

S3-Leitlinie:

Einsatz der intraaortalen Ballongegenpulsation in der Herzchirurgie*

NACHDRUCK**

Einleitung und Hintergrund

Die intraaortale Ballonpumpe (IABP) oder auch intraaortale Gegenpulsation hat sich seit ihrer klinischen Einführung 1963 durch Kantrowitz zu dem technisch einfachsten und weltweit am häufigsten eingesetzten mechanischen Kreislaufunterstützungssystem entwickelt. Nach Einbringen eines Ballonkatheters (Polyurethan) in die Aorta descendens distal des Abganges der linken A. subclavia wird dieser synchron des Herzzyklus – getriggert durch EKG oder arterielle Druckkurve – über eine externe Pumpe mit ca. 30-50 cm³ Helium gefüllt. Dabei wird der Ballon unmittelbar nach Schluss der Aortenklappe zu Beginn der Diastole insuffliert, und es resultiert eine herzwärtsgerichtete Pulswelle – auch als diastolische Gegenpulsation oder

Augmentation bezeichnet –, die zu einer Verbesserung der Koronarperfusion und somit links- wie rechtsventrikulärem Energieangebot für das Myokard führt. Das prä systolische Leersaugen des Ballons bewirkt eine Senkung der linksventrikulären Nachlast mit konsekutiver Reduktion der linksventrikulären Wandspannung, des linksventrikulären enddiastolischen Druckes und somit auch des myokardialen Sauerstoffverbrauches.

Aktuelle nationale wie internationale Umfragen belegen, dass Häufigkeit, Indikationsstellung und Management der IABP-Implantation in der Kardiochirurgie national und regional stark variieren [8]. Im Bereich der Kardiochirurgie existieren nur Empfehlungen zum prä- und postoperativen Einsatz der IABP [2,6]. Ziel der in diesem Artikel in den Grundlagen vorgestellten Leitlinie war es

Die S3-Leitlinie „Einsatz der intraaortalen Ballongegenpulsation in der Herzchirurgie“ entstand

unter Federführung

- der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG),

unter Beteiligung

- der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGA),

- der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI),

- der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung (DGK) und

- der Deutschen Gesellschaft für Kardiotechnik (DGfK).

An der Erstellung und Beratung dieser Leitlinie haben mitgewirkt:

K. Pilarczyk (federführend) · A. Bauer · A. Böning · M. von der Bröle · I. Eichler · B. Gohrbandt · H. V. Groesdonk · N. Haake · M. Heringlake · G. Langebartels · G. Marggraf · A. Markewitz · H. Thiele · G. Trummer

Tabelle 1

Evidenzkriterien des Oxford Centre for Evidence-Based Medicine.

Therapiestudien	
Stufe Evidenz	Kriterien
Ia	von Metaanalysen randomisierter kontrollierter Studien (RCT) mit Überprüfung auf Heterogenität zwischen den einzelnen RCT
Ib	mindestens einer RCT (mit engem Konfidenzintervall)
IIa	systematischer Übersichtsarbeiten über Kohortenstudien
IIb	von Ergebnissen aus einzelnen Kohortenstudien oder einer RCT niedriger Qualität
III	nicht experimenteller, beschreibender Studien wie z.B. Fall-Kontroll-Studien mit gutem Studiendesign (retrospektiv)
IV	von Fallserien sowie Kohortenstudien und Kontroll-Studien niedriger Qualität
V	von Expertenmeinungen ohne ausdrückliche kritische Bewertung

* Beschluss des Engeren Präsidiums der DGA vom 31.07.2014

**** Nachdruck mit freundlicher Genehmigung:**

- DIVI Jahrbuch 2014/2015;
Hrsg.: G. Jorch et al.; Seite 193-199
- Thorac Cardiovasc Surg. 2015 Jan;63
Suppl 2:S131-196

Tabelle 2

Empfehlungsgrade (GoR = Grade of Recommendation).

Stärke der Evidenz	Beschreibung	Empfehlungsgrad (GoR)
1a, 1b	Starke Empfehlung	A
2a, 2b	Empfehlung	B
3, 4, 5	Offene Empfehlung	O

daher, unter Federführung der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG) evidenzbasierte Empfehlungen zu Indikationen, Kontraindikationen, Grenzen sowie Management der aortalen Gegenpulsation im Bereich der Kardiochirurgie gemäß Tabelle 1 und 2 zu erstellen.

EMPFEHLUNG 1: Bei Patienten mit kardialer Dekompensation sollte vor kardiochirurgischem Eingriff die Implantation einer IABP erwogen werden. (IV B)

Die intraaortale Ballonpumpe (IABP) galt beim kardiogenen Schock jahrzehntelang als Ultima Ratio. Seit dem multizentrischen, randomisierten IABP-Shock-II-Trial im Jahr 2012, der keinen Benefit der IABP im infarktbedingten kardiogenen Schock bei primärer PCI nachweisen konnte, ist der Nutzen einer IABP im kardiologischen Bereich mehr als umstritten, und die entsprechenden Leitlinienempfehlungen für die IABP werden aktuell zurückgestuft [16]. Das große Problem aller randomisierten Studien zur IABP im infarktbedingten kardiogenen Schock (TACTICS, IABP-Shock-Trial, IABP-Shock-II-Trial) ist der nur sehr geringe Anteil der Patienten, die primär einer chirurgischen Koronarrevaskularisation zugeführt wurden (0-3%), so dass keine Subgruppenanalyse kardiochirurgischer Patienten durchgeführt wurde und eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf das kardiochirurgische Patientenkollektiv kaum möglich ist, da sich diese grundlegend von kardiologischen Patienten unterscheiden [16,13, 10]: Patienten mit kardiogenem Schock im Rahmen eines akuten Myokardinfarktes erfahren im Fall einer chirurgi-

schen Revaskularisierung mit extrakorporaler Zirkulation (EKZ) eine erneute myokardiale Ischämie mit ausgeprägter Reperfusion. Auch bei Verzicht auf die EKZ kommt es im Rahmen einer Off-Pump-Coronary-Artery-Bypass-Prozedur (OPCAB)-Prozedur zu Phasen hämodynamischer Beeinträchtigung mit verminderter Koronarperfusion. Basierend auf prospektiv-randomisierten Arbeiten zur präoperativen IABP-Implantation in Hochrisikopatienten, kann jedoch postuliert werden, dass der perioperative Effekt der IABP zumindest z.T. auf eine Reduktion der Myokardischämie während der EKZ, aber auch in Situationen mit hämodynamischer Beeinträchtigung, z.B. im Rahmen der Narkoseeinleitung, zurückzuführen ist, so dass die IABP-Implantation im Fall einer kardialen Dekompensation vor kardiochirurgischem Eingriff zu erwägen ist. Auch wenn keine prospektiv-randomisierten Studien zur IABP im Infarkt-Ventrikel-Septum-Defekt (VSD) bzw. ischämischer Mitralklappeninsuffizienz vorliegen, berichten viele Arbeitsgruppen über eine signifikante Stabilisierung bzw. Verbesserung der hämodynamischen Situation in einem großen Anteil der Patienten mit einer Reduktion des Regurgitations- bzw. Shuntvolumens [15].

EMPFEHLUNG 2: Bei hämodynamisch stabilen Hochrisikopatienten sollte eine präoperative IABP-Implantation erfolgen. (Ib B)

Nach den positiven Ergebnissen der Züricher Arbeitsgruppe um Christenson zum präoperativen Einsatz der IABP in hämodynamisch stabilen Hochrisikopatienten vor chirurgischer Koronarrevaskularisation mit EKZ (eingeschränkte linksven-

trikuläre Pumpfunktion, instabile AP, Re-Operationen), die eine geringere Mortalität, kürzere Intensivverweildauer sowie geringe Inzidenz eines postoperativen Low-cardiac-output-Syndroms nachweisen konnte, wurden insgesamt 3 Metaanalysen, 11 randomisierte kontrollierte Studien (RCTs) sowie eine Vielzahl von retrospektiven Arbeiten zu dieser Thematik publiziert [3,9]. Zwei RCTs konnten keinen Vorteil der präoperativen IABP-Implantation nachweisen, alle RCTs haben jedoch zum Teil erhebliche Schwächen: Der Begriff des Hoch-Risiko-Patienten ist nicht einheitlich definiert (Ejektionsfraktion, AP-Symptomatik, Koronarstatus, EuroScore), die Arbeiten haben kleine Fallzahlen und sind statistisch unterpowert, die IABP wird erst nach Narkoseeinleitung implantiert ... [5,18]. Allerdings sprechen die überwiegend positiven Studien-Ergebnisse sowie folgende Überlegungen für eine bereits präoperative IABP-Implantation im Vergleich zur IABP-Implantation erst intra/bzw. postoperativ bei hämodynamischen Problemen: Unter präoperativer IABP-Therapie wird eine signifikante Reduktion der perioperativen myokardialen Ischämie beobachtet, die a.e. durch eine verbesserte Hämodynamik bereits vor Anschluss an die EKZ sowie eine verbesserte Koronarperfusion in anästhesiologischen und chirurgischen hämodynamischen Grenzsituation im Rahmen der Narkoseeinleitung und beim Anschluss an die EKZ zu erklären ist. Übereinstimmend zeigt eine Vielzahl von randomisierten Studien die positiven Effekte der durch die IABP erzeugten Pulsatilität während des kardiopulmonalen Bypasses. Die genaue Definition des Hochrisikopatienten ist schwierig, muss individuell von Zentrum zu Zentrum vom Operateur getroffen werden und sollte v.a. hämodynamische Parameter, wie eine hochgradig eingeschränkte Pumpfunktion, beinhalten.

EMPFEHLUNG 3: Bei der akuten Rechtsherzinsuffizienz kann der Einsatz der IABP frühzeitig ergänzend zur pharmakologischen Therapie erfolgen. (IV O)

Ein akutes rechtsventrikuläres Versagen tritt bei 0,04-1% aller Patienten nach kardiochirurgischen Eingriffen, in 2-3% nach Herztransplantation und 20-30% nach LVAD-Implantation auf. Die akute therapierefraktäre Rechtsherzinsuffizienz ist mit einer Hospital-Mortalität von bis zu 75% vergesellschaftet. Die Therapie beinhaltet v.a. die drei Grundsäulen Vorlastoptimierung, Inotropiesteigerung sowie Senkung der rechtsventrikulären Nachlast (pulmonalvaskulärer Widerstand). Zahlreiche tierexperimentelle Studien konnten die theoretischen positiven hämodynamischen Effekte der IABP im Rahmen der akuten Rechtsherzinsuffizienz nachweisen: Es kommt unter Augmentation zu einer gesteigerten (rechtsseitigen) Koronarperfusion mit konsekutiver rechtsventrikulärer Inotropiesteigerung sowie zu einer Senkung des pulmonalvaskulären Widerstandes im Sinne einer rechtsventrikulären Nachlastsenkung. Retrospektive Daten bestätigen eine signifikante Senkung der rechtsseitigen Füllungsdrücke und des pulmonalarteriellen Druckes sowie eine Steigerung des Herzzeitvolumens und des arteriellen Mitteldruckes [1]. Vergleichende Studien liegen nicht vor. Vor dem Hintergrund fehlender anderer evidenzbasierter Therapieoptionen, der hohen Mortalität und der dargestellten Vorteile ist die IABP-Implantation trotz geringer Evidenz aus humanmedizinischen Studien als gleichberechtigter Behandlungsbaustein neben allen anderen Maßnahmen anzusehen und daher bei akuter Rechtsherzinsuffizienz frühzeitig zu erwägen.

EMPFEHLUNG 4: Die Implantation einer IABP sollte frühzeitig erfolgen, wenn das Weaning von der Herz-Lungen-Maschine erheblich erschwert bzw. unmöglich ist. (IV B)

Auch wenn die IABP in allen Übersichtsarbeiten sowie kardiochirurgischen Standardwerken als Instrument bei Patienten mit erschwertem oder unmöglichem Weaning von der extrakorporalen Zirkulation erwähnt wird, liegen nur wenige Daten zur Effektivität der IABP in dieser Indikation vor: Mehrere retrospektive Studien berichten nach initial

frustranem Weaning von der EKZ nach IABP-Anlage von einem erfolgreichen Weaning in 75-80% der Fälle [17]. Vergleichende prospektive Studien liegen nicht vor. So sollte die IABP-Implantation im Rahmen eines erschwerten oder unmöglichen Weanings von der EKZ nach Rhythmisierung, Optimierung des Volumen/Elektrolythaushaltes und Nachlast sowie bei weiterhin bestehender Notwendigkeit der hochdosierten Vasopressor-/Inotropikatherapie frühzeitig, und nicht erst nach mehrfachen frustranen Weaningversuchen oder notwendiger höchstdosierter Katecholamintherapie erwogen werden – auch bei primär rechtsventrikulärer Funktionsstörung und Nicht-Koronar-Eingriffen (GoR IV 0). Insbesondere bei bereits präoperativ abzusehender Risikokonstellation sollte eine prophylaktische IABP-Implantation erwogen werden. Auch wenn die IABP in den meisten Fällen beim Weaning-Versagen die mechanische Herzunterstützung der ersten Wahl darstellt, muss individuell für jeden Patienten die Entscheidung zwischen IABP, extracorporeal life support (ECLS) oder ventricular assist device (VAD) getroffen werden.

EMPFEHLUNG 5: Bei präoperativ erfolgter IABP-Implantation soll diese zur Erzeugung eines pulsatilen Flusses während der extrakorporalen Zirkulation fortgesetzt werden. (Ib A)

Die Auswirkungen des nicht-pulsatilen Blutflusses der Herz-Lungen-Maschine auf verschiedene Organsysteme sind komplex, nur rudimentär verstanden und werden z.T. kontrovers diskutiert. Es stellt sich somit im Fall einer präoperativen IABP-Implantation die Frage, ob diese während der extrakorporalen Zirkulation weiter betrieben werden sollte. Eine Vielzahl von randomisierten Studien zeigt durchgehend eine günstige Beeinflussung verschiedener (Organ)-Systeme, wie Niere, Lunge, Abdominalorgane, Inflammation und Gerinnung durch die IABP-induzierte Pulsatilität. Einige Arbeiten konnten eine Reduktion postoperativer Morbiditäten, z.B. Nierenfunktionsstörungen, nachweisen [11,14].

EMPFEHLUNG 6: Bei bestehendem Low-cardiac-output-Syndrom (LCOS), einer Ischämie oder einer unvollständigen Koronarrevaskularisation und fehlender Korrekturmöglichkeit kann der frühzeitige Einsatz einer IABP erfolgen. (IV 0)

Die akute postoperative Herzinsuffizienz, auch als Low-cardiac-output-Syndrom (LCOS) bezeichnet, ist mit einer Inzidenz von 3% bis 14% nach isolierter Koronarchirurgie mit einer 10-17-fach erhöhten Mortalität assoziiert und tritt bei Eingriffen sowohl mit als auch ohne extrakorporale Zirkulation auf. Im Bereich der Kardiochirurgie stellt der postoperative Einsatz der IABP im Rahmen der Behandlung eines therapierefraktären Low-cardiac-output-Syndroms die klassische Indikation dar. Sollten nach kausaler Therapie, wie etwa interventioneller oder chirurgischer Koronarrevaskularisation, Rhythmisierung, Optimierung des Volumenhaushaltes und Nachlast weiterhin eine erhöhte Dosierung von Vasopressoren bzw. Inotropika erforderlich sein, kann aufgrund der theoretischen Effekte sowie der breiten positiven klinischen Erfahrung trotz fehlender Studien hoher Qualität die Implantation einer IABP erwogen werden. Konkrete Medikamentendosierungen oder Kreislaufparameter zur Indikationsstellung der IABP-Implantation sind schwer zu definieren. Mögliche Anhaltspunkte können jedoch ein erhöhter linksatrialer Druck (>18 mmHg), ein erniedrigter Herzindex ($<2,0$ l/min/m²) und arterielle Hypotonie (systolischer arterieller Druck <90 mmHg) trotz Gabe von Adrenalin $>0,2$ µg/kg/min, Dobutamin >10 µg/kg KG/min, Dopamin >10 µg/kg KG/min oder Milrinon $>0,5$ µg/kg/min sein.

EMPFEHLUNG 7: Es besteht keine grundsätzliche Indikation zur systemischen Antikoagulation unter IABP-Therapie, diese richtet sich vielmehr nach der Grunderkrankung bzw. Komorbiditäten. (IIa A)

Die systemische Antikoagulation unter IABP-Therapie ist aufgrund der theoretischen Gefahr der Thrombenbildung an der Ballon-Oberfläche – insbesondere im Rahmen des Weanings – mit konsekutiver peripherer Embolisierung trotz erhöhter Blutungsgefahr weit verbreitet. Mehrere Studien, darunter auch eine RCT, belegen, dass eine heparinfreie IABP-Therapie (auch längerfristig) sicher durchführbar ohne eine erhöhte Inzidenz thromboembolischer Komplikationen ist. Eine universelle Heparinisierung hat keinen Einfluss auf die Inzidenz thromboembolischer Komplikationen, ist jedoch mit einer erhöhten Rate an Blutungskomplikationen assoziiert [4].

EMPFEHLUNG 8: Unter laufender IABP-Therapie soll eine kontinuierliche Überwachung des IABP-Systems, der Kreislauftsituation sowie der Organ- und Extremitätenperfusion erfolgen. (IV A)

Bei Patienten unter IABP-Therapie soll nicht nur aufgrund ihrer häufig bestehenden hämodynamischen Instabilität, sondern auch aufgrund möglicher spezifischer systembedingter Komplikationen sowie der Entscheidung über eine weitere Eskalation der Therapie (ECLS, LVAD) eine kontinuierliche Überwachung des IABP-Systems, der Kreislauftsituation sowie der Organ- und Extremitätenperfusion erfolgen (GoR IV A). Dabei ist die Pulskonturanalyse unter aortaler Gegenpulsation aufgrund der veränderten Kontur der arteriellen Druckkurve nicht anzuwenden. Neben der regelmäßigen Kontrolle der korrekten Lage des Ballonkatheters mittels Röntgen-Thorax oder Echokardiographie ist v.a. die korrekte Zeiteinstellung der IABP für eine suffiziente Nachlastsenkung und Inotropiesteigerung von enormer Bedeutung. Auch wenn die Inzidenz von Komplikationen unter IABP-Therapie in den letzten Jahren signifikant abgenommen hat, ist die Einstichstelle regelmäßig auf Blutungs- und Infektzeichen zu kontrollieren sowie die untere Extremität auf klinische Zeichen einer Malperfusion zu untersuchen.

EMPFEHLUNG 9: Eine zeitliche Limitierung der IABP-Dauer existiert bei Fehlen von systembedingten Komplikationen nicht. (III 0)

Während Infektionen und Thrombozytopenie mit der Dauer der IABP-Therapie assoziiert zu sein scheinen, treten ischämische Komplikationen bevorzugt bei Frauen und Patienten mit bekannter pAVK/Diabetes mellitus auf, stehen aber nicht in Beziehung zu einer verlängerten Therapiedauer. Während in älteren Arbeiten die Therapiedauer häufig als Risikofaktor für ischämische Komplikationen genannt wurde, gibt es in neueren Fallserien trotz oft langer Anwendungsdauer keine Hinweise auf eine erhöhte Inzidenz von IABP-Komplikationen. Dies ist sicherlich z.T. auf die Anwendung von Kathetern mit deutlich geringerem Durchmesser zurückzuführen.

EMPFEHLUNG 10: Das Abtrainieren der IABP soll erst nach Reduktion der positiv-inotropen Kreislaufunterstützung erfolgen. (IV 0)

EMPFEHLUNG 11: Das Weaning der IABP kann durch Volumenreduktion oder Reduktion der Unterstützungsfrequenz erfolgen. (IV 0)

EMPFEHLUNG 12: Die IABP-Therapie erfordert keine mechanische Beatmung. (IV A)

Seit der klinischen Einführung der IABP wird eine schrittweise Entwöhnung der Ballonpumpe in den meisten kardiochirurgischen Kliniken durchgeführt und von der vorgestellten Leitlinie aufgrund der klinischen Erfahrung empfohlen, ohne dass es aktuell verlässliche Daten für oder gegen ein Weaning oder Parameter zum Weaning der IABP gibt.

Grundsätzlich stehen zwei Verfahren bzw. deren Kombination der IABP-Entwöhnung zur Verfügung:

1. schrittweise Reduktion der Unterstützungsfrequenz (Frequenzreduktion)
2. stufenweise Reduktion des Ballonvolumens (Volumenreduktion).

Die Frequenzreduktion ist das häufiger eingesetzte Weaningverfahren, jedoch resultiert aus dem Wechsel aus Augmentation und Aussetzen der Augmentation theoretisch eine starke Variabilität der Nachlast und damit der Herzarbeit – von Herzschlag zu Herzschlag. Übereinstimmend war in der einzigen randomisierten Studie zu dieser Thematik mit insgesamt 60 Patienten die Volumenreduktion der Frequenzreduktion hinsichtlich hämodynamischer Parameter nach IABP-Explantation sowie hinsichtlich der Intensivverweildauer überlegen [12]. Aufgrund einiger Limitationen der Studie sowie der theoretisch zunehmenden Gefahr der Thrombenbildung am Katheter im Fall der Volumenreduktion sind die Volumen- und Frequenzreduktion als gleichwertige Verfahren des IABP-Weanings anzusehen, bevor weitere prospektiv-randomisierte Studien vorliegen.

Während in den ersten Jahren nach klinischer Einführung der IABP von einigen Autoren die Meinung vertreten wurde, dass es vorteilhaft für die IABP-Therapie sowie das IABP-Weaning sei, wenn der Patient sediert und mechanisch ventiliert ist [7], ist nach heutigem Kenntnisstand eine mechanische Beatmung nicht erforderlich unter IABP-Therapie, so dass eine Extubation nach den gängigen intensivmedizinischen Kriterien und nicht in Abhängigkeit von einer IABP-Therapie erfolgen sollte.

EMPFEHLUNG 13: Absolute Kontraindikationen für einen IABP-Einsatz sind eine hochgradige Aortenklappeninsuffizienz, ein Aortenaneurysma oder eine Aortendissektion. (IV A)

Im Fall einer Aortenklappeninsuffizienz kommt es aufgrund der diastolischen retrograden Augmentation zu einem Blutstrom in den linken Ventrikel mit konsekutiver Volumenbelastung und Dilatation, so dass eine Aortenklappeninsuffizienz >1° eine absolute Kontraindikation zum Einsatz der IABP darstellt. Ebenso birgt die IABP-Implantation bei Aortenaneurysma/Aortendissektion

ein erhöhtes Risiko der mechanischen Schädigung der Aortenwand beim Verschieben des Führungsdrahtes bzw. des Ballonkatheters und ist daher kontraindiziert.

EMPFEHLUNG 14: Relative Kontraindikationen zum Einsatz der IABP sind eine periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK), eine Gefäßprothese in der Leiste sowie ein Stentgrafting im Bereich der Aorta descendens. (IVA)

Das Vorliegen einer pAVK ist ein starker unabhängiger Risikofaktor für Gefäßkomplikationen unter IABP-Therapie, so dass eine pAVK ebenso wie eine Gefäßprothese in der Leiste als relative Kontraindikation zur IABP-Implantation über die A. femoralis anzusehen ist. Im Fall einer klaren Indikation zur IABP-Implantation und dem Vorliegen einer schweren pAVK ist die Anlage über alternative Zugangswege (interventionell v.a. über A. axillaris oder A. subclavia oder transthorakal direkt in der A. ascendens im Rahmen kardiochirurgischer Eingriffe) zu erwägen.

EMPFEHLUNG 15: Bei fehlender Stabilisierung der Hämodynamik unter IABP-Therapie soll frühzeitig der Einsatz eines Kreislaufunterstützungssystems (ECLS, VAD) erfolgen. (IV A)

Auch wenn die IABP das in der Regel am schnellsten verfügbare und am häufigsten eingesetzte mechanische Herzunterstützungssystem darstellt, sollte bei fehlender zeitnaher hämodynamischer Stabilisierung eine Eskalation der Therapie (Implantation ECLS oder LVAD) unter Berücksichtigung der Komorbiditäten und des neurologischen Status erwogen werden. Anhaltspunkte für die Indikation zur Therapieeskalation können hämodynamische Zielparameter oder aber auch eigens entwickelte Scoring-Systeme zur Abschätzung der Prognose bereits 1 Stunde nach IABP-Implantation geben [2,19]. Die IABP kann unter ECLS

ggf. als zusätzliche pulsatile Therapie belassen werden, da sie – abhängig von der Kanülierung – eine signifikante Verbesserung der Koronarperfusion sowie eine höhere Weaningrate von der ECLS erzielt.

Literatur

1. Boeken U, Feindt P, Litmathe J, Kurt M, Gams E: Intraaortic balloon pumping in patients with right ventricular insufficiency after cardiac surgery: parameters to predict failure of IABP Support. Thorac Cardiovasc Surg 2009 Sep; 57(6):324-8
2. Carl M, Alms A, Braun J, Dongas A, Erb J, Goetz A, Goepfert M, Gogarten W, Grosse J, Heller AR, Heringlake M, Kastrup M, Kroener A, Loer SA, Marggraf G, Markewitz A, Reuter D, Schmitt DV, Schirmer U, Wiesenack C, Zwissler B, Spies C: S3 guidelines for intensive care in cardiac surgery patients: hemodynamic monitoring and cardiocirculatory system. Ger Med Sci 2010 Jun 15;8
3. Christenson JT, Simonet F, Badel P, Schmuziger M: Evaluation of pre-operative intra-aortic balloon pump support in high risk coronary patients. Eur J Cardiothorac Surg 1997 Jun;11(6): 1097-103
4. Cooper HA, Thompson E, Panza JA: The role of heparin anticoagulation during intra-aortic balloon counterpulsation in the coronary care unit. Acute Card Care 2008;10(4):214-20
5. Field ML, Rengarajan A, Khan O, Sptyt T, Richens D: Preoperative intra aortic balloon pumps in patients undergoing coronary artery bypass grafting. Cochrane Database Syst Rev 2007 Jan 24;(1):CD004472
6. Hillis LD, Smith PK, Anderson JL, Bittl JA, Bridges CR, Byrne JG, Cigarroa JE, DiSesa VJ, Hiratzka LF, Hutter AM Jr, Jessen ME, Keeley EC, Lahey SJ, Lange RA, London MJ, Mack MJ, Patel MR, Puskas JD, Sabik JF, Selnes O, Shahian DM, Trost JC, Winniford MD, Jacobs AK, Anderson JL, Albert N, Creager MA, Ettinger SM, Guyton RA, Halperin JL, Hochman JS, Kushner FG, Ohman EM, Stevenson W, Yancy CW: American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. 2011 ACCF/AHA guideline for coronary artery bypass graft surgery: executive summary: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. J Thorac Cardiovasc Surg 2012 Jan;143(1):4-34
7. Krau SD: Successfully weaning the intra-aortic balloon pump patient: an algorithm. Dimens Crit Care Nurs 1999 May-Jun;18(3):2-11
8. Marggraf G, Pilarczyk K: Einsatz der intraaortalen Ballonpumpe in der Herzchirurgie. Zeitschrift für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie 2009;23:288-292
9. Metz D, Stiller M, Silber RE, Kroll H, Hofmann HS, Diez C: Prophylactic intraaortic balloon pumping in high-risk cardiac surgery patients. Med Klin Intensivmed Notfmed 2011 Oct;106(2):125-31
10. Ohman EM, Nanas J, Stomel RJ, Leesar MA, Nielsen DW, O'Dea D, Rogers FJ, Harber D, Hudson MP, Fraulo E, Shaw LK, Lee KL: TACTICS Trial. Thrombolysis and counterpulsation to improve survival in myocardial infarction complicated by hypotension and suspected cardiogenic shock or heart failure: results of the TACTICS Trial. J Thromb Thrombolysis 2005 Feb;19(1):33-9
11. Onorati F, Santarpino G, Rubino AS, Caroleo S, Dardano A, Scalas C, Gulletta E, Santangelo E, Renzulli A: Body perfusion during adult cardiopulmonary bypass is improved by pulsatile flow with intra-aortic balloon pump. Int J Artif Organs 2009 Jan;32(1):50-61
12. Onorati F, Santini F, Amocelli E, Campanella F, Chiominto B, Faggian G, Mazzucco A: How should I wean my next intra-aortic balloon pump? Differences between progressive volume weaning and rate weaning. J Thorac Cardiovasc Surg 2012 Apr;19
13. Prondzinsky R, Lemm H, Swyter M, Wegener N, Unverzagt S, Carter JM, Russ M, Schlitt A, Buerke U, Christoph A, Schmidt H, Winkler M, Thiery J, Werdan K, Buerke M: Intra-aortic balloon counterpulsation in patients with acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock: the prospective, randomized IABP SHOCK Trial for attenuation of multiorgan dysfunction syndrome. Crit Care Med 2010 Jan;38(1):152-60
14. Serraino GF, Marsico R, Musolino G, Ventura V, Gulletta E, Santè P, Renzulli A: Pulsatile cardiopulmonary bypass with intra-aortic balloon pump improves organ function and reduces endothelial activation. Circ J 2012;76(5):1121-9

15. Testuz A, Roffi M, Bonvini RF: Left-to-right shunt reduction with intra-aortic balloon pump in postmyocardial infarction ventricular septal defect. *Catheter Cardiovasc Interv* 2013 Mar; 81(4):727-31
16. Thiele H, Zeymer U, Neumann FJ, Ferenc M, Olbrich HG, Hausleiter J, Richardt G, Hennersdorf M, Empen K, Fuernau G, Desch S, Eitel I, Hambrecht R, Fuhrmann J, Böhm M, Ebelt H, Schneider S, Schuler G, Werdan K: IABP-SHOCK II Trial Investigators. Intraaortic balloon support for myocardial infarction with cardiogenic shock. *N Engl J Med* 2012 Oct;367(14):1287-96
17. Tokmakoglu H, Farsak B, Günaydin S, Kandemir O, Aydin H, Yorgancioğlu C, Süzer K, Zorlutuna Y: Effectiveness of intraaortic balloon pumping in patients who were not able to be weaned from cardiopulmonary bypass after coronary artery bypass surgery and mortality predictors in the perioperative and early postoperative period. *Anadolu Kardiyol Derg* 2003 Jun;3(2):124-8
18. Ranucci M, Castelveccchio S, Biondi A, de Vincentiis C, Ballotta A, Varrica A, Frigiola A, Menicanti L: Surgical and Clinical Outcome Research (SCORE) Group. A randomized controlled trial of preoperative intra-aortic balloon pump in coronary patients with poor left ventricular function undergoing coronary artery bypass surgery. *Crit Care Med* 2013;41(11):2476-83
19. Hausmann H, Potapov EV, Koster A, Siniawski H, Kukucka M, Loebe M, Krabatsch T, Sodian R, Yeter R, Kuppe H, Hetzer R: Predictors of survival 1 hour after implantation of an intra-aortic balloon pump in cardiac surgery. *J Card Surg* 2001 Jan-Feb;16(1):72-77; discussion 78.

Korrespondenzadresse

Dr. med. Kevin Pilarczyk

Klinik für Intensivmedizin

imland Klinik Rendsburg

Lilienstraße 22-28

24768 Rendsburg, Deutschland

E-Mail: kevin.pilarczyk@imland.de

Tel.: 04331 2002303

Fax: 04331 2002310

An der Erstellung und Beratung der S3-Leitlinie „Einsatz der intraaortalen Ballongegenpulsation in der Herzchirurgie“ haben mitgewirkt:

Dr. med. Kevin Pilarczyk (federführend)
imland Klinik, Rendsburg

Adrian Bauer
MediClin Herzzentrum Coswig

Prof. Dr. med. Andreas Böning
Universitätsklinikum Gießen und Marburg (UKGM), Gießen

Dr. med. Michael von der Brelie
imland Klinik, Rendsburg

Dr. med. Ingolf Eichler
Klinikum Dortmund

Dr. med. Bernhard Gohrbandt
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität, Mainz

Dr. med. Heinrich Volker Groesdonk
Universitätsklinikum des Saarlandes,
Homburg

Dr. med. Nils Haake
imland Klinik, Rendsburg

Prof. Dr. med. Matthias Heringlake
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein,
Lübeck

Dr. med. Georg Langebartels
Universitätsklinikum Köln

Dr. med. Günter Marggraf
Universitätsklinikum Essen

OTA Prof. Dr. med. Andreas Markewitz
Bundeswehrzentral Krankenhaus,
Koblenz

Prof. Dr. med. Holger Thiele
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein,
Lübeck

Priv.-Doz. Dr. med. Georg Trummer
Universitäts-Herzzentrum Freiburg/
Bad Krozingen