



publiziert bei:



AWMF-Register Nr.	023/001	Klasse:	S2k
-------------------	---------	---------	-----

Krankheitsbezeichnung: **Abklärung eines Herzgeräuschs**

Autoren: **Nikolaus A. Haas, München, Karl-Robert Schirmer, Hamburg,**

1. Geltungsbereich: Abklärung eines Herzgeräuschs im Kindes- und Jugendalter

Beschlossen vom Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie
am 29.11.2017

2 Definition – Klassifikation – Basisinformation

Herzgeräusche werden eingeteilt nach dem zeitlichen Auftreten innerhalb des Herzzyklus, der Dauer, der Lautstärke, der Frequenz, dem Klangcharakter sowie dem Punctum maximum und der Fortleitung des Geräusches. Sie sind Ausdruck eines turbulenten Blutflusses. Unterschieden werden akzidentelle, funktionelle und organische Herzgeräusche. Herzgeräusche werden neben der o. g. Einteilung und der Beziehung zum Herzzyklus häufig nach ihrer Lautstärke (siehe Tab. 1), dem Ort der größten Lautstärke (*punctum maximum*), ihrem Geräuschemuster bzw. Klangcharakter und ihrer Geräuschqualität eingeteilt (1,16). Je jünger die Kinder sind, desto mehr führt die Diagnose eines Herzgeräuschs bei Eltern zur Sorge, so dass auch aus diesem Grund eine rasche Abklärung erfolgen sollte (6, 24, 43)

Lautstärke	Beschreibung
1/6	Leises Herzgeräusch, das nur bei ruhiger Umgebung zu auskultieren ist und durch das normale Atemgeräusch überdeckt wird
2/6	Deutlich hörbares Herzgeräusch, nicht durch Atemgeräusch überdeckt
3/6	Lautes Herzgeräusch, aber kein präkordiales Schwirren palpabel
4/6	Lautes Herzgeräusch mit Schwirren
5/6	Sehr lautes Herzgeräusch mit deutlichem Schwirren, durch aufgesetzten Finger/Hand zu auskultieren
6/6	Sehr lautes Herzgeräusch mit Schwirren, das ohne Stethoskop zu hören ist bzw. mit Stethoskop, welches ca. 1 cm von der Thoraxwand entfernt ist (Distanzgeräusch)

Tabelle 1: Definition der Lautstärke-Grade

3. Epidemiologie, Prävalenz, assoziierte Läsionen, Syndrome

Die Angaben zur Inzidenz von Herzgeräuschen sind variabel. Die Detektion wird beeinflusst durch den Erfahrungsstand des Untersuchers und die Untersuchungsbedingungen. Bei vielen Neugeborenen werden im Rahmen der primären Untersuchung auch bei unauffälligem Pulsoxymetriescreening Herzgeräusche auskultiert, die zu einer weiteren Abklärung führen (9, 26, 30, 32, 63, 65). Hierbei werden in ca. 1/3 der Fälle Herzfehler gefunden, wobei meist weniger als 10% einer weiterführenden Intervention bedürfen (3, 26, 31). Auch bei „neu“ aufgetretenen Herzgeräuschen im Kindes- und Jugendalter findet sich bei weniger als 10% ein pathologischer Befund (24). Typische Systemerkrankungen, die mit Herzgeräuschen einhergehen, sind Rheumatisches Fieber, Speichererkrankungen und Endokarditis (59-61).

4. Pathophysiologie, Hämodynamik

Akzidentelle Herzgeräusche treten bei herzgesunden Kindern auf, ohne dass sich eine pathologische Anomalie des Herz-Kreislauf-Systems finden lässt. Sie sind praktisch niemals lauter als 3/6 Grad und sind als harmlos einzustufen. Die auskultatorischen Befunde sind typisch, aber nicht beweisend. Die Diagnosestellung erfolgt daher erst nach Ausschluss einer organischen Herz- und Gefäßerkrankung mit hinreichender Wahrscheinlichkeit. Tabelle 2 zeigt eine Zusammenstellung der

akzidentellen Herzgeräusche im Kindesalter. Ein aberrierender Sehnenfaden ist häufig, aber nicht ursächlich mit dem Auftreten eines akzidentellen Herzgeräuschs (68, 69)

Funktionelle Herzgeräusche treten als Strömungsphänomene auf, wenn ein erhöhtes Herzzeitvolumen mit einer erhöhten Flussgeschwindigkeit durch die Herzklappen fließt. Die häufigsten Ursachen im Kindesalter sind Fieber, Anämie oder eine Hyperthyreose (25).

Organischen Herzgeräuschen liegt eine pathologische Veränderung im Bereich des Herzkreislauf-Systems zugrunde. Es handelt sich hierbei um Klappen- bzw. Gefäßstenosen, Klappeninsuffizienzen oder pathologische Shuntverbindungen. Tabelle 3 zeigt die wesentlichen organischen Herzgeräusche im Kindesalter.

Zeitlicher Zusammenhang:

Je nach dem zeitlichen Auftreten des Herzgeräusches innerhalb des Herzzyklus werden systolische, diastolische, systolisch-diastolische und kontinuierliche Herzgeräusche unterschieden.

Systolische Herzgeräusche:

Bei systolischen Herzgeräuschen unterscheidet man zwischen Austreibungs- und Rückstromgeräuschen (bzw. Ejektions- und Regurgitationsgeräuschen). Organische **Austreibungsgeräusche** entstehen über Obstruktionen zwischen den Ventrikeln und großen Gefäßen (17).

Regurgitationsgeräusche finden sich als Folge von AV-Klappeninsuffizienzen, bei denen Blut während der Systole aus den Kammern in die Vorhöfe zurückströmt.

Unter einem **‘ejection click’** versteht man ein kurzes hochfrequentes, teilweise metallisch klingendes, frühsystolisches Geräusch. Es wird verursacht durch die Öffnung einer Semilunarklappe, die pathologisch verändert ist.

Diastolische Herzgeräusche:

Bei den diastolischen Herzgeräuschen unterscheidet man diastolische Rückstromgeräusche (Regurgitationsgeräusche) und diastolische Füllungsgeräusche. Diastolische Herzgeräusche sind praktisch immer pathologisch.

Diastolische **Rückstromgeräusche** entstehen durch Insuffizienzen der Semilunarklappen. Diastolische **Füllungsgeräusche** entstehen dadurch, dass ein gesteigertes Blutvolumen (z.B. als Folge einer Volumenbelastung eines Shunt-Vitums) über eine AV-Klappe fließt. Es handelt sich also meist um eine relative AV-Klappenstenose. Seltener liegen „echte“ AV-Klappenstenosen vor.

Kontinuierliche Herzgeräusche:

Kontinuierliche Herzgeräusche sind sowohl systolisch als auch diastolisch zu hören und werden auch als Maschinengeräusch beschrieben. Pathologische kontinuierliche Herzgeräusche entstehen bei Kurzschlussverbindungen, wenn zwischen den Gefäßen sowohl systolisch als auch diastolisch eine Druckdifferenz besteht. Wichtige Beispiele hierfür sind ein persistierender Ductus arteriosus (PDA) und ein aortopulmonales Fenster, aber auch ein rupturiertes Sinus Valsalva Aneurysma, Koronar- oder AV-Fisteln.

Beispiel für ein akzidentelles harmloses kontinuierliches Herzgeräusch ist das sog. Nonnensausen, ein venöses Strömungsgeräusch (4) über dem Venenwinkel an der Einmündung von v. subclavia in die obere Hohlvene.

Extrakardiale Geräusche:

Perikardreiben entsteht, wenn entzündlich veränderte Oberflächen des Epikards und Perikards gegeneinander reiben, z.B. bei einer Perikarditis.

5. Körperliche Befunde und Leitsymptome

Die klinischen Befunde der Patienten mit Herzgeräuschen richten sich nach der zugrunde liegenden Erkrankung. Bei akzidentellen Herzgeräuschen findet sich keinerlei kardial bedingte Klinik, bei funktionellen Geräuschen wird die Klinik durch die auslösende Grunderkrankung erklärt (z.B. Infekt, Anämie, etc.). Bei organischen Geräuschen werden die Symptome durch die hämodynamische Belastung infolge des Herzfehlers bedingt (61).

6. Diagnostik

Da ein Herzgeräusch beim Neugeborenen in einem hohen Prozentsatz mit einem angeborenen Herzfehler vergesellschaftet ist, bedarf es der sofortigen Abklärung. Je komplexer der Herzfehler desto unpräziser wird die Zuordnung allein aufgrund des

Auskultationsbefundes (9). Ein neu aufgetretenes und persistierendes Herzgeräusch oder ein Herzgeräusch, welches sich in einer der genannten Qualitäten geändert hat, kann mit einem Herzfehler oder Veränderung der hämodynamischen Situation verbunden sein und soll daher in Abhängigkeit von der Anamnese, der klinischen Situation einer weiterführenden Diagnostik zugeführt werden. (2, 10, 41, 45, 46, 48, 52, 53, 57, 59, 60, 67).

6.1 Zielsetzung

Darstellung der kardialen Anatomie und der Funktion des Herzens, Ausschluss und ggf. Diagnostik einer angeborenen oder erworbenen Herzerkrankung bzw. einer Veränderung eines bekannten Herzfehlers, Bewertung etwaiger Begleiterkrankungen, ggf. Planung der Therapie und Einschätzung der Prognose (54).

6.2 Diagnostik

6.2.1. Klinische Untersuchung: Die klinische Untersuchung kann Hinweise auf die Genese des Herzgeräuschs geben, sie allein ist jedoch zur genauen Abklärung nicht ausreichend (11, 23, 33, 41, 56, 66). Der primäre Nachweis erfolgt durch eine sorgfältige Anamnese, Auskultation und klinische Untersuchung, wobei die Qualität der ärztlichen Auskultation eines kontinuierlichen Trainings bedarf (14, 19, 44, 47, 55). Hierfür stehen besondere technische Hilfen (z.B. Stethoskop mit elektronischer Verstärkung) zur Verfügung (13), die aber die klinische Ausbildung zur Auskultation nicht ersetzen (15, 18, 20, 27, 28, 29, 34, 35, 38, 49, 51).

6.2.2. Die Pulsoxymetrie bewertet die Zyanose bei einem Herzfehler (siehe LL Zyanose) und erweitert die Primärdiagnostik bei Vorliegen eines Herzgeräuschs (42, 62)

6.2.3. Die Echokardiographie sichert die Diagnose über eine detaillierte Darstellung der Anatomie des Herzens und der herznahen Gefäße. Darüber hinaus wird die Ventrikelfunktion quantifiziert (58, 64).

Bei eindeutigen funktionellen Befunden und typischen Auskultationsbefunden kann in begründeten Einzelfällen eine Echokardiographie entfallen (8, 12, 39, 40, 44, 56). Bei Persistenz des Herzgeräusches ist eine erweiterte Diagnostik indiziert.

6.2.4. Das **EKG** ist in vielen Fällen unspezifisch, kann aber bei typischer Konstellation (z.B. überdrehter Linkstyp bei atrioventrikulärem Septumdefekt, inkompletter Rechtsschenkelblock bei Vorhofseptumdefekt, etc.) bereits gute Hinweise auf den Herzfehler geben.

6.2.5. MRT/CT: Nur bei unzureichender echokardiographischer Darstellbarkeit sollte mittels MRT und CT eine Darstellung der Anatomie und Funktion des Herzens sowie assoziierter Fehlbildungen erfolgen.

6.2.6. Ausschlussdiagnostik

Bis zum Beweis des Gegenteils ist bei einem Herzgeräusch eines Neugeborenen, einem neu aufgetretenen und persistierenden Herzgeräusch oder einer Änderung eines bekannten Herzgeräusches von einem Herzfehler/einer Herzerkrankung auszugehen (1, 5, 23, 33, 67)

6.3. Differenzialdiagnosen

Die möglichen Differenzialdiagnosen richten sich nach der klinischen Untersuchung, dem Punctum maximum, der Lautstärke sowie dem Klangcharakter des Herzgeräuschs (siehe Tabelle 2 und 3)

6.4 Durchführung der Diagnostik

Durchführung durch eine Ärztin/einen Arzt für Kinder- und Jugendmedizin mit Schwerpunktbezeichnung Kinderkardiologie.

7. Therapie

Die Therapie richtet sich nach der zugrundeliegenden Erkrankung (siehe entsprechende LL). Bei einem akzidentellen Herzgeräusch ist keinerlei Kontrolle oder Therapie notwendig. Bei funktionellen Herzgeräuschen richtet sich die Therapie nach der auslösenden Ursache.

8. Verlauf

8.1. Nachsorge

Wichtig ist eine ausführliche Aufklärung der Eltern über Benignität des Befundes zur Vermeidung falscher Schonung des Kindes bei einem akzidentellen Herzgeräusch. Ansonsten erfolgt die Nachsorge gemäß den Leitlinien der einzelnen Herzfehler bzw. -erkrankungen.

8.2. Sport und Belastbarkeit

Patienten mit akzidentellen oder funktionellen Herzgeräuschen sind voll leistungsfähig. Bei Patienten mit organischen Herzgeräuschen richtet sich die Belastbarkeit nach dem zugrunde liegenden Herzfehler.

9. Prävention

Gibt es nicht.

10. Literatur

1. **Advani** N, Menahem S, Wilkinson JL. The diagnosis of innocent murmurs in childhood. *Cardiol Young*. 2000 Oct;10(4):340-2.
2. **Ainsworth** S, Wyllie JP, Wren C. Prevalence and clinical significance of cardiac murmurs in neonates. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 1999 Jan;80(1):F43-5.
3. **Al-Ammouri** I, Ayoub F, Dababneh R. Is pre-discharge echocardiography indicated for asymptomatic neonates with a heart murmur? A retrospective analysis. *Cardiol Young*. 2016 Aug;26(6):1056-9
4. **Anderson** JE, Teitel D, Wu YW. Venous hum causing tinnitus: case report and review of the literature. *Clin Pediatr (Phila)*. 2009 Jan;48(1):87-8.
5. **Bakr** AF, Habib HS. Combining pulse oximetry and clinical examination in screening for congenital heart disease. *Pediatr Cardiol*. 2005 Nov-Dec;26(6):832-5.
6. **Bårdsen** T, Sørbye MH, Trønnes H, Greve G, Berg A. Parental anxiety related to referral of childhood heart murmur; an observational/interventional study. *BMC Pediatr*. 2015 Nov 21;15:193.
7. **Birkebaek** NH, Hansen LK, Oxhøj H. Diagnostic value of chest radiography and electrocardiography in the evaluation of asymptomatic children with a cardiac murmur. *Acta Paediatr*. 1995 Dec;84(12):1379-81.
8. **Boeuf** MC, Rohel G, Lamour G, Piquemal M, Paleiron N, Fouilland X, Le Nestour C, Vinsonneau U, Paez S, Paule P. Diagnosis of a systolic murmur among young asymptomatic patient: An assessment of professional practices for the expertise in military medicine]. *Ann Cardiol Angeiol (Paris)*. 2015 Nov;64(5):352-61.
9. **Brunetti** ND, Rosania S, D'Antuono C, D'Antuono A, De Gennaro L, Zuppa AA, Di Biase M. Diagnostic accuracy of heart murmur in newborns with suspected congenital heart disease. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*. 2015 Aug;16(8):556-61.
10. **Celebi** A, Onat T. Echocardiographic study on the origin of the innocent flow murmurs. *Pediatr Cardiol*. 2006 Jan-Feb;27(1):19-24
11. **Chantepie** A, Soulé N, Poinot J, Vaillant MC, Lefort B. Heart murmurs in asymptomatic children: When should you refer?]. *Arch Pediatr*. 2016 Jan;23(1):97-104.

12. **Frias** PA, Oster M, Daley PA, Boris JR. Outpatient echocardiography in the evaluation of innocent murmurs in children: utilisation benchmarking. *Cardiol Young*. 2016 Mar;26(3):499-505.
13. **Friederichs** H, Weissenstein A, Ligges S, Möller D, Becker JC, Marschall B. Combining simulated patients and simulators: pilot study of hybrid simulation in teaching cardiac auscultation. *Adv Physiol Educ*. 2014 Dec;38(4):343-7.
14. **Frishman** WH. Is the Stethoscope Becoming an Outdated Diagnostic Tool? *Am J Med*. 2015 Jul;128(7):668-9.
15. **Fodor** G, Balogh ÁT, Hosszú G, Kovács F. Screening for congenital heart diseases by murmurs using telemedical phonocardiography. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2012;2012:6100-3
16. **Frommelt** MA. Differential diagnosis and approach to a heart murmur in term infants. *Pediatr Clin North Am*. 2004 Aug;51(4):1023-32.
17. Gardiner HM, Joffe HS. Genesis of Still's murmurs: a controlled Doppler echocardiographic study. *Br Heart J*. 1991 Sep;66(3):217-20.
18. **Gavrovska** A, Zajić G, Bogdanović V, Reljin I, Reljin B. Paediatric heart sound signal analysis towards classification using multifractal spectra. *Physiol Meas*. 2016 Sep;37(9):1556-72.
19. **Germanakis** I, Petridou ET, Varlamis G, Matsoukis IL, Papadopoulou-Legbelou K, Kalmanti M. Skills of primary healthcare physicians in paediatric cardiac auscultation. *Acta Paediatr*. 2013 Feb;102(2):e74-8.
20. **Gharehbaghi** A, Borga M, Sjöberg BJ, Ask P. A novel method for discrimination between innocent and pathological heart murmurs. *Med Eng Phys*. 2015 Jul;37(7):674-82.
21. **Gokmen** Z, Tunaoglu FS, Kula S, Ergenekon E, Ozkiraz S, Olgunturk R. Comparison of initial evaluation of neonatal heart murmurs by pediatrician and pediatric cardiologist. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2009 Nov;22(11):1086-91.
22. **Gregory** J, Emslie A, Wyllie J, Wren C. Examination for cardiac malformations at six weeks of age. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 1999; 80(1):F46-48.
23. **Griebsch** I, Knowles RL, Brown J, Bull C, Wren C, Dezateux CA. Comparing the clinical and economic effects of clinical examination, pulse oximetry, and echocardiography in newborn screening for congenital heart defects: a probabilistic cost-effectiveness model and value of information analysis. *Int J Technol Assess Health Care*. 2007 Spring;23(2):192-204

24. **Gupta** LJ, May JW. Managing a "New" Murmur in Healthy Children and Teens. Clin Pediatr (Phila). 2016 Jun 28. pii: 0009922816656623. [Epub ahead of print]
25. **Haas NA**. Die Ursachen akzidenteller Herzgeräusche. Pädiatr. Praxis 2009, 220.
26. **Hiremath** G, Kamat D. When to call the cardiologist: treatment approaches to neonatal heart murmur. Pediatr Ann. 2013 Aug;42(8):329-33.
27. **Kagaya** Y, Tabata M, Arata Y, Kameoka J, Ishii S. Variation in effectiveness of a cardiac auscultation training class with a cardiology patient simulator among heart sounds and murmurs. J Cardiol. 2016 Dec 1. pii: S0914-5087(16)30278-7.
28. **Kang** S, Doroshov R, McConnaughey J, Shekhar R. Automated Identification of Innocent Still's Murmur in Children. IEEE Trans Biomed Eng. 2016 Aug 26. [Epub ahead of print].
29. **Karar** ME, El-Khafif SH, El-Brawany MA. Automated Diagnosis of Heart Sounds Using Rule-Based Classification Tree. J Med Syst. 2017 Apr;41(4):60.
30. **Kardasevic** M, Kardasevic A. The importance of heart murmur in the neonatal period and justification of echocardiographic review. Med Arch. 2014 Aug;68(4):282-4.
31. **Khushu** A, Kelsall AW, Usher-Smith JA. Outcome of children [corrected] with heart murmurs referred from general practice to a paediatrician with expertise in cardiology. Cardiol Young. 2015 Jan;25(1):123-7.
32. **Klausner** R, Shapiro ED, Elder RW, Colson E, Loyal J. Evaluation of a Screening Program to Detect Critical Congenital Heart Defects in Newborns. Hosp Pediatr. 2017 Mar 1. pii: hpeds.2016-0176.
33. **Knowles** R, Griebisch I, Dezateux C, Brown J, Bull C, Wren C. Newborn screening for congenital heart defects: a systematic review and cost-effectiveness analysis. Health Technol Assess. 2005 Nov;9(44):1-152, iii-iv.
34. **Kocharian** A, Sepehri AA, Janani A, Malakan-Rad E. Efficiency, sensitivity and specificity of automated auscultation diagnosis device for detection and discrimination of cardiac murmurs in children. Iran J Pediatr. 2013 Aug;23(4):445-50.
35. **Koegelenberg** S, Scheffer C, Blanckenberg MM, Doubell AF. Application of Laser Doppler Vibrometry for human heart auscultation. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2014;2014:4479-82.

36. **Koppel** RI, Druschel CM, Carter T, Goldberg BE, Mehta PN, Talwar R, Bierman FZ. Effectiveness of pulse oximetry screening for congenital heart disease in asymptomatic newborns. *Pediatrics*. 2003 Mar;111(3):451-5.
37. **Koo** S, Yung IC, Lun IS, Chau KT, Cheung Y. cardiovascular symptoms and signs in evaluating cardiac murmurs in children. *Pediatrics International* 2008;50:145-149.
38. **Lai** LS, Redington AN, Reinisch AJ, Unterberger MJ, Schriebl AJ. Computerized Automatic Diagnosis of Innocent and Pathologic Murmurs in Pediatrics: A Pilot Study. *Congenit Heart Dis*. 2016 Sep;11(5):386-395.
39. **Lang** SM, Bolin E, Daily JA, Tang X, Thomas Collins R 2nd. Appropriateness and diagnostic yield of inpatient pediatric echocardiograms. *Congenit Heart Dis*. 2016 Nov 8. doi: 10.1111/chd.12428. [Epub ahead of print].
40. **Lang** SM, Bolin E, Hardy S, Tang X, Collins RT 2nd. Diagnostic Yield of Outpatient Pediatric Echocardiograms: Impact of Indications and Specialty. *Pediatr Cardiol*. 2017 Jan;38(1):162-169
41. **Laohaprasitiporn** D, Jiarakamolchuen T, Chanthong P, Durongpisitkul K, Soongswang J, Nana A. Heart murmur in the first week of life: Siriraj Hospital. *J Med Assoc Thai*. 2005 Nov;88 Suppl 8:S163-8.
42. **Mahle** WT, Newburger JW, Matherne GP, Smith FC, Hoke TR, Koppel R, Gidding SS, Beekman RH 3rd, Grosse SD; American Heart Association Congenital Heart Defects Committee of the Council on Cardiovascular Disease in the Young, Council on Cardiovascular Nursing, and Interdisciplinary Council on Quality of Care and Outcomes Research; American Academy of Pediatrics Section on Cardiology and Cardiac Surgery, and Committee on Fetus and Newborn. Role of pulse oximetry in examining newborns for congenital heart disease: a scientific statement from the American Heart Association and American Academy of Pediatrics. *Circulation*. 2009 Aug 4;120(5):447-58.
43. **Mesrobian** L, Sanil Y. Innocent Heart Murmurs from the Perspective of the Pediatrician. *Pediatr Ann*. 2016 Aug 1;45(8):e306-9.
44. **Naik** RJ, Shah NC. Teenage heart murmurs. *Pediatr Clin North Am*. 2014 Feb;61(1):1-16.
45. **Ngouala** GA, Affangla DA, Leye M, Kane A. The prevalence of symptomatic infantile heart disease at Louga Regional Hospital, Senegal]. *Cardiovasc J Afr*. 2015 Jul 23;26(4):e1-5.

46. **Nkoke** C, Balti E, Menanga A, Dzudie A, Lekoubou A, Kingue S, Kengne AP. Trends in pediatric echocardiography and the yield for congenital heart disease in a major cardiac referral hospital in Cameroon. *Transl Pediatr.* 2017 Jan;6(1):40-45.
47. **Owen** SJ, Wong K. Cardiac auscultation via simulation: a survey of the approach of UK medical schools. *BMC Res Notes.* 2015 Sep 10;8:427.
48. **Patton** C, Hey E. How effectively can clinical examination pick up congenital heart disease at birth? *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2006 Jul;91(4):F263-7.
49. **Pedrosa** J, Castro A, Vinhoza TT. Automatic heart sound segmentation and murmur detection in pediatric phonocardiograms. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2014;2014:2294-7.
50. **Pelech** AN. The physiology of cardiac auscultation. *Pediatr Clin North Am.* 2004 Dec;51(6):1515-35, vii-viii.
51. **Pyles** L, Hemmati P, Pan J, Yu X, Liu K, Wang J, Tsakistos A, Zheleva B, Shao W, Ni Q. Initial Field Test of a Cloud-Based Cardiac Auscultation System to Determine Murmur Etiology in Rural China. *Pediatr Cardiol.* 2017 Feb 2.
52. **Rajakumar** K, Weisse M, Rosas A, Gunel E, Pyles L, Neal WA, Balian A, Einzig S. Comparative study of clinical evaluation of heart murmurs by general pediatricians and pediatric cardiologists. *Clin Pediatr (Phila).* 1999 Sep;38(9):511-8.
53. **Rein** AJ, Omokhodion SI, Nir A. Significance of a cardiac murmur as the sole clinical sign in the newborn. *Clin Pediatr (Phila).* 2000 Sep;39(9):511-20.
54. **Richmond** S, Wren C. Early diagnosis of congenital heart disease. *Semin Neonatol.* 2001 Feb;6(1):27-35.
55. **Rosenthal** RL. Throw the stethoscope away: a historical essay. *Am J Cardiol.* 2013 Jun 15;111(12):1823-8
56. **Sackey** AH. Prevalence and diagnostic accuracy of heart disease in children with asymptomatic murmurs. *Cardiol Young.* 2016 Mar;26(3):446-50.
57. **Sadoh** WE, Omuemu VO, Israel-aina YT. PREVALENCE OF RHEUMATIC HEART DISEASE AMONG PRIMARY SCHOOL PUPILS IN MID-WESTERN NIGERIA. *East Afr Med J.* 2013 Jan;90(1):28-32.

58. **Samson** GR, Kumar SR. A study of congenital cardiac disease in a neonatal population--the validity of echocardiography undertaken by a neonatologist. *Cardiol Young*. 2004 Dec;14(6):585-93.
59. **Saxena** A. Evaluation of Acquired Valvular Heart Disease by the Pediatrician: When to Follow, When to Refer for Intervention? Part I. *Indian J Pediatr*. 2015 Nov;82(11):1033-41.
60. **Saxena** A. Evaluation of Acquired Valvular Heart Disease by the Pediatrician: When to Follow, When to Refer for Intervention? Part II. *Indian J Pediatr*. 2015 Nov;82(11):1042-9.
61. **Selim** L, Abdelhamid N, Salama E, Elbadawy A, Gamaleldin I, Abdelmoneim M, Selim A. Cardiovascular Abnormalities in Egyptian Children with Mucopolysaccharidoses. *J Clin Diagn Res*. 2016 Nov;10(11):SC05-SC08.
62. **Sendelbach** DM, Jackson GL, Lai SS, Fixler DE, Stehel EK, Engle WD. Pulse oximetry screening at 4 hours of age to detect critical congenital heart defects. *Pediatrics*. 2008 Oct;122(4):e815-20.
63. **Shenvi** A, Kapur J, Rasiah SV. Management of asymptomatic cardiac murmurs in term neonates. *Pediatr Cardiol*. 2013 Aug;34(6):1438-46.
64. **Shub** C. Echocardiography or auscultation? How to evaluate systolic murmurs. *Can Fam Physician*. 2003 Feb;49:163-7.
65. **Taksande** A. Neonatal heart murmur: is it useful for the diagnosis of congenital heart diseases? *World J Pediatr*. 2014 Feb;10(1):91.
66. **Tanner** K, Sabine N, Wren C. Cardiovascular malformations among preterm infants. *Pediatrics*. 2005 Dec;116(6):e833-8.
67. **de-Wahl Granelli** A, Wennergren M, Sandberg K, Mellander M, Bejlm C, Inganäs L, Eriksson M, Segerdahl N, Agren A, Ekman-Joelsson BM, Sunnegårdh J, Verdicchio M, Ostman-Smith I. Impact of pulse oximetry screening on the detection of duct dependent congenital heart disease: a Swedish prospective screening study in 39,821 newborns. *BMJ*. 2009 Jan 8;338:a3037.
68. **Sánchez Ferrer** F, Sánchez Ferrer ML, Grima Murcia MD, Sánchez Ferrer M, Sánchez del Campo F. Basic Study and Clinical Implications of Left Ventricular False Tendon. Is it Associated With Innocent Murmur in Children or Heart Disease? *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2015 Aug;68(8):700-5.
69. **Voin** V, Oskouian RJ, Loukas M, Tubbs RS. Auscultation of the heart: The Basics with Anatomical Correlation. *Clin Anat*. 2017 Jan;30(1):58-60.

Tab. 2: Akzidentelle und funktionelle Herzgeräusche

Herzgeräusch	Altersgipfel	Punctum maximum	Zeitpunkt im Herzzyklus, Klangcharakter	Anmerkung
Akzidentelles Herzgeräusch (Stillsches Geräusch)	Kleinkinder	3.-5. ICR links parasternal	Systolisch, musikalischer Klang	Geräusch wird typischerweise am lautesten im Liegen gehört und wird mit dem Aufrichten leiser.
Strömungsgeräusch der Pulmonalarterien-bifurkation	Neugeborene, junge Säuglinge	2. ICR links und rechts parasternal mit Fortleitung in den Rücken	Systolisch, rauh	Bei Feten ist der Pulmonalarterienstamm kräftig, die Pulmonalarterienäste sind jedoch schmal, da sie intrauterin nur wenig Blutfluss erhalten. Nach dem Ductus-Verschluss fließt postnatal plötzlich das gesamte Herzzeitvolumen über die relativ hypoplastischen Pulmonalarterienäste.
Pulmonalarterien-strömungsgeräusch	Kleinkinder, Schulkinder, Jugendliche	2. ICR links parasternal	Systolisch, rauh	
Supraklavikuläres akzidentelles Geräusch (carotid bruit)	Schulkinder, Jugendliche	2. ICR links parasternal	Systolisch, rauh	
Nonnensausen	Kleinkinder	Supraklavikulär, rechtsseitig betont, Fortleitung nach infraklavikulär	Kontinuierlich systolisch-diastolisches Geräusch (lauterer diastolischer Anteil), summender, weicher Klang	Venöses Strömungsgeräusch, das typischerweise bei Kopfwendung verschwindet

Tab. 3: Auskultationsbefunde häufiger Herzfehler im Kindesalter

Diagnose	Herzgeräusch	Punctum maximum/Fortleitung
Kleiner VSD	2-3/6° lautes hochfrequentes Systolikum	3./4. ICR links parasternal
Mittelgroßer VSD ohne pulmonale Hypertension	Raues 3-4/6° lautes Systolikum	3./4. ICR links parasternal
Großer VSD mit pulmonaler Hypertonie	1-3/6° lautes Systolikum, betonter Pulmonalanteil des 2. Herztons	3. ICR links parasternal
Kompletter AVSD mit pulmonaler Hypertonie	2-3/6° lautes Systolikum, betonter Pulmonalanteil des 2. Herztons	3. ICR links parasternal
Kleiner PDA	2-3/6° lautes Systolikum	2. ICR links parasternal
Mittelgroßer PDA	2-4/6° lautes kontinuierliches Geräusch („Maschinengeräusch“)	2. ICR links parasternal
ASD mit relevantem L-R-Shunt	2-3/6° lautes systolisches Austreibungsgeräusch (Geräusch der relativen Pulmonalstenose), 2. Herzton fixiert gespalten	2. ICR links parasternal
Pulmonalstenose	Rauhes 2-4/6° lautes systolisches Austreibungsgeräusch, evtl. ejection click bei valvulärer Stenose	2. ICR links parasternal, Fortleitung nach lateral und zum Rücken
Aortenstenose	Rauhes 2-5/6° lautes systolisches Austreibungsgeräusch, evtl. ejection click bei valvulärer Stenose	2. ICR rechts parasternal, Fortleitung in die Karotiden
Aorteninsuffizienz	Hochfrequentes 2-3/6° lautes (früh-) diastolisches Geräusch	3./4. ICR links parasternal
Aortenisthmusstenose	1-3/6° lautes systolisches Strömungsgeräusch	interskapulär
Fallot'sche Tetralogie	3-5/6° lautes systolisches Austreibungsgeräusch	2./3. ICR links parasternal, Fortleitung zum Rücken