

**Redaktion**

E. Martin, Heidelberg  
M. Bauer, Göttingen

D. Häntschel<sup>1</sup> · J. Fassl<sup>1</sup> · M. Scholz<sup>2</sup> · M. Sommer<sup>3</sup> · A.K. Funkat<sup>4</sup> · M. Wittmann<sup>1</sup> · J. Ender<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Abteilung für Anästhesie und Intensivtherapie II, Herzzentrum, Universität Leipzig

<sup>2</sup> Institut für Statistik, Universität Leipzig

<sup>3</sup> Abteilung Controlling, Herzzentrum, Universität Leipzig

<sup>4</sup> Abteilung für klinische Studien, Herzzentrum, Universität Leipzig

# Leipziger „Fast-track“- Protokoll in der Kardioanästhesie

## Effektiv, sicher und ökonomisch sinnvoll

**Die optimale und kosteneffiziente Betreuung kardiochirurgischer Patienten durch das im Folgenden vorgestellte Fast-track-Protokoll (FTP) beinhaltet ein umfassendes multimodales Konzept, das zum einen auf einer Umstellung des perioperativen Opioidregimes basiert. Zum anderen ließ sich die initiale postoperative Behandlung dieser Patienten in einem speziellen Aufwachraum (AWR) durch auf Frühextubation sowie rasche kardipulmonale Stabilisierung geschultes Personal mit einem numerisch verbesserten Arzt-Patienten-Verhältnis verbessern. Dadurch konnten eine nichtzwingend notwendige Behandlung dieser Patienten auf der Intensivstation vermieden und die knappen Ressourcen für tatsächlich intensivpflichtige erhöht werden. Mithilfe forcierter postoperativer Rehabilitation ergibt sich daraus auch ein ökonomischer Nutzen für das Krankenhaus.**

### „Fast-track“-Konzepte

Die Entwicklung der Herzchirurgie im letzten Jahrzehnt mit Einführung immer neuer operativer, teils minimalinvasiver Techniken, das zunehmend hohe Alter und die Komorbidität der Patienten sowie wachsender Kostendruck stellen neue und

höhere Anforderungen an das perioperative Management in der Kardioanästhesie. Spätestens seit Mitte der 1990er Jahre wurde die intensiviertere postoperative Rehabilitation als zukunftsweisender Weg der Patientenbetreuung etabliert.

Während der Anästhesist in der Vergangenheit häufig als fallbezogener Dienstleister verstanden wurde, der gerade auch in der Herzchirurgie die intraoperative kardipulmonale Stabilität sicherzustellen hatte, gewann die Anästhesie in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung als zentrale Schnittstelle bei der Einführung und der Umsetzung von „Fast-track“-Konzepten [1]. Dies führte in zahlreichen herzchirurgischen Zentren zur Entwicklung eigener anästhesiologischer Fast-track-Konzepte mit ganz unterschiedlichen Ausgestaltungen und Ergebnissen. Dabei ist die Verkürzung der Extubations- sowie Intensivtherapiezeiten und der Krankenhausverweildauern durch den Einsatz kurz wirksamer Anästhetika und Analgetika sicher nachgewiesen [2].

Einige Kliniken favorisierten den Einsatz regionalanästhesiologischer Verfahren bis hin zur Durchführung von Bypassoperationen und Klappeneingriffen in alleiniger hochthorakaler Periduralanästhesie [3]. Nur in seltenen Fällen wurde in der Kardioanästhesie über ein grundsätzlich multimodales Konzept berich-

tet [4]. In den meisten Fällen werden die Fast-track-Konzepte postoperativ auf der Intensivstation umgesetzt. Die Behandlung der Patienten in einem speziellen kardiochirurgischen AWR stellt weltweit weiterhin eine Rarität dar [5, 6, 7, 8].

Bei der Erarbeitung des Fast-track-Protokolls (FTP) gingen die Autoren davon aus, dass eine optimale und kosteneffiziente Betreuung dieser Patienten eines umfassenden multimodalen Konzeptes bedarf, das neben der Umstellung der Anästhetika und des perioperativen Opioidregimes den spezialisierten kardiochirurgischen AWR als ein zentrales Element beinhaltet. Ziel war es, einen Teil der herzchirurgischen Patienten auch ohne Nutzung der knappen Intensivkapazitäten sicher und mit hoher Qualität zu behandeln und dabei die Gesamtkosten der Behandlung zu reduzieren (■ Abb. 1).

### Retrospektive Untersuchung

#### Patientendaten

Im Zeitraum zwischen November 2005 und April 2006 wurden die ersten 421 elektiven herzchirurgischen Patienten des neu eingerichteten 3 Betten umfassenden, von der Anästhesieabteilung betreuten und von der Intensivstation räumlich sowie organisatorisch getrennten AWR unter-

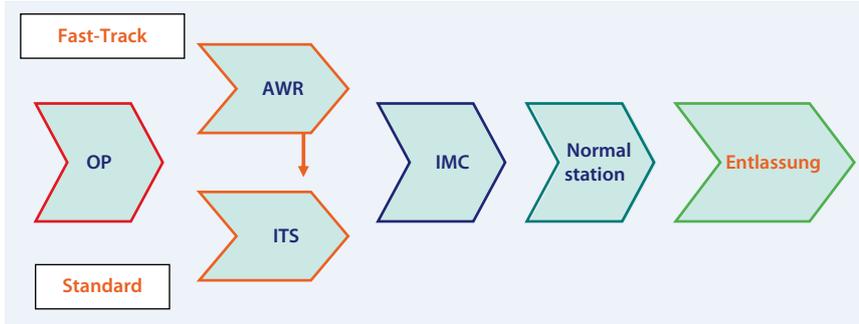


Abb. 1 ▲ „Clinical pathway“. AWR Aufwachraum, IMC „intermediate care“, ITS Intensivstation

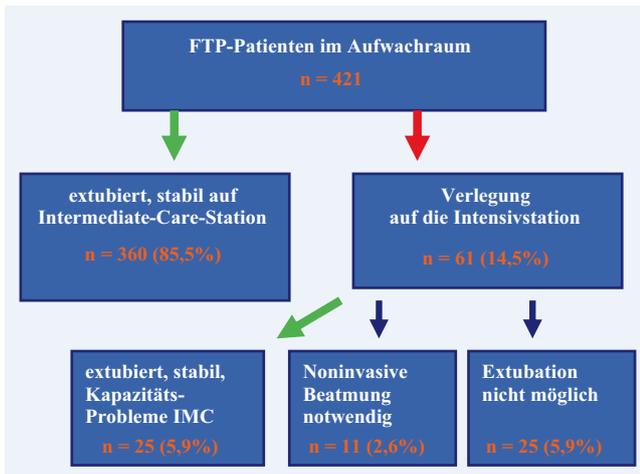


Abb. 2 ◀ Postoperative Verlegung der Fast-track-Protokoll- (FTP)-Patienten

sucht. Diese Patienten wurden nach dem FTP behandelt. Es wurden nur Erwachsene mit Primäroperationen in die Untersuchung aufgenommen. Patienten mit intraoperativem Kreislaufstillstand in tiefer Hypothermie oder Patienten, die am Operationsende höhergradig katecholaminpflichtig waren (Suprarenin- oder Noradrenalingabe  $>0,05 \mu\text{g}/\text{kgKG} \cdot \text{min}$ ), wurden nicht aufgenommen. Weitere Ausschlusskriterien waren Schwangerschaft, präoperative kardiale Dekompensation bzw. Katecholaminpflichtigkeit, Reoperationen und ein Euroscore  $>10$ .

Als Vergleichsgruppe dienten Patienten aus dem Zeitraum August 2004 bis April 2005, die nach dem damaligen Standardnarkoseprotokoll (SP) behandelt worden waren, im Übrigen aber die gleichen Bedingungen erfüllten wie die FTP-Gruppe. Die Kontrollgruppe wurde aus einer Population von insgesamt 2266 Patienten der Datenbank des Herzzentrums der Universität Leipzig nach oben genannten Kriterien ausgewählt und mithilfe des Propensity Score 1:1 angeglichen, um eine Vergleichbarkeit beider Gruppen zu erreichen [9, 10, 11]. Hierbei wurde die

Balance der „Matching“-Variablen (Demographie, präoperativer Status, Art des operativen Eingriffs; Tab. 1, 2) mithilfe formaler Tests (Kolmogorov-Smirnov-Test für kontinuierliche Merkmale, Fisher-Test für dichotome Merkmale) überprüft. Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede.

Statistische Vergleiche zwischen den Gruppen wurden mithilfe des Wilcoxon-Tests für kontinuierliche bzw. des Fisher-Tests für dichotome Merkmale durchgeführt.

### Fast-track-Protokoll

Die Induktion der Allgemeinanästhesie erfolgte intravenös mit 1–1,5 mg/kgKG Propofol, 0,5–1  $\mu\text{g}/\text{kgKG}$  Sufentanil und 0,6 mg/kgKG Rocuroniumbromid. Nach endotrachealer Intubation wurde volumenkontrolliert beatmet (6–8 ml/kgKG Atemzugvolumen bei einer Frequenz von 12 Atemzügen/min).

Während der Operation wurde Remifentanil als Opioid in einer Dosierung von 0,2  $\mu\text{g}/\text{kgKG} \cdot \text{min}$  gegeben. Die Hypnose wurde in allen Operationsphasen ohne

kardiopulmonalen Bypass („off-pump“) mit Sevofluran (0,8–1,1 MAC) und während des kardiopulmonalen Bypasses („on-pump“) mit 3 mg/kgKG $\cdot$ h Propofol geführt. Die Patienten erhielten mit Beginn der Hautnaht 1 g Paracetamol i.v.; die Sevoflurangabe wurde beendet.

Am Operationsende waren strikte Normovolämie und Normothermie gefordert. Zur Verlegung in den AWR wurde die Remifentanilinfusion auf 0,1  $\mu\text{g}/\text{kgKG} \cdot \text{min}$  reduziert. Dort wurden die Patienten an das Beatmungsgerät Elisee 150 bzw. 350 (Fa. Saime S.A, France) angeschlossen.

Die Körpertemperatur wurde über eine Wärmedecke und die Verwendung eines konvektiven Wärmesystems (Bair Hugger<sup>®</sup>) stabil über 36,0°C gehalten.

Nach Objektivierung des Gasaustausches durch eine arterielle Blutgasanalyse erfolgte entweder bei unbefriedigenden Werten ( $\text{pO}_2/\text{FIO}_2 < 250$ ,  $\text{pCO}_2 > 50 \text{ mmHg}$ ) die Anpassung der Beatmungsparameter und ggf. ein Rekrutementmanöver oder bei gutem Gasaustausch die Beendigung der Opioidgabe und Umstellung auf druckunterstützte Beatmung.

War der Patient wach, kooperativ und bei suffizienter assistierter Spontanatmung kardiopulmonal stabil, wurde er extubiert und anschließend für mindestens 1 h noninvasiv beatmet.

Die Verlegung auf die „Intermediate-care“- (IMC-)Station erfolgte nach Erreichen der Verlegungskriterien: wacher, kardiopulmonal stabiler Patient, suffizienter Gasaustausch unter Insufflation von 3–5 l/min Sauerstoff, Schmerzscore  $<4$  (Variationsbreite: 1–10), keine akut therapie-relevanten pathologischen Zeichen im EKG, im Thoraxröntgenbild oder bei den Laborwerten. Beim Nichterreichen dieser Verlegungskriterien wurde der Patient auf die Intensivstation (ITS) verlegt.

### Standardprotokoll

Zur Induktion wurden folgende Medikamente und Dosierungen verwendet: 0,5–1,0  $\mu\text{g}/\text{kgKG}$  Sufentanil, 3–5 mg Midazolam, ggf. Supplementierung mit 10–20 mg Ethomidat oder bis zu 1 mg/kgKG Propofol und Muskelrelaxierung mit 0,1 mg/kgKG Pancuronium.

D. Häntschel · J. Fassl · M. Scholz · M. Sommer · A.K. Funkat · M. Wittmann · J. Ender  
**Leipziger „Fast-track“-Protokoll in der Kardioanästhesie.  
Effektiv, sicher und ökonomisch sinnvoll**

**Zusammenfassung**

**Hintergrund.** Für die elektiven kardiochirurgischen Patienten des Herzzentrums der Universität Leipzig wurde ab November 2005 ein komplexes, multimodales anästhesiologisches „Fast-track“-Protokoll (FTP) mit den zentralen Elementen Umstellung des Opioids auf Remifentanyl und postoperative Behandlung in einem speziellen anästhesiologischen Aufwachraum (AWR) eingeführt. Ziel war es, die Rekonvaleszenz zu beschleunigen, eine mindestens gleichbleibende Patientensicherheit zu gewährleisten und gleichzeitig kosteneffektiv zu arbeiten.

**Methode.** Retrospektiv wurden die Patienten untersucht, die in den ersten 6 Monaten nach dem FTP behandelt und im AWR betreut wurden (n=421). Als Vergleichsgruppe dienten Patienten, die vor Einführung des FTP nach einem Standardprotokoll (SP) behandelt worden waren. Untersuchungskriterien waren vorrangig Extubations- sowie Intensivtherapiezeiten und Behandlungskosten.

**Ergebnisse.** Die Extubationszeiten waren für die FTP-Gruppe mit 75 min (Variationsbreite 45–110 min) vs. 900 min (Variationsbreite 600–1140 min) für die SP-Gruppe signifikant kürzer. Auch die Intensivtherapiezeiten und Krankenhausverweildauern verkürzten sich signifikant (alle p<0,01). Die Intensivtherapiekosten lagen in der FTP-Gruppe um 53,5% niedriger als in der SP-Gruppe (entsprechend EUR 738/Patient).

**Schlussfolgerung.** Das Leipziger FTP in der Kardioanästhesie mit den zentralen Elementen Umstellung auf Remifentanyl und Betreuung der Patienten in einem anästhesiologischen AWR ist effektiv in Bezug auf die Verkürzung der Behandlungszeiten, sicher für die Patienten und ökonomisch sinnvoll.

**Schlüsselwörter**

Fast-track-Anästhesie · Aufwachraum · Extubationszeiten · Herzchirurgie · Intensivtherapiekosten

**Leipzig fast-track protocol for cardio-anesthesia.  
Effective, safe and economical**

**Abstract**

**Background.** In November 2005 a complex, multimodal anesthesia fast-track protocol (FTP) was introduced for elective cardiac surgery patients in the Cardiac Center of the University of Leipzig which included changing from an opioid regime to remifentanyl and postoperative treatment in a special post-anesthesia recovery and care unit. The goal was to speed up recovery times while maintaining safety and improving costs.

**Method.** A total of 421 patients who underwent the FTP and were treated in the special recovery room were analyzed retrospectively. These patients were compared with patients who had been treated by a standard protocol (SP) prior to instituting the FTP. Primary outcomes were time to extubation, length of stay in the intensive care unit (ICU) and treatment costs.

**Results.** The times to extubation were significantly shorter in the FTP group with 75 min

(range 45–110 min) compared to 900 min (range 600–1140 min) in the SP group. Intensive care unit stay and hospital length of stay were also significantly shorter in the FTP group (p<0.01). The reduction of treatment costs of intensive care for FTP patients was 53.5% corresponding to savings of EUR 738 per patient in the FTP group compared with the SP group.

**Conclusions.** The Leipzig fast-track protocol for cardio-anesthesia including the central elements of switching opiate therapy to remifentanyl and switching patient recovery to a special post-anesthesia recovery and care unit, shortened therapy times, is safe and economically effective.

**Keywords**

Fast-track anesthesia · Post-anesthesia recovery room · Extubation times · Cardiac surgery · Intensive care therapy costs

Zur Aufrechterhaltung der Allgemein-anästhesie wurden kontinuierlich 3–5 mg/kgKG\*h Propofol in Kombination mit 1–2 µg/kgKG\*h Sufentanil gegeben. Bei hypertensiver Kreislaufregulation wurde auch im Hinblick auf die angenommene kardioprotektive Wirkung im Sinne einer pharmakologischen Präkonditionierung vor Ischämie mit Isofluran bis 0,5 MAC supplementiert. Die Gabe von Propofol und Sufentanil wurde bis zum Operationsende unverändert fortgeführt. Zur Verlegung auf die Intensivstation erhielten die Patienten 0,5 µg/kgKG\*h Sufentanil und 2–3 mg/kgKG\*h Propofol. Die Weiterbehandlung erfolgte entsprechend des Standards der herzchirurgischen ITS. Alle Patienten beider Gruppen waren bei der Verlegung aus dem OP kardiopulmonal stabil.

**Ergebnisse**

**Durchschnittliche Extubationszeit**

Die durchschnittliche Extubationszeit aller FTP-Patienten war mit 75 min gegenüber 900 min in der SP-Gruppe signifikant kürzer [11].

Von den 421 AWR-Patienten konnten 360 Patienten (85,5%) extubiert und anschließend direkt auf die IMC verlegt werden. Es wurden 25 weitere Patienten extubiert, aber aus Kapazitätsgründen der IMC zwischenzeitlich auf die ITS verlegt, da der AWR nur von 10.00–18.30 Uhr geöffnet war. Damit war das „Fast-tracking“ nach den Kriterien für 385 der 421 Patienten (91,4%) erfolgreich. Die anderen Patienten konnten entweder im AWR nicht extubiert werden und mussten beatmet auf die ITS verlegt werden (n=25) oder waren extubiert und benötigten verlängerte noninvasive Atemunterstützung (n=11). Von den 25 Patienten, die intubiert auf die ITS verlegt werden mussten, hatten 13 Patienten Oxygenierungsprobleme, 6 Patienten zeigten ein unkoordiniertes Erwachen, 2 Patienten fokale neurologische Defizite, 3 Patienten waren hämodynamisch instabil und ein Patient hatte eine aktive Nachblutung ([11]; ■ **Abb. 2**).

**Durchschnittliche Verweildauer**

Die durchschnittliche Verweildauer dieser 61 Fast-track-Patienten auf der ITS

**Tab. 1** Demographische Daten und Art der durchgeführten Eingriffe

	FTP-Gruppe	SP-Gruppe	p
Anzahl (n)	421	421	
Männliche Patienten <sup>a,b</sup>	279 (66)	285 (70)	0,71
Alter (Jahre) <sup>a,c</sup>	64±13	64±12	0,45
Ejektionsfraktion (%) <sup>a,c</sup>	63±11	62±12	0,78
Euroscore (%) <sup>a,c</sup>	4,8±6,1	4,6±5,1	0,97
<b>Durchgeführte Operationen<sup>a,b</sup></b>			
Aortokoronarer Bypass	189 (44,9)	193 (45,8)	0,84
Klappenersatz/-rekonstruktion	188 (44,7)	191 (45,4)	0,89
Kombination aus Klappen- und Bypassoperation	25 (5,9)	24 (5,7)	1
Sonstige	19 (4,5)	13 (3,1)	0,37

FTP Fast-track-Protokoll, SP Standardprotokoll.<sup>a</sup>Verwendet zur Berechnung des Propensity Score.<sup>b</sup>Anzahl (n), %-Angabe in Klammern.

<sup>c</sup>Mittelwert ±Standardabweichung.

**Tab. 2** Vorerkrankungen und operationsassoziierte Zeiten

	FTP-Gruppe	SP-Gruppe	p
Anamnestic ermittelter Myokardinfarkt <sup>a,b</sup>	98 (23,3)	96 (22,8)	0,94
Anamnestic ermittelte Apoplexia cerebri <sup>a,b</sup>	18 (4,3)	19 (4,5)	1
Chronische Niereninsuffizienz <sup>a,b</sup>	33 (7,8)	30 (7,1)	0,79
Chronisch obstruktive Lungenerkrankung <sup>a,b</sup>	32 (7,6)	30 (7,1)	0,90
Diabetes mellitus <sup>a,b</sup>	115 (27,3)	113 (26,8)	0,94
Herzchirurgische Reoperation <sup>a,b</sup>	7 (1,7)	7 (1,7)	1
Hypertrophe Kardiomyopathie <sup>a,b</sup>	10 (2,4)	5 (1,2)	0,30
Neurologisches Defizit <sup>a,b</sup>	13 (3,1)	13 (3,1)	1
Primäre pulmonale Hypertonie <sup>a,b</sup>	3 (0,7)	3 (0,7)	1
Periphere arterielle Verschlusskrankheit <sup>a,b</sup>	30 (7,1)	29 (6,9)	1
Dauer des kardiopulmonalen Bypasses (min) <sup>c</sup>	85±54	87±56	0,88
Dauer des Aortenclampings (min) <sup>c</sup>	55±38	56±39	0,88
Operationsdauer (min) <sup>c</sup>	174±50	179±72	0,2

FTP Fast-track-Protokoll, SP Standardprotokoll.

<sup>a</sup>Verwendet zur Berechnung des Propensity Score.

<sup>b</sup>Anzahl (n), %-Angabe in Klammern.

<sup>c</sup>Mittelwert ±Standardabweichung.

**Tab. 3** Postoperative Extubationszeiten und Verweildauern

	FTP-Gruppe	SP-Gruppe	p
Anzahl (n)	421	421	
Extubationszeit (min) <sup>a</sup>	75 (45–110)	900 (600–1140)	<0,01
LOS-AWR/ITS (h) <sup>a</sup>	4 (3–5)	20 (16–25)	<0,01
LOS-IMC (h) <sup>a</sup>	21 (17–39)	26 (19–49)	<0,01
LOS-KH (Tage) <sup>a</sup>	10 (8–12)	11 (9–14)	<0,01
Wiederaufnahmerate auf IMC <sup>b</sup>	61 (14,5)	42 (9,7)	0,06
LOS-IMC der Wiederaufnahmen (h) <sup>a</sup>	18 (7–33)	14 (5–25)	0,23
Wiederaufnahmerate ITS <sup>b</sup>	24 (5,7)	32 (7,6)	0,33
LOS-ITS der Wiederaufnahmen (h) <sup>a</sup>	25 (13–53)	19 (10–120)	0,75

AWR Aufwachraum, FTP Fast-track-Protokoll, IMC „intermediate care“, ITS Intensivstation, KH Krankenhaus, LOS „length of stay“ (Verweildauer), SP Standardprotokoll.

<sup>a</sup>Durchschnittswert ±Variationsbreite.

<sup>b</sup>Anzahl (n), %-Angabe in Klammern.

war mit 16 h (Variationsbreite 11–19 h) gegenüber 20 h (Variationsbreite 17–32 h) bei den SP-Patienten signifikant kürzer

( $p < 0,01$ ). Die anschließende Verweildauer auf der IMC-Station war gleich für die ITS-Patienten der FTP-Gruppe und der

SP-Gruppe [25 h (Variationsbreite 15–51 h) vs. 26 h (Variationsbreite 21–56 h),  $p = 0,36$ ; [11]].

## Rückverlegungsraten

Die Rückverlegungsrate zur ITS mit 8,2% (FTP-Gruppe) gegenüber 9,8% (SP-Gruppe) sowie zur IMC-Station mit 11,5% und 9,8% unterschieden sich nicht signifikant (beide  $p = 1$ ; [11]).

## Beatmungszeit und Intensiv- bzw. Krankenhausverweildauer

Weitere Ergebnisse bezüglich der Beatmungszeit und der Intensiv- bzw. Krankenhausverweildauern beider Gruppen sind in **Tab. 3** dargestellt.

## Intensivbehandlungskosten

Eine Übersicht der Intensivbehandlungskosten beider Gruppen ist in **Tab. 4** gezeigt. Dabei bestätigte sich die Hypothese, dass die gesamten Intensivbehandlungskosten (ITS, AWR, IMC) in der FTP-Gruppe signifikant geringer waren. Diese betragen pro Patient EUR 650 (FTP-Gruppe) gegenüber EUR 1396 (SP-Gruppe) und wurden damit um 53,5% reduziert. Der größte Einsparungseffekt lag im Bereich der primären postoperativen Intensivtherapie. Hier konnten pro Patient EUR 669,52 eingespart werden; dies entspricht einem Gesamtvolumen von EUR 281.867,92 (–84,9%).

Die Einsparungen bei der Behandlung auf der IMC-Station betragen pro Patient EUR 100,40 und damit im Gesamtvolumen EUR 42.268,40 für die FTP-Gruppe. Die Behandlungskosten für Wiederaufnahmen auf der ITS waren in beiden Gruppen nahezu identisch (EUR 23.664 vs. 23.979). Bei der Wiederaufnahme auf die IMC ergab sich ein Mehraufwand von EUR 10.240,40 für die FTP-Gruppe.

Durch die Umstellung auf Remifentanyl statt Sufentanyl für alle in diesem Zeitraum operierten Patienten erhöhten sich die Medikamentenkosten um EUR 16.000. Bezogen auf alle operierten Patienten ergibt dies einen Mehraufwand an Opioidkosten von EUR 8/Patient, bezogen auf den erfolgreich behandelten FTP-Patienten von ca. EUR 38/Patient.

## Diskussion

### Fast-tracking

Ausgehend von den ersten Konzepten der intensivierten Rehabilitation in der Kolonchirurgie [12, 13] wurden insbesondere in den letzten 10 Jahren weltweit vergleichbare Konzepte auch in der Herzchirurgie bzw. Kardioanästhesie eingeführt. Dabei wird der Begriff „Fast-track“ in der Herzchirurgie sehr unterschiedlich interpretiert. Teilweise gelten noch Extubationszeiten bis zu 8 h postoperativ als erfolgreich im Sinne des Fast-tracking. Relativ einheitlich wurden ITS-Verweildauern unter 24 h und Krankenhausverweildauern von 5–6 Tagen erreicht [2].

Im Herzzentrum Leipzig gilt das Fast-tracking als erfolgreich, wenn der Patient im AWR (oder ausnahmsweise auf der ITS) innerhalb von 4 h postoperativ extubiert und problemlos auf die IMC-Station verlegt werden kann [11].

### Opioidregime

Zahlreiche Veröffentlichungen verglichen jeweils einzelne Elemente von Fast-track-Konzepten und untersuchten spezielle Patientengruppen, die sich meist elektiver („Off-pump“-)Bypassoperationen unterzogen [14, 15, 16, 17, 18, 19]. Andere Untersucher beurteilen verschiedene Opioidregime bezüglich der Extubationszeiten und des postoperativen Outcome. Dabei kam es zu ganz unterschiedlichen Ergebnissen.

So verglichen Engoren et al. [20] und Howie et al. [21] verschiedene Opioide (Fentanyl, Sufentanil und Remifentanil) bezüglich ihrer Eignung für Fast-track-Konzepte und deren Kosten. Beide Autorengruppen konnten keine Verkürzung der postoperativen Beatmungs-, Intensivtherapie- und Hospitalisationsdauer durch den Einsatz von Remifentanil und damit auch keine Kostenreduktion finden. Dabei betrug beispielsweise die mittlere Extubationsdauer in der Remifentanilgruppe 167 min und die durchschnittliche Intensivverweildauer 18,8 h. Bei Patientensicherheit und postoperativen Komplikationen fanden sich keine Unterschiede.

Constantinides et al. [22] veröffentlichten im Jahr 2006 Daten von über 1000

**Tab. 4** Kostenberechnung für die Intensivbehandlung und Differenzen für alle Studienpatienten

	Primär		Wiederaufnahme		Gesamtkosten
	ITS/AWR	IMC	ITS	IMC	
FTP-Gruppe (EUR)	50.216,88	177.527,28	23.664,00	22.047,84	273.456,00
SP-Gruppe (EUR)	332.084,80	219.795,68	23.979,52	11.807,44	587.667,44
Absolute Differenz (EUR)	-281.867,92	-42.268,40	-315,52	-10.240,40	314.311,44
Differenz pro Patient (EUR)	-669,52	-100,40	-0,75	+24,32	-746,58
Differenz zur SP-Gruppe (%)	-84,9%	-19,2%	-1,3%	+46,4%	-53,5%

AWR Aufwachraum, FTP Fast-track-Protokoll, IMC „intermediate care“, ITS Intensivstation, SP Standardprotokoll.

herzchirurgischen Patienten, die nach einem FTP unter Verwendung von Remifentanil behandelt wurden. Als Erfolg galt hier eine Extubationszeit bis 6 h postoperativ. Von den Patienten erreichten 15,6% dieses Ziel nicht, womit das Fast-tracking hier als gescheitert bewertet wurde. Es starben 3,9% der Patienten. Als unabhängige prädiktive Faktoren für das Scheitern des Fast-tracking fanden sich folgende Parameter: schlechte linksventrikuläre Funktion ( $EF \leq 35\%$ ), akutes Koronarsyndrom, Reoperationen, extrakardiale Arteriosklerose, präoperative Notwendigkeit einer intraaortalen Gegenpulsation (intraaortale Ballonpumpe, IABP), chronische Niereninsuffizienz mit einem über das 1,5-Fache der Norm erhöhten Serumkreatininwert und Eingriffe, die dringlich oder notfallmäßig vorgenommen werden mussten.

In der hier beschriebenen Untersuchung wurden Patienten mit akutem Koronarsyndrom, präoperativer Notwendigkeit einer IABP, Reoperationen und Eingriffe, die notfallmäßig vorgenommen werden mussten, vom Fast-tracking ausgeschlossen und auch nicht in die Vergleichsgruppe aufgenommen.

Cheng et al. [23] veröffentlichten 2001 eine prospektive, doppelblind randomisierte Multizenterstudie mit insgesamt 304 Patienten, in der zwei Fast-track-Anästhesieregime zur koronaren Bypasschirurgie verglichen wurden. Die eine Patientengruppe wurde mit Fentanyl, die andere mit Remifentanil behandelt (in Kombination jeweils mit Isofluran und Propofol). Es fanden sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich Extubationszeiten, ITS-Verweildauer, Hospitalisationszeit und postoperativer Komplikationen.

### Aufwachraum

Einer Großzahl dieser Studien war gemein, dass nur einzelne Elemente eines Fast-track-Konzeptes realisiert wurden. Es wurde lediglich die Umstellung des (perioperativen) Opioidregimes vorgenommen. In keinem Fall wurden Patienten in einem AWR betreut. Dadurch wurden eventuell mögliche Vorteile der Umstellung des Narkoseregimes nicht voll genutzt.

Das hier diskutierte Fast-track-Konzept im Herzzentrum Leipzig geht weit über eine reine Umstellung des Opioidregimes hinaus. Nach dem Verständnis der Autoren kann nur ein komplexes multimodales Konzept mit Integration aller beteiligten Fachbereiche, der adäquaten perioperativen Schmerztherapie, des optimierten Wärme- und Flüssigkeitshaushalts und der intensivierten postoperativen Betreuung (initial am besten in einer speziellen Aufwacheinheit auf der ITS bzw. in einem separaten AWR) zu einem optimalen Gelingen des Fast-tracking führen.

Bei zu den oben genannten Studienprotokollen vergleichbarem Anästhetikamangement lagen die Extubationszeiten in dieser Untersuchung mit 75 min für alle FTP-Patienten in einem sehr niedrigen Bereich (SP-Gruppe: 900 min,  $p < 0,01$ ).

Im Mittelpunkt dieses Fast-track-Konzeptes steht zweifellos, neben der Opioidumstellung auf Remifentanil, der AWR. Die erste Veröffentlichung über eine spezielle herzchirurgische Aufwacheinheit stammt aus dem Jahr 1993. Hier berichteten Chong et al. [5] aus Oxford über die Reduktion der postoperativen Extubationszeiten ihrer herzchirurgischen Patienten von durchschnittlich 7 h auf 2 h, nachdem das anästhesiologische Manage-

Tab. 5 Postoperative Komplikationen

	FTP-Gruppe		SP-Gruppe		p
	n	%	n	%	
Postoperativer Myokardinfarkt	1	0,2	4	1,0	0,37
Low-cardiac-output-Syndrom	2	0,5	12	2,9	<0,05
Akutes Nierenversagen	4	1,0	9	2,1	0,25
Schlaganfall	5	1,2	10	2,4	0,30
Mediastinitis	1	0,2	2	0,5	1
Mortalität	2	0,5	14	3,3	<0,01

FTP Fast-track-Protokoll, SP Standardprotokoll.

ment geändert und eine spezielle Aufwacheinheit für diese Patienten geschaffen wurde. Die Rate bedeutsamer Komplikationen stieg nicht an. Bereits 1994 bezeichneten Massey u. Meggit [6] den AWR als die Zukunft für die postoperative Betreuung herzchirurgischer Patienten und zeigten, dass damit sowohl Zeit als auch Kosten eingespart werden konnten, ohne dass dies zu einem schlechteren Outcome der Patienten führte. In der Folge gab es allerdings nur eine sehr geringe Anzahl von Veröffentlichungen zu diesem Thema. Heland u. Retsas [7] stellten 1999 ihren neuen Dreibetten-AWR für elektive herzchirurgische Patienten vor und zeigten, dass sowohl Intensivkapazitäten gespart als auch die Krankenhausverweildauern reduziert werden konnten.

Novick et al. [8] veröffentlichten im September 2007 eine große prospektive Kohortenstudie mit insgesamt 2599 Patienten, die sich aortokoronaren Bypassoperationen, isolierten Klappenoperationen oder Kombinationseingriffen unterzogen hatten. Von diesen wurde die eine Gruppe von April 2004 bis März 2005 (Jahr 1) in einer interdisziplinären ITS postoperativ behandelt, die andere von April 2005 bis März 2006 (Jahr 2) in einer speziellen kardiochirurgischen Aufwacheinheit („cardiosurgery recovery unit“, CSRU) mit spezialisiertem Personal. Es konnten eine Verkürzung der postoperativen Beatmungsdauer von 8,8 h im Jahr 1 auf 8,0 h im Jahr 2 ( $p=0,005$ ) und eine signifikante Reduktion postoperativer Komplikationen von 16,3% auf 13,0% ( $p=0,02$ ) erreicht werden.

Die Ergebnisse auch der hier beschriebenen Untersuchung deuten auf Vorteile für eine Behandlung von FTP-Patienten in einem separaten AWR hin. So konnten

die meisten Patienten direkt auf die IMC-Station verlegt werden ( $n=360$ , 85,4%), beanspruchten also keinerlei ITS-Kapazität. Die Verkürzung der ITS-Zeiten führte nicht zu einer kompensatorischen Verlängerung der Verweildauer auf der IMC; auch hier war die Verweildauer signifikant kürzer (■ Tab. 3).

Während die Raten allgemeiner postoperativer Komplikationen in beiden Gruppen weitgehend vergleichbar waren, reduzierten sich in der FTP-Gruppe das Risiko eines „Low-cardiac-output“-Syndroms und die Mortalitätsrate signifikant (■ Tab. 5).

Bei der Beurteilung der Ergebnisse der postoperativen Beatmungs- und Intensivzeiten spielt der unterschiedliche Personalschlüssel eine wesentliche Rolle. Während das Arzt-Patienten-Verhältnis im AWR 1:3 beträgt, versorgt auf der ITS ein Arzt bis zu 12 Patienten. Im AWR handelt es sich um speziell für das Fast-tracking geschultes Personal.

Insgesamt hat sich das Instrument AWR in der Herzchirurgie bisher nicht als Standard etablieren können. Aufgrund des Designs dieser Untersuchung kann die Frage, ob die Einrichtung einer separaten, von der ITS räumlich sowie organisatorisch getrennten Aufwacheinheit tatsächlich Vorteile für die Patienten, den gesamten organisatorischen Ablauf und die Kostensituation im Krankenhaus bietet, nicht abschließend beantwortet werden.

In der Erwachsenenherzchirurgie des Herzzentrums der Universität Leipzig werden pro Tag durchschnittlich 12 elektive herzchirurgische Eingriffe durchgeführt, exklusive Schrittmacher- und implantierbarer Kardioverter/Defibrillator-(ICD-)Implantationen, transapikaler und transfemoraler Aortenklappenchir-

urgie und aortaler Stentimplantationen. Davon haben fast 50% der Patienten einen Euroscore von maximal 10, sind also primär nach diesen Kriterien für das Fast-tracking geeignet. Alle elektiven Patienten werden primär nach dem anästhesiologischen Fast-track-Konzept behandelt, und ca. 40% davon werden dann letztlich tatsächlich postoperativ im AWR betreut. Das postoperative „weaning“ und die frühe kardiopulmonale Stabilisierung bis zur Betreuung auf einer IMC-Station all dieser ca. 1000 Patienten pro Jahr werden durch lediglich eine zusätzliche ärztliche und eine pflegerische Stelle realisiert.

### Personeller Einsatz im Aufwachraum

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass der hohe personelle Einsatz mit speziell geschultem Personal in der initialen postoperativen Phase trotz erhöhter Personalkosten, den gesamten Krankenhausverlauf betrachtend, ökonomisch sinnvoll ist. Zwar legt der hohe Personalkostenanteil im AWR bzw. auf ITS von bis zu 65% [23] nahe, bei der Frage nach mehr Kosteneffizienz auch an dieser Stelle zu sparen, aber gerade diese punktuelle Personaldichte führt zu den sehr guten Ergebnissen bei der Reduktion der Extubations- und Intensivtherapiezeiten sowie bei der gesamten intensivierten Rehabilitation. Der initiale personelle Mehraufwand wird im weiteren postoperativen Verlauf kompensiert und führt zu einem nachhaltigen Einspareffekt. Diesen Effekt konnten Cheng et al. [25] bereits 1996 nachweisen, indem sie die Gesamtbehandlungskosten von jeweils 50 elektiven Bypasspatienten, die innerhalb von 6 h postoperativ extubiert wurden (FTP), mit den Patienten verglichen, die erst nach 12–22 h extubiert werden konnten (SP). Die Kosten für die Intensivbehandlung waren in der FTP-Gruppe um 53% geringer, die Gesamtbehandlungskosten um 25%. Dies deckt sich mit den hier ermittelten Ergebnissen: Die gesamten Intensivtherapiekosten der FTP-Patienten sanken um 53,5%, die Verweildauern auf der Normalstation und damit die dortigen Kosten blieben unverändert. Auch Martin et al. [24] stellten 2008 fest, dass der Großteil der Intensivtherapiekosten durch lange Be-

---

atmungszeiten und die entsprechenden Komplikationen verursacht werden. Dies stützt die Hypothese, dass die Intensivtherapiekosten insbesondere durch sichere und schnelle postoperative Extubation reduziert werden können.

Das Design dieser Untersuchung war retrospektiv. Beide Untersuchungsgruppen unterschieden sich aber nicht in Bezug auf alle relevanten demographischen und operationstechnischen Parameter sowie in ihrem stabilen kardiopulmonalen Zustand am Ende der Operation. Um die Beurteilbarkeit dieses Konzeptes weiter zu verbessern, wird derzeit eine prospektive und randomisiert verblindete Studie insbesondere zur Rolle des AWR innerhalb dieses Gesamtkonzeptes durchgeführt.

### Behandlungskosten

Der Vergleich der absoluten Behandlungskosten zwischen verschiedenen Zentren oder gar bei verschiedenen Gesundheitssystemen ist schwierig. Bei der Kostenstruktur gelang eine durchschnittliche Einsparung von EUR 747/FTP-Patient für diese Untersuchungsgruppe im Vergleich zu den SP-Patienten. Eingerechnet des erhöhten Mehraufwands für Medikamente (Remifentanyl ca. EUR 38/erfolgreichen Fast-track-Patienten) ergibt sich eine Kostenersparnis von EUR 738/Patient. Das bedeutet ein Gesamtvolumen von EUR 310.698 für alle 421 Fast-track-Patienten in den ersten 6 Monaten seit Eröffnung des AWR. Dabei spielte die Verkürzung der initialen postoperativen Intensivtherapiedauer die entscheidende Rolle und sparte Kosten in Höhe von EUR 669,52/Patient; dies entspricht einem Gesamtvolumen von EUR 281.867,92 (-84,9%).

Lediglich die Kosten für die Behandlung von Patienten, die erneut auf die IMC-Station aufgenommen werden mussten (FTP: n=61, SP: n=42), waren in der FTP-Gruppe um durchschnittlich EUR 24,32/Patient höher. Dies bedeutet nominell eine Erhöhung um 46,4% gegenüber der SP-Gruppe, spielte aber im Gesamtvolumen mit EUR 10.240,40 eine untergeordnete Rolle.

Darüber hinaus stellt der Verzicht auf jegliche ITS-Kapazität für einen Großteil

# Hier steht eine Anzeige.



der FTP-Patienten einen Vorteil für den gesamten Krankenhausbetrieb dar, ermöglichte die Behandlung tatsächlich Intensivpflichtiger und eine Ausweitung der OP-Kapazitäten.

Dies macht allerdings eine exakte Kosten-Nutzen-Rechnung unmöglich, da nicht genau beziffert werden kann, welcher Anteil der Erhöhung der Operationszahlen im Untersuchungszeitraum direkt der Einführung des FTP und Eröffnung des AWR zuzuschreiben ist.

Ganz entscheidend neben all den wirtschaftlichen Betrachtungen bleibt aber das signifikant frühere Wiedererlangen einer adäquaten Lebensqualität für die Patienten. Die Reduktion der Intensiv- und IMC-Zeit um ca. einen Tag pro Patient reduziert den psychischen Stress der Patienten deutlich und muss als positiver Einflussfaktor für die gesamte postoperative Rehabilitation gewertet werden.

## Fazit für die Praxis

**Die Einführung des multimodalen anästhesiologischen Fast-track-Protokolls für elektive kardiologische Patienten mit moderatem Risikoprofil (Euroscore bis 10) am Herzzentrum Leipzig führte zu einer signifikanten Reduktion der postoperativen Beatmungszeiten, zur Verkürzung der Intensivtherapiezeiten und der gesamten Krankenhausverweildauer. Das Konzept erwies sich als sicher. Die Mortalitätsrate und das Risiko eines Low-cardiac-output-Syndroms waren in der FTP-Gruppe signifikant niedriger. Mit der Einführung des Fast-track-Protokolls wurde bei höherer Qualität der Patientenbetreuung eine deutliche Reduktion der Behandlungskosten möglich. Inwieweit der AWR als ein zentraler Baustein dieses Konzeptes für die positiven Ergebnisse verantwortlich ist, werden weitere Studien zeigen.**

## Korrespondenzadresse

**D. Häntschel**



Abteilung für Anästhesie und Intensivtherapie II, Herzzentrum, Universität Leipzig  
Strümpellstr. 39, 04289 Leipzig  
dirk.haentschel@med.uni-leipzig.de

**Interessenkonflikt.** Es besteht kein Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor versichert, dass keine Verbindungen mit einer Firma, deren Produkt in dem Artikel genannt ist, oder einer Firma, die ein Konkurrenzprodukt vertreibt, besteht. Die Präsentation des Themas ist unabhängig und die Darstellung der Inhalte produktneutral.

## Literatur

1. Krier C, Martin J (2006) Prozessoptimierung, DRGs, SOPs, Clinical Pathways, KTO® – Wann kann ich noch Arzt sein? *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 41:135–136
2. Mastrigt GA van, Maessen JG, Heijmans J et al (2006) Does fast-track treatment lead to decrease of intensive care unit and hospital length of stay in coronary artery bypass patients? A meta-regression of randomised clinical trials. *Crit Care Med* 34(6):1624–1634
3. Noisieux N, Prieto I, Bracco D et al (2008) Coronary artery bypass grafting in the awake patient combining high thoracic epidural and femoral nerve block: first series of 15 patients. *PeriCARG Group, Cardiac Surgery, University of Montreal, Quebec, Canada. Br J Anaesth* 100(2):184–189
4. Djaiani GN, Ali M, Heinrich L et al (2001) Ultra-fast-track anesthetic technique facilitates operating room extubation in patients undergoing off-pump coronary revascularization surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 15(2):152–157
5. Chong JL, Grebenik C, Sinclair M et al (1993) The effect of a cardiac recovery area on the timing of extubation. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 7(2):137–141
6. Massey D, Meggit G (1994) Recovery units: the future of postoperative cardiac care. *Intensive Crit Care Nurs* 10(1):71–74
7. Heland M, Retsas A (1999) Establishing a cardiac surgery recovery unit within the post anaesthesia care unit. *Collegian* 6(3):10–13
8. Novick RJ, Fox SA, Stitt LW et al (2007) Impact of the opening of a specialized cardiac surgery recovery unit on postoperative outcomes in an academic health sciences centre. *Can J Anaesth* 54(9):737–743
9. D'Agostino RB (1998) Propensity score methods for bias reduction in the comparison of a treatment to a non-randomized control group. *Stat Med* 17:2265–2281
10. Austin PC (2008) A critical appraisal of propensity-score matching in the medical literature between 1996 and 2003. *Stat Med* 27:2037–2049
11. Ender J, Borger MA, Scholz M (2008) Cardiac surgery fast-track treatment in a postanesthetic care unit: six-month results of the Leipzig fast-track concept. *Anesthesiology* 109(1):61–66
12. Kehlet H, Wilmore DW (1997) Multimodal approach to control postoperative pathophysiology and rehabilitation. *Br J Anaesth* 78:606–617
13. Schwenk W, Spies C, Müller JM et al (2005) Beschleunigte Frührehabilitation in der operativen Medizin: „Fast-track“-Rehabilitation. *Dtsch Arztebl* 102:1514–1519
14. Lena P, Balarac N, Arnulf JJ et al (2005) Fast-track coronary artery bypass grafting surgery under general anesthesia with remifentanyl and spinal analgesia with morphine and clonidine. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 19(1):49–53
15. Bowler I, Dajaiani G, Abel R (2002) A combination of intrathecal morphine and remifentanyl anesthesia for fast-track cardiac anesthesia and surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 16(6):709–714
16. Reis J, Mota JC, Ponce P (2002) Early extubation does not increase complication rates after coronary artery graft surgery with cardiopulmonary bypass. *Eur J Cardiothorac Surg* 21(6):1026–1030
17. Watanabe Y, Kosaka M, Kusume Y et al (2004) Fast-track cardiac anaesthesia and perioperative management appropriate for early rehabilitation after coronary artery bypass graft (CABG) surgery. *Maasui* 53(8):898–902
18. Flynn M, Reddy S, Sheperd W et al (2004) Fast-tracking revisited: routine cardiac surgical patients need minimal intensive care. *Eur J Cardiothorac Surg* 1(1):116–122
19. Moon MC, Abdoh A, Hamilton GA et al (2001) Safety and efficacy of Fast-track in patients undergoing coronary bypass surgery. *J Card Surg* 16(4):319–326
20. Engoren M, Luther G, Fenn-Buderer N (2001) A comparison of fentanyl, sufentanyl and remifentanyl for fast-track cardiac anaesthesia. *Anesth Analg* 93(4):859–864
21. Howie MB, Cheng D, Newman MF et al (2001) A randomised double-blinded multicenter comparison of remifentanyl versus fentanyl when combined with isofluran/propofol for early extubation in coronary artery bypass graft surgery. *Anesth Analg* 92(5):1081–1083
22. Constantinides VA, Tekkis PP, Fazil A et al (2006) Fast-track failure after cardiac surgery: development of a prediction model. *Crit Care Med* 34(12):2875–2882
23. Cheng DC, Newman MF, Duke P et al (2001) The efficacy and resource utilization of remifentanyl and fentanyl in fast-track coronary artery bypass graft surgery: a prospective randomized, double-blinded controlled, multi-center trial. *Anesth Analg* 92(5):1094–1102
24. Martin J, Neurohr C, Bauer M (2008) Kosten der intensivmedizinischen Versorgung in einem deutschen Krankenhaus. *Anaesthesist* 57:505–512
25. Cheng D, Karski J, Peniston C et al (1996) Early tracheal extubation after coronary artery bypass graft surgery reduces costs and improves resources use: a prospective, randomized, controlled trial. *Anesthesiology* 85(6):1300–1310