Sensibilität der Extremität
-

Iatogene Notfälle:

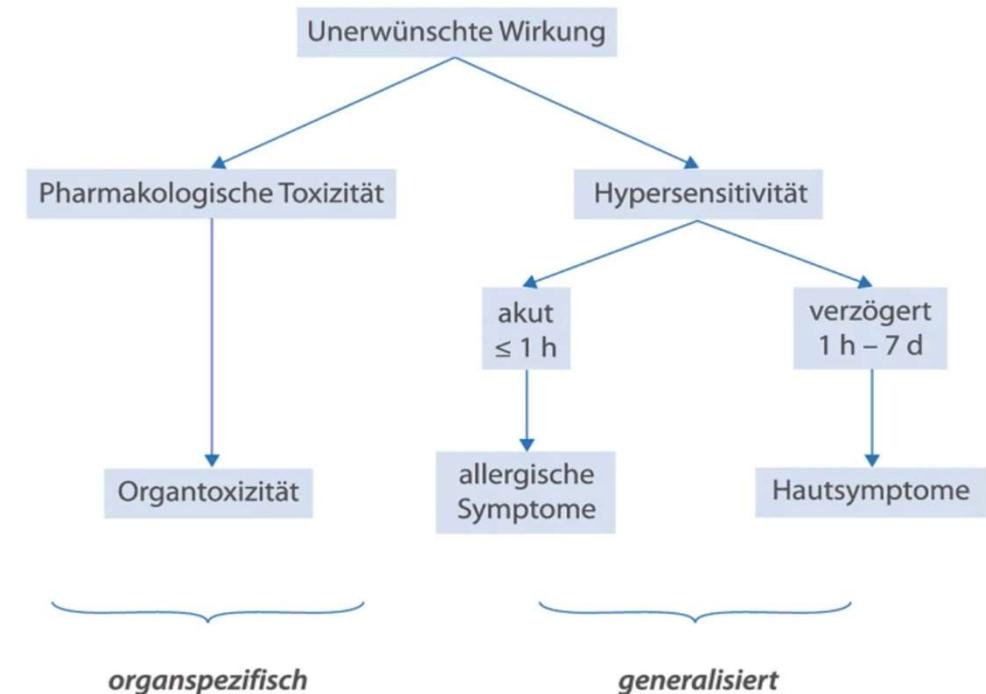
Kontrastmittel-Gabe (KM)

Unerwünschte Wirkungen

- allgemeine und
- organspezifische Wirkungen.

Die generalisierten unerwünschten Wirkungen:

- Akut (innerhalb der 1. Stunde)
- Spät (1. Stunde bis 7 Tage)
- Sehr spät (nach 7 Tagen) (z.B. Thyreotoxikose!)



Vorsicht! Bei den akuten unerwünschten Wirkungen der Unterscheidung zwischen

allergieartigen Hypersensitivitätsreaktionen vs.

chemotoxischen Reaktionen

Einteilung der unerwünschten Reaktionen auf jodhaltige KM

Iatogene Notfälle:

Kontrastmittel-Gabe (KM)

Handlungsbedarf erst bei moderaten und schweren Reaktionen

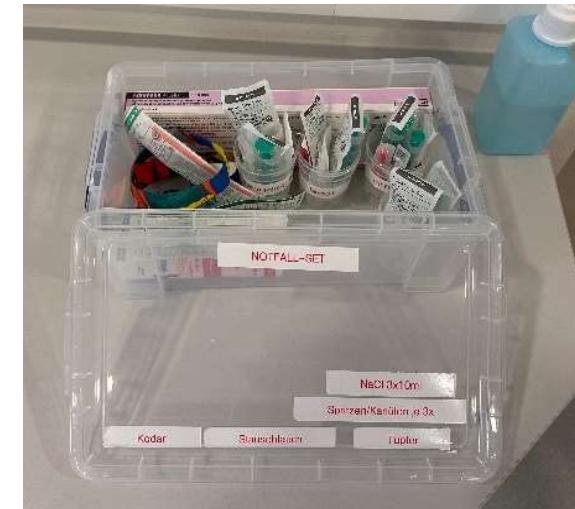
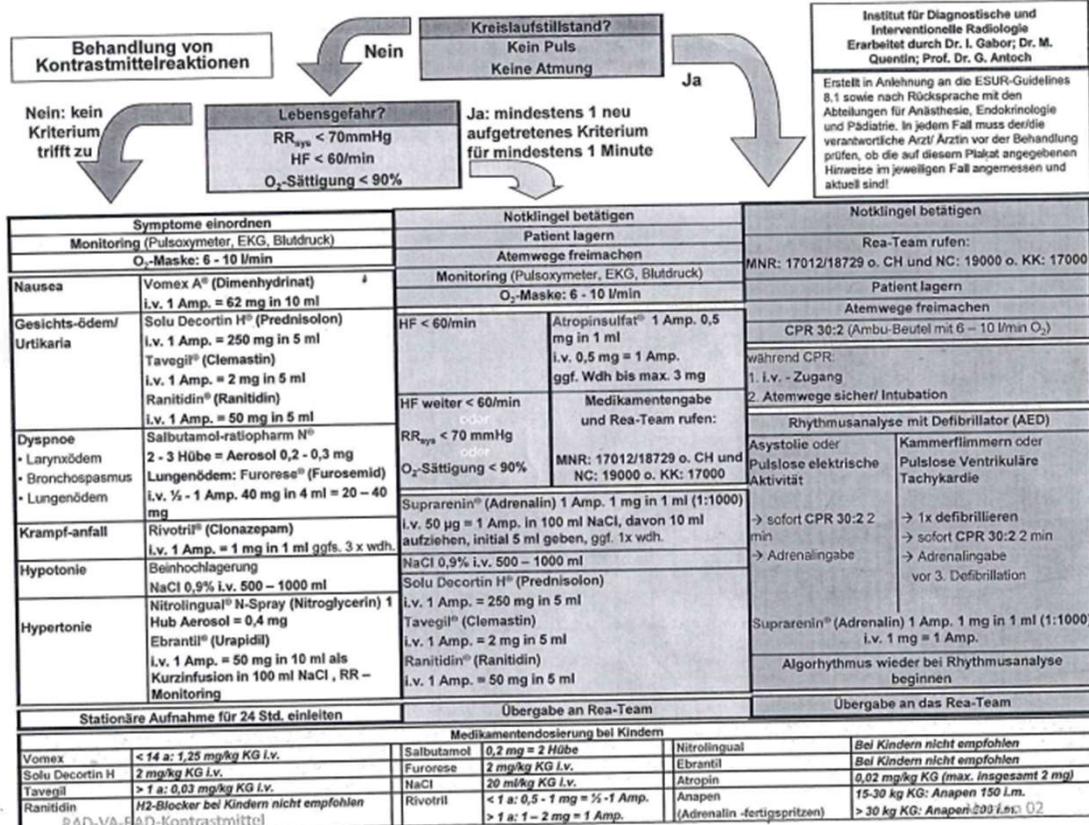
Art der Reaktion	Allergieartig/Hypersensitivität	Chemotoxisch
Mild	Leichte Urtikaria Leichter Juckreiz Erythema	Übelkeit/Erbrechen Wärme-/Kältegefühl Angstgefühl Selbstlimitierende vasovagale Reaktion
Moderat	Deutlich sichtbare Urtikaria Leichter Bronchospasmus Gesichts-/Larynxödem	Vasovagale Reaktion
Schwer	Hypotensiver Schock Atemstillstand Herzstillstand	Arrhythmien Zerebraler Krampfanfall

Iatrogene Notfälle:

Unterscheidung von allergieartigen KM-Reaktionen von -allergien klinisch unmöglich.

Das Wiederholungsrisiko der allergieartigen KM-Reaktionen ist im Gegensatz gering.

Behandlungsschema:



Kardiopulmonale Notfälle - Belastungsraum

- Herzbelastungsraum: der einzige Ort, wo man als Nuklearmediziner Komplikationen generieren kann!
 - Schwerer Bronchospasmus (Adenosin)
 - Hypertensive Entgleisung (ergometrische Belastung)
 - Apoplex, Hypo-/Hypertension (Regadenoson)
 - Herzrhythmusstörungen: SVT, AV-Block 2/3, ventrikuläre Tachykardie, Kammerflimmern
 - Herzstillstand/Reanimation

Kardiopulmonale Notfälle - Vorgehen

1. Erkennen des Kreislaufstillstands

Patient reagiert nicht auf Ansprache und Reize

Keine normale Atmung oder Schnappatmung

Kein fühlbarer Puls innerhalb von 10 Sekunden (z. B. A. carotis)

2. Sofortmaßnahmen & Rollenverteilung

MTRA 1

Hilfe rufen bzw. das Rest-Team über die akute Situation verständigen

Lagerung des Patienten

Flache Rückenlage auf einer harten Unterlage

Sofortiger Beginn der Thoraxkompressionen!

MTRA 2/3:

Notfallwagen holen und dann Rea-Team von UKD verständigen

Danach Aufziehen von Medikamenten (Adrenalin) und Beatmung assistieren

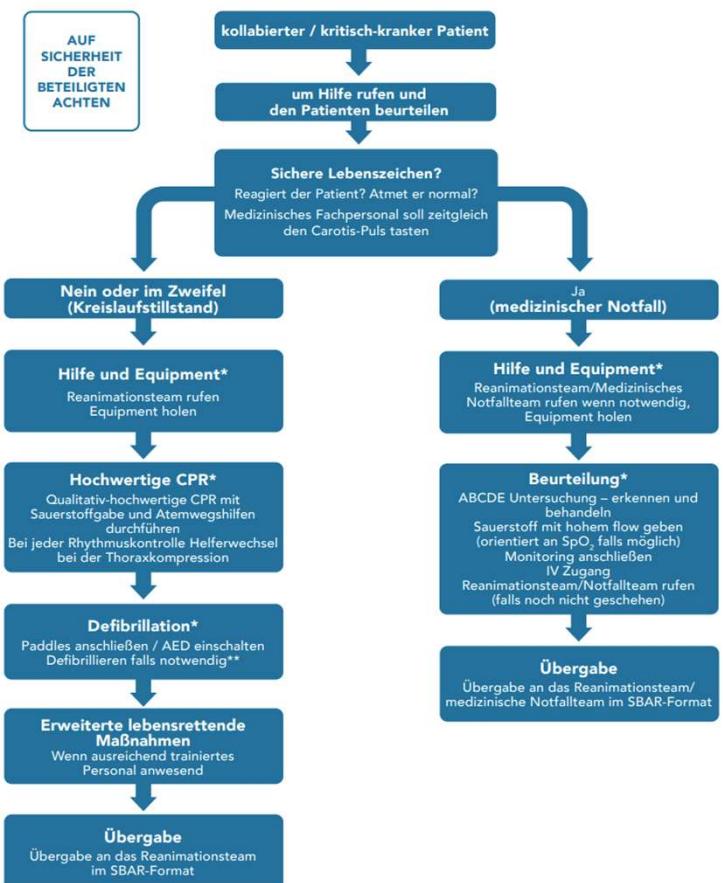
Nuklearmediziner:

Defibrillator anschließen und Rhythmusanalyse starten

Falls defibrillierbarer Rhythmus (VF/pVT): Schockabgabe nach ERC-Protokoll



INNERKLINISCHE REANIMATION



* Maßnahmen parallel durchführen wenn genügend Personal verfügbar ist

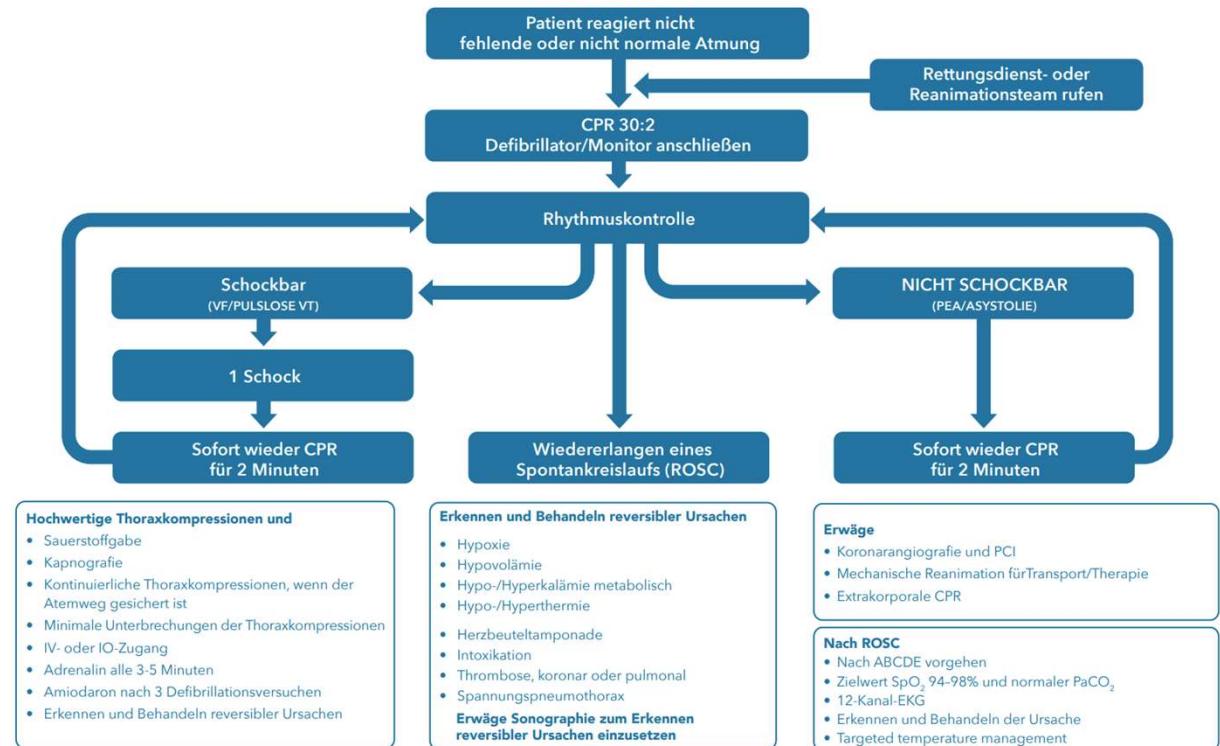
** Manuellen Defibrillator verwenden, wenn geschult und Gerät vorhanden

Kardiopulmonale Notfälle - Vorgehen

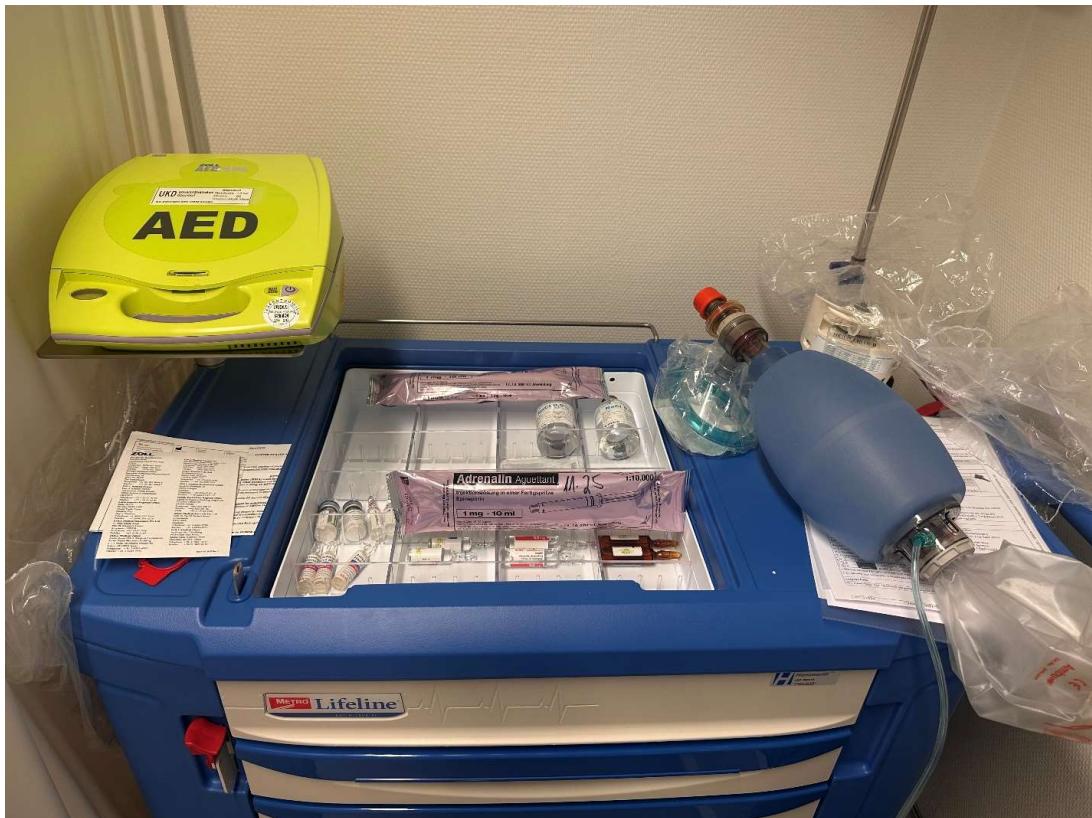
- Der Nuklearmediziner übernimmt die Führung.
- Anweisungen geben
- Atemwegsicherung mittels Larynxtubus
- Defibrillator bedienen bzw. Schockabgabe machen
- Verabreichen der Medikamente
- Übergabe des Patienten an Rea-Team



ERWEITERTE MASSNAHMEN ZUR REANIMATION VON ERWACHSENNEN (ALS)



Notfallwagen & Monitoring



5.2.2 Notfallwagen - Bestandsliste

auf dem Notfallwagen oben links	oben rechts
AED (oder manueller Defibrillator mit Elektroden und Elektrodengel)	am Infusionsständer: 500 ml Jonosteril® im Druckbeutel, Infusionssystem
linke Seite (Köcher)	Beatmungsbeutel mit Reservoir, angeschlossen an die O ₂ -Flasche; + HME Filter zwischen Maske und Beutel (s. Rucksseite)
Je 5x Absaugkatheter Ch 14 (grün), 18 (rot) 1x Introducer (Eschmann-Stab) gebogen	Kinderstationen zusätzlich 1 Beatmungsbeutel mit Reservoir für Kinder mit Maske Größe 2
linke Seite (seitl. Klappfächer)	Seite rechts: 2l O ₂ -Flasche (mind. 180 bar)
1. Fach: 2x 500 ml Jonosteril®+ 2 Infusionssysteme	
obere Ablage	
1 Laryngoskop mit Ersatzbatterien je 1 Laryngoskop-spatel McIntosh Nr. 3 u. 4 je 1 Endotrachealtubus mit Stilett Gr. ID 6/7/8 mm 1 Spritze 10 ml mit Luer-System zum Blocken des Tubus 1 große Magillzange 1 Stethoskop 1 Rolle Leukoplast 1,25 cm	1 Adapter für O ₂ - Wandanschluss Kinderstationen zusätzlich je 1 Endotrachealtubus Gr.3,5/ 4/ 4,5/ 5,5 mm Spatel Gr. 0, 1, 2 / Miller Spatel Größe 0, 1 u. kleine Magillzange Herzchirurgie: 1 externer Schrittmacher + Ersatzbatterie 9 V
1.Schublade	
2 Amp. Adrenalin Fertigspritze 1mg/ 10 ml 3 Amp. Amiodaron 150 mg/ 3 ml 2 Amp. Atropin 0,5 mg/ ml 2 Amp. Metoprolol 5 mg/ 5 ml 2 Amp. Urapidil 50 mg/ 10 ml 2 Amp. Eurosemid 20 mg/ 2 ml 1 Amp. Prednisolon 500 mg + 5ml Aqua 1 Amp. Clemestin 2 mg/ 2 ml 3 Amp. Midazolam 15 mg/ 3 ml	2 Amp. Etomidate 20 mg/ 10 ml 2 Amp. Ketamin 500 mg/ 10 ml 1 Nitro Spray 2 Amp. Glucose 40% 20 ml 2 Flaschen NaCl 0,9% 100 ml, 1 Fl Glucose 5% 100ml im Kühlschrank: 2 Fl. Suprarenin® (Epinephrin) 25 ml (1mg/ ml) (ggf. verdünnen: 9 ml NaCl 0,9% + 1 mg Adrenalin) 2 Amp. Rocuronium 50 mg/ 5ml
Prinzipiell werden alle Medikamente pur aufgezogen oder nach ärztlicher Anordnung	
2.Schublade	
Auf einem Tablett vorbereitet: je 2 Venenverweilkänen ca. 1,7 und 1,1 mm ID Kinderstationen: 2 Venenverweilkänen ca. 0,8 u. 0,6 mm ID	4 Drei-Wegehähne blau 4 Verlängerungen (Heidelberg) 5 Spritzen 2 / 5 / 10ml; 2 Spritzen 20ml 10 Aufziehkanülen 10 Null-Verschlussstopfen blau 4 Mini Spikes: 2 BGA Spritzen 2 Perfusorspritzen/ 2 Perfusorleitungen
1 Stauschlauch, Hautdesinfektionsmittel 10 Sterile Kompressen/ 2 Tegaderm®-Pflaster 2 Rollen Pflaster 2,5 cm wasserfest	
3.Schublade	
Beatmungsmasken Gr.4/ 5 / 6 (Einmalmasken) je 2 Wendituben Gr. 7 / 7,5 / 8mm je 2 Guedeltuben Größe 2, 3, 4 je 1 Larynxtubus:	Kinderstationen zusätzlich: Beatmungsmasken Gr. 1 / 2 / 3 (Einmalmasken) je 2 Guedeltuben Größe 00, 0, 1 je 1 Larynxtubus:
Gr.3 gelb kleine Erwachsene < 155 cm Gr.4 rot Erwachsene 155 - 180 cm Gr.5 violett große Erwachsene > 180 cm	Gr.1 weiß Babys 5 - 12 kg Gr.2 grün Kleinkinder 12 - 25 kg Gr.2,5 orange Kinder 125 - 150 cm
+ Blockerspritze für Larynxtuben (mit Farbmarkierung)	HNO-/Kieferchirurgie-Stationen zusätzlich: Trachealspreizer, Drahtschere, Koniotomie-set, je 1 Trachealkanüle Gr. 7/ 8/ 9 mm
1 O ₂ -Maske mit Schlauch, 1 Blutdruck-Messgerät	
unteres Fach	
O ₂ - Flowmeter (für Zentralversorgung); unsterile Handschuhe Gr. M; Abwurf für Kanülen	

Notfallwagen & Monitoring



5.2.2 Notfallwagen - Bestandsliste

auf dem Notfallwagen oben links	oben rechts
AED (oder manueller Defibrillator mit Elektroden und Elektrodengel)	am Infusionständer: 500 ml Jonosteril® im Druckbeutel, Infusionssystem
linke Seite (Köcher)	Beatmungsbeutel mit Reservoir, angeschlossen an die O ₂ -Flasche; + HME Filter zwischen Maske und Beutel (s. Rückseite)
Je 5x Absaugkatheter Ch 14 (grün), 18 (rot) 1x Introducer (Eschmann-Stab) gebogen	Kinderstationen zusätzlich 1 Beatmungsbeutel mit Reservoir für Kinder mit Maske Größe 2
linke Seite (seitl. Klappfächer)	Seite rechts: 2! O ₂ -Flasche (mind. 180 bar)
1. Fach: 2x 500 ml Jonosteril®+ 2 Infusionssysteme	
obere Ablage	
1 Laryngoskop mit Ersatzbatterien je 1 Laryngoskop-spatel McIntosh Nr. 3 u. 4 je 1 Endotrachealtubus mit Stilett Gr. ID 6/7/8 mm 1 Spritze 10 ml mit Luer-System zum Blocken des Tubus 1 große Magillzange 1 Stethoskop 1 Rolle Leukoplast 1,25 cm	1 Adapter für O ₂ - Wandanschluss Kinderstationen zusätzlich je 1 Endotrachealtubus Gr.3,5/ 4/ 4,5/ 5/ 5,5 mm Spatel Gr. 0, 1, 2 / Miller Spatel Größe 0, 1 u. kleine Magillzange Herzchirurgie: 1 externer Schrittmacher + Ersatzbatterie 9 V
1.Schublade	
2 Amp. Adrenalin Fertigspritze 1mg/ 10 ml 3 Amp. Amiodaron 150 mg/ 3 ml 2 Amp. Atropin 0,5 mg/ ml 2 Amp. Metoprolol 5 mg/ 5 ml 2 Amp. Urapidil 50 mg/10 ml 2 Amp. Furosemid 20 mg/ 2ml 1 Amp. Prednisolon 500 mg + 5ml Aqua 1 Amp. Clemestin 2 mg/ 2 ml 3 Amp. Midazolam 15 mg/ 3 ml	2 Amp. Etomidate 20 mg/ 10 ml 2 Amp. Ketamin 500 mg/10 ml 1 Nitro Spray 2 Amp. Glucose 40% 20 ml 2 Flaschen NaCl 0,9% 100 ml, 1 Fl Glucose 5% 100ml im Kühlschrank: 2 Fl. Suprarenin® (Epinephrin) 25 ml (1mg/ ml) (ggf. verdünnen: 9 ml NaCl 0,9% + 1 mg Adrenalin) 2 Amp. Rocuronium 50 mg/ 5ml
Prinzipiell werden alle Medikamente pur aufgezogen oder nach ärztlicher Anordnung	
2.Schublade	
Auf einem Tablett vorbereitet: je 2 Venenverweilkülen ca. 1,7 und 1,1 mm ID Kinderstationen: 2 Venenverweilkülen ca. 0,8 u. 0,6 mm ID 1 Stauschlauch, Hautdesinfektionsmittel 10 Sterile Kompressen/ 2 Tegaderm®-Pflaster 2 Rollen Pflaster 2,5 cm wasserfest	4 Drei-Wegehähne blau 4 Verlängerungen (Heidelberger) 5 Spritzen 2 / 5 / 10ml; 2 Spritzen 20ml 10 Aufziehkanülen 10 Null-Verschlussstopfen blau 4 Mini Spikes: 2 BGA Spritzen 2 Perfusorspritzen/ 2 Perfusorleitungen
3.Schublade	
Beatmungsmasken Gr.4/ 5/ 6 (Einmalmasken) je 2 Wendltuben Gr. 7 / 7,5 / 8 mm je 2 Guedeltuben Größe 2, 3, 4 je 1 Larynxtubus:	Kinderstationen zusätzlich: Beatmungsmasken Gr. 1 / 2 / 3 (Einmalmasken) je 2 Guedeltuben Größe 00, 0, 1 je 1 Larynxtubus:
Gr.3 gelb kleine Erwachsene < 155 cm Gr.4 rot Erwachsene 155 - 180 cm Gr.5 violett große Erwachsene >180 cm	Gr.1 weiß Babys 5 - 12 kg Gr.2 grün Kleinkinder 12 - 25 kg Gr.2,5 orange Kinder 125 - 150 cm
+ Blockerspritze für Larynxtuben (mit Farbmarkierung)	HNO-/Kieferchirurgie-Stationen zusätzlich: Trachealspreizer, Drahtschere, Koniotomie-set, je 1 Trachealkanule Gr. 7/ 8/ 9 mm
1 O ₂ -Maske mit Schlauch, 1 Blutdruck-Messgerät	
unteres Fach	
O ₂ -Flowmeter (für Zentralversorgung); unsterile Handschuhe Gr. M; Abwurf für Kanülen	

FAZIT

Notfallversorgung der Patienten kann nur gesichert werden durch:

- Schnelles und koordiniertes Handeln
- Eingespieltes Team und klare Abläufe sowie Rollenverteilung.

Take-Home-Message: Ein gut vorbereitetes Team rettet Leben!

REA-TEAM: 19000

Literatur

1. Goehde SC, Forsting M, Debatin JF (2003) Screening with MRI: a new “all inclusive” protocol. *Semin Ultrasound CT MR* 24:2–11.
 2. Palmowski, M., Behrendt, F.F., Michaely, H.J. et al. Unerwartete Notfälle und Notfallbefunde in der radiologischen Praxis. *Radiologe* 60, 200–207 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00117-020-00644-y>
 3. Informationen der Strahlenschutzkommission (SSK) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz Nummer 7 (2023). Strahlennotfallmedizin Kurzfassung von Heft 70 der „Berichte der Strahlenschutzkommission“.
 4. Mandlik, V., Prantl, L., & Schreyer, A. G. (2019). Contrast Media Extravasation in CT and MRI - A Literature Review and Strategies for Therapy. Kontrastmittel-Paravasat bei CT und MRT – Aktuelle Literaturübersicht und Behandlungsstrategien. *RoFo : Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen und der Nuklearmedizin*, 191(1), 25–32. <https://doi.org/10.1055/a-0628-7095>.
 5. Uder, M., Alkadhi, H. (2024). Unerwünschte Wirkungen jodhaltiger Kontrastmittel. In: Alkadhi, H., Leschka, S. (eds) *Wie funktioniert CT?* Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-68480-1_15.
 6. Dirks, B., Böttiger, B.W. Die neuen internationalen Leitlinien zur Reanimation 2021 – sie sind da!. *Notfall Rettungsmed* 24, 189–191 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10049-021-00866-0>.
-