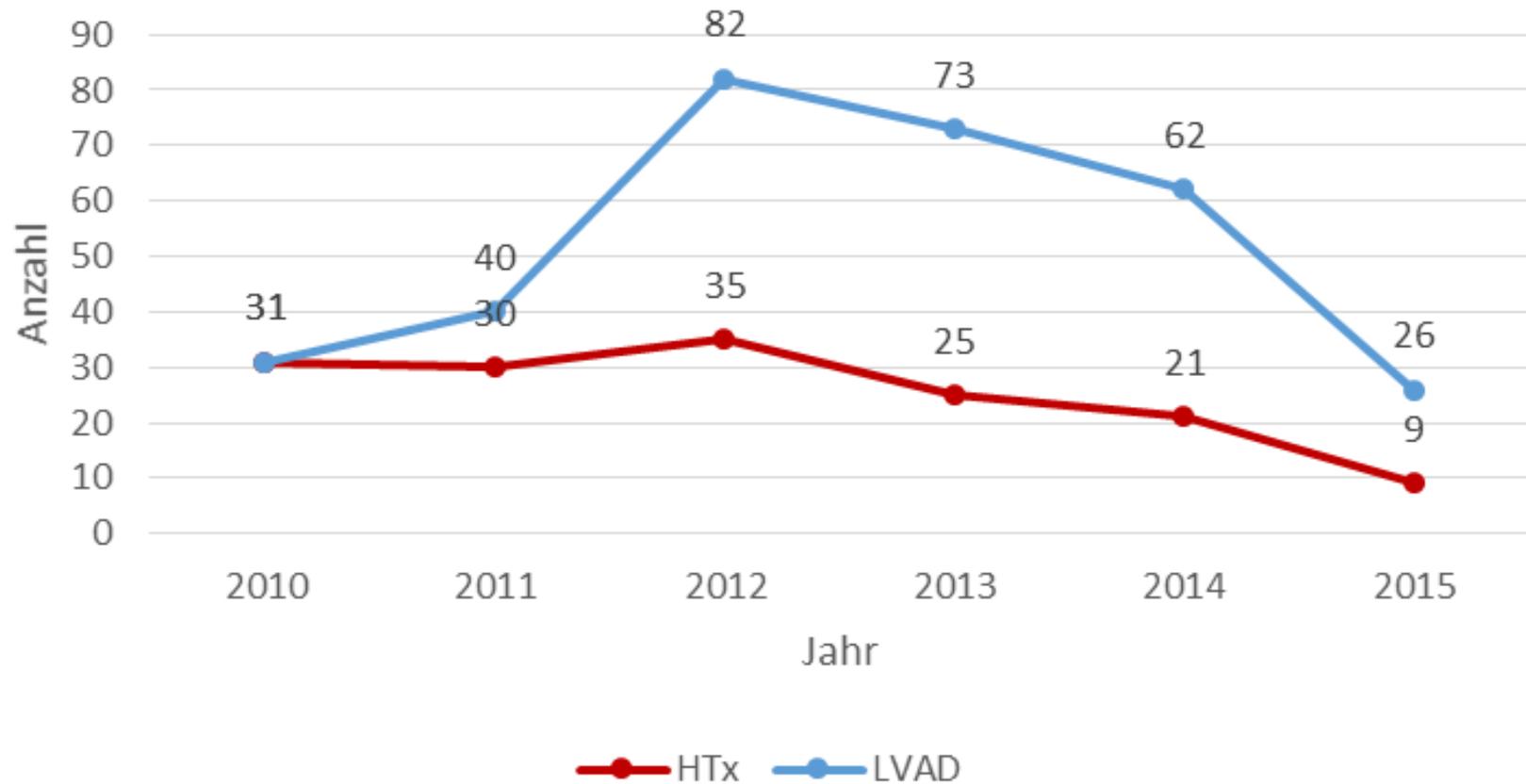


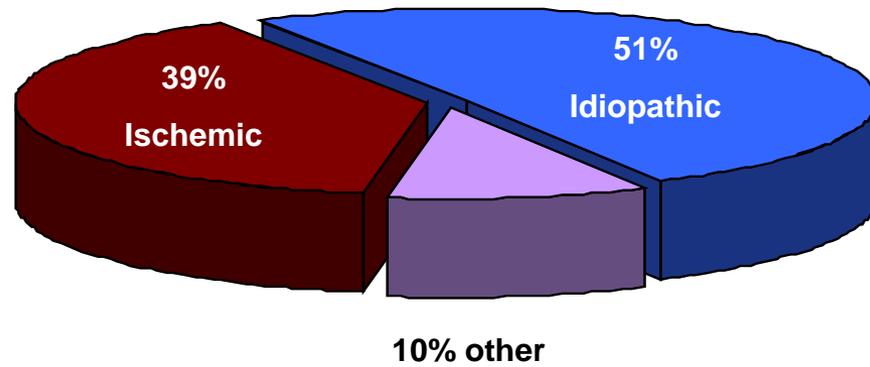
Notfälle bei Herztransplantierten und Patienten mit Kunstherz

Dr. Anna L. Meyer
Herzchirurgie Herzzentrum Leipzig

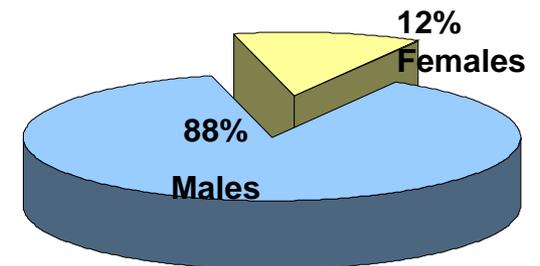
21. Leipzig-Probstheidaer Notfalltag

Verlauf HTx und LVAD

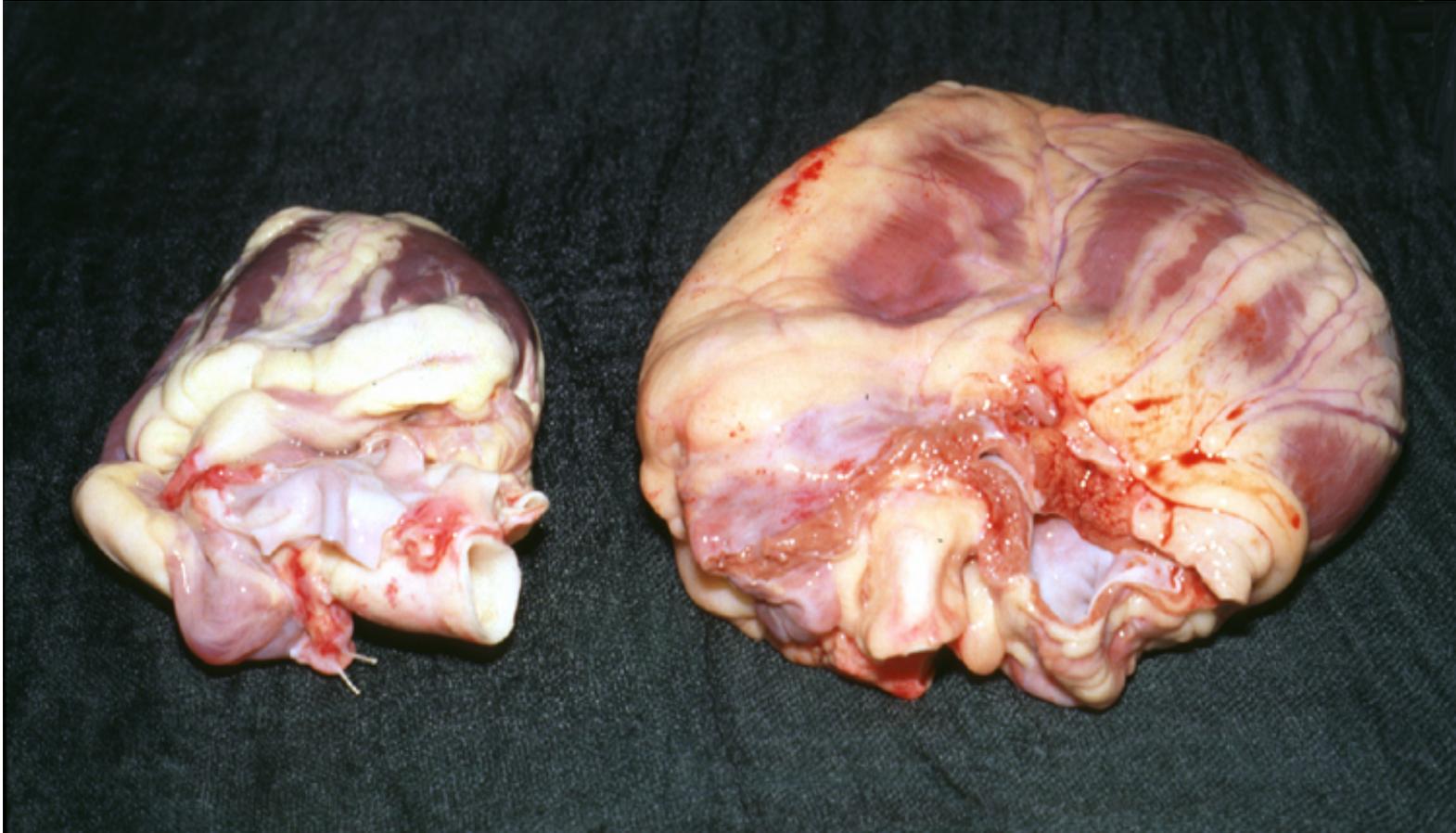




Geschlecht



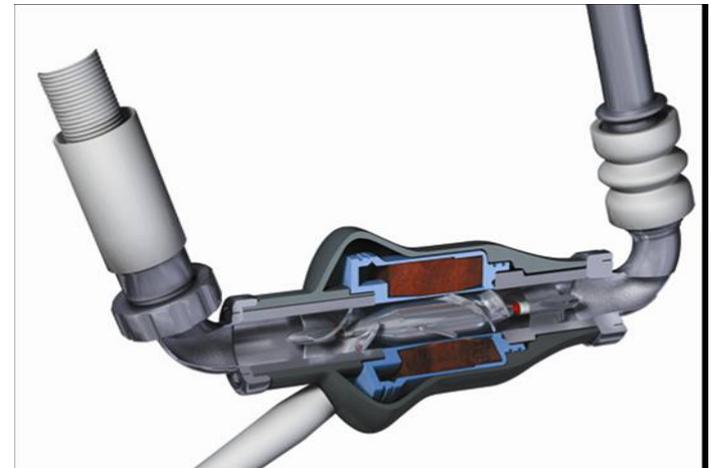
Dilatative Kardiomyopathie



HeartMate II (Thoratec)

Technical details:

- Axial flow pump
- Non-pulsatile
- Speed: 9,000-13,000 rpm
- Flow: 3 - 10 l/min
- BSA: $>1.2\text{m}^2$
- Seit 2004

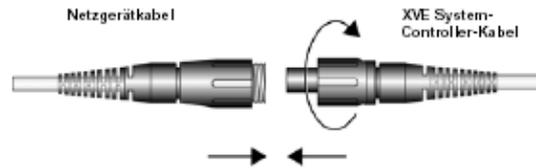
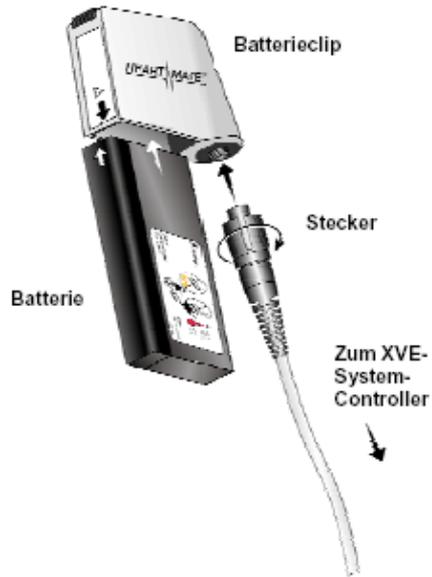


HeartMate II

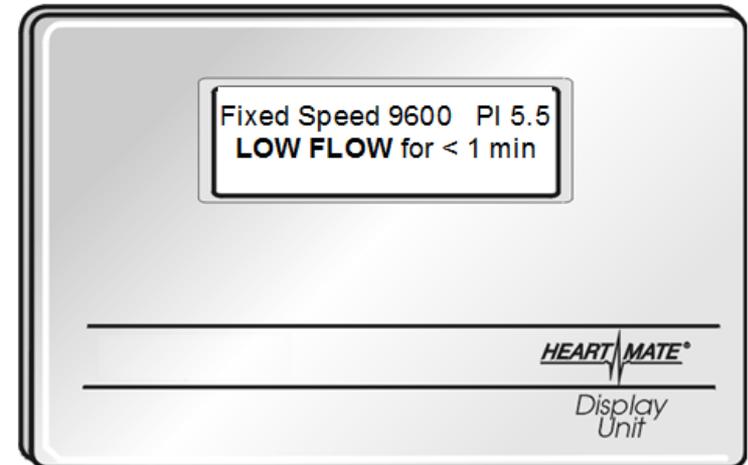
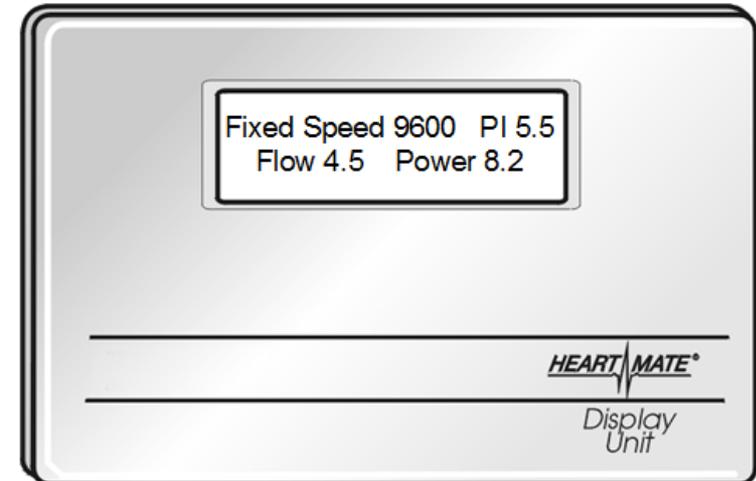


Common HeartMate Peripherals

Freigabetaste



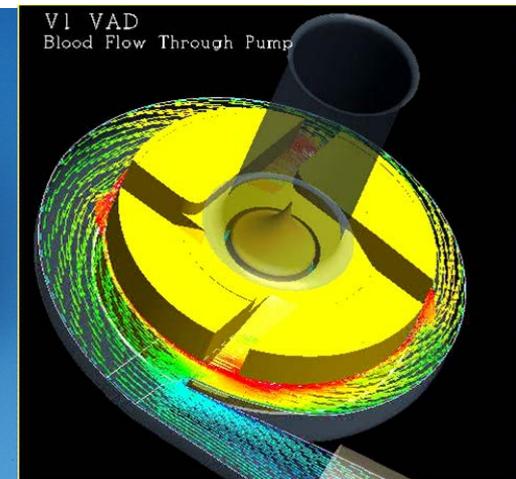
- Parameters
 - Pump Mode
 - Pump Speed (rpm)
 - PI (Pulsatility Index)
 - Estimated Flow (lpm)
 - Too low “---”
 - Too high “+++”
 - Power (watts)
- Alarm conditions
 - Highest priority displayed



HVAD (HeartWare)

Technical details:

- Centrifugal pump
- Speed: 2,000-3,000rpm
- Flow: 3-10l/min



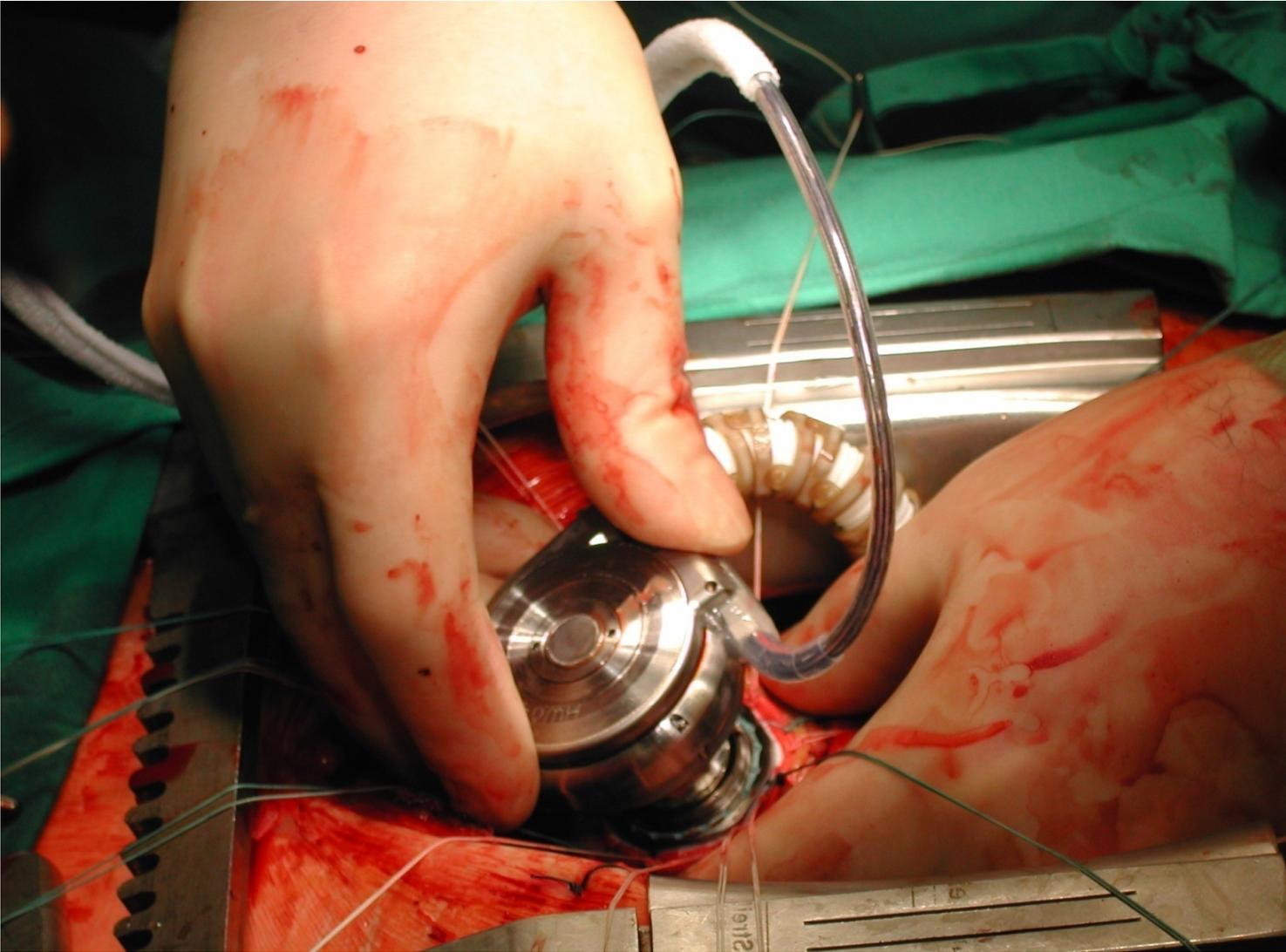
HeartWare (HVAD)



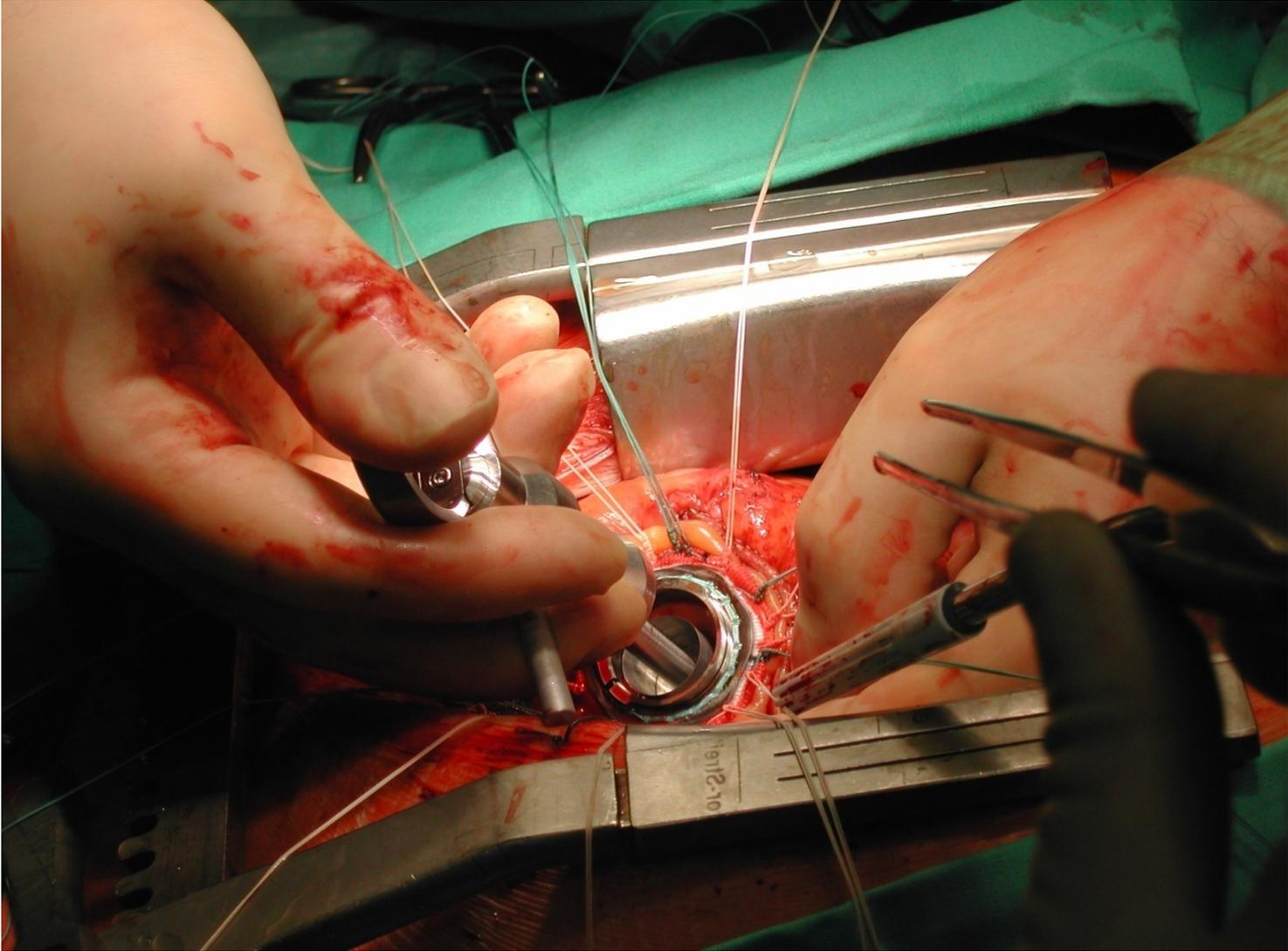
Heartware - Implantation



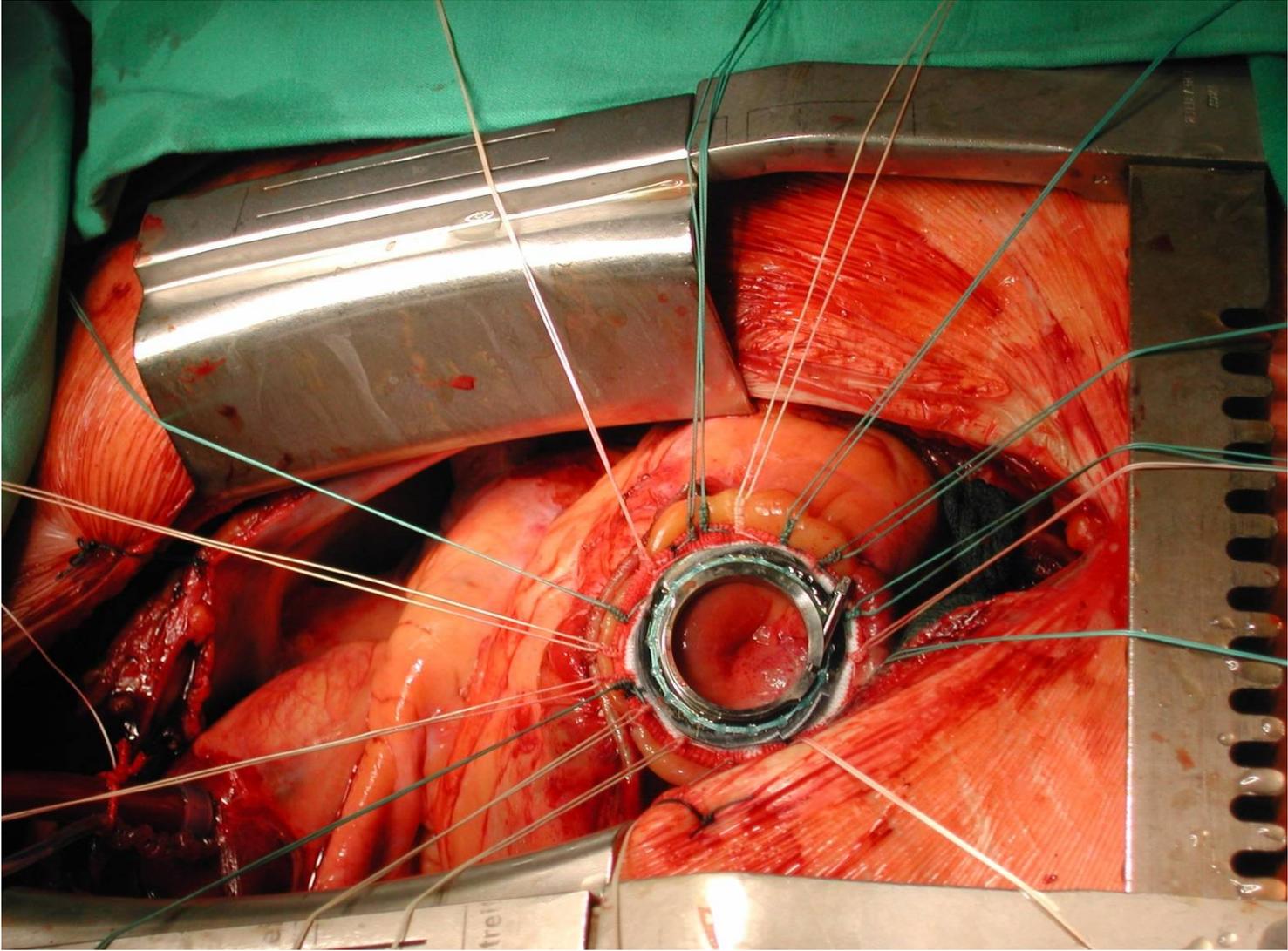
Heartware - Implantation



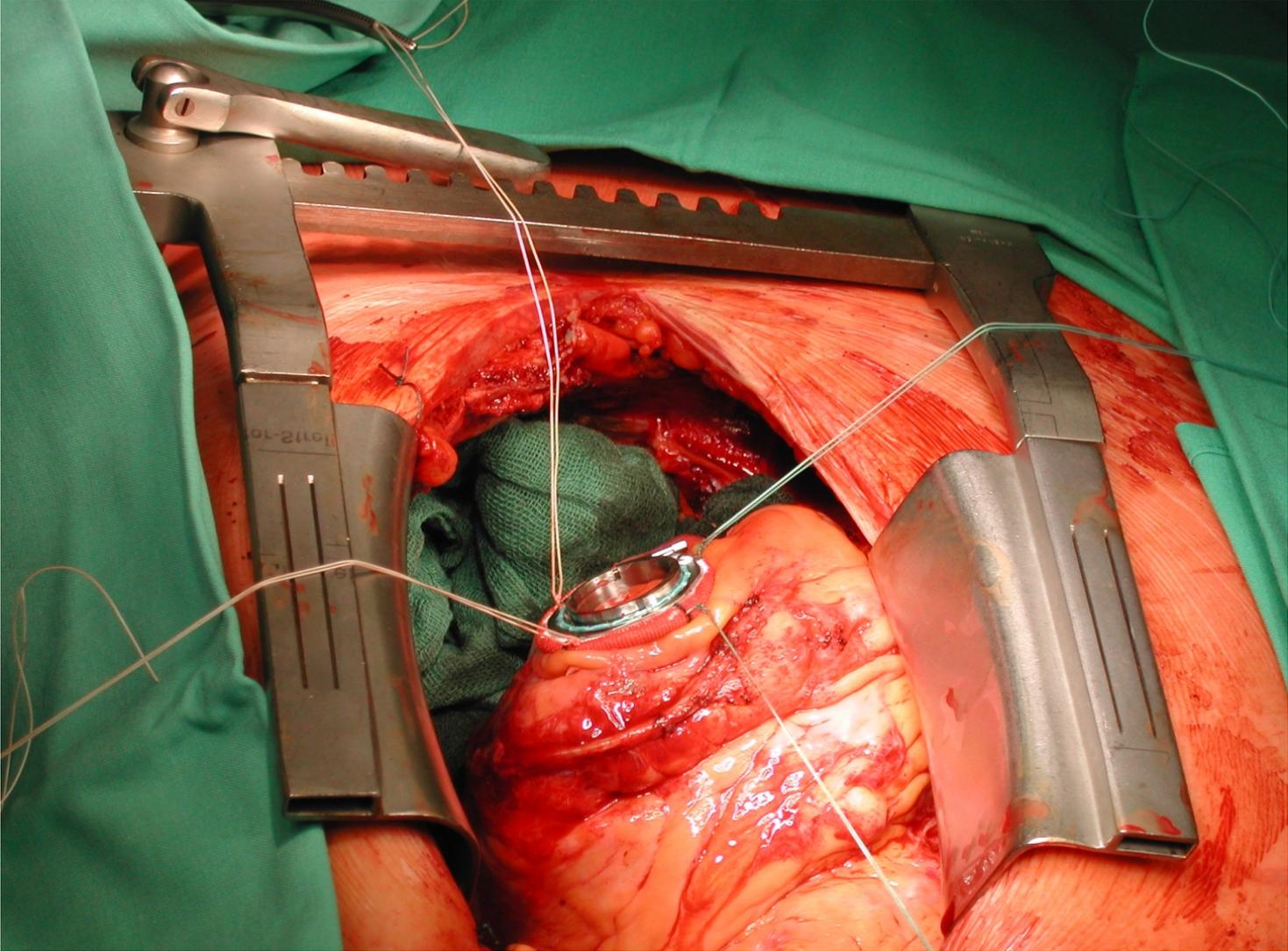
Heartware - Implantation



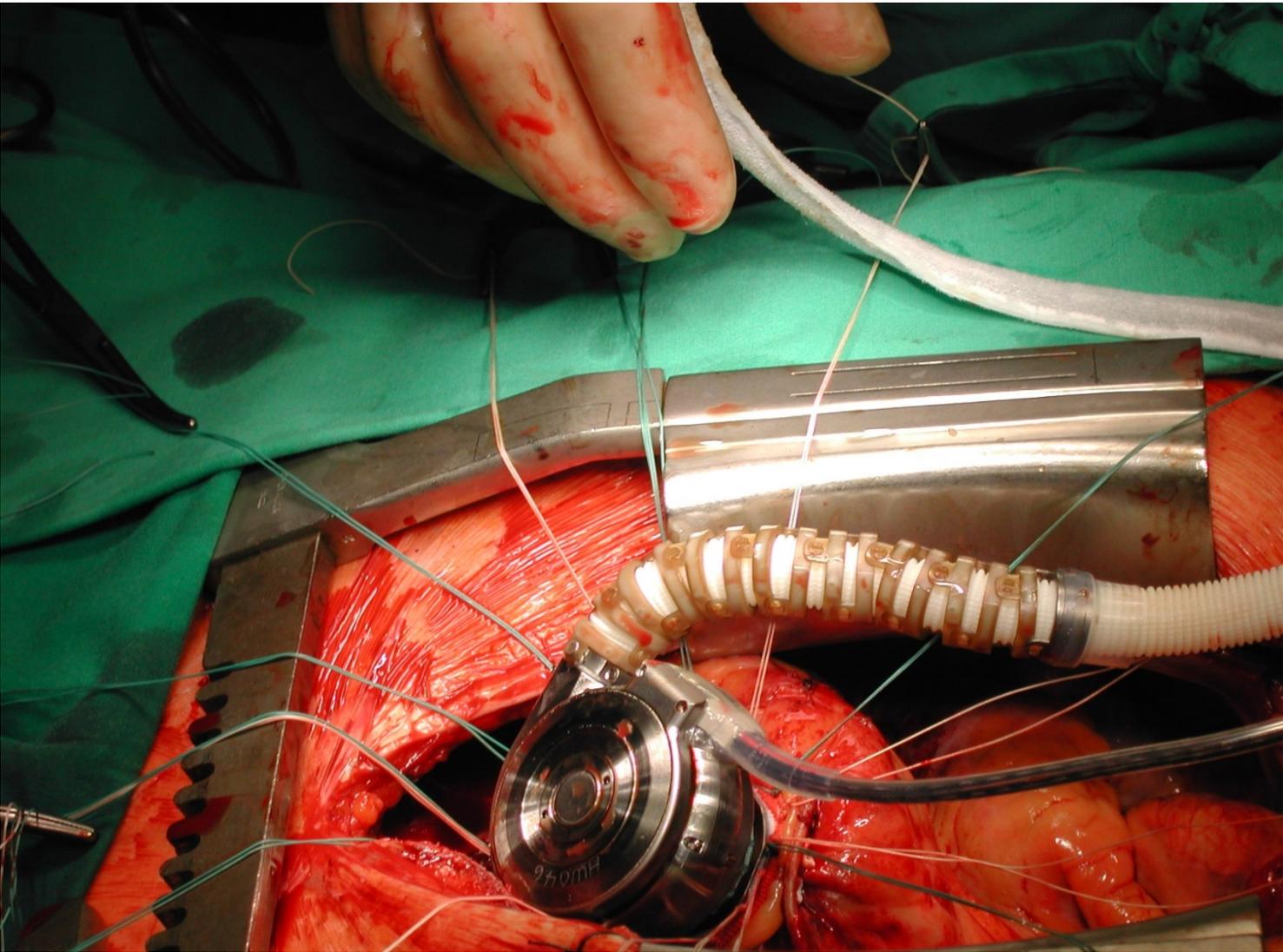
Heartware - Implantation



Heartware - Implantation



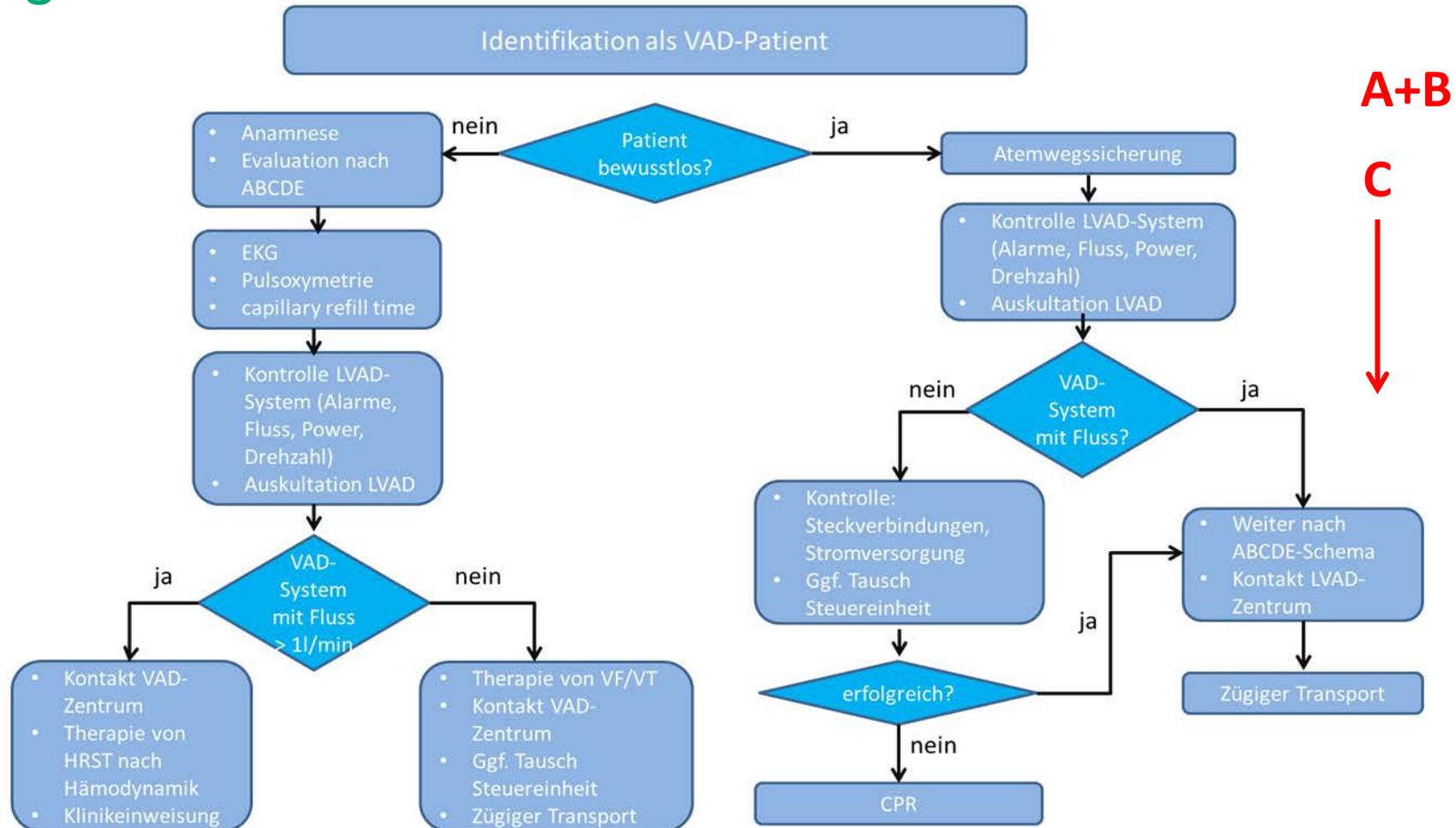
Heartware - Implantation



Notfälle

Evaluation des LVAD-Patienten,

Algorithmus

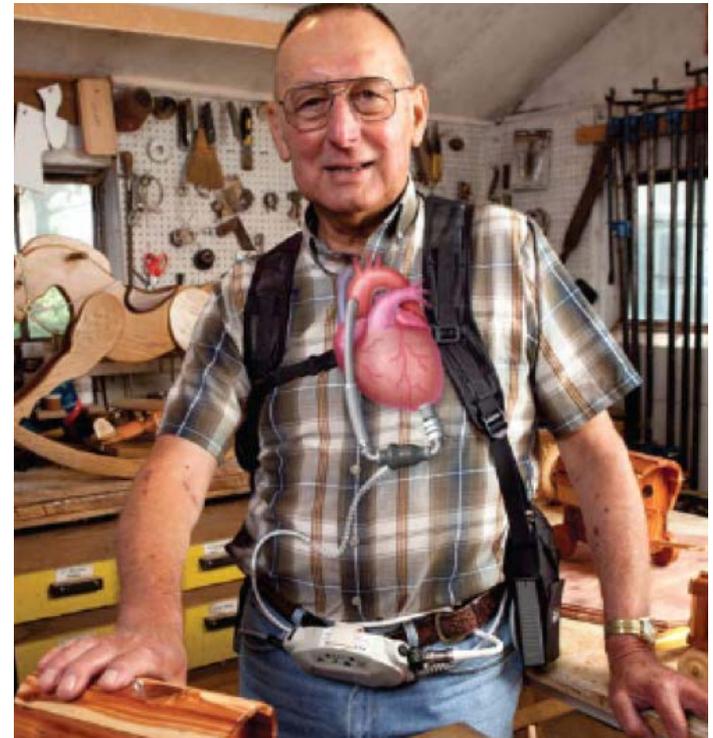


- Überprüfung der Steuereinheit (Fluss, Drehzahl, Power, PI bei HM II)
- Auskultation des Systems über der Herzspitze (Pumpenbetrieb, „Knattern“, abnormale Geräusche?)
- Steckverbindungen, Akkus überprüfen
- Dekompensationszeichen? (Blasse, kaltschweißige Haut, Capillary refill time, Halsvenenstauung, Beinödeme, pulmonal feuchte RGs?)
- CAVE: Verletzung der Driveline bei Gebrauch der Rettungsschere!

- EKG
- Pulsrate muss nicht mit Herzfrequenz übereinstimmen (EKG!)
- Pulsoxymetrie nicht zuverlässig möglich
- Blutdruckmessung:
 - „Klassische“ RR-Messung seltenst durchführbar
 - Palpatorische RR-Messung nur in ca. 3% der Patienten möglich
 - Automatischer NIBP-Messung in ca. 50% der Fälle korrekt
 - Dopplersonographische Messung?

- „Indirekte“ Erfassung des Blutdruckes notwendig:
 - Hautfarbe und -temperatur
 - Mentaler Status
 - (Diurese)
 - Capillary refill time

- Art des Systems
- Implantationszentrum
- Kontaktadresse
- Notfallkarte
- Angehörige sind gut geschult und können dem Notfallteam wertvolle Hilfe leisten!



Notfallkarte des Heartmate-II-Systems

Wichtigkeit	Systemcontroller-Bildschirm	Aktive Symbole	Bedeutung des Alarms	Zum Aufheben des Alarms
G E F A H R	Durchfluss niedrig ⊖ :03 + Klinik-Kontaktperson anrufen ⊖ :07		Die Pumpe ist ausgeschaltet. Symbol für „Pumpe ist eingeschaltet“ () ist schwarz.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wechseln Sie umgehend zu einer funktionierenden Stromquelle (Stromversorgungsmodul oder zwei HeartMate 14-Voll-Lithiumionen-Akkus). 2. Wenn das Problem durch das Anschließen an die Stromversorgung nicht behoben wird, versuchen Sie die Pumpe zu starten, indem Sie auf beliebige Tasten des Systemcontrollers drücken, und rufen Sie sofort Ihre Klinik-Kontaktperson an.
	Steuerleitung anschließen ⊖ :02		Die Driveleine ist getrennt. Symbol für „Pumpe ist eingeschaltet“ () ist schwarz.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Schließen Sie die Driveleine sofort an den Systemcontroller an, und bringen Sie die Driveleine-Sicherungslatche auf dem Systemcontroller in Verriegelungstellung. 2. Wenn der Alarm nach dem Wiederanschließen der Driveleine immer noch ertönt, versuchen Sie das Problem durch Drücken beliebiger Tasten auf dem Systemcontroller zu beheben. 3. Wenn der Alarm nach dem Wiederanschließen der Driveleine immer noch ertönt, ersetzen Sie den Systemcontroller durch einen vorprogrammierten Reserve-Systemcontroller. 4. Wenden Sie sich umgehend an Ihre Klinik-Kontaktperson, wenn der Alarm weiter ausgegeben wird.
	Interne Batterie ⊖ :01 + Stromversorgung nicht anschließen ⊖ :05		Beide Netzlabel sind nicht angeschlossen.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wechseln Sie umgehend zu einer funktionierenden Stromquelle (Stromversorgungsmodul oder zwei vollständig geladene 14-Voll-Lithiumionen-Akkus HeartMate). 2. Wenden Sie sich umgehend an Ihre Klinik-Kontaktperson, wenn der Alarm weiter ausgegeben wird.
	Durchfluss niedrig ⊖ :03 + Klinik-Kontaktperson anrufen ⊖ :07		Durchfluss niedrig, Durchfluss unter 2,5 l/min	Rufen Sie sofort Ihre Klinik-Kontaktperson an, damit diese eine Diagnose durchführen und weitere Anweisungen erteilen kann.
	Stromversorgung nicht anschließen ⊖ :02 + Akku schwach ⊖ :06		Batteriestand niedrig, schwach niedriger Stromeingang mit einer Restlaufzeit von weniger als 5 Minuten	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wechseln Sie umgehend zu einer funktionierenden Stromquelle (Stromversorgungsmodul oder zwei vollständig geladene 14-Voll-Lithiumionen-Akkus HeartMate). 2. Wenden Sie sich umgehend an Ihre Klinik-Kontaktperson, wenn der Alarm weiter ausgegeben wird.

Wichtig! Das Symbol „Pumpe ist eingeschaltet“ () leuchtet immer grün auf, wenn die Pumpe in Betrieb ist.

Thoratec Corporation 6035 Stoneridge Drive, Pleasanton, CA 94588 Tel: (925) 847-8600, Fax: (925) 847-8574, HeartLine: (800) 456-1477, www.thoratec.com
 Thoratec Europe Limited Burnet House, 3 Lakeview Court, Ermine Business Park, Huntingdon, Cambridgeshire, PE29 6JA United Kingdom, Tel: +44 (0) 1480 455200, Fax: +44 (0) 1480 454126, Tel. rund um die Uhr: +44 (0) 7459 877901
Thoratec Corporation ist ein börslich notiertes Unternehmen. Thoratec ist ein weltweit führendes Unternehmen in der Entwicklung, Herstellung und Vermarktung von Herz-Lungen-Maschinen für die Behandlung von Herzversagen. Thoratec ist ein führender Anbieter von Herz-Lungen-Maschinen für die Behandlung von Herzversagen. Thoratec ist ein führender Anbieter von Herz-Lungen-Maschinen für die Behandlung von Herzversagen.



HeartMate II®
Left Ventricular Assist System

Alarmer für Patienten
und ihre Betreuer

Weitere Informationen
und Benutzungshinweise finden Sie im
HeartMate II-Patientenhandbuch.



http://www.thoratec.com/_assets/download-tracker/HMII_Pocket%20Guide_Alarms_Patients_WW_107525DE-DE.C.pdf

Notfallkarte des HVAD-Systems

Alarm Symbol	Alarm Tone	LCD Display (line 1)	LCD Display (line2)	Potential Causes	Potential Action
Alarm Type: High (Critical)					
None △	• Continuous load • Unable to mute	<no message>	<no message>	• No power to pump • Pump has stopped	• Connect two new power sources • Replace controller • Contact HeartWare Clinical Support
Flashing Red ⚠	• Loud, Two-toned alarm - unable to mute	VAD Stopped	Connect DriveLine	• DriveLine disconnected • DriveLine fracture • Connector malfunction/ breakage • VAD electrical failure	• Reconnect driveLine • Contact HeartWare Clinical Support • Download/email patient log files
		VAD Stopped	Change Controller	• Controller failure • VAD failure • Thrombus or other materials (e.g. tissue fragments) in the device	• Exchange controller • Contact HeartWare Clinical Support • Download/email patient log files
		Controller Failed	Change Controller	• Controller component failed	• Exchange controller • Contact HeartWare Clinical Support
		Critical Battery 1	Replace Battery 1	• Limited battery 1 or battery 2 time remaining	• Replace critical battery with fully charged battery or AC or DC adapter
		Critical Battery 2	Replace Battery 2	• Battery malfunction	• Change controller - if new power sources do not correct alarm
Alarm Type: Medium					
Flashing Yellow ⚠	Intermittent beep • Gradual increase in alarm volume over time if not muted • Able to mute alarm for 5 minutes or 1 hour • Electrical Fault (audio) and Controller Fault (audio) can be permanently disabled • Press the scroll button on the controller to clear received medium alarm messages	Controller Fault	Call	• Controller component malfunction but pump still working	• Confirm frequency and duration of alarm, concurrent alarms, and pump flow/speed/power • Assess patient for complaints of shortness of breath, chest pain, palpitations, dizziness, etc. • Isolated alarm monitored with download at next visit
		Controller Fault	Call ALARMS OFF	• Controller component malfunction • Suction Detection disabled • Low Flow alarm disabled • VAD Connect alarm may be disabled • High Power alarm may be disabled	• Multiple alarms within 24 hours without other issues should be assessed at non-emergent visit • Multiple alarms within 1 hour with other alarms or symptoms, replace controller and assess in emergent visit • Download/email patient log files from original (jarring) controller and new controller • Contact HeartWare Clinical Support
		High Watts	Call	• HVAD® Pump Watts have exceeded High Power alarm threshold • Alarm threshold set too close to average power • Thrombus or other materials (e.g. tissue fragments) in the device • High RPM • High flow • VAD electrical fault	• Confirm correct settings for High Power alarm and pump speed • Consider checking blood coagulation labs • Assess patient for hemolysis • Download/email patient logs files • Check for aortic insufficiency, thrombus, etc. • Contact HeartWare Clinical Support

Alarm Type: Medium					
Flashing Yellow ⚠		Electrical Fault	Call	• Fault in continuity of pump-to-controller electrical connections • Partial driveLine fracture • Connector malfunction • Controller component failure • VAD malfunction	• Check driveLine cover and ensure driveLine connector is engaged • Inspect driveLine for defects • Download/email patient log files • Contact HeartWare Clinical Support
		Low Flow	Call	• Average flow below Low Flow alarm threshold • Alarm threshold set too close to average flow • Suction • RPM too high or too low • Poor VAD filling (right ventricular failure, hypovolemia, tamponade, arrhythmias, inflow cannula obstruction, etc.) • High blood pressure • Outflow graft kink	• Confirm VAD parameters • If possible, confirm correct settings for Low Flow alarm limit and viscosity • Confirm blood pressure (MAP < 85 mmHg) • Evaluate cause of poor left ventricular filling (include attaching patient to monitor to evaluate pump wave form) and consider volume resuscitation if indicated • If no potential patient cause can be identified, download/email patient log files • Consider ECHO • Contact HeartWare Clinical Support
		Suction	Call	• RPM too high • Poor VAD filling (right ventricular failure, hypovolemia, tamponade, arrhythmias, inflow cannula obstruction, etc.) • Thrombus or other materials (e.g. tissue fragments) in the device	• Confirm pump flow trends to evaluate a decrease in mean flow • Download/email patient log files • Consider volume resuscitation and/or correct cause of poor left ventricular filling • Consider decreasing pump speed • Contact HeartWare Clinical Support • Consider ECHO
Alarm Type: Low					
Solid Yellow ⚠	Intermittent beep • Gradual increase in alarm volume over time if not muted • Able to mute alarm for 5 minutes.	Low Battery 1	Replace Battery 1	• Battery power is low	• Replace low battery
		Low Battery 2	Replace Battery 2		
		Power Disconnect	Reconnect Power 1	• Power source is disconnected or malfunctioning	• Reconnect power source • Replace power source • Replace controller
		Power Disconnect	Reconnect Power 2		

http://www.heartware.com/sites/default/files/uploads/docs/ifu00001_rev19_hvasinstructionsforuse_us_pma.pdf

- Alarm: LOW-FLOW < 2,5 lpm
- Ansaugphänomene bei zu geringer Vorlast des LV
- Differentialdiagnosen:
 - Hypovolämie
 - Ansaugphänomen, Kanülenobstruktion (z.B. Thrombus, Papillarmuskel)
 - Rechtsherzversagen
 - Spannungspneumothorax
 - Ventrikuläre Rhythmusstörungen
 - Zu hohe Nachlast / MAP ↑↑

- Präklinischer Therapiealgorithmus:



- Volumenbolus bei fehlenden Zeichen eines RHV (ca. 500 ml VEL)
- Dobutamin 2,5-20 μ g/kgKG/min (Perfusor 250 mg/50 ml 5-15 ml/h) bei V.a. Rechtsherzversagen
- Therapie hypertensiver Entgleisungen (Urapidil 5-50 mg i.v. titriert).
- CAVE: Vorsichtiger Einsatz von NTG (Absenkung der Vorlast)

- Indizien:

High Watts

- Anstieg von Pumpenleistung und Flussrate (Stunden-Tage)
 - Hämolysezeichen (Braunfärbung des Urins, Sklerenikterus)
-
- Notärztliche Therapie: Zügige Vorstellung in einem VAD-Zentrum, dort ggf. Lysetherapie/operativer Austausch des Systems

- Können alle Komponenten des Systems betreffen
- Optische und akustische Alarme
- In der Regel schlecht toleriert
- Bewusstseinsstörungen
- Bei Stillstand Flussumkehr bis 1-2l/min im System möglich
- Häufige Ursachen:
 - Fehlerhafter Akkuwechsel -> neuer Hm-II-Controller hat zusätzliche interne Batterie (15 min)
 - Drivelinebruch (auch suizidal) -> alle notwendigen Kabel in der Driveline doppelt vorhanden



Neustart des Systems

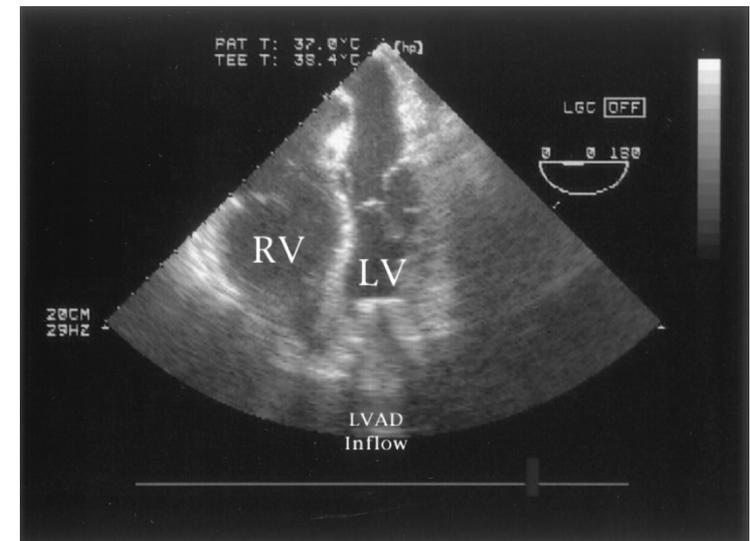
- Wann sollte ein Neustartversuch des Systems erfolgen?
 - Präklinisch nach ca. 3 Minuten Stillstandzeit: Risikoabwägung
 - Backflow und Antikoagulation verzögern/verhindern Thrombenbildung im System
 - Innerklinisch: Neustart auch nach 6 Stunden möglich, falls Echokontrolle erfolgt, Fluss auf Outflowgraft detektierbar und $INR > 2,0$
 - Patient muss über Risiken (operativer Wechsel vs. Neustart) aufgeklärt werden



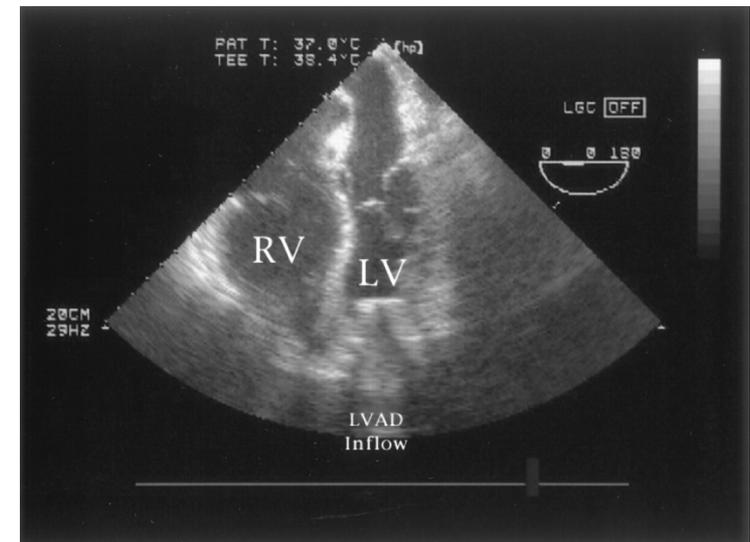


- Grundsätzlich nach ALS-Algorithmus
- Kontrolle der Steuereinheit
 - Bei niedrigem Fluss, aber intakter Systemfunktion: zunächst Stabilisierungsversuch mit Volumenbolus und Adrenalingabe
 - Falls dadurch keine Stabilisierung-> HDM
 - Herzdruckmassage vermutlich weniger gefährlich als bisher angenommen
 - Defibrillation bei allen Systemen möglich (elektrisch ausreichend isoliert, Diskonnektion nicht erforderlich)

- Prävalenz: 20% der Patienten
- 5-8% der Todesfälle nach LVAD
- Eher frühe postoperative Phase
- Rechtsventrikuläre Funktion bessert sich nach LVAD häufig



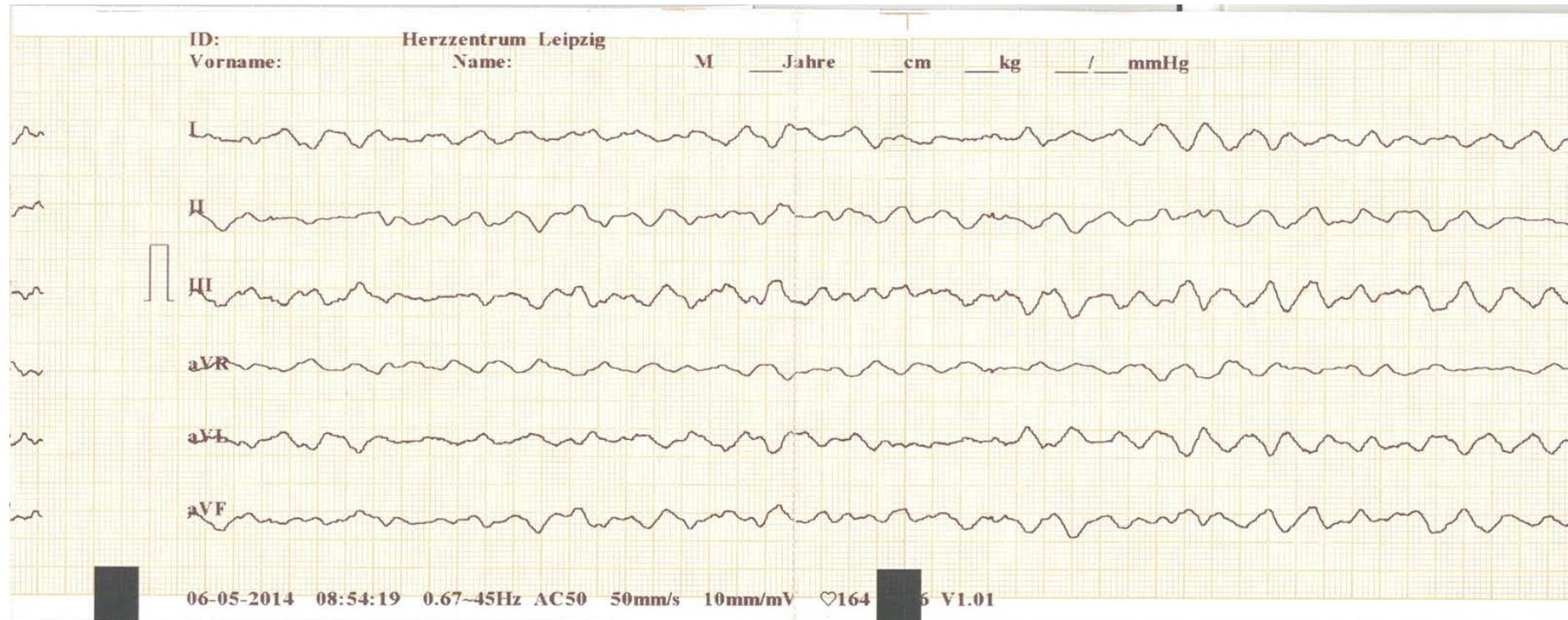
- Notärztliche Therapie
 - Titrierte Gabe von Diuretika
 - Dobutamin
 - Klinik: PDE-III-Hemmer (positive Wirkung auf pulmonalvaskulären Widerstand)



- Definition: $MAD < 60 \text{ mmHg}$
- Ätiologie:
 - Niedriger Fluss: Volumenmangel, RHV, Obstruktion der Inflow-Kanüle, Perikardtamponade
 - Hoher Fluss: Sepsis/SIRS, Medikamente
- Vorgehen:
 - Volumenbolus bei fehlenden Zeichen eines RHV
 - Vasopressoren (Noradrenalin, peripher: $1\text{mg}/50 \text{ ml}$, Start $10\text{-}15 \text{ ml/h}$, dann nach Wirkung)
 - CAVE: kritische Erhöhung der Nachlast vermeiden!



Ventrikuläre Tachykardien + Kammerflimmern



- Ca. 1/3 entwickelt VA im 1. Jahr nach LVAD
- Defibrillation
- Sedierung
- Kombinationstherapie aus Klasse I und Klasse III- Antiarrhythmika
- Pat. mit Magnet versorgen → Vermeidung electrical storm



- Antikoagulation mit Falithrom, Zielbereich INR 2-2,5 und Plättchenaggregationshemmer (ASS, Clopidogrel)
- Erworbenes von Willebrand Syndrom
- Prävalenz: 18- 23%



- bei Blutungen Therapie der Hypovolämie mit kristalloiden Lösungen und ggf. Gabe von Katecholaminen
- rasche Verlegung ins LVAD- betreuende Klinikum
- bei Aspirationsgefahr Schutzintubation (CAVE: Vermeidung von Propofol wegen mgl. Kreislaufdepression)



- akute Lebensgefahr
- bei neurologischer Symptomatik Kontaktaufnahme HZL und Abwägung einer VL in Universitätsklinik mit Neurochirurgie
- INR Messung
- Haemate enthält vWF des Menschen und Faktor VIII



- Strenge Nutzen-Risiko-Abwägung
- Ausreichende Volumengabe zur Aufrechterhaltung der Vorlast
- Medikamente: Ketamin/Midazolam/Fentanyl
- CAVE Propofol/Thiopental: ausgeprägte Kreislaufdepression
- Vermeidung von Hypoxie, Hyperkapnie, Azidose: Erhöhung des pulmonalvaskulären Widerstandes kann in Kombination mit negativ inotroper Wirkung der Hypnotika zu kardialer Dekompensation führen!



Transport und Klinikauswahl

- Sämtliches Zubehör mitnehmen: Akkus, Ladegerät, Ersatzcontroller, Netzkabel, Falithromausweis
- VAD-assoziiertes Notfall -> primäre Einweisung in VAD-Zentrum
- Primär nicht VAD-assoziiertes Notfall (Blutung, neurologischer Notfall): nächstgelegenes, geeignetes Krankenhaus und sekundär Kontaktaufnahme mit VAD-Zentrum
- Keine Interferenz des LVAD mit Flugelektronik

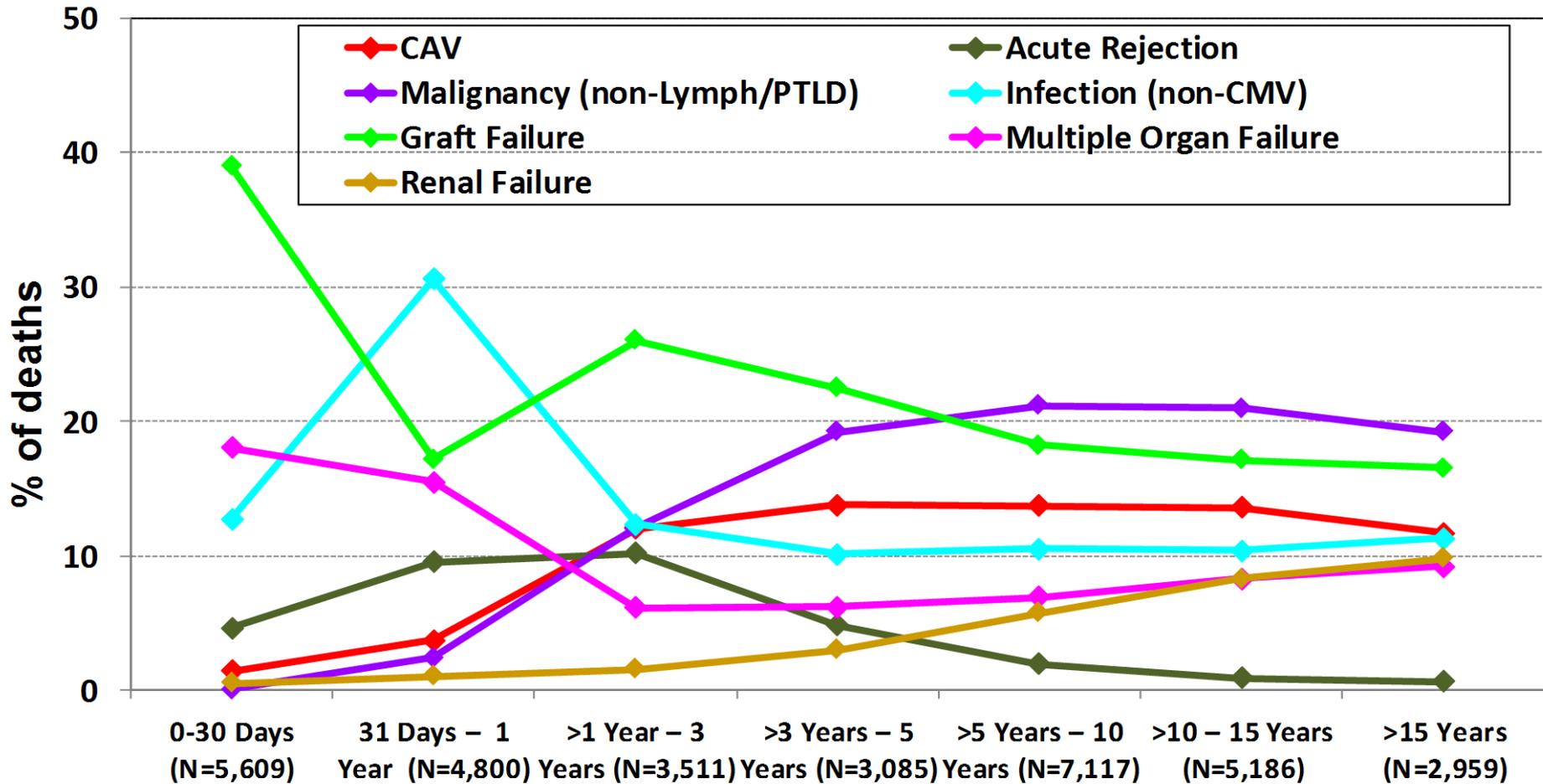


Herztransplantation

- Immunsuppressiva
- Niereninsuffizienz
- Ruheherzfrequenz höher
- Keine AP Beschwerden

Adult Heart Transplants

Relative Incidence of Leading Causes of Death
(Deaths: January 1994 – June 2013)



Adult Heart Transplants

Cumulative Morbidity Rates in Survivors within 1, 5 and 10 Years Post Transplant
(Follow-ups: January 1995 – June 2013)

Outcome	Within 1 Year	Total N with known response	Within 5 Years	Total N with known response	Within 10 Years	Total N with known response
Hypertension*	71.8%	(N = 28,163)	91.7%	(N = 13,023)	-	
Renal Dysfunction	25.8%	(N = 31,118)	51.7%	(N = 15,769)	68.1%	(N = 5,428)
<i>Abnormal Creatinine ≤ 2.5 mg/dl</i>	17.7%		33.1%		38.5%	
<i>Creatinine > 2.5 mg/dl</i>	6.3%		14.6%		20.0%	
<i>Chronic Dialysis</i>	1.5%		2.9%		6.0%	
<i>Renal Transplant</i>	0.3%		1.1%		3.6%	
Hyperlipidemia*	59.8%	(N = 29,413)	87.6%	(N = 14,372)	-	
Diabetes*	24.8%	(N = 31,120)	37.5%	(N = 15,458)	-	
Cardiac Allograft Vasculopathy	7.8%	(N = 28,259)	30.1%	(N = 11,511)	49.7%	(N = 3,146)

- Infektionen
- Medikamentenwirkung
 - Unverträglichkeitsreaktionen bei Medikamentenumstellung
 - Überdosierung Immunsuppressiva
- Gastroenteritis (Diarrhoe mit Exsikose)
 - CMV Infektion

- Symptomatische Therapie
- Verlegung in ein örtliches Krankenhaus
 - Cave: oft keine Spiegelbestimmung der Immunsuppressiva möglich

- Akute Abstoßung
 - Herzrhythmusstörungen
 - Vorhofflimmern
 - Bradykardie
 - Biventrikuläres Herzversagen
- Chronische Abstoßung (alle 2 Jahre LHK)
 - Transplantatvaskulopathie
 - Myokardinfarkt

- Verlegung in ein Transplantationszentrum
 - LHK
 - Biopsie
 - Labor
 - Prednisolontherapie

Vielen Dank!

