

Der rechtsaxilläre Zugang für die Korrektur angeborener Herzfehler

Während die Chirurgie weiterhin stets durch eine Inzision zu erkennen bleiben wird, rücken zunehmend alternative Zugangswege zur medianen Sternotomie in den Fokus, welche die Invasivität der Operation verringern, gleichzeitig aber eine perfekte Korrektur sicherstellen müssen. In einer retrospektiven Studie werden die Resultate bei 148 Patienten am Kinderspital Zürich vorgestellt.

Von Christoph Mueller, René Prêtre und Hitendu Dave

Die Chirurgie angeborener Herzfehler hat sich in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich weiterentwickelt und ist heute zu einer weitverbreiteten Behandlungsmethode mit exzellenten operativen Resultaten gereift. Einfache Defekte wie ein Vorhofseptumdefekt (ASD) können heute mit tendenziell 0 Prozent Mortalität und Morbidität korrigiert werden. Gleichzeitig hat sich die interventionelle Kardiologie so weit entwickelt, dass es auch hier Möglichkeiten für einen therapeutischen Verschluss einfacher Defekte gibt. Katheter-basierte Verfahren sind aufgrund des minimalinvasiven Charakters und des exzellenten kosmetischen Resultats besonders populär geworden – in manchen Fällen jedoch auf Kosten von suboptimalen endgültigen Ergebnissen (1, 2).

Das Ziel jedes Behandlungskonzepts ist es, eine normale Lebenserwartung und normale Lebensqualität zu erreichen, die Gesundheit in physischer als auch psychologischer Hinsicht bietet. Aus diesem Grund hat man besonders auch die Entwicklung von minimalinvasiven Zugängen für die Korrektur von kongenitalen Herzfehlern verfolgt. Während die Chirurgie weiterhin stets durch eine Inzision zu erkennen bleiben wird, rücken zunehmend alternative Zugangswege zur medianen Sternotomie in den Fokus (3), die die Invasivität der Operation verringern, gleichzeitig aber eine perfekte Korrektur sicherstellen müssen. Sie umfassen eine kleinere Hautinzision mit Sternotomie (4), die partielle Sternotomie (5, 6), die antero-laterale Thorakotomie (7, 8) und die posteriore Thorakotomie (9, 10). Während eine sternale Narbe, wenngleich klein, aufgrund der Stigmatisierung als Herzpatient weiterhin ein nicht zu unterschätzender Nachteil bleibt, ist die antero-laterale Thorakotomie nach Berichten über Thoraxdeformitäten (verursacht durch Rippendeformitäten und Schädigungen der pectoralen Muskulatur) und asymmetrische Brustentwick-

Ziel:

Untersuchung des rechtsaxillären Zugangs für die Korrektur einer Vielzahl von einfachen angeborenen Herzvitien.

Methode:

148 Patienten, die über diesen Zugang seit Einführung im Juni 2001 bis Dezember 2010 operiert wurden, bilden die Grundlage für diese retrospektive Studie. Mittleres Alter und Gewicht waren 4,6 (0,4–19,7) Jahre und 16,4 kg (3,8–62). Durchgeführte Operationen umfassen Verschluss eines Vorhofseptumdefekts (ASD) (18), Korrektur einer partiellen Lungenvenenfehlmündung (PAPVC) (23), Korrektur eines partiellen AV-Kanals (pAVSD) (24) und Verschluss eines restriktiven perimembranösen Ventrikelseptumdefekts (VSD) (20). Zusätzliche Eingriffe waren Trikuspidalklappenrekonstruktion (10), Mitralklappenrekonstruktion/Annuloplastie (7), Reduktionsplastik des Aortensinus (2), Resuspension einer Aortenklappentasche (2), Resektion einer subaortalen Membran (1) oder Reimplantation einer Scimitar-Vene (1). Kardiopulmonaler Bypass wurde via kombinierte Kanülierung von inguinal und zentral durchgeführt (SVC ± Aorta). Induziertes Kammerflimmern wurde eingesetzt für den Verschluss von ASD (secundum) und kardioplegischer Herzstillstand für die Korrektur von AV-Klappen ebenso wie für den Verschluss von VSD. Mittlere Bypasszeit und Abklemm-/induzierte Kammerflimmerzeit waren 81 (35–239) beziehungsweise 33 (5–126) Minuten.

Resultate:

Es gab keinen Fall von notwendiger Konversion zur Sternotomie. Frühmorbiditäten waren vorübergehende Parese des linken Oberarms (1), Stenting der oberen Hohlvene (SVC) nach Korrektur eines Sinus-venosus-Defekts (1) und Revision aufgrund einer Blutung (1). Die Follow-up-Echokardiografie zeigte keine residuellen Defekte bei 139 Patienten und geringfügige residuelle Defekte bei 9 Patienten: winziger ASD (4), winziger VSD (1) und Mitralklappeninsuffizienz (4). 1 Patient entwickelte eine Stenose der intraoperativ kanülierten rechten Arteria iliaca externa, die eine chirurgische Intervention notwendig machte. Alle Patienten befinden sich in exzellenter gesundheitlicher Verfassung nach einer mittleren Follow-up-Dauer von 6,3 (0,1–9,7) Jahren. Kein Patient zeigte Thorax- oder Brustdeformitäten während des Follow-ups.

Schlussfolgerung:

Die rechtsaxilläre Thorakotomie stellt einen ähnlich hochwertigen chirurgischen Zugang für die Korrektur mehrerer einfacher kongenitaler Herzvitien dar wie chirurgische Standardzugänge. Diese Inzision hat kosmetische Vorteile gegenüber den Standardzugängen. Der Zugang hat bisher keine Konsequenz für die spätere Entwicklung des Thorax oder der anschliessenden weiblichen Brustentwicklung gezeigt.

Tabelle:

Demografische Daten und Korrekturoperationen im Studienkollektiv

	Anzahl Patienten	Alter Monate	Gewicht kg	Dauer Herzstillstand min	Dauer kardiopulmonaler Bypass (CPB) min
ASD II	81	50,9 (4,5–236)	16 (3,8–62)	14 (6–126)	60 (35–239)
Sinus venosus ASD (± PAPVC)	23	61,4 (7,4–197,5)	18,4 (6,3–46,7)	27 (10–82)	91 (39–168)
pAVSD (inkl. transitionale oder komplette AVSD)	24	51,6 (7,7–208,6)	15,4 (6,7–47)	44 (31–96)	102,5 (58–200)
VSD	20	72,5 (7,1–161,8)	20 (6–47,6)	45 (23–117)	100 (72–202)

ASD II: Osteum-secundum-Vorhofseptumdefekt; PAPVC: partielle Lungenvenenfehlmündung; pAVSD: partieller AV-Kanal; VSD: restriktiver perimembranöser Ventrikelseptumdefekt. Angegebene Werte entsprechen dem Median; Zahlen in Klammer der Schwankungsbreite.

lung bei Frauen (wenn sie präpubertär eingesetzt wird) zunehmend aus der Mode gekommen (11). Seit Einführung der muskelschonenden rechtsaxillären Thorakotomie (im Jahr 2001) für die Korrektur von ASD haben wir diesen Zugang progressiv für die Korrektur einer TAPVC, eines pAVSD und restriktiven perimembranösen VSD eingesetzt. Bisher wurden 148 Patienten bis Dezember 2010 auf diese Weise operiert (12, 13). Die rechtsaxilläre Inzision bietet die bestmögliche Aufsicht auf das Vorhofseptum, die AV-Klappen und den membranösen Teil des Ventrikelseptums. Die Axilla ist mit wenig Muskulatur bedeckt, die Interkostalräume sind breit, und die spätere Inzisionsnarbe ist weitgehend durch die natürliche Haltung des Armes verdeckt.

Material und Methoden

Einbezogen in diese Studie wurden alle Patienten, die via rechtsaxilläre Inzision zwischen März 2001 und Dezember 2010 operiert wurden. Insgesamt 148 Patienten (80 weiblich; 68 männlich) mit einem Altersmedian von 4,6 (0,4–19,7) Jahren und Gewichtsmedian von 16,4 kg (3,8–62). Vorrangig wurde die Technik für den Verschluss von Ostium-secundum-Defekten (ASD II) eingesetzt. Mit zunehmender Erfahrung konnte dieses Verfahren sukzessive für die Korrektur partieller Fehlmündungen der rechtsseitigen Lungenvenen (PAPVC) inklusive der Durchführung der Warden-Operation (Re-Anastomosierung der SVC an das rechte Vorhofrohr) und der Verlagerung von Scimitar-Venen an den linken Vorhof, der Korrektur von partiellen AV-Kanälen und des Verschluss von restriktiven membranösen/subaortalen VSD eingesetzt werden.

Eine intraoperative transösophageale Echokardiografie (TEE) und postoperative transthorakale Echokardiografien in regelmässigen Abständen wurden bei allen Patienten durchgeführt. Das Follow-up ist vollständig mit einer medianen Dauer von 6,3 Jahren (0,1–9,7).

Lagerung und Thorakotomie

Der Patient wird in Linksseitenlage mit leichter Rückenlage positioniert. Der untere Teil des Oberkörpers und die Hüften werden in einem 45-Grad-Winkel gelagert, um die Zugänglichkeit der Leistengefässe sicherzustellen. Als Orientierungspunkte dienen eine Markierung der vorderen Axillarlinie und des vierten Interkostalraumes. Die Schnittführung erfolgt longitudinal oder leicht schräg, jedoch maximal bis zur vorderen Axillarlinie. Die Haut wird ausreichend disseziert und der M. latissimus dorsi mobilisiert. Die Digitationen des M. serratus anterior werden gespalten. Besonders ist hierbei auf den N. thoracicus longus und die dort verlaufenden Gefässe zu achten. Das Periost wird am Oberrand der 5. Rippe abgelöst und das darunter liegende Perikard etwa 2 cm anterior des N. phrenicus eröffnet. Haltenähte an beiden Seiten des Perikards halten die Lungen zurück und bieten gute Sicht auf das Operationsfeld. Nach Durchführung der Operation und nach erfolgter Dekanülierung muss grosser Wert auf eine gründliche Blutstillung gelegt werden. Das eröffnete Perikard wird verschlossen. Ein subperiostaler Katheter für die Installation von Bupivacain wird in den eröffneten Interkostalraum eingelegt.

Kanülierung der Leistengefässe

Bei allen Patienten mit einem Körpergewicht von mehr als 10 kg erfolgte die arterielle und venöse Kanülierung inguinal. A. und V. iliaca externa werden im Verlauf am Oberrand des Leistenbandes freipräpariert, dargestellt und umschlungen. Eine der Grösse der Vene entsprechende Thoraxdrainage (16–20F, entsprechend der Grösse der Vene) wird über eine Quereröffnung in die Vena iliaca externa eingeführt. Eine gleichfalls feine Quereröffnung der A. iliaca externa ermöglicht die arterielle Kanülierung. Mit einer zusätzlichen Kanüle in der oberen Hohlvene kann der kardiopulmonale Bypass errichtet werden. Nach Beendigung der Operation wird die Arteriotomie mit feinen Einzelknopfnähten und die Venotomie mit einer fortlaufenden Polydioxanon-(PDS-)Naht verschlossen.

Myokardprotektion

Induziertes Kammerflimmern wurde für die Mehrheit der ASD-II-Verschlüsse verwendet. Echokardiografisch konnte dieses bestätigt und eine unerwünschte Dilatation des linken Ventrikels ausgeschlossen werden. Ein kardioplegischer Herzstillstand ist für die Korrektur von partiellen AV-Kanälen und den Verschluss von Ventrikelseptumdefekten notwendig. Über die zusätzliche Eröffnung des dritten Interkostalraumes wird Raum für die Aortenklamme, Kanüle der oberen Hohlvene und Kardioplegiekanüle geschaffen, sodass der vierte Interkostalraum ausschliesslich als Operationsöffnung genutzt werden kann.

Chirurgische Technik/Aspekte der Korrektur

Bei 56/18 Patienten konnte der ASD (secundum/primum) direkt verschlossen werden, bei 25/6 Patienten erfolgte dies mit einem Patch aus autologem Perikard. Bei Patienten mit partiellem AV-Kanal wurde ein Cleft

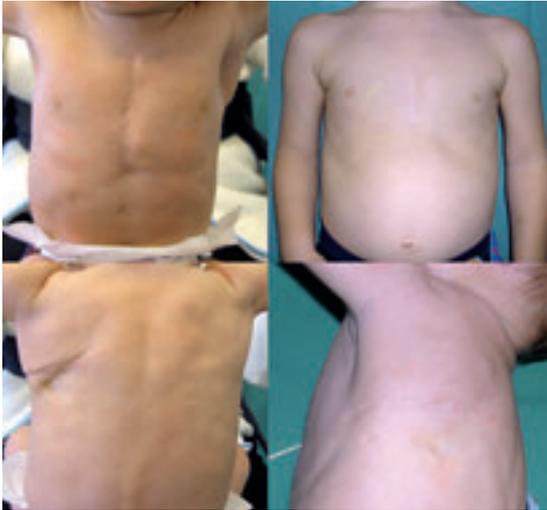


Abbildung 1: Stigmatisierende Narben nach klassischen Zugängen für die Korrektur angeborener Herzfehler

der linksseitigen AV-Klappe verschlossen. Zeigte sich beim Testen der Klappenfunktion eine residuelle Leckage, wurde diese durch eine posteriore Annuloplastie mit resorbierbaren Fäden korrigiert (3). Sinus-venosus-Defekte wurden direkt mittels Deckung durch ein Vorhofseptum-Flap (5) oder ein Perikard-Patch (5) verschlossen. Partielle Lungenvenenfehlmündungen wurden durch ein Baffle-Patch und durch Anschluss der oberen Hohlvene an das rechte Vorhofrohr (Warden-Operation/12 Patienten) oder durch eine 2-Patch-Technik (1 Patient) korrigiert. Eine Verlagerung der Scimitar-Vene mit Anschluss an den linken Vorhof wurde bei 1 Patienten vorgenommen. VSD wurden direkt (16) oder mithilfe eines Xenoperikard-Patch verschlossen (4). Für den Verschluss wurde bei 11 Patienten das anteriore Klappensegel der Trikuspidalklappe abgelöst, bei 9 Patienten war dies nicht erforderlich. Zusätzliche Eingriffe waren Kommissuroplastie der Trikuspidalklappe (10), Resuspension eines prolabierten Aortenklappensegels via Aortotomie (2), Reduktionsplastik einer aneurysmatisch erweiterten Aortensinusportion (2) und Resektion einer subaortalen Membran durch den VSD (1).

Ergebnisse

Bei allen Patienten konnte die intrakardiale Korrektur via axilläre Thorakotomie durchgeführt werden. Aufgrund transösophagealer Echokardiografie unmittelbar nach der Korrektur konnten residuelle Defekte unter erneutem kardiopulmonalem Bypass bei 6 Patienten (ASD 4, VSD 1, Mitralinsuffizienz 1) behoben werden.

Die Mortalität (Früh-, Spät-) war null. Kein Patient bedurfte einer Reoperation oder Reintervention aufgrund eines residuellen intrakardialen Defektes (Shunt oder Klappendysfunktion). Es bestand kein residueller Defekt bei 140 Patienten und ein geringfügiger Defekt bei 8 Patienten (kleiner ASD 4/kleiner VSD 1/leichte Mitralklappeninsuffizienz 4, wobei ein Patient auch einen kleinen ASD hatte). 1 Patient mit AV-Kanal zeigte eine leichte bis mittelschwere Mitralklappeninsuffizienz, die, obgleich stabil, eine permanente Überwachung notwendig machte. Auf eine Mitralklappen-

Annuloplastie wurde in diesem Fall aufgrund einer möglichen iatrogenen Mitralklappenstenose verzichtet. 1 Patient erlitt eine vorübergehende Parese des linken Armes am zweiten Tag postoperativ nach ASD-Verschluss. Im MRI konnte eine ischämische Schädigung, einem embolischen Schlaganfall entsprechend, nachgewiesen werden. Das Kind erholte sich vollständig im Laufe von 2 Tagen. Weitere Komplikationen waren Stenting der oberen Hohlvene aufgrund einer Stenose nach Korrektur eines Sinus-venosus-Defekts (1) und Rethorakotomie aufgrund einer Blutung (1). Die inguinale Inzision verheilte problemlos. Ein Patient (5 $\frac{1}{2}$ -jährig), der einen Verschluss der A. iliaca externa entwickelte, musste 10 Monate postoperativ für ein Saphena-Veneninterponat operiert werden. Keine der weiblichen Patienten in der Pubertät zeigte eine Auffälligkeit des Brustwachstums. Es zeigte sich ausserdem keine Deformität des Brustkorbes oder der Wirbelsäule während des weiteren Wachstums der Patienten.

Diskussion

Die Korrektur von einfachen angeborenen Herzfehlern mithilfe von Standardzugängen hat sich im Laufe der letzten Jahrzehnte zu einem Routineeingriff mit exzellenten operativen Resultaten entwickelt (14). Da die Korrektur eines ASD oder VSD heutzutage auf einem sehr hohen qualitativen Niveau durchgeführt werden kann, mit nahezu vernachlässigbarer Morbidität und Mortalität, rückt zunehmend die postoperative Lebensqualität dieser Patienten in den Mittelpunkt. Diese ist im Wesentlichen von der anatomischen Korrektur und ebenso vom kosmetischen Aspekt der bleibenden Narbe wie auch vom funktionellen Genesungsprozess abhängig. Eine sichtbare, in manchen Fällen groteske Narbe infolge einer Herzoperation ist und bleibt ein schwerwiegendes und nicht zu unterschätzendes Stigma des Herzpatienten mit mitunter massiven psychosozialen Konsequenzen. Selbst eine kleine, schön verheilte Sternotomienarbe befreit ein Kind nicht von seinem Stigma (Abbildung 1).

Im Gegensatz dazu stehen Katheterinterventionen, die aufgrund ihres minimalinvasiven Charakters und der exzellenten kosmetischen Ergebnisse für den Patienten sehr attraktiv geworden sind – in manchen Fällen jedoch auf Kosten eines suboptimalen Endresultats. Obwohl es in der Erwachsenenherzchirurgie seit den Neunzigerjahren eine rapide Entwicklung von minimalinvasiven Techniken gibt, gab es in der Kinderherzchirurgie nur eine vergleichsweise schwache Weiterentwicklung, nicht zuletzt aufgrund der Notwendigkeit des kardiopulmonalen Bypasses für die Korrektur von intrakardialen Malformationen. Dennoch stehen Position und Grösse der Inzisionen sowie der Anspruch, einen bestmöglichen operativen Zugang bei geringstmöglichem Trauma zu erreichen, weiterhin im Fokus der Entwicklung und klinischen Anwendbarkeit. Unter diesem Gesichtspunkt wurde bereits eine Vielzahl an Inzisionen wie die antero-laterale Thorakotomie, rechts-posteriore Thorakotomie, partielle untere Sternotomie und der rechtsseitige paramediane Zugang in der Literatur beschrieben. All diese Alternativen zeigten jedoch letztlich nur sub-



Abbildung 2: Kosmetisches Ergebnis nach rechtsaxillärem Zugang

optimale Resultate, im Hinblick auf die Sichtbarkeit der Narbe, die Deformierung des Brustkorbes und die anschließende Brustentwicklung bei weiblichen Patienten, besonders wenn diese unmittelbar vor einsetzender Pubertät operiert wurden. Eine Narbe nach medianer Sternotomie kann unter Umständen so weit führen, dass die Kinder sich aus Angst vor Stigmatisierung als Herzpatienten vor Schwimmbadbesuchen fürchten und in extremen Fällen psychologische und psychosoziale Störungen entwickeln. Das Ziel der Chirurgie angeborener Herzfehler muss in allererster Linie die optimale Korrektur der kardialen Missbildung sein, die eine normale Lebenserwartung und beste Lebensqualität bietet. Unter diesen Gesichtspunkten haben wir seit 2001 an unserer Institution kontinuierlich minimalinvasive Techniken weiterentwickelt, evaluiert und klinisch eingesetzt (12, 13, 15, 16). Da die Mehrzahl der einfachen kardialen Missbildungen, wie ASD, PAPVC und VSD, über eine rechtsseitige Atriotomie erreicht werden kann, versuchten wir zunehmend, die Korrektur dieser Vitien via rechtsaxilläre Thorakotomie vorzunehmen, da sie die bestmögliche Sicht auf alle wichtigen Strukturen bietet (17, 18).

Die Inzision, die nur eine Teilung und keine Durchtrennung der Muskulatur bedeutet, bietet eine adäquate Exposition bei minimaler Scherspannung und beeinträchtigt das Brustgewebe und die weibliche Brustentwicklung nicht. Der subperiostale Zugang durch die Interkostalräume wird anatomisch rekonstruiert, sodass es wegen all dieser Faktoren zu einer normalen Thoraxentwicklung bei unseren Patienten kommen konnte.

Aufgrund der Position auf der Gegenseite des Herzens ist die Assoziation mit einer Herzoperation sehr unwahrscheinlich. Von 2001 bis Dezember 2010 haben wir diese Methode bei 148 Patienten mit einfachen intrakardialen Missbildungen angewandt, ohne notwendigen intraoperativen Wechsel des Operationszugangs, was die Sicherheit und Zuverlässigkeit dieses Zugangs belegt. Das kosmetische Resultat war ausgezeichnet (Abbildung 2).

Die Kanülierung der rechten A. und V. iliaca externa für den kardiopulmonalen Bypass und die spätere Rekonstruktion der Gefäße müssen mit äußerster

Sorgfalt durchgeführt werden. 1 Patient erlitt einen unklaren postoperativen Verschluss der für die Kanülierung benutzten rechten A. iliaca externa, die eine Revision und Korrektur mit einem Veneninterponat erforderlich machte. Generell ist unserer Ansicht nach von einer peripheren Kanülierung bei Kindern mit einem Körpergewicht von unter 10 kg abzuraten. In diesen Fällen sollte die Aorta ascendens kanüliert werden, wenn notwendig über eine zusätzliche Eröffnung des dritten Interkostalraumes. Die der kleineren Operationsöffnung geschuldete reduzierte Sicht auf das Herz wird durch intraoperative transösophageale Echokardiografie kompensiert, die eine Darstellung der linksventrikulären Füllung und des Luftstatus ermöglicht.

Die chirurgischen Resultate der Korrekturen via axilläre Thorakotomie entsprechen denen der Sternotomie. Bemerkenswert ist, dass zudem adjuvante Eingriffe, wie Rekonstruktionen an Mitral-, Trikuspidal- und Aortenklappe, dem Aortensinus (über eine Aortotomie), die Warden-Operation für PAPVC und die Reimplantation einer Scimitar-Vene mit sehr guten chirurgischen Resultaten durchgeführt werden konnten.

Schlussfolgerung

Bei der heutzutage sehr geringen Sterblichkeit nach Herzoperationen bei Kindern im Allgemeinen von etwa 1,5 bis 2 Prozent, für einfache Defekte sogar von annähernd 0 Prozent, rückt zunehmend die postoperative Lebensqualität der Patienten in den Mittelpunkt. Die Stigmatisierung als Herzpatient verfolgt ein Kind jedoch weiterhin, oft auch aus eher nebensächlich erscheinenden Gründen, wie beispielsweise aufgrund der Narbe. Der rechtsaxilläre Zugang hat sich in den vergangenen Jahren zunehmend zu einer Alternative zu etablierten Standardzugängen entwickelt, die dieselbe Qualität der Korrektur und ausgezeichnete somato-kosmetische Ergebnisse bietet. Es ist zu hoffen, dass dieser frühe Optimismus sich auch auf lange Sicht bestätigt und eine bessere psychosoziale Integration dieser jungen Patienten zur Folge haben wird.

Korrespondenzadresse:

PD Dr. med. Hitendu Dave
Oberarzt Kinderherzchirurgie
Universitätskinderklinik Zürich
Steinwiesstr. 75, 8032 Zürich
E-Mail: hitendu.dave@kispi.uzh.ch

Literatur:

- Butera G, De Rosa G, Chessa M, Rosti L, Negura DG, Luciane P, Giamberti A, Bossone E, Carminati M. Transcatheter closure of atrial septal defect in young children: results and follow-up. *J Am Coll Cardiol* 2003; 42 (2): 241–245.
- Thomson JD, Aburawi EH, Watterson KG, Van Doorn C, Gibbs JL. Surgical and transcatheter (Amplatzer) closure of atrial septal defects: a prospective comparison of results and cost. *Heart* 2002; 87 (5): 466–469.
- del Nido PJ. Minimal incision congenital cardiac surgery. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2007;19 (4): 319–324.
- Cremer JT, Böning A, Anssar MB, Kim PY, Pethig K, Harringer W, Haverich A. Different approaches for minimally invasive closure of atrial septal defects. *Ann Thorac Surg* 1999; 67 (6): 1648–1652.
- Nicholson IA, Bichell DP, Bacha EA, del Nido PJ. Minimal sternotomy approach for congenital heart operations. *Ann Thorac Surg* 2001; 71 (2): 469–472.

6. Kadner A, Dodge-Khatami A, Dave H, Knirsch W, Bettex D, Prêtre R. Closure of restrictive ventricular septal defects through a right Axillary thoracotomy. *Heart Surg Forum* 2006; 9 (6): E836–839.
7. Mishaly D, Ghosh P, Preisman S. Minimally invasive congenital cardiac surgery through right anterior minithoracotomy approach. *Ann Thorac Surg* 2008; 85 (3): 831–835.
8. Grinda JM, Folliguet TA, Dervanian P, Mace L, Legault B, Neveux JY. Right anterolateral thoracotomy for repair of atrial septal defect. *Ann Thorac Surg* 1996; 62 (1): 175–178.
9. Yoshimura N, Yamaguchi M, Oshima Y, Oka S, Ootaki Y, Yoshida M. Repair of atrial septal defect through a right posterolateral thoracotomy: a cosmetic approach for female patients. *Ann Thorac Surg* 2001; 72 (6): 2103–2105.
10. Houyel L, Petit J, Planche C, Sousa-Uva M, Roussin R, Belli E, Lacour-Gayet F, Serraf A. Right postero-lateral thoracotomy for open heart surgery in infants and children. Indications and results. *Arch Mal Coeur Vaiss* 1999; 92: 641–646.
11. Bleiziffer S, Schreiber C, Burgkart R, Regenfelder F, Kostolny M, Libera P, Holper K, Lange R. The influence of right anterolateral thoracotomy in prepubescent female patients on late breast development and on the incidence of scoliosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004; 127: 1474–1480.
12. Prêtre R, Kadner A, Dave H, Dodge-Khatami A, Bettex D, Berger F. Right axillary incision: a cosmetically superior approach to repair a wide range of congenital cardiac defects. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2005; 130 (2): 277–281.
13. Dave HH, Comber M, Solinger T, Bettex D, Dodge-Khatami A, Prêtre R. Mid-term results of right axillary incision for the repair of a wide range of congenital cardiac defects. *Eur J Cardiothorac Surg* 2009; 35: 864–870.
14. Hopkins RA, Bert AA, Buchholz B, Guarino K, Meyers M. Surgical patch closure of atrial septal defects. *Ann Thorac Surg* 2004; 77 (6): 2144–2149; Author reply 2149–2150.
15. Dave HH, Buechel ER, Prêtre R. Muscle-sparing extrapleural approach for the repair of aortic coarctation. *Ann Thorac Surg* 2006; 81 (1): 243–248.
16. Dodge-Khatami A, Kadner A, Dave H, Rahn M, Prêtre R, Bauersfeld U. Left heart atrial and ventricular epicardial pacing through a left lateral thoracotomy in children: a safe approach with excellent functional and cosmetic results. *Eur J Cardiothorac Surg* 2005; 28 (4): 541–545.
17. Doll N, Walther T, Falk V, Binner C, Bucerius J, Borger MA, Gummert JF, Mohr FW, Kostelka M. Secundum ASD closure using a right lateral minithoracotomy: five-year experience in 122 patients. *Ann Thorac Surg* 2003; 75 (5): 1527–1530 Discussion 1530–1531.
18. Schreiber C, Bleiziffer S, Kostolny M, Hörer J, Eicken A, Holper K, Tassani-Prell P, Lange R. Minimally invasive midaxillary muscle sparing thoracotomy for atrial septal defect closure in prepubescent patients. *Ann Thorac Surg* 2005; 80 (2): 673–676.
19. Bettex DA, Schmidlin D, Bernath MA, Prêtre R, Hurni M, Jenni R, Chassot PG, Schmid ER. Intraoperative transesophageal echocardiography in pediatric congenital cardiac surgery: a two-center observational study. *Anesth Analg* 2003; 97 (5): 1275–1282.
20. Prêtre R, Kadner A, Dave H, Bettex D, Turina MI. Overlapping annuloplasty of the mitral valve in children. *Ann Thorac Surg* 2004; 77 (5): 1857–1859.