

Journal für Kardiologie

Austrian Journal of Cardiology

Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislauserkrankungen

Sport bei Patienten mit angeborenen Herzfehlern

Gabriel H

*Journal für Kardiologie - Austrian
Journal of Cardiology 2005; 12
(7-8), 170-173*

Homepage:

www.kup.at/kardiologie

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche



Offizielles
Partnerjournal der ÖKG



Member of the ESC-Editor's Club



Offizielles Organ des
Österreichischen Herzfonds



ACVC
Association for
Acute CardioVascular Care

In Kooperation
mit der ACVC

Indexed in ESCI
part of Web of Science

Indexed in EMBASE

Krause & Pachernegg GmbH • Verlag für Medizin und Wirtschaft • A-3003 Gablitz

P.b.b. 02Z031105M,

Verlagsort: 3003 Gablitz, Linzerstraße 177A/21

Preis: EUR 10,-

Veranstaltungskalender

Hybrid-Veranstaltungen der Herausgeber des **Journals für Kardiologie**

Finden Sie alle laufend aktualisierten Termine
auf einem Blick unter

www.kup.at/images/ads/kongress.pdf

Sport bei Patienten mit angeborenen Herzfehlern

H. Gabriel

Kurzfassung: Angeborene Herzfehler sind die häufigsten angeborenen Defekte, die bei ca. 0,8 % aller Geburten vorkommen. Diese hohe Inzidenz der kongenitalen Herzdefekte (CHD) bedingt, daß Kardiologen und Leistungsphysiologen nicht selten diese Patienten evaluieren, behandeln und Empfehlungen in bezug auf die körperliche Belastbarkeit abgeben müssen. Diese Richtlinien wurden zuletzt für „Wettkampfsportler“ in der „26th Bethesda Conference“ veröffentlicht. Die meisten der Patienten mit CHD planen jedoch keine Teilnahme am Wettkampf, sondern wünschen sich einen aktiveren Lebensstil mit sportlichen Aktivitäten aus Freude an der Bewegung oder wegen des Gesundheitsbenefits. Ebenso wie die Lebenserwartung dieser Patienten ansteigt, steigt auch die Inzidenz für Krankheiten wie koronare Herzerkrankung, Hypertonie oder Diabetes, die in einer erwachsenen Population auftreten. Konsequenterweise spielt auch die Prävention atherosklerotischer Veränderungen von kardiovas-

kulären Risikofaktoren eine immer größere Rolle. Daneben brauchen Patienten mit CHD eine konkrete Anleitung für ein Trainingsprogramm, um eine verbesserte Belastungstoleranz, vermehrtes Wohlbefinden und andere positive psychische Effekte zu erreichen.

Dieser Artikel bezieht sich auf den aktuellen Wissensstand über körperliche Belastungen der Patienten mit angeborenem Herzfehler und beinhaltet diesbezügliche praxisbezogene Empfehlungen.

Abstract: Sports and Congenital Heart Disease. Congenital heart disease is the most common congenital defect, occurring in approximately 0.8 % of all live births. The high incidence of congenital heart disease (CHD) makes it likely that cardiologists and exercise physiologists have to evaluate, treat and make exercise recommendations regarding CHD patients. Guidelines for sports participation have been published in the past for “competitive” athletes with CHD by the

“26th Bethesda Conference”. However, most patients with CHD do not want to participate in competitive athletics but rather like to have an active lifestyle and to participate in sports at a recreational level for enjoyment or health benefits. As the life expectancy of these patients increases, the incidence of diseases such as atherosclerotic coronary artery disease, hypertension, and diabetes will increase. Consequently, preventive cardiology becomes even more important. Patients with CHD need guidance to participate in a regular exercise program which provides other benefits such as an increased exercise tolerance, improved sense of well-being and psychological benefits to these patients.

This article will take into consideration the current knowledge about exercise and congenital heart disease and will also include practical recommendations based on clinical experience. **J Kardiol 2005; 12: 170–3.**

■ Einleitung

Angeborene Herzfehler sind die häufigsten angeborenen Defekte und treten bei ungefähr 0,8 % aller Geburten auf [1]. Die Fortschritte in der pädiatrischen Herz-Thorax-Chirurgie der letzten 20–30 Jahre brachten eine Verschiebung der Möglichkeiten von überwiegend palliativen zu mehr oder weniger korrigierenden Operationen. Gleichzeitig mit dem Anstieg dieser operativen Korrekturen konnten auch Verbesserungen in medizinischen Behandlungsschemata für diese Patienten erfolgen, sodaß daraus ein Rückgang in der Morbidität und Mortalität resultierte. In Österreich müssen wir mit ca. 20.000 Patienten mit angeborenem Herzfehler (ohne bikuspidale Aortenklappe) rechnen.

Die Behandlungsrichtlinien für Patienten mit angeborenem Herzfehler, die in der „26th Bethesda Conference“ [2] erstellt und 1994 publiziert wurden, bezogen sich auf die Evaluierung von Patienten in Hinblick auf den Leistungssport und waren gegenüber den nicht leistungssportorientierten Patienten zurückhaltend, ohne den Nutzen einer adäquaten körperlichen Belastung im Auge zu behalten, wie dies in neueren Studien [3–6] geschieht. Der Großteil der Patienten mit angeborenem Herzfehler plant jedoch keine Teilnahme am Wettkampf, sondern wünscht sich einfach einen aktiven Lebensstil und eine diesbezügliche konkrete Beratung, welche nur in Kenntnis der hämodynamischen Veränderungen und einer leistungsphysiologischen Untersuchung (Spiroergometrie) erfolgen kann [7, 8].

Aus der Abteilung für Kardiologie, Univ.-Klinik für Innere Medizin 2, Medizinische Universität Wien

Korrespondenzadresse: Ass.-Prof. Dr. med. Harald M. Gabriel, Univ.-Klinik für Innere Medizin 2, Abteilung für Kardiologie, Medizinische Universität Wien, A-1090 Wien, Währinger Gürtel 18–20; E-Mail: harald.gabriel@meduniwien.ac.at

Da Patienten mit angeborenem Herzfehler zunehmend ein höheres Alter erreichen, kommt auch der Prävention der Atherosklerose mit ihren Folgeerkrankungen durch forcierte Therapie von Risikofaktoren, wie arterielle Hypertonie, Diabetes mellitus oder Hyperlipidämie, eine bedeutende Rolle zu. Ein wesentlicher Punkt in diesem Zusammenhang besteht darin, den Patienten „lifestyle changes“ vorzuschlagen, die u. a. auch regelmäßige adäquate körperliche Belastungen beinhalten. Neben diesen präventiven Effekten soll eine konkrete Anleitung für ein Trainingsprogramm bei Patienten mit angeborenem Herzfehlern zu einer verbesserten Belastungstoleranz, vermehrtem Wohlbefinden und anderen positiven psychischen Veränderungen (Selbstwertgefühl, Integration etc.) führen.

Dieser Artikel versucht daher, eine differenzierte Darstellungsweise in der Betreuung solcher Patienten und Empfehlungen in bezug auf Freizeitsportaktivitäten zu geben. Diese Übersicht bezieht auch grundlegende physiologische Veränderungen während körperlicher Belastungen sowie praktische Empfehlungen aufgrund der vorliegenden Daten ein.

■ Klassifikationen der körperlichen Belastungen

Während körperlicher Aktivität kommt es zu unterschiedlichen Belastungen im Bereich des kardiovaskulären Systems. Diese Veränderungen betreffen sowohl das Herzminutenvolumen und den arteriellen Blutdruck als auch den systemischen und den pulmonalen Gefäßwiderstand. Diese hämodynamischen Veränderungen können je nach Art des bestehenden kardiovaskulären Defekts zu unterschiedlichen Problemen führen. Bei einem Teil der angeborenen Herzfehler wird die Belastbarkeit und die dabei beobachtete Kreislaufreaktion zur

Risikostratifizierung in bezug auf das Auftreten von bedrohlichen kardiovaskulären Ereignissen, wie den plötzlichen Herztod [9], sowie einer möglichen Progression der Erkrankung herangezogen.

Um eine differenzierte Empfehlung durchzuführen, ist es notwendig, körperliche Aktivitäten in bezug auf die Belastungsart und die Intensität der Belastung zu definieren. Das Training kann seinen Komponenten nach in dynamische (isotone) oder statische (isometrische) Belastung [10] unterteilt werden. Dynamische Belastungsformen sind dadurch definiert, daß zyklische Bewegungsformen durchgeführt werden, welche zu Veränderungen in der Muskellänge führen und geringe Veränderungen des intramuskulären Druckes bewirken. Im Gegensatz dazu beinhalten statische Belastungsformen geringe Veränderungen in der Muskellänge, jedoch einen großen Anstieg des intramuskulären Drucks. Keine körperliche Aktivität ist rein dynamisch oder statisch, sodaß eine Beurteilung der überwiegenden Belastungskomponente zielführend erscheint (Tab. 1).

Ein Beispiel für eine vorwiegend dynamische Belastungsform mit geringer statischer Komponente würde das Laufen darstellen. Im Gegensatz dazu wäre das Gewichtheben eine überwiegend statische körperliche Belastung. Der systolische Blutdruck steigt bei beiden Belastungsformen an, jedoch zeigt der diastolische Blutdruck nur bei den dynamischen Belastungsformen einen deutlichen Abfall, während er bei den statischen Belastungsformen ansteigt. Ebenso kommt es während dynamischer Belastungsformen zu einem Abfall des peripheren Gefäßwiderstandes, welcher jedoch bei statischen Belastungen unverändert bleibt oder sogar zunimmt.

Tabelle 1: Klassifikation der Belastungsformen: dynamisch vs. statisch (Daten aus [2])

	Dynam.	Niedrig (A)	Mittel (B)	Hoch (C)
Statisch				
Niedrig (I)		Golf Billiard Bowling Schießen	Wandern Tischtennis Volleyball Tennis (Doppel)	Laufen Squash Badminton Tennis (Einzel)
Mittel (II)		Tauchen Autorenennen Reiten	Eislaufen Fechten Laufen (Sprint)	Basketball Schwimmen Fußball
Hoch (III)		Gewichtheben Klettern Windsurfen	Bodybuilding Alpinski (Abfahrt)	Radrennen Kajak Boxen

Tabelle 2: MET-Bedarf + NYHA-Klassifikation (NYHA-Class/Ability-Index/Specific Activity Scale 1–4)

- 1 Keine Einschränkung bei normalen Belastungen**
> 7 METs möglich: Tennis-Doppel, Surfen, Radfahren, In-line-Skaten, Skifahren, Laufen (8–10 km/h)
- 2 Leichte Einschränkungen bei normalen Belastungen**
5–7 METs: Rasenmähen, Golfen, Gehen (3–6 km/h)
- 3 Starke Einschränkung bei normalen Belastungen**
2–4 METs: Spazierengehen (3 km/h), Duschen
- 4 Starke Einschränkung bei geringer Belastungen**
Belastungen > 2 METs nicht möglich

■ Allgemeines

Eine genaue Evaluation der individuellen Leistungsfähigkeit sollte in all diesen Fällen mittels (Spiro-)Ergometrie erfolgen, um unter anderem die adäquate Herzfrequenz für ein Grundlagenausdauertraining zu berechnen. Tabelle 2 setzt dabei erhobene Parameter (metabolische Äquivalente = METs; Tab. 3) mit den üblichen Belastungsklassifikationen (NYHA-Stadien/Ability-Index) in Beziehung.

Bei der individuellen Beratung ist das Risiko von körperlichen Verletzungen bedingt durch Kollisionen mit Mitbewerbern oder durch das Auftreten von Synkopen für die jeweilige Sportart besonders zu berücksichtigen.

Patienten mit schwerer pulmonaler arterieller Hypertonie sollten körperliche Aktivitäten, die über ein symptomfreies Grundlagenausdauertraining hinausgehen, vermeiden [11].

■ Häufige kongenitale Herzfehler

Vorhofseptumdefekt

Den anatomischen Gegebenheiten entsprechend werden die Vorhofseptumdefekte in Primum-, Secundum-, Sinus-venosus- oder Koronarsinusdefekte unterteilt, die zu einer Volumbelastung des rechten Ventrikels führen können. Die hämodynamische Wirksamkeit wird durch Berechnung des Shuntvolumens (zumeist echokardiographisch), vor allem aber durch die Beurteilung der rechtsventrikulären Volumbelastung durchgeführt. Der Verschluß des Vorhofseptumdefekts richtet sich nach der hämodynamischen Wirksamkeit ($Q_s:Q_p > 1:1,5$). Die Patienten sind im jugendlichen Alter häufig asymptomatisch. Belastungsinduzierte Arrhythmien sind selten, die meisten sind supraventrikulärer Genese (Vorhofflattern 18 %, Sinusknoten-Dysfunktion 39 %) [12–14].

Es existiert keine Evidenz, daß körperliche Aktivitäten eine Progression der hämodynamischen Wirksamkeit des Vorhofseptumdefekts bewirken.

Empfehlungen für Patienten mit Vorhofseptumdefekt [2]

1. Präoperativ
 - Hämodynamisch nicht wirksam, asymptomatisch: keine Einschränkung
 - Hämodynamisch wirksam, symptomatisch: Belastungsformen mit niedriger dynamischer und statischer Komponente (Tab. 1)
 - Bei pulmonaler arterieller Hypertension: Restriktion in bezug auf körperliche Belastungen wie oben angeführt [11]

Tabelle 3: Definition: MET, VO_{2max}

- **MET (Metabolic Equivalent)**
1 MET = O_2 -Verbrauch/Min. des Körpers unter Ruhebedingungen
1 MET = 3,5 ml O_2 /kg/Min.
Normale Leistungsfähigkeit: 10 METs (= 30–40 ml O_2 /kg/Min.)
- **VO_{2max} (maximaler O_2 -Verbrauch)**
 $VO_{2max}/3,5 = MET_{max}$

2. Postoperativ

Ohne signifikanten Residualshunt keine Einschränkung in bezug auf die körperlichen Belastungen, wenn die Patienten asymptomatisch sind, keine Arrhythmien, keine pulmonalarterielle Hypertension sowie eine normale Linksherzventrikelfunktion vorliegen.

Ventrikelseptumdefekt

Der Ventrikelseptumdefekt ist dadurch charakterisiert, daß es bei hämodynamischer Wirksamkeit zu einer Volumbelastung des linken Ventrikels kommt. Die auftretenden Symptome sind daher mit den Symptomen einer beginnenden Linksherzinsuffizienz vergleichbar.

Kleine, hämodynamisch nicht wirksame Defekte bleiben über lange Zeit asymptomatisch [2] und bewirken keinerlei Einschränkungen der Leistungstoleranz. Besonderes Augenmerk muß auf das Auftreten einer Aorteninsuffizienz gelegt werden, welche auch eine Indikation für den Verschluß des Vitiums darstellen kann. Zumeist treffen wir in der Erwachsenen-kardiologie auf Patienten mit bereits operativ korrigiertem Ventrikelseptumdefekt ohne Restshunt oder mit kleinem, hämodynamisch nicht wirksamem Defekt.

Empfehlungen für Patienten mit Ventrikelseptumdefekt [2]

1. Präoperativ bestehen bei asymptomatischen Patienten mit einem restriktiven Ventrikelseptumdefekt ohne Vorliegen einer pulmonalen Hypertension keinerlei Einschränkungen.
2. Patienten mit einem großen, nicht restriktiven Ventrikelseptumdefekt (Eisenmenger-Syndrom) sollten lediglich ein symptomfreies Grundlagenausdauertraining durchführen.
3. Postoperativ gelten die gleichen Überlegungen wie präoperativ.

Persistierender Ductus arteriosus (PDA)

Der unkorrigierte persistierende Ductus arteriosus führt, ebenso wie ein Ventrikelseptumdefekt, zur Volumbelastung des linken Ventrikels. Ein hämodynamisch wirksamer PDA ist bei Erwachsenen sehr selten anzutreffen.

Empfehlungen für Patienten mit PDA [2]

1. Patienten ohne Hinweis auf einen hämodynamisch wirksamen Ductus oder pulmonalarterielle Hypertension können körperliche Aktivitäten ohne Einschränkungen durchführen.
2. Nach einer chirurgischen Korrektur sollten die Patienten jedoch 3 Monate, nach interventionellem Verschluß 1 Monat warten, bevor sie wieder regelmäßig sportliche Belastungen (inkl. Leistungssport) durchführen.
3. Bei Vorliegen einer pulmonalarteriellen Hypertension sollten Patienten körperliche Aktivitäten, die über ein symptomfreies Grundlagenausdauertraining hinausgehen, vermeiden [11].

Aortenisthmusstenose (Coarctatio aortae)

Durch die Aortenisthmusstenose kommt es in Abhängigkeit von der Läsion zum Auftreten einer Blutdruckdifferenz der oberen und unteren Extremität beziehungsweise zwischen linkem und rechtem Arm bei Abgangsstenose der linken Arteria subclavia.

Bei Patienten mit Aortenisthmusstenose kommt es auch nach Korrektur in 8–20 % der Patienten zu einem signifikanten Anstieg sowohl des arteriellen Ruheblutdrucks als auch zu einer Belastungshypertonie [15, 16]. In diesen Fällen sollte eine strenge antihypertensive Therapie sowie eine neuerliche Re-Evaluation in bezug auf eine katheterinterventionelle Dilatation oder eine Re-Operation durchgeführt werden.

Empfehlungen für Patienten mit Aortenisthmusstenose [2]

1. Präoperativ

- Patienten mit einer Coarctatio ohne Hinweis auf signifikanten Gradienten (max. systol. Gradient < 20 mmHg), ohne höhergradige Dilatation des Aortenbulbus und mit normalem RR-Verhalten während des Belastungstests unterliegen keinerlei Einschränkungen ihrer Belastungsaktivitäten.
- Sollte der Druckgradient zwischen oberer und unterer Extremität mehr als 20 mmHg betragen oder eine belastungsinduzierte Hypertonie auftreten, bei der der systolische Blutdruck > 230 mmHg beträgt, so sollte der Patient nur Klasse-IA-Aktivitäten (Tab. 1) durchführen.

2. Postoperativ

Kein Leistungssport für 6 Monate. Wenn danach ein unauffälliger Status vorliegt, bestehen keinerlei Einschränkungen. Sollte der Druckgradient zwischen oberer und unterer Extremität mehr als 20 mmHg betragen oder eine belastungsinduzierte Hypertonie auftreten, bei der der systolische Blutdruck > 230 mmHg beträgt, so sollte der Patient vor allem jene Belastungen vermeiden, die eine hohe statische Komponente aufweisen.

Fallotsche Tetralogie

Die Fallotsche Tetralogie ist der häufigste zyanotische Herzfehler. In der Erwachsenen-kardiologie treffen wir zumeist auf Patienten, die bereits einer operativen Korrektur ihres Vitiums unterzogen wurden. Diese beinhaltet den Verschluß des Ventrikelseptumdefekts, ein Eröffnen des rechtsventrikulären Ausflußtrakts mit häufig transannulärer pulmonaler Inzision und Vergrößerung des rechtsventrikulären Ausflußtrakts mittels Perikard-Patch. Dies bedingt zumeist das Auftreten einer Pulmonalinsuffizienz und ventrikulärer Arrhythmien [17]. Die Reduktion der Leistungsfähigkeit im Belastungstest kann durch eine hämodynamisch wirksame Pulmonalinsuffizienz bedingt sein. Unoperiert weisen solche Patienten eine inadäquate Herzfrequenz-Regulation, sowohl bei maximaler als auch bei submaximaler Belastung, auf. Nach operativer Korrektur ist jedoch bei richtiger Wahl des Operationszeitpunkts der kardiale Output, sowohl in Ruhe als auch unter Belastung, normal [6, 18, 19].

Empfehlungen für Patienten mit Fallotscher Tetralogie [2]

1. Postoperativ müssen asymptomatischen Patienten mit lediglich leichter rechtsventrikulärer Dilatation und normalem rechtsventrikulärem Druck ohne Hinweis auf Restshunt oder signifikante Arrhythmien während des Belastungstests oder im Langzeit-EKG keine Restriktionen in bezug auf die körperliche Aktivität auferlegt werden.
2. Kommt es jedoch zum Auftreten einer hämodynamisch wirksamen Insuffizienz sowie zum Anstieg des pulmonalen Gefäßwiderstandes von mehr als 50 % des System-

widerstandes und ventrikulären Arrhythmien, sollten körperliche Belastungen lediglich in der Klasse IA (Tab. 1) durchgeführt werden.

■ Zusammenfassung

Für Patienten mit kongenitalem Herzfehler sollten in bezug auf Risiko und Nutzen regelmäßiger adäquater körperlicher Belastungen ähnliche Überlegungen angestellt werden, wie für andere kardiologische Patienten. Das Aussprechen eines Sportverbotes sollte nur in klar definierten Fällen erfolgen. Die meisten der Patienten mit kongenitalen Vitien bedürfen jedoch einer differenzierten Trainingsempfehlung, welche durch einen Kardiologen, der sowohl die leistungsphysiologischen Komponenten als auch die speziellen Veränderungen der Patienten mit angeborenem Herzfehler kennt, festgelegt werden soll.

Literatur:

- Hoffman J, Christanson R. Congenital heart disease in a cohort of 19,502 births with long-term follow-up. *Am J Cardiol* 1978; 42: 641–7.
- 26th Bethesda Conference: recommendations for determining eligibility for competition in athletes with cardiovascular abnormalities. *J Am Coll Cardiol* 1994; 24: 845–99.
- Fredriksen PM, Kahrs N, Blaasvaer S, Sigurdson E, Gundersen O, Rocksund O, Norgaard G, Vik JT, Soerbye O, Ingjer E, Thaulow E. Effect of physical training in children and adolescent with congenital heart disease. *Cardiol Young* 2000; 10: 107–14.
- Reybrouck T, Mertens L, Brusselle S, Weymans M, Eyskens B, Defoor J, Gewillig M. Oxygen uptake versus exercise intensity: a new concept in assessing cardiovascular exercise function in patients with congenital heart disease. *Heart* 2000; 84: 46–52.
- Therrien J, Frederiksen P, Walker M, Granton J, Reid GJ, Webb G. A pilot study of exercise training in adult patients with repaired tetralogy of Fallot. *Can J Cardiol* 2003; 19: 685–9.
- Fredriksen PM, Veldtman G, Hechter S, Therrien J, Chen A, Warsi MA, Freeman M, Liu P, Siu S, Thaulow E, Webb G. Aerobic capacity in adults with various congenital heart diseases. *Am J Cardiol* 2001; 87: 310–4.
- Kaplan S, Perloff JK. Exercise and athletics before and after cardiac surgery or interventional catheterisation. In: Perloff JK, Child JS (eds). *Congenital Heart Disease in Adults*. WB Saunders Company, Philadelphia, 1991.
- Koster NK. Physical activity and congenital heart disease. *Nurs Clin North Am* 1994; 29: 345–56.
- Liberthson RR. Arrhythmias in the athlete with congenital heart disease: guidelines for participation. *Ann Rev Med* 1999; 50: 441–52.
- Mitchell JH, Blomqvist G, Haskell WL, Raven P. Classification of sports. *J Am Coll Cardiol* 1994; 24: 864–6.
- Galie N, Torbicki A, Barst R, Darteville P, Haworth S, Higenbottam T, Olschewski H, Peacock A, Pietra G, Rubin LJ, Simonneau G, Priori SG, Garcia MA, Blanc JJ, Budaj A, Cowie M, Dean V, Deckers J, Burgos EF, Lekakis J, Lindahl B, Mazzotta G, McGregor K, Morais J, Oto A, Smiseth OA, Barbera JA, Gibbs S, Hoepfer M, Humbert M, Naeije R, Pepke-Zaba J; Task Force. Guidelines on diagnosis and treatment of pulmonary arterial hypertension. The Task Force on Diagnosis and Treatment of Pulmonary Arterial Hypertension of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 2004; 25: 2243–78.
- Sealy WC, Farmer JC, Young WG, Brown IW Jr. Atrial dysrhythmia and atrial secundum defects. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1969; 57: 245–50.
- Vetter VL, Horowitz LN. Electrophysiologic residua and sequela of surgery for congenital heart defects. *Am J Cardiol* 1982; 50: 588–604.
- Bink-Boelkens MTE, Velvis H, Homan van der Heide JJ, Eygelaar A, Hardjowijono RA. Dysrhythmias after atrial surgery in children. *Am Heart J* 1983; 106: 125–30.
- Gabriel HM, Heger M, Innerhofer P, Zehetgruber M, Mundigler G, Wimmer M, Maurer G, Baumgartner H. Long-term outcome of patients with ventricular septal defect considered not to require surgical closure during childhood. *J Am Coll Cardiol* 2002; 39: 1066–71.
- Ruttenberg HD. Pre- and postoperative exercise testing of the child with coarctation of the aorta. *Pediatr Cardiol* 1999; 20: 3–7.
- Clarkson PM, Nicholson MR, Barratt-Boyes BG, Neutze JM, Withlock RM. Results after repair of coarctation of the aorta beyond infancy: A 10 to 28 year follow-up with particular reference to late systemic hypertension. *Am J Cardiol* 1983; 51: 1481–8.
- Garson A Jr, Gilette PC, Gutgesell HP, McNamara DG. Stress-induced ventricular arrhythmia after repair of tetralogy of Fallot. *Am J Cardiol* 1980; 46: 1006–12.
- Walsh EP, Rockemacher S, Keane JF, Hougren TJ, Lock JE, Castaneda AR. Late results in patients with tetralogy of Fallot repaired during infancy. *Circulation* 1988; 77: 1062–7.

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere Rubrik

☒ Medizintechnik-Produkte



Neues CRT-D Implantat
Intica 7 HF-T QP von Biotronik



Artis pheno
Siemens Healthcare Diagnostics GmbH



Philips Azurion:
Innovative Bildgebungslösung

Aspirator 3
Labotect GmbH



InControl 1050
Labotect GmbH

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

☒ Bestellung e-Journal-Abo

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)