

Lawrenz W

Sport und körperliche Aktivität für Kinder mit angeborenen Herzfehlern

Exercise and Physical Activity for Children with Congenital Heart Disease

Klinik für Kinderkardiologie-Angeborene Herzfehler, Herzzentrum Duisburg

Zusammenfassung

Aufgrund der verbesserten Lebenserwartung von Kindern mit angeborenen Herzfehlern rückt die Frage nach Sport und körperlicher Aktivität bei dieser Patientengruppe zunehmend in den Blickpunkt der Betreuung. Allerdings gibt es bisher nur wenige Studien zu den Auswirkungen von Sport bei Kindern und Jugendlichen mit angeborenen Herzfehlern. Für die motorische Leistungsfähigkeit, die insbesondere bei Kindern mit zyanotischen Herzfehlern beeinträchtigt sein kann, konnten positive Effekte von Sport nachgewiesen werden. Auch die kardiopulmonale Leistungsfähigkeit lässt sich durch regelmäßiges Training steigern. In den vorliegenden Studien wurden keine negativen Effekte von Sport bei Kindern und Jugendlichen mit angeborenen Herzfehlern beschrieben. Allerdings liegen Langzeitdaten bisher nicht vor. Aufgrund der derzeitigen Datenlage kann Patienten mit angeborenen Herzfehlern regelmäßige körperliche Aktivität und Sport empfohlen werden.

Schlüsselwörter: Angeborene Herzfehler, Kinder, Sport, Motorik, Leistungsfähigkeit

Einleitung

0,8 bis 1 % aller Neugeborenen kommen mit einem angeborenen Herzfehler zur Welt. In der Bundesrepublik Deutschland sind das jedes Jahr ca. 6.000 Kinder. Die verschiedenen Herzfehler treten in unterschiedlicher Häufigkeit auf (Tabelle 1) (14). Das Spektrum der Herzfehler und die Symptomatik reichen vom kleinen Vorhofseptumdefekt, der asymptomatisch sein, kann bis zum komplexen Vitium mit ausgeprägter Zyanose oder schwerer Herzinsuffizienz.

Durch große Fortschritte in der Behandlung angeborener Herzfehler hat sich die Prognose insbesondere der Kinder mit komplexen Herzfehlern grundsätzlich gewandelt. Als Beispiel hierfür sei die Transposition der Großen Arterien genannt: während 1960 noch ca. 90 % der Patienten im 1. Lebensjahr verstarben (2), liegt die langfristige Überlebensrate heute bei etwa 90-95 %. Aufgrund der deutlich verbesserten Überlebensrate haben sich die Schwerpunkte in der Betreuung dieser Kinder verschoben. Zunehmend spielt auch die Frage nach sportlichen Aktivitäten eine große Rolle. Insbesondere vor dem Hintergrund der bei erwachsenen Patienten mit koronarer Herzkrankung nachgewiesenen positiven Effekte von körperlicher Aktivität (1, 9, 12, 16) stellt sich die Frage, ob

Summary

As the prognosis of children with congenital heart disease has improved substantially in the past decades, exercise and physical activity become more important in the medical care of this group of patients. However, there are not many studies on the effect of exercise in children and adolescents with congenital heart disease. Positive effects of exercise have been shown on motor abilities, which can be impaired especially in children with cyanotic congenital heart disease. Regular exercise can also lead to improvement of cardiopulmonary exercise capacity. Up to now, no negative effects of exercise and physical activity have been described in patients with congenital heart disease, but longterm studies on the effects of exercise in these patients are still missing. Based on the existing data, regular physical activity and exercise can be recommended for patients with congenital heart disease.

Key words: congenital heart disease, children, exercise, exercise capacity

auch Kinder mit angeborenen Herzerkrankungen trotz unterschiedlicher pathophysiologischer Mechanismen von Sport und körperlicher Aktivität in ähnlicher Weise profitieren können.

Positive Effekte von körperlicher Aktivität und Sport sind in verschiedenen Bereichen denkbar: Da die Motorik eine wichtige Rolle für die emotionale, psychosoziale und kognitive Entwicklung eines Kindes spielt (7), ist es wichtig, motorische Defizite bei den Kindern auszugleichen. Die Förderung der motorischen Erfahrungen kann günstige Rückwirkungen auf diese Entwicklungsbereiche haben.

Tabelle 1: Verschiedene Formen angeborener Herzfehler und ihre Häufigkeit (14).

Diagnose	Häufigkeit
Ventrikelseptumdefekt	30 %
Transposition der gr. Gefäße	4,8 %
Persist. Ductus art. Botalli	9 %
Falot'sche Tetralogie	5,6 %
Vorhofseptumdefekt	7,5 %
Pulmonalstenose	7,2 %
Aortenisthmusstenose	6,2 %
AV-Septum-Defekt	3,9 %
Truncus art. communis	1,2 %
"Hypoplastisches Rechtsherzsyndrom"	2 %
Hypoplastisches Linksherzsyndrom	2,3 %
Sonstige seltene Herzfehler	13,7 %

Durch regelmäßige sportliche Aktivität kann möglicherweise die Leistungsfähigkeit des Herz-Kreislauf-Systems verbessert werden, so dass eine Teilnahme an altersüblichen körperlichen und sportlichen Aktivitäten selbst bei eingeschränkter kardialer Funktion möglich sein könnte.

Angesichts der zunehmenden Anzahl erwachsener Patienten rückt auch der Aspekt der Prävention einer koronaren Herzerkrankung ins Blickfeld. Hier ist für gesunde Erwachsene ein positiver Effekt von Sport nachgewiesen (11); ein ähnlicher Effekt ist auch für Patienten mit angeborenen Herzerkrankungen zu erwarten.

Den möglichen positiven Effekten stehen potentielle Risiken von Sport gegenüber: So ist durch die höhere Belastung des Herz-Kreislauf-Systems bei regelmäßiger sportlicher Aktivität eine chronische Überlastung des vorgeschädigten Organs denkbar. Auch akute Ereignisse wie durch Sport ausgelöste Rhythmusstörungen und der plötzliche Herztod beim Sport werden immer wieder als Grund angeführt, um Kinder mit angeborenen Herzerkrankungen vom Sport fernzuhalten.

Die vorliegende Arbeit soll einen Überblick über die derzeitige Datenlage zu den Effekten von Sport bei Kindern mit angeborenen Herzfehlern geben. Hierzu erfolgte die Auswertung einer systematischen Literaturrecherche.

Bisher liegen nur wenige Studien vor, die die Effekte von körperlicher Aktivität und Sport bei Kindern mit angeborenen Herzfehlern untersuchen. Das hat verschiedene Gründe. So ist die Zahl der Patienten mit angeborenen Herzfehlern deutlich geringer als die der Patienten mit koronarer Herzerkrankung. Darüber hinaus handelt es sich um eine sehr inhomogene Patientengruppe, so dass größere Patientenkollektive mit ähnlicher hämodynamischer Situation nur schwer zu rekrutieren sind.

Motorische Entwicklung

Die Daten zu motorischen Fähigkeiten bei Kindern mit angeborenen Herzfehlern zeigen Defizite in diesem Bereich. So konnten Unverdorben et al. (34) eine mit zunehmendem Schweregrad des Herzfehlers signifikant abnehmende koordinative Leistungsfähigkeit nachweisen. Stieh et al. (30) fanden eine Beeinträchtigung der Grob- und Feinmotorik bei Kindern mit zyanotischen Herzfehlern, sowohl nach palliativer als auch nach korrigierender Operation, während Kinder mit azyanotischen Herzfehlern vor Operation lediglich in der Grobmotorik Testergebnisse im unteren Normbereich aufwiesen. Bei operierten Kindern mit azyanotischen Vitien waren Grob- und Feinmotorik nicht beeinträchtigt. Demgegenüber zeigten in einer Untersuchung von Dordel et al. (5) sowohl Kinder mit zyanotischen Herzfehlern als auch Kinder mit azyanotischen Vitien eine Beeinträchtigung der grobmotorischen Fähigkeiten im Koordinationstest für Kinder (KTK), die allerdings bei den Kindern mit zyanotischen Vitien ausgeprägter war. Nach einer Intervention mit einem Sportprogramm, dessen Schwerpunkt auf der Förderung der

motorischen Fähigkeiten lag, konnte in beiden Gruppen eine signifikante Verbesserung des Testergebnisses im KTK erzielt werden (Abbildung 1). Interessant ist bei dieser Studie, dass durch die motorische Intervention auch die Auffassungsgabe der Kinder signifikant gesteigert werden konnte (29), was auf die positiven Interaktionen zwischen motorischen und kognitiven Fähigkeiten hinweist.

Kardiopulmonale Leistungsfähigkeit

Zur kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit von Patienten mit angeborenen Herzfehlern liegen zahlreiche Untersuchungen vor. Dabei zeigt sich bei Patienten nach Korrektur komplexer Herzfehler eine Einschränkung der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit (3, 5, 15, 21, 32, 33). Allerdings ist wider Erwarten auch bei Herzfehlern mit nur geringen hämodynamischen Auswirkungen oder nach Korrektur-Operation mit anschließend normalen hämodynamischen Verhältnissen die Leistungsfähigkeit häufig reduziert. So fanden Goldberg et al. (10) eine leicht herabgesetzte Ausdauerleistungsfähigkeit bei Kindern mit ASD. Pfammatter et al. (22) zeigten bei Patienten mit ASD sowohl vor als auch nach Verschluss eine gegenüber gesunden Kontrollen reduzierte maximale Sauerstoffaufnahme (VO_{2max}). Reybrouck et al. (23) konnten bei Patienten mit VSD und ASD eine gegenüber gesunden Kindern reduzierte VO_2 an der ventilatorischen anaeroben Schwelle (VAT) nachweisen. In diesen Studien zeigte sich keine Korrelation zwischen der Beeinträchtigung der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit und dem Shuntvolumen sowie dem Druck in der Pulmonalarterie. Reybrouck et al. (23) konnten aber zeigen, dass Jungen mit Herzfehlern eine signifikant geringere körperliche Aktivität aufwiesen als gesunde Jungen, ein Unterschied, der bei Mädchen tendenziell ebenfalls nachweisbar war. Diese Daten legen nahe, dass eine Einschränkung der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit bei diesen Patienten zumindest teilweise auch durch geringere körperliche Aktivität be-

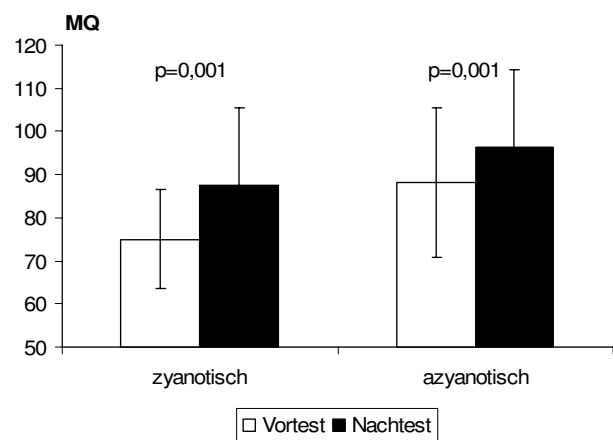


Abbildung 1: Darstellung des motorischen Quotienten im KTK vor und nach einem Sportprogramm bei Kindern mit zyanotischen und azyanotischen Herzfehlern. In beiden Gruppen zeigt sich eine signifikante Verbesserung (6).

dingt sein kann, die häufig Folge von Überbehütung ist. Diese Einschätzung wird auch von anderen Autoren geteilt (20, 24, 25). Allerdings wird die körperliche Aktivität der Kinder in den meisten Studien nicht erfasst.

Mehrere Studien belegen, dass regelmäßiges Training, selbst über kurze Zeiträume, bei herzkranken Kindern zu einer Verbesserung der Leistungsfähigkeit führt. So zeigten Ruttenberg et al. (27), dass ein Training über 9 Wochen bei herzkranken Kindern zu einer Verbesserung der maximalen Sauerstoffaufnahme führt. Der Trainingseffekt war vergleichbar mit dem bei einer Kontrollgruppe gesunder Kinder. Longmuir et al. (17) liessen Kinder mit angeborenen Herzfehlern im Anschluß an eine Korrektur-Operation oder einen Palliativeingriff zu Hause ein einfaches Trainingsprogramm über 6 Wochen durchführen. Präoperativ und 6 Monate postoperativ wurde ein Fitness-Test durchgeführt, in dem kardiovaskuläre Ausdauer, Kraft, Flexibilität und Koordination geprüft wurden.

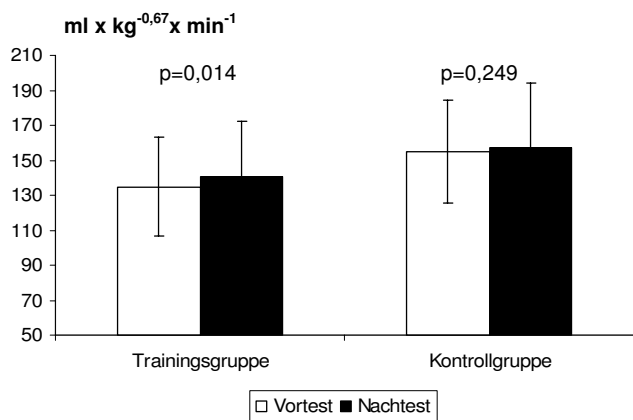


Abbildung 2: Darstellung der relativen VO₂peak bei einer Gruppe von Kindern mit angeborenen Herzfehlern vor und nach einem Trainingsprogramm, im Vergleich zu einer Kontrollgruppe. In der Trainingsgruppe ist eine signifikante Verbesserung nachweisbar (8).

Die Kinder, die das Training regelmäßig durchführten, zeigten im Nachttest deutlich bessere Ergebnisse als die Kinder, die das Training nicht durchführten. Die Kinder der Trainingsgruppe unterschieden sich im Nachttest nicht signifikant von gesunden Kindern. Bei einer Nachuntersuchung zeigte sich, dass dieser Trainingseffekt ohne weitere Intervention noch 5 Jahre später nachweisbar war (18). Fredriksen et al. (8) konnten eine Verbesserung der maximalen Sauerstoffaufnahme sowie eine Zunahme der körperlichen Aktivität nach einem Trainingsprogramm bei herzkranken Kindern nachweisen, während sich in einer Kontrollgruppe keine signifikante Änderung zeigte (Abb. 2). Rhodes et al. wiesen nach einem Trainingsprogramm über 12 Wochen eine signifikante Verbesserung von VO_{2max} und maximaler Leistung nach, einhergehend mit einer Verbesserung des Sauerstoffpulses (25). Eine Nachuntersuchung der Patienten nach ca. 7 Monaten konnte zeigen, dass diese Verbesserung auch ohne Fortführung des Trainingsprogramms erhalten blieb (26). Therrien et al. (31) wiesen auch bei erwachsenen Patien-

ten nach Korrektur-Operation einer Fallot'schen Tetralogie im Kindesalter eine signifikante Verbesserung der VO₂max durch ein Trainingsprogramm über 12 Wochen nach.

Daten zu negativen Auswirkungen von Sport fehlen bisher

Der wichtigste Grund dafür, Kinder mit angeborenem Herzfehler vom Sport fernzuhalten, ist die Sorge vor einer Schädigung des Herzens durch Überlastung und ganz besonders die Angst vor dem plötzlichen Herztod. Leider gibt es hierzu keine guten Untersuchungen. In keiner der bisher durchgeführten Studien zu Sport und körperlicher Aktivität bei Kindern mit angeborenem Herzfehler ist ein kardialer Zwischenfall aufgetreten. Auch eine Verschlechterung der kardialen Funktion oder eine Zunahme von Herzrhythmusstörungen wurde bisher nicht festgestellt. Allerdings gibt es außer der Studie von Longmuir et al. (17), die die Effekte eines Trainingsprogrammes nach 5 Jahren noch einmal evaluierte, keine Langzeitdaten. Bei Untersuchungen zur Ursache von plötzlichen Todesfällen im Sport werden bereits diagnostizierte angeborene Herzfehler nur sehr selten aufgeführt. Die häufigsten Ursachen für den plötzlichen Tod beim Sport bei Menschen unter 35 Jahren sind bis dahin unerkannte Erkrankungen wie hypertrophe Kardiomyopathien, Ionen-Kanal-Erkrankungen wie das long-QT-Syndrom oder das Brugada-Syndrom, die arrhythmogene rechtsventrikuläre Dysplasie, Koronaranomalien und Aortenstenosen (4, 19). Dies könnte einerseits darauf hinweisen, dass das Risiko für einen tödlichen Zwischenfall bei Patienten mit einem bereits diagnostizierten angeborenen Herzfehler gering ist, andererseits aber auch darauf zurückzuführen sein, dass diese Patienten aufgrund ihrer Diagnose nicht oder weniger an sportlichen Aktivitäten teilnehmen.

Schlussfolgerung

Kinder mit angeborenen Herzfehlern können und sollten an körperlichen Aktivitäten und Sport teilnehmen. Hierdurch kann eine altersentsprechende motorische und damit auch psychomotorische Entwicklung sichergestellt werden. Durch eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit wird eine Teilnahme an den altersüblichen körperlichen Aktivitäten erleichtert oder erst ermöglicht. Die Teilnahme am Sport ist auch deswegen wichtig, weil die meisten chronisch kranken Kinder Sport treiben wollen. So zeigte eine unstrukturierte Umfrage bei Kindern mit Asthma, dass für 46% der betroffenen Patienten die Möglichkeit zur Teilnahme am Sport gleichbedeutend mit „gesund sein“ ist. Dies trifft nach eigenen Erfahrungen auch für Kinder und Jugendliche mit angeborenen Herzfehlern zu. Das Risiko, das von körperlicher Aktivität und Sport bei bekanntem Herzfehler ausgeht, ist als gering einzustufen. Allerdings muss der kardiale Befund (korrigierende Operation oder Palliativoperation, Restbefun-

de) bei den Empfehlungen bezüglich der Belastungsintensität berücksichtigt werden (28, 13). Viele Kinder können am Schulsport und sogar am Vereinssport teilnehmen. Andere Kinder können mit Einschränkungen und möglicherweise ohne Benotung am Schulsport teilnehmen, und für einige Kinder ist Sport in einer ärztlich betreuten Sportgruppe für herzkranken Kinder sinnvoll. Von diesen Gruppen gibt es aber bisher nur sehr wenige, von einem flächendeckenden Angebot ist man zurzeit in Deutschland noch weit entfernt. Empfehlungen bezüglich der möglichen sportlichen Aktivitäten bei Patienten mit angeborenen Herzfehlern wurden von einer Arbeitsgruppe der Europäischen Gesellschaft für Kardiologie erarbeitet (13). Allerdings stellen diese nur eine grobe Richtlinie dar. Individuelle Maßgaben zum möglichen Ausmaß sportlicher Aktivitäten sollte der betreuende Kinderkardiologe nach ausführlicher Diagnostik entsprechend den dort veröffentlichten Vorgaben geben.

Literatur

- American College of Sports Medicine position stand: Exercise for patients with coronary artery disease. *Med Sci Sports Exerc* 26 (1994) 1-5.
- Anderson RCJ, Moeller JH: Ten year and longer follow-up of 1000 consecutive children with cardiac malformations: the University of Minnesota experience. In Eagle, MA, Perloff, JK: *Congenital Heart Disease after Surgery*, pp 52-53. Yorke Medical Books, New York, 1983.
- Barber G, Danielson GK, Puga FJ, Heise CT, Driscoll DJ: Pulmonary atresia with ventricular septal defect: Preoperative and postoperative response to exercise. *JACC* 7 (1986), 631-638.
- Corrado D, Migliore F, Basso C, Thiene G: Exercise and the risk of sudden cardiac death. *Herz* 31 (2006), 553-558.
- Diller GP, Dimopoulos K, Okonko D, Li W, Babu-Narayana SV, Broberg CS, Johansson B, Bouzas B, Mullen MJ, Poole-Wilson PA, Francis DP, Gatzoulis MA: Exercise intolerance in adult congenital heart disease; Comparative severity, correlates and prognostic implication. *Circulation* 112 (2005) 828-835.
- Dordel S, Bjarnason-Wehrens B, Lawrenz W, Leurs S, Rost R, Schickendantz S, Sticker EJ: Zur Wirksamkeit motorischer Förderung von Kindern mit (teil-) korrigierten angeborenen Herzfehlern. *Dtsch Z Sportmed* 50 (1999) 41-46.
- Dordel S: Bewegungsförderung in der Schule. *Handbuch des Sportförderunterrichts*. Dortmund: Verlag modernes Lernen (2003).
- Fredriksen P.M., N. Kahrs, S. Blaasvaer, E. Sigurdson, O. Gundersen, O. Rokksund, G. Norgaard, J.T. Vik, O. Soerye, F. Ingjer, E. Thaulow: Effect of physical training in children and adolescents with congenital heart disease. *Cardiol Young* 10 (2000) 107-114.
- Giannuzzi P, Mezzani A, Saner H, Bjornstad H, Fioretti P, Mendes M, Cohen-Solal A, Dugmore L, Hambrecht R, Hellemans I, McGee H, Perk J, Vanhees L, Veress G: Working Group on Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology of the European Society of Cardiology. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 10 (2003) 319-327.
- Goldberg SJ, Mendes F, Huurwitz R: Maximal exercise capability of children as a function of specific cardiac defects. *Am J Cardiol* 23 (1969) 349-353.
- Graf C, Rost R: Sport und Gesundheit. In: Rost R. (Hrsg.): *Lehrbuch der Sportmedizin*. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln (2001), 662-673.
- Hansel J, Simon P: Sekundärprävention der koronaren Herzerkrankung durch Bewegung – Was ist gesichert? *Dtsch Z Sportmed* 58 (2007) 65-66.
- Hirth A, Reybrouck T, Bjarnason-Wehrens B, Lawrenz W, Hoffmann A: Recommendations for participation in competitive and leisure sports in patients with congenital heart disease. A consensus document. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 13 (2006), 293-299.
- Hoffman, JIE: *Pediatric Cardiology*. In: Anderson, RH, Macartney, FJ, Shinebourne EA, Tynan M (eds.): *Pediatric Cardiology*, Vol. 1, pp3-14. Churchill, Livingstone, Edinburgh-London-Melbourne-New York, 1987.
- Joshi VM, Carey A, Simpson P, Paridon SM: Exercise performance following repair of hypoplastic left heart syndrome: a comparison with other types of Fontan patients: *Pediatr Cardiol* 18(1997) 357-360.
- Leon AS, Franklin BA, Costa F, Balady GJ, Berra KA, Stewart KJ, Thompson PD, Williams MA, Lauer MS: American Heart Association. Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Cardiac Rehabilitation and Prevention) (Hrsg.): Cardiac rehabilitation and secondary prevention of coronary heart disease. *Circulation* 111 (2005) 369-376.
- Longmuir, PE, Turner JAP, Rowe RD, Olley PM: Postoperative exercise rehabilitation benefits children with congenital heart disease. *Clin Invest Med* 8 (1985) 232-238
- Longmuir PE, Tremblay MS, Goode RC: Postoperative exercise training develops normal levels of physical activity in a group of children following cardiac surgery. *Ped Cardiol* 11 (1990) 126-130.
- Maron BJ: Hypertrophic cardiomyopathy in athletes. Catching a killer. *Physician and Sports Med* 21 (1993), 83-91.
- Matthys D: Pre- and postoperative exercise testing of the child with atrial septal defect. *Pediatr Cardiol* 20 (1999), 22-25.
- Ohuchi H, Hiraumi Y, Tasato H, Kuwahara A, Chado H, Toyohara K, Arkaki Y, Yagihara T, Kamiya T: Comparison of the right and left ventricle as a systemic ventricle during exercise in patients with congenital heart disease. *Am Heart J* 137 (1999) 1185-1194.
- Pfammatter JP, Zanolari M, Schibler A: Cardiopulmonary exercise parameters in children with atrial septal defect and increased pulmonary blood flow: short-term effects of defect closure. *Acta Paediatr* 91 (2002) 65-70.
- Reybrouck T, Weymans M, Stijns H, van der Hauwaert LG: Ventilatory anaerobic threshold for evaluating exercise performance in children with congenital left-to-right intracardiac shunt. *Pediatr Cardiol* 7 (1986) 19-24.
- Reybrouck T, Mertens L: Physical performance and physical activity in grown-up congenital heart disease. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 12 (2005) 498-502.
- Rhodes J, Curran TJ, Camil L, Rabideau N, Fulton DR, Gauthier NS, Gauvreau K, Jenkins KJ: Impact of cardiac rehabilitation on the exercise function of children with serious congenital heart disease. *Pediatrics* 116 (2005) 1339-1345.
- Rhodes J, Curran TJ, Camil L, Rabideau N, Fulton DR, Gauthier NS, Gauvreau K, Jenkins KJ: Sustained effects of cardiac rehabilitation in children with serious congenital heart disease. *Pediatrics* 118 (2006) 586-593.
- Ruttenberg HD, Adams TD, Orsmond GS, Conlec RK, Fisher AG: Effects of exercise training on aerobic fitness in children after open heart surgery. *Ped Cardiol*. 4 (1983) 19-24.
- Schickendantz S, Sticker EJ, Dordel S, Bjarnason-Wehrens B: Bewegung, Spiel und Sport mit herzkranken Kindern. *Dtsch Ärztebl* 104 (2007) 563-569.
- Sticker EJ, Bjarnason-Wehrens B, Dordel S, Lawrenz W, Leurs S, Schickendantz S: Kölner Modell „Sport mit herzkranken Kinder“. Ergebnisse der psychologischen Untersuchungen. In: Bjarnason-Wehrens B, Dordel S. (Hrsg.): *Motorische Förderung von Kindern mit angeborenen Herzfehlern; Brennpunkte der Sportwissenschaft* Bd. 22; Academia-Verlag St. Augustin 2001.
- Stieh J, Krammer HH, Harding P, Fischer G: Gross and fine motor development is impaired in children with cyanotic congenital heart disease. *Neuropediatrics* 30 (1999) 77-82.
- Therrien J, Fredriksen PM, 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* 19 (2003) 685-689
- Wessel HU, Cunningham WJ, Paul MH, Bastianier CK, Muster AJ, Idriss FS: Exercise performance in tetralogy of fallot after intracardiac repair. *J Thorac Cardiovasc Surg* 80 (1980) 582-593.
- Wessel HU, Paul MH: Exercise studies in tetralogy of Fallot: a review. *Pediatr Cardiol* 20 (1999) 39-47.
- Unverdorben M, Singer H, Trägler M, Schmidt M, Otto J, Singer R, Vallbracht C: Reduzierte koordinative Leistungsfähigkeit – nicht nur ein medizinisches Problem? *Herz Kreisl* 29 (1997) 181-184.

Korrespondenzadresse:

Dr. med. Wolfgang Lawrenz

Oberarzt der Klinik für

Kinderkardiologie-Angeborene Herzfehler

Herzzentrum Duisburg

Gerrickstr. 21

47137 Duisburg

e-Mail:wolfgang.lawrenz@ejk.de