Elektive Koronarrevaskularisation

Was ist gesicherte Erkenntnis?

Einleitung

Die chirurgische koronare Revaskularisation wird gern als „Standardverfahren“ bezeichnet. Angesichts der persistierend hohen Operationszahlen (> 60 000) auch in Deutschland [1] erscheint diese Bezeichnung gerechtfertigt. Bei genauerer Betrachtung kann als gemeinsamer Nenner der heute üblichen, unterschiedlichen Verfahren lediglich die Schaffung einer Überbrückung proximal der Graftinsertion gelegener Stenosen gelten. Beginnend mit der Frage des Zugangs, der Verwendung der extrakorporalen Zirkulation über die Graftwahl und -gewinnung sowie Anastomosierungstechnik bis hin zu intraoperativer bzw. postoperativer Qualitätskontrolle gibt es zahlreiche Varianten. Die Bewertung der eingesetzten Verfahren findet heute keineswegs ausschließlich im Expertenkreis statt. Beleg hierfür ist beispielsweise der verwendete ITA-Anteil (umgangsschirurgisch auch „Thoracica“), der als herangezogenes „Qualitätsmerkmal“ auch teilinformierten Laien suggeriert, dass allein die Graftwahl ein hinreichendes Gütekriterium der Operation sei. Die vorliegende Zusammenstellung dient als Übersicht und Grundlage für eine Diskussion über die oft apodiktisch geäußerten Ansichten hinsichtlich Details der aortokoronaren Bypassoperation.

Indikationsstellung

Idealerweise orientiert sich die Indikationsstellung an gültigen Leitlinien, wie sie hierzulande in Form der Nationalen Versorgungsleitlinie Chronische KHK, die auf best verfügbarer Evidenz basiert, mittels Task force als sog. „living guideline“ zeitnah aktualisiert wird und eine auf dem Stand des aktuellen Wissens gründende Entscheidungshilfe bietet [9]. Die Leitlinien besagen, dass die chirurgische Revaskularisation Therapie der ersten Wahl für Hauptstammstenose und koronare 3-Gefäßerkrankung darstellt. Bezüglich 1- und 2-Gefäßerkrankungen deutet sich bei bestimmten Konstellationen nach Studienlage ein Vorteil der chirurgischen gegenüber der interventionellen Revaskularisation an. Nach neuesten Studienergebnissen [] verspricht die chirurgische Therapie jedoch nur in anatomisch ausgewählten Situationen wie im Falle einer proximalen RIVA-Stenose (vor oder im Abgangsbe-reich des 1. Septalasts) Vorteile vor „best medical treatment“. Es sollte in keinem Falle außer Acht gelassen werden, dass es sich bei der Indikationsstellung immer um eine individuell zu treffende, partnerschaftliche Entscheidung von Arzt und Patienten handelt, für die der Patient (NVL-LL 1) vom Behandler durch grundlegende Aufklärung erst in den Stand versetzt werden muss, sie bewusst mitzutreffen.

Die Leitlinien dienen flankierend als „Leitplanken“ für die Erstellung des The-

rapiekonzepts. Die Indikation zur aortokoronaren Bypassoperation erfolgt vorzugsweise im Rahmen interdisziplinärer Konferenzen, in denen sowohl präoperative Diagnostik als auch Operationsplanung gemeinsam besprochen werden. Häufiger muss die Entscheidung für oder gegen eine Operation anhand von Arztbriefen und Herzkatheterfilmen getroffen werden. Gerade die stetig steigende Zahl von Patienten mit hohem Operationsrisiko erschwert jedoch zunehmend die Einschätzung, ob die Operation mit einem individuell vertretbaren Risiko durchführbar ist und inwieweit eine Chance für ein beschwerdefreies oder zumindest beschwerdearmes Langzeitüberleben besteht. Risikoscores werden heute gern als Argumentationshilfe verwendet, obwohl die statistischen Verfahren für eine individuelle Risikoberechnung unzureichend sind und in den Originalpublikationen auf deren fehlende Präzision durchaus hingewiesen wird. Bei Anwendung von Scores sollte zudem berücksichtigt werden, dass die Berechnungen auf Ergebnissen häufig weit zurückliegender Operationen beruhen (z. B. der EuroSCORE auf Daten von 1995). Dementsprechend ist die Aussage hinsichtlich der erwarteten Mortalität für aktuelle Verfahren stets überschätzt. Die Überschätzung liegt für die isolierte aortokoronare Bypassoperation bei derzeit ca. 50 % mit steigender Tendenz.

Zugangsweg

Die mediane Sternotomie stellt den Standardzugang für die koronare Revaskularisation dar. Sie erlaubt einerseits den freien Zugang zu den großen Gefäßen, andererseits ist lediglich über diesen Zugang die Gewinnung der Aa. thoracicae internae bis zum Abgang des Gefäßes aus der jeweiligen A. subclavia möglich. Die mediane Sternotomie kann insofern variiert werden, als die Länge der Inzision nicht notwendigerweise der gesamten Länge des Sternums entspricht. Eine Verkleinerung der Inzision auf ca. 10–15 cm ist bei den meisten Patienten ohne wesentliche Einbuße bezüglich Sicherheit und Exposition möglich.

Ein weiterer Zugangsweg ist die anterolaterale Minithorakotomie im Bereich des 4.–5. ICR links. Hierbei kann die A. thoracica interna in der Regel nicht vollständig bis zum Abgang aus der A. subclavia präpariert werden, jedoch ist eine Anastomosierung im Bereich der medialen bis distalen LAD möglich.

Verwendung der extrakorporalen Zirkulation

Das Standardverfahren der Koronarrevaskularisation schließt den Einsatz der extrakorporalen Zirkulation ein. In Deutschland werden über 85 % der isolierten Bypassoperationen mit Einsatz der Herz-Lungen-Maschine durchgeführt [13]. Die Inzision der Aorta, der Klemmvorgang sowie der Kontakt mit einer großen Fremdoberfläche inklusive der Notwendigkeit einer weitgehenden Minimierung der Gerinnung mit anschließender Antagonisierung stellen Risikofaktoren bezüglich (thrombo-)embolischer Ereignisse dar. Inflammationsbedingte Reaktionen können sekundär zu schweren postoperativen Komplikationen führen. Durch unterschiedliche Techniken und Optimierungsschritte bezüglich Beschichtung, Druck- und Flusssteuerung konnte eine Reduktion der HLM-bedingten adversen Reaktionen erreicht werden, dennoch ist die Abspaltung von Plaques im Rahmen der Kanülierung, beispielsweise während der Abklemmung, ein Artefakt, der nicht primär bei jedem Patienten ausgeschlos-

sen werden kann. Künftig wird der Einsatz der epiaortalen Ultraschalluntersuchung möglicherweise die Inzidenz embolischer Komplikationen verringern [26].

Repetitiv in Diskussion ist der potenziell günstige Einfluss der Applikation eines pulsilen Flusses. In einer Metaanalyse konnte unter Einschluss kontrollierter randomisierter und nichtrandomisierter Studien bezüglich der Endpunkte Letalität, Insult, Nierenversagen in der Summe der Studien kein Unterschied gefunden werden [1].

Jedoch treten auch im Rahmen der Off-pump-Chirurgie sowohl neurologische Komplikationen als auch inflammationsbedingte Krankheitsbilder auf. Eine kürzlich publizierte randomisierte kanadische Studie erbrachte für den Einsatz der Off-pump- versus der konventionellen On-pump-Technik keinen signifikanten oder relevanten Unterschied hinsichtlich Überleben und Wiederaufnahme der Patienten nach Entlassung [16]. Neuere Studien werden jedoch möglicherweise ein differentes Ergebnis erbringen [19]. Zur Zeit kann nicht von einem gesicherten Vorteil der Off-pump-Chirurgie ausgegangen werden.

Neben den zahlreichen kleineren Studien, die bezüglich der Akuteffekte günstigere Ergebnisse beschreiben, gibt es auch Berichte über möglicherweise schlechtere Ergebnisse der Off-pump-Chirurgie im Blick auf die Wiederkehr pektanginöser Beschwerden, verbunden mit der Warnung, ein möglicherweise günstigeres operatives Ergebnis nicht mit dem Preis schlechterer Langzeitergebnisse zu erkaufen [7].

Um die Vorteile der extrakorporalen Zirkulation bezüglich Exposition des Herzens bei geringerem „systemischem Trauma“ (SIRS) nutzen zu können, wurde die sogenannte Mini-HLM aus HLM-Komponenten zusammengestellt. Noch fehlen randomisierte Studien, jedoch deuten aktuelle Untersuchungen mit verhältnismäßig großen Patientenzahlen und unter Anwendung moderner statistischer Verfahren auf einen etwaigen Vorteil der Mini-HLM hinsichtlich der Entwicklung erhöhter Troponin-I-Werte, der Inzidenz postoperativen Vorhofflimmerns, der Reduktion inflammatorischer Marker und

einer schnelleren Erholung der Patienten hin [14].

Graftwahl

Der günstige Effekt der Verwendung arterieller Gefäße, hier insbesondere der A. thoracica interna gilt als gesichert und hat, wie bereits dargestellt, Eingang in die Bewertung von Kliniken im Sinne von Qualitätsmerkmalen gefunden [6]. Zum exakten Stellenwert der vollständig mittels arteriellen Materials realisierten Revaskularisation unter bilateraler Verwendung der Aa. thoracicae liegen Daten vor, die insbesondere Vorteile für die Langzeitergebnisse zeigen. Hier liegt jedoch insbesondere bei Patienten mit kompromittierter Mikro- und Makrozirkulation (Diabetes etc.) ein deutlich höheres Risiko für die Entwicklung von Sekundärkomplikationen im Sinne sternaler Wundheilungsstörungen und Sternuminstabilität vor [8]; allerdings scheint die Entnahmetechnik (skelettiert versus Pedikel) ausschlaggebend zu sein, weshalb die ansonsten günstigen Ergebnisse der komplett arteriellen Revaskularisation gerade für Diabetiker kein Ausschlusskriterium darstellen. Bezüglich der A. radialis stehen Langzeitergebnisse noch aus; die vorläufigen Ergebnisse deuten auf eine Zwischenstellung des Verfahrens zwischen Verwendung beider Aa. thoracicae internae und kombinierten Techniken mit Venengrafts hin. Sicherlich ist es notwendig, zwischen erweiterter arterieller Revaskularisation (Verwendung mindestens eines arteriellen und weiterer venöser Grafts) und der komplett mittels arterieller Grafts realisierten Revaskularisation zu unterscheiden, wobei es nicht für jede Koronarmorphologie sinnvoll ist, unbedingt ein arterielles Graft zu verwenden.

Graftgewinnung

A. thoracica interna

Die A. thoracica interna kann mit unterschiedlichen Techniken präpariert werden. Am häufigsten wird die A. thoracica interna mit Pedikel unter Erhalt der Vasa privata gewonnen. Bei Skelettierung der A. thoracica interna kann häufig die Eröffnung der Pleurahöhle vermieden

Z Herz- Thorax- Gefäßchir 2008 · 22:70–76
DOI 10.1007/s00398-008-0626-4
© Springer Medizin Verlag 2008

B. R. Osswald

Elektive Koronarrevaskularisation. Was ist gesicherte Erkenntnis?

Zusammenfassung

Die koronare Revaskularisation ist nach wie vor der häufigste Eingriff in der Herzchirurgie. Obwohl das Prinzip stets identisch ist, wird das Operationsziel mit unterschiedlichen Grafts und Techniken erreicht. Schwerpunkte der Übersicht sind die Verwendung der extrakorporalen Zirkulation, Graftwahl und -gewinnung sowie spezielle Anastomosierungstechniken. Genau betrachtet ist jeder Schritt der Koronarrevaskularisation Gegenstand aktueller Untersuchungen. Die Literaturauswahl kann bei dieser Thematik keine Vollständigkeit beanspruchen und dient vielmehr als grober Überblick. Standard ist heute für die Behandlung der Mehrgefäßerkrankung die Verwendung mindestens einer A. thoraci-

ca interna in Kombination mit venösen oder anderen arteriellen Grafts. Die zunehmende Zahl von Patienten mit erheblicher Komorbidität und/oder diffuser koronarer Herzerkrankung erfordert spezielle Überlegungen und Techniken. Gerade das sich verändernde Risikoprofil der Patienten stellt hohe Ansprüche an das intraoperative Management. Darüber hinaus ist jedoch die postoperative Weiterbehandlung für die Sicherung des Operationserfolgs entscheidend.

Schlüsselwörter

aortokoronare Bypassoperation · Revaskularisation · Technik · Bypassmaterial · Anastomosierung

Elective coronary revascularization. What is evidence-based?

Abstract

Coronary artery bypass grafting still represents the main procedure in cardiac surgery. Although the surgical principle remains identical, the surgical goal can be achieved by numerous grafts and techniques. The main topics of this survey are the use of extracorporeal circulation, choice and harvesting of the grafts and special surgical techniques. Specifically, each surgical step is considered part of a scientific investigation. The current references cannot be considered complete, but serve as a rough survey of the literature. The current standard procedure for coronary multivessel disease consists of at least one internal mammary

artery combined with venous or other arterial grafts. The increasing number of patients with significant comorbidity and/or diffuse type of coronary artery disease requires special consideration and techniques. Even the further increasing risk profile of the patients demands optimal intraoperative management. In addition, postoperative management is decisive for the surgical success.

Keywords

coronary artery bypass grafting (CABG) · surgical revascularization · technique · graft material · anastomosis

und die Gefahr sternaler Wundheilungsstörungen verringert werden, jedoch ist eine mechanische bzw. thermische Beeinflussung des Graft nicht auszuschließen.

Berichte über die Verwendung von Papaverin zur Vasodilatation scheinen einen günstigen Effekt auf die Flussrate der A. thoracica unmittelbar während der Operation zu belegen. Ob die interne und/oder externe Vorbehandlung einen nachweisbar günstigen Effekt besitzt, wird kontrovers diskutiert [18].

V. saphena magna

Nachdem einige Studien zum Erreichen optimaler Operationsergebnisse über die Notwendigkeit total arterieller Revaskularisation berichten, wird das Ergebnis venöser Konnektionen immer wieder in den Kontext zum Trauma während der Saphenektomie gestellt: tatsächlich scheinen Venengrafts, die ohne wesentliche Traumatisierung gewonnen wurden, ähnliche Ergebnisse wie die Verwendung der A. thoracica interna zu erzielen [28]. Insbesondere für Patienten mit Mikro- und Makroangiopathie bietet die endoskopische Venenentnahme oder zumindest die intermittierende Belassung von Hautbrücken eine Alternative zur kompletten Venenfreilegung, wenngleich das Trauma der Vene möglicherweise größer ist. Hierzu fehlen jedoch konkrete Daten.

Wahl der Zielgefäße

Die Definition einer signifikanten Koronarstenose schwankt zwischen 50 und 70%. Für die Beurteilung des Stenosegrades stellt die angiographische Darstellung den Goldstandard dar. Jedoch ist hierdurch selbst nach Darstellung des Gefäßes in mehreren Ebenen nur eine grobe Einschätzung des tatsächlichen Lumens der zumeist exzentrischen Läsionen möglich. Auch moderne CT-Verfahren können derzeit noch keine additive Information geben. Durch intravaskuläre Ultraschalluntersuchung und Flussmessung kann eine weitere Klassifizierung der Stenosen erfolgen, die jedoch für die Entscheidungsfindung der chirurgischen Revaskularisation nur eine untergeordnete Bedeutung besitzen. Fehleinschätzungen

sowohl hinsichtlich Über- und Unterschätzung der Stenosen sowie Gefäßkaliber stellen keine Seltenheit dar [15]. Zudem ist der zu erwartende Fluss über die Grafts durch Kollateralgefäße kaum vorhersehbar.

Anastomosierungstechnik

Single Graft

Die Technik der Anastomosierung spielt für unmittelbare und Langzeitergebnisse eine entscheidende Rolle. Hierbei kommt es jedoch nicht nur auf Stichdichte, Stichtiefe und Vermeidung von Knickbildungen im Bereich der Anastomose an, sondern auf das Gesamtkonzept eines spannungsfrei, möglichst gerade verlaufenden Graft mit möglichst geringem Energieverlust. Um eine ideale Anastomosierungstechnik zu erlernen, gibt es heute unterschiedliche Trainingsmethoden, mit denen neben dem rein manuellen Training ein quantitativer Qualitätsunterschied des Übenden versus den Ergebnissen erfahrener Chirurgen berechnet werden kann [23]. Die Möglichkeit, erste Anastomosen außerhalb des herzchirurgischen OP zu üben, ist sicherlich ein bisher unterschätzter Effekt für die Güte der Operation.

Sequenzieller Anschluss

Sequenzielle Anschlüsse werden einerseits bei begrenzter Verfügbarkeit von Graftmaterialien, andererseits bei günstiger Anschlussmöglichkeit der Endäste eines oder mehrerer Systeme angewandt. Somit vergrößert sich der durch den Graft versorgte Gefäßquerschnitt, wodurch potenziell eine Erhöhung des Flusses und damit eine verbesserte Offenheitsrate erreicht wird. Die Seit-zu-Seit-Anastomose erfordert bezüglich der Inzisionen von Koronararterie und Graft sowie Konfiguration der Anastomose (Graft parallel zur Koronararterie, Aufnahme in Diamant- oder Semi-Diamant-Technik etc.) etwas mehr Augenmaß und Erfahrung (insbesondere bei entlastetem Ventrikel), ist technisch jedoch nicht wesentlich schwieriger als die End-zu-Seit-Anastomose. Für Analysen, die Vor- und Nachteile unterschiedlicher Bypasskonfigurationen ermitteln,

Abb. 1 ► Angiographie eines hochgradig diffus veränderten linken Koronarsystems

sind Modelle, mit denen Flussgeschwindigkeit und Wand-Scherkräfte gemessen werden können hilfreich; während sich bei Seit-zu-Seit-Anastomosen ein beinahe homogenes Flussmuster mit gleichverteilten Scherkräften zeigt, ist im Fußpunkt der End-zu-Seit-Anastomose eine Erhöhung der Scherkräfte gegenüber den anderen Anteilen der Anastomose festzustellen [11]. Dementsprechend zeitigt die technisch einwandfreie Seit-zu-Seit-Anastomose gegenüber der End-zu-Seit-Anastomose offenbar günstigere hämodynamische Eigenschaften. In einer randomisierten prospektiven Analyse bestätigt sich diese Beobachtung auch klinisch [20].

Y-Graft, T-Graft

Die Revaskularisation mittels arteriellen Grafts wird heute als Therapie der Wahl betrachtet. Besonders oft wird hierfür die Konfiguration der linken A. thoracica für die Versorgung des R. interventricularis anterior mit seinen Ästen und die an die linke A. thoracica proximal anastomosierte freie rechte A. thoracica zur Versorgung des Gebiets der distalen RCA und/oder des R. circumflexus mit seinen Endästen praktiziert. Diskutiert wird hierbei, ob die Flusskapazität der linken A. thoracica für eine suffiziente Versorgung der abhängigen Versorgungsgebiete ausreicht. Für die mit Pedikeltechnik gewonnene

linke A. thoracica konnte in 6-Monats-Katheteruntersuchungen nachgewiesen werden, dass deren Flussreserve ausreicht, um eine ausgeglichene Perfusionsdruckverteilung an sämtlichen distalen Anastomosen zu erreichen [12]. Dass Y- bzw. T-Graft jedoch keineswegs vollständig unproblematisch sind, zeigt eine Untersuchung von Pevni et al. [24], in der bei einer Nachuntersuchung 2 bis 102 Monate postoperativ beinahe 25% der Patienten zumindest einen verschlossenen T-Graftanteil aufwiesen. Ursächlich wurden kompetitive Flussverhältnisse bei geringer ausgeprägten Stenosen (70% oder weniger) proximal der Anastomose ermittelt. Somit garantiert die Verwendung arterieller Grafts keine Langzeit-Offenheit insbesondere bei Vorliegen nur mäßiger Stenosen [24].

Koronare Thrombendatherektomie und langstreckige Anastomosen

Die Zahl von Patienten mit schwerer diffuser koronarer Herzerkrankung (■ Abb. 1) nimmt stetig zu. Deshalb ist es oft unzureichend, ein einzelnes Segment anzuschließen. Dies gilt vor allem für weit nach peripher reichende, stenosierende Plaques. Die Erstbeschreibung der koronaren Endatherektomie datiert bereits auf das Jahr 1957 [3]. Allerdings zeigte sich ohne ausdrücklich beschriebene Refixation

Abb. 2 ▲ Ausgedehnte Thrombendatherektomiezyylinder

der Intima eine erheblich höhere Sterblichkeit, weswegen das Verfahren bis heute kontrovers diskutiert wird. Das Ausmaß der koronaren Rekonstruktion kann von Überbrückungen limitierter Stenosen bis hin zu ausgedehnten Entfernungen ganzer Ausgusspräparate reichen (■ Abb. 2). Bei Refixation der Wandschichten im Sinne von Koronarrekonstruktion und/oder langstreckigen Anastomosen zur Rekrutierung möglichst großer Gebiete kann heute jedoch von einer wesentlich besseren Prognose ausgegangen werden [10]. Sofern die Länge der A. thoracica interna nicht ausreicht, bieten Venenpatchplastiken mit proximalem Anschluss der A. thoracica interna eine Alternative mit ausgezeichneten klinischen Langzeitergebnissen [4, 10]

Komplette versus inkomplette Revaskularisierung (Hybridverfahren)

Die Frage, inwieweit eine inkomplette chirurgische Revaskularisation zugunsten eines zeitlich kürzeren Operationstraumas messbare Vorteile bringt, ist aufgrund der vorliegenden Datenlage schwierig zu beurteilen, insbesondere weil Faktoren wie Kalzifikation, Verteilungsmuster der koronaren Herzerkrankung, Effektivität der Stentversorgung etc. nicht standardisiert werden können. Für die explizit angesprochene Gruppe der Patienten mit eingeschränkter linksventrikulärer Pumpfunktion konnte eine Studie zeigen, dass die komplette chirurgische Revaskularisation im Vergleich zur inkompletten vorteilhafter ist. Dies betraf neben der geringeren Hospitalletalität auch Beatmungsdauer und Verweildauer auf der Intensivstation [5]. Die Nationale Versorgungsleitlinie

fordert die möglichst komplette Revaskularisation als Therapieziel [9]. Auch für die Subgruppe älterer Patienten konnte ein günstiger Effekt der kompletten Revaskularisation auf das Langzeitüberleben gezeigt werden [21].

Intraoperative Qualitätskontrolle

Die intraoperative Bestimmung des Blutflusses kann bereits eine Effektivitätseinschätzung der Grafts erbringen. Hierfür gibt es unterschiedliche Verfahren. Am weitesten verbreitet ist die Messung der Transitzeit mittels Ultraschall. Technische Probleme können ausgeschlossen bzw. umgehend behoben werden. Die Messung nach Freigabe des Graft unter HLM erlaubt eine grobe Feststellung des Flusses zur Detektion möglicher technischer Probleme. Eine quantitative Analyse ist jedoch erst nach Abgehen von der HLM sinnvoll.

Blutstillung, Aprotinin und Alternativmedikamente, Blutprodukte

Eine sorgfältige Blutstillung trägt erheblich zur verminderten Morbidität bei. Herzchirurgische Eingriffe sind generell mit einem erhöhten Blutungsrisiko verbunden. Dieses Risiko wird bei Patienten mit aortokoronarer Bypassoperation durch Substanzen wie z. B. Clopidogrel zusätzlich erheblich erhöht [25]. Ein günstiger Einfluss auf die postoperative Hämostase durch Aprotinin konnte in einer prospektiven Beobachtungsstudie selbst für mit Clopidogrel vorbehandelte Patienten nachgewiesen werden [22]. Nachdem Aprotinin aufgrund einer erhöhten Langzeit-Letalität [17] temporär vom

Markt genommen wurde, stehen zur Aktivierung der Hämostase Aminocapron- und Tranexamsäure zur Verfügung. Beide Substanzen werden in einer weiteren Studie hinsichtlich negativer Langzeiteffekte von Aprotinin als gleichwertig eingeschätzt [27]. Differente Wirkweisen und Dosisabhängigkeit der Substanzen wurden jedoch kürzlich von Sperzel und Huetter [29] zumindest hinsichtlich Tranexamsäure beschrieben, wobei diese insbesondere bezüglich der Thrombusbildung gegenüber Aprotinin in vitro nachteilige Effekte zeigt. Eine abschließende klinische Bewertung der Ersatzmedikamente steht noch aus.

Wundverschluss

Nur wenige Operationsschritte sind nicht durch Studien evaluiert. Bezüglich des Sternumverschlusses gibt es für Patienten mit aortokoronarer Bypassoperation keine speziellen Techniken. Die erhöhte Wahrscheinlichkeit sternaler Wundheilungsstörungen vor allem bei bilateraler Entnahme der A. thoracica interna insbesondere mit Pedikel wurde bereits beschrieben. Die Subkutannaht im Rahmen der Saphenektomie scheint im Blick auf postoperative Wundinfektionen keine protektive Rolle zu spielen, dennoch reicht die Datenlage für eine generelle Empfehlung, vor allem bei ausgeprägtem subkutanen Fettgewebe, nicht aus [30].

Nachsorge

Selbst mit optimaler Technik sowie raschem und komplikationslosen intraoperativen Verlauf ist der Erfolg der Operation letztlich vom Wirkungsgrad abhängig, mit dem eine Verbesserung der Durchblutung und eine erneute Rekrutierung bisher ischämischer Myokardareale erzielt werden kann. Aufgrund der eingeschränkten Aussagefähigkeit der präoperativen Diagnostik insbesondere bei exzentrischen Stenosen und diffusen Veränderungen kann das Ergebnis nicht verlässlich prognostiziert werden. Da es sich bei einer Koronarrevaskularisation um keine kausale Behandlung, sondern eher um einen „effektiven Palliativeingriff“ handelt, spielen peri- und postoperative Therapie eine erhebliche Rolle. Nur

seltener weisen Patienten mit koronarer Herzerkrankung ausschließlich eine Koronarsklerose auf. Die Beeinflussung bekannter Risikofaktoren wie Hypertonus, erhöhte Blutfettwerte, Stoffwechselerkrankungen und das Erreichen verstärkter körperlicher Aktivität können zu einer deutlichen Verbesserung von Lebenserwartung und -qualität beitragen. Der verantwortliche Herzchirurg sollte sich somit Konzepte zurechtlegen, mit denen er dem Patienten bereits vor sowie während der Operation in Kooperation mit Anästhesie und Kardiotechnik, postoperativ mit Intensivmedizin und Kardiologie eine individuelle Behandlung ermöglicht. Patienten sind in der Regel ausgesprochen dankbar, wenn sich „ihr Chirurg“ auch um das spätere postoperative Ergebnis kümmert; hier bietet sich die Chance, im Gespräch auch eine nachhaltige Änderung des Lebensstils einzuleiten. Neben dem Effekt einer „internen“ Qualitätssicherung können hierdurch die nicht selten bereits präoperativ unzureichende Therapie der individuellen Risikofaktoren [2] und damit das Operationsergebnis verbessert werden.

Fazit für die Praxis

Die Standard-Koronarrevaskularisation wird heute mit Herz-Lungen-Maschine durchgeführt. Es gibt durchaus Vorteile der Off-pump-Verfahren, die künftig zu einem Paradigmenwechsel führen können, jedoch sind diese noch nicht eindeutig belegt. Die Verwendung mindestens eines arteriellen Graft stellt den Goldstandard dar, der sich auch als Qualitätsmerkmal in der Bundesdeutschen Qualitätssicherung wiederfindet. Bezüglich der Ergebnisqualität unterschiedlicher Anastomosierungsarten ist keine Technik herausragend. Diffuse und langstreckige Stenosen können mit der geeigneten Technik ohne wesentliche Erhöhung des Operationsrisikos behandelt werden. Die intraoperative Flussbestimmung kann technische Probleme ausschließen und Anhaltspunkte für die Effektivität des Graft liefern. Die möglichst perfekte Operation selbst ist nur ein Teil des Operationserfolgs. Für eine optimale Patientenversorgung sind eine enge interdisziplinäre Zusammenarbeit und der direkte

menschliche Kontakt zum Patienten unabdingbar.

Literatur

- Alghamdi AA, Latter DA (2006) Pulsatile versus nonpulsatile cardiopulmonary bypass flow: an evidence-based approach. *J Card Surg* 21:347–354
- Anderson RE, Brismar K, Ivert T (2007) Only a minority of patients referred for elective coronary artery bypass surgery have risk factors diagnosed and treated according to established guidelines. *Diabetes Vasc Dis Res* 4:112–116
- Bailey CP, May A, Lemmon WM (1957) Survival after coronary endarterectomy in man. *J Am Med Assoc* 164:641–646
- Bernert FH, Hirschmann MT, Reineke D, Grapow M, Zerkowski HR (2006) Clinical outcome after composite grafting of calcified left anterior descending arteries. *J Cardiovasc Surg* 47:569–574
- Boeken U, Feindt P, Limathe J, Gams E (2004) Comparison of complete and incomplete revascularization in CABG-patients with severely impaired left ventricular function. *Z Kardiol* 93:216–221
- Bundesgeschäftsstelle für Qualität in der Medizin. Qualitätsreport 2006
- Caus T, Serée Y, Marin P, Khairi M, Bakkali A, Guillen JC, Bonnet JL, Métras D (2005) Off-pump coronary surgery in selected patients: better early outcome but more recurrence of angina? *Interact Cardio Vasc Thorac Surg* 4:322–326
- Diez C, Koch D, Kuss O, Silber RE, Friedrich I, Boergemann J (2007) Risk factors for mediastinitis after cardiac surgery – a retrospective analysis of 1700 patients. *J Cardiothorac Surg* 20:2–23
- Donner-Banzhoff N, Held K, Laufs U, Trappe HJ, Werdan K, Zerkowski HR (2006) Nationale Versorgungsleitlinie Chronische KHK. Deutscher Ärzte-Verlag 2006, <http://www.khk-versorgungsleitlinien.de>
- Gegouskov V, Tochtermann U, Badowski-Zyla D, Thomas G, Hagl S, Osswald B (2007) Long-term results after coronary artery reconstructive surgery. *Thorac Cardiovasc Surg* 55:293–297
- Ghista DN, Chua LP, Seng TY (2006) Numerical investigation of blood flow in a sequential aorto-coronary bypass graft model. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 1:875–878
- Glineur D, Noirhomme P, Reisch J, El Khoury G, Astarci P, Hanet C (2005) Resistance to flow of arterial Y-grafts 6 months after coronary artery bypass surgery. *Circulation* 112:1281–1285
- Gummert JF, Funkat A, Beckmann A, Schiller W, Hekmat K, Ernst M, Krian A (2007) Cardiac Surgery in Germany during 2006: A report on behalf of the German Society for Thoracic and Cardiovascular Surgery. *Thorac Cardiovasc Surg* 55:343–350
- Immer FF, Ackermann A, Gyax E, Stalder M, Englberger L, Eckstein FS, Tevaearai HT, Schmidli J, Carrel TP (2007) Minimal extracorporeal circulation is a promising technique for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 84:1515–1520
- Ito K, Yamagishi M, Yasamura Y, Nakatani S, Yasuda S, Miyatake K (1999) Impact of coronary artery remodelling on misinterpretation of angiographic disease eccentricity: evidence from intravascular ultrasound. *Int J Cardiol* 70:275–282
- Karolak W, Hirsch G, Buth K, Légaré JF (2007) Medium-term outcomes of coronary artery bypass graft surgery on pump versus off pump: results from a randomized controlled trial. *Am Heart J* 153:689–695
- Mangano DT, Tudor IC, Dietzel C; Multicenter study of perioperative ischemia research group; Ischemia Research and Education Foundation (2006) The risk associated with aprotinin in cardiac surgery. *N Engl J Med* 354:353–365
- Nili M, Stamler A, Sulkes J, Vidne BA (1999) Preparation of the internal thoracic artery by vasodilator drugs: is it really necessary? A randomized double-blind placebo-controlled clinical study. *Eur J Cardiothorac Surg* 16:560–563
- Novitzky D, Shroyer AL, Collins JF, McDonald GO, Lucke J, Hattler B, Kozora E, Bradham DD, Baltz J, Grover FL (2007) A study to assess the safety and efficacy of on-pump versus off-pump coronary bypass grafting: the ROOBY trial. *Clinical Trials* 4:81–91
- Onorati F, Pezzo F, Esposito A, Impiombato B, Comi MC, Polistina M, Renzulli A (2007) Single versus sequential saphenous vein grafting of the circumflex system: a flowmetric study. *Scand Cardiovasc J* 41:265–271
- Osswald BR, Blackstone EH, Tochtermann U, Schweiger P, Thomas G, Vahl CF, Hagl S (2001) Does completeness of revascularization affect early survival after coronary artery bypass grafting in elderly patients? *Eur J Cardiothorac Surg* 20:120–125

Korrespondierende Autorin

PD Dr. med. Brigitte R. Osswald

Westdeutsches Herzzentrum
Klinik für Thorax- und Kardiovaskuläre Chirurgie
Universität Essen
Hufelandstraße 55, 45147 Essen
E-Mail: brigitte.osswald@uk-essen.de

Frau PD Dr. med. Brigitte Osswald, Jahrgang 1964, war von 1994 bis 2007 an der Universität Heidelberg tätig. 1993 arbeitete sie in der Abteilung für Innere Medizin des ALK Salem Heidelberg bei Prof. Dr. med. H. K. Seitz. Ab 1994 erfolgte die Ausbildung in der Allgemein Chirurgie unter Prof. Dr. med. Ch. Herfarth und von 1996 bis 2007 in der Klinik für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie bei den Professoren Dr. med. S. Hagl und Dr. med. M. Karck (FÄ für Herzchirurgie 2003, Habilitation 2003, Oberärztin seit 2004). Seit Juli 2007 ist sie als Oberärztin an der Klinik für Thorax- und Kardiovaskuläre Chirurgie (Leitung Prof. Dr. med. H. G. Jakob) an der Universität Essen tätig.

Interessenkonflikt. Die korrespondierende Autorin gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

22. Ouattara A, Bouzguenda H, Le Manach Y, Léger P, Mercadier A, Leprince P, Bonnet N, Montalescot G, Riou B, Coriat P (2007) Impact of aspirin with or without clopidogrel on postoperative bleeding and blood transfusion in coronary surgical patients treated prophylactically with a low-dose of aprotinin. *Eur Heart J* 28:1025–1032
23. Park YK, Mita Y, Oki E, Kanemitsu N, Shiraishi Y, Azuma T, Ochi M, Umezu M (2007) Quantitative Evaluation for Anastomotic Technique of Coronary Artery Bypass Grafting: In-vitro Mock Circulatory System. *IEEE* 8:2705–2708
24. Pevni D, Hertz I, Medalion B, Kramer A, Paz Y, Uretzky G, Mohr R (2007) Angiographic evidence for reduced graft patency due to competitive flow in composite arterial T-grafts. *J Thorac Cardiovasc Surg* 133:1220–1225
25. Pickard AS, Becker RC, Schumock GT, Frye CB (2008) Clopidogrel-associated bleeding and related complications in patients undergoing coronary artery bypass grafting. *Pharmacotherapy* 28:376–392
26. Rosenberger P, Shernan SK, Löffler M, Shekar PS, Fox JA, Tuli JK, Nowak M, Eltzschig HK (2008) The influence of epiaortic ultrasonography on intraoperative surgical management in 6051 cardiac surgical patients. *Ann Thorac Surg* 85:548–553
27. Royston D, Levy JH, Fitch J, Dietrich W, Body SC, Murkin JM, Spiess BD, Nadel A (2006) Full-dose aprotinin use in coronary artery bypass graft surgery: an analysis of perioperative pharmacotherapy and patient outcome. *Anesth Analg* 103:1082–1088
28. Souza DS, Johansson B, Bojö L, Karlsson R, Geijer H, Filbey D, Bodin L, Arbeus M, Dashwood MR (2006) Harvesting the saphenous vein with surrounding tissue for CABG provides long-term graft patency comparable to the left internal thoracic artery: results of a randomized longitudinal trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 132:373–378
29. Sperzel M, Huetter J (2007) Evaluation of aprotinin and tranexamic acid in different in vitro and in vivo models of fibrinolysis, coagulation and thrombus formation. *J Thromb Haemost* 5:2113–2118
30. Stenvik M, Tjomsland O, Lien S, Gunnes S, Kirkeby-Garstad I, Astudillo R (2006) Effect of subcutaneous suture line and surgical technique on wound infection after saphenectomy in coronary artery bypass grafting: a prospective randomized study. *Scand Cardiovasc J* 40: 234–237

Geld motiviert – wenn man mehr bekommt als der Kollege

Ökonomen und Hirnforscher der Universität Bonn legten in einem Experiment nahe, dass die relative Höhe des Einkommens im Vergleich zu den Kollegen wesentlich bedeutender ist als bisher vermutet.

Die Wissenschaftler ließen Versuchspersonen paarweise gegen Bezahlung eine einfache Aufgabe durchführen. Dabei untersuchten sie die Hirnaktivität ihrer Probanden mit einem Magnetresonanztomographen. Bekam ein Teilnehmer mehr Geld als sein Mitspieler, schien dieser zufriedener zu sein, als wenn beide dieselbe Summe erhielten.

Die Teilnehmer mussten sich in zwei nebeneinander stehende Hirnscanner legen. Darin sollten sie parallel dieselbe Aufgabe durchführen: Auf einem Bildschirm erschien eine gewisse Anzahl Punkte, deren Menge die Probanden schätzen mussten. Danach wurden sie informiert, ob sie richtig getippt hatten.

Falls ja, erhielten sie eine Belohnung, die von 30 bis 120 Euro reichte. Gleichzeitig wurde ihnen mitgeteilt, ob ihr Spielpartner erfolgreich gewesen war und welchen Lohn er dafür bekommen hatte.

Der Tomograph erfasste derweil, in welchen Hirnregionen der Testpersonen sich die Durchblutung änderte. In gut durchbluteten Gebieten gelten die Nervenzellen als besonders aktiv. Ein Hirnbereich in dem die Forscher verstärkte Aktivität registrieren konnten war das ventrale Striatum – eine Region, in der ein Teil des so genannten Belohnungssystems sitzt.

Immer wenn wir eine erstrebenswerte Erfahrung machen, wird das Belohnungssystem aktiv. Dort wurde beispielsweise eine Aktivierung beobachtet, wenn der Spieler die Aufgabe richtig gelöst hatte. Hatte der Teilnehmer dagegen mit seiner Schätzung danebengelegt, nahm die Aktivität seines ventralen Striatum ab.

Erstaunlicherweise spielte aber auch eine Rolle, wie der Teilnehmer im zweiten Scanner abgeschnitten hatte: Am höchsten war die Aktivierung bei denjenigen, die richtig getippt hatten, während ihr Mitspieler sich verschätzt hatte.

Die Forscher untersuchten die Fälle genauer, bei denen beide Partner die Zahl der Punkte korrekt geschätzt hatten. Erhiel-

ten die Teilnehmer dafür dieselbe Bezahlung, kam es zu einer vergleichsweise geringen Aktivierung des Belohnungszentrums. Anders, wenn der eine Spieler beispielsweise 120 Euro bekam, sein Partner aber nur 60: Dann fiel die Aktivierung bei Spieler 1 viel höher aus. Bei Spieler 2 nahm die Durchblutung des ventralen Striatum dagegen sogar ab – und das, obwohl er die Aufgabe richtig gelöst hatte und dafür auch belohnt worden war.

Quelle:

Fliessbach K, Weber B, Trautner P et. al. (2007) Social Comparison Affects Reward-Related Brain Activity in the Human Ventral Striatum. Science 318:1305–1308