

Autres contributions

SCREENING NÉONATAL DES CARDIOPATHIES CONGÉNITALES CRITIQUES PAR SATUROMÉTRIE : LE POX SCREENING

Publié en ligne le:

📅 10. avril 2019

Christian Balmer

*Médecin chef du service de cardiologie Hôpital universitaire pédiatrique de Zurich
– Fondation Eleonore*

Recommandations révisées du groupe de travail des Sociétés Suisses de Cardiologie pédiatrique et de Néonatalogie

Christian Balmer^{1,4}, Lydie Beauport^{2,5}, Oliver Niesse^{1,4,5}, Romaine Arlettaz^{3,4,5}

¹ Service de cardiologie pédiatrique, hôpital pédiatrique universitaire, Zurich

² Néonatalogie, Département Femme Mère Enfant, Centre Hospitalier
Universitaire Vaudois CHUV, Lausanne

³ Clinique de néonatalogie, hôpital universitaire de Zurich, USZ, Zurich

⁴ Société suisse de Cardiologie Pédiatrique

⁵ Société suisse de Néonatalogie

Le screening néonatal par saturométrie ou POx Screening a été introduit en Suisse à l'échelle nationale il y a 14 ans¹⁾ et fait désormais partie de notre routine quotidienne. Qu'avons-nous appris dans l'intervalle à l'échelle internationale? Notre méthode est-elle toujours correcte? Nous aimerions répondre à ces questions à la lumière de la littérature actuelle et rappeler dans le même temps comment utiliser correctement le POx screening.

Pourquoi un dépistage des cardiopathies congénitales ?

Le screening a pour but d'identifier les nouveau-nés souffrant de cardiopathies susceptibles de mettre leur vie en danger. Ces enfants se développent certes normalement pendant la grossesse, mais se péjorent subitement après la naissance, à cause des modifications physiologiques cardio-respiratoires et de la fermeture du canal artériel. Ces cardiopathies étant, dans de nombreux cas, incompatibles avec la survie sans intervention invasive au cours des 4 premières

semaines de vie, elles sont définies comme étant des cardiopathies congénitales critiques. Elles comprennent essentiellement les diagnostics répertoriés dans le *tableau 1* ²⁾³⁾.

Tableau 1 : Cardiopathies congénitales critiques

Syndrome d'hypoplasie du cœur gauche

Atrésie pulmonaire à septum intact

D-transposition des gros vaisseaux

Interruption de l'arc aortique

Coarctation de l'aorte

Sténose de la valve aortique

Sténose de la valve pulmonaire

Tétralogie de Fallot

Atrésie pulmonaire à septum ouvert

Retour veineux pulmonaire anormal total

Les cardiopathies congénitales ont une incidence d'environ **8 pour 1000** naissances vivantes dont **2 pour 1000 naissances vivantes sont critiques** ⁴⁻⁶⁾. **Pour la Suisse**, cela représente **chaque année environ 150 nouveau-nés** souffrant de cardiopathies congénitales critiques. En l'absence de traitement, le pronostic de ces nouveau-nés est défavorable. Le dépistage précoce améliore l'outcome car il permet de stabiliser le nouveau-né par **perfusion de prostaglandines**, et de le transférer rapidement vers un centre où il pourra bénéficier d'une intervention chirurgicale ou d'un cathétérisme ⁷⁻⁹⁾. **La plupart des nouveau-nés présentant des cardiopathies congénitales critiques sont asymptomatiques à la naissance** ⁵⁾. L'**échographie prénatale** et l'examen clinique minutieux après la naissance du nouveau-né sont les mesures les plus importantes pour détecter les cardiopathies congénitales. **Malgré ces examens, jusqu'à 30% des nouveau-nés présentant des cardiopathies congénitales critiques, ne sont pas identifiés** et rentrent à domicile en soi-disant bonne santé ⁵⁾¹⁰⁾¹¹⁾. Le POx screening peut combler cette faille diagnostique.

Acceptation et efficacité du POx screening

Au cours des dernières années, la saturométrie s'est imposée comme méthode fiable dans le dépistage précoce des cardiopathies congénitales critiques. En Suisse, le POx screening a été introduit en 2005 comme recommandation officielle de la Société suisse de Néonatalogie (SSN) et de la Société suisse de Cardiologie Pédiatrique (SSCP) ¹⁾. Une enquête réalisée dans toute la Suisse

trois ans après l'introduction du screening, a montré que 85% de tous les enfants nés en Suisse avaient bénéficié du dépistage et que la méthode avait été très bien acceptée tant par les parents que par le personnel médical et soignant¹²⁾. Ceci a également été confirmé au sein d'autres populations^{13) 14) 15)}.

Aujourd'hui, dans de nombreux pays d'Europe ainsi qu'en Chine et en Amérique du Nord, le POx screening fait partie des examens de dépistage de routine effectués pour tous les nouveau-nés^{4) 8) 14) 16-21)}.

Le fait que le POx screening soit facile, non invasif, efficace et peu coûteux a pu être démontré à de multiples reprises ainsi que dans de grandes méta-analyses^{2) 8) 22-27)}. Dans la revue Cochrane parue récemment, incluant 21 études et totalisant près de 500 000 nouveau-nés, **la sensibilité du POx screening est de 76,3% pour une spécificité de 99,9%**. Le **taux de faux positifs est très faible**, de l'ordre de 0,14%. Ces nouveau-nés « faux positifs » n'ont certes pas de cardiopathie congénitale, mais présentent d'autres pathologies, se manifestant aussi par une diminution de la saturation transcutanée en oxygène, telles qu'un syndrome de détresse respiratoire, une hypertension pulmonaire ou un sepsis⁸⁾. Même si dans ces situations, le résultat du POx screening est considéré comme faussement positif, le dépistage contribue néanmoins à détecter précocement ces pathologies potentiellement mortelles mais traitables. Etant donné la simplicité de la méthode de dépistage et la multiplicité des cardiopathies, il n'est malheureusement pas possible de diagnostiquer toutes les cardiopathies congénitales critiques via le POx screening. Le POx screening ne peut en aucun cas remplacer l'examen clinique minutieux. Cependant, **en l'associant à l'examen clinique, on obtient une sensibilité très élevée de 82,8 à 100% pour le diagnostic de cardiopathies congénitales critiques**²⁸⁻³³⁾.

Comment le POx screening est-il effectué en pratique?

En Suisse, le POx screening est effectué **dans les 24 premières heures de vie**. Comme l'**adaptation cardio-pulmonaire** physiologique n'est souvent pas encore terminée juste après la naissance, **il n'est pas idéal d'effectuer le screening avant 6 heures de vie**. La mesure de la saturation transcutanée en oxygène (SpO₂) est effectuée **en postductal**, ce qui signifie **au pied**. Peu importe qu'il s'agisse du pied gauche ou droit. La mesure doit être effectuée **sur un enfant calme** ou endormi. Il faut attendre jusqu'à ce qu'on obtienne une **bonne onde pulsatile** (ou la représentation sous forme de barres), synchronisée avec la fréquence cardiaque, et la valeur maximale de saturation est documentée dans le dossier. **La valeur limite se situe à 95%**. Si la valeur maximale est **supérieure ou égale à 95%**, le **POx screening est réussi** et considéré comme normal, et aucune autre intervention n'est nécessaire. Pour les valeurs en dessous de 95%, le POx screening n'est pas réussi. La procédure à suivre pour ces patients est décrite

dans la figure 1.

Dans d'autres pays tels que la **Suède**³²⁾ et la **Grande-Bretagne**²⁶⁾ le POx screening consiste à faire **conjointement une mesure préductale et une mesure postductale. Si la différence entre ces deux valeurs est supérieure à 2, voire à 3%, le screening est également considéré comme non réussi.** Des cas supplémentaires de cardiopathies congénitales critiques qui n'auraient pas pu être dépistés avec la mesure postductale seule, peuvent être détecté par cette méthode^{26) 32-36)}. Statistiquement, compte tenu de la plupart des publications pertinentes parues à ce jour, notamment la revue **Cochrane de 2018, aucune différence entre ces deux méthodes en matière de sensibilité et de spécificité n'a toutefois pu être déterminée**⁸⁾. C'est pourquoi nous recommandons, pour la **Suisse**, de poursuivre la méthode simple et bien établie de la mesure postductale seule. Parallèlement, nous pouvons compter, en comparaison avec d'autres pays à l'échelle internationale, sur un très bon réseau pour l'examen clinique du nouveau-né durant les premiers jours de vie. Cependant, dans certaines situations cliniques limites, il peut s'avérer judicieux de pratiquer simultanément une mesure préductale.

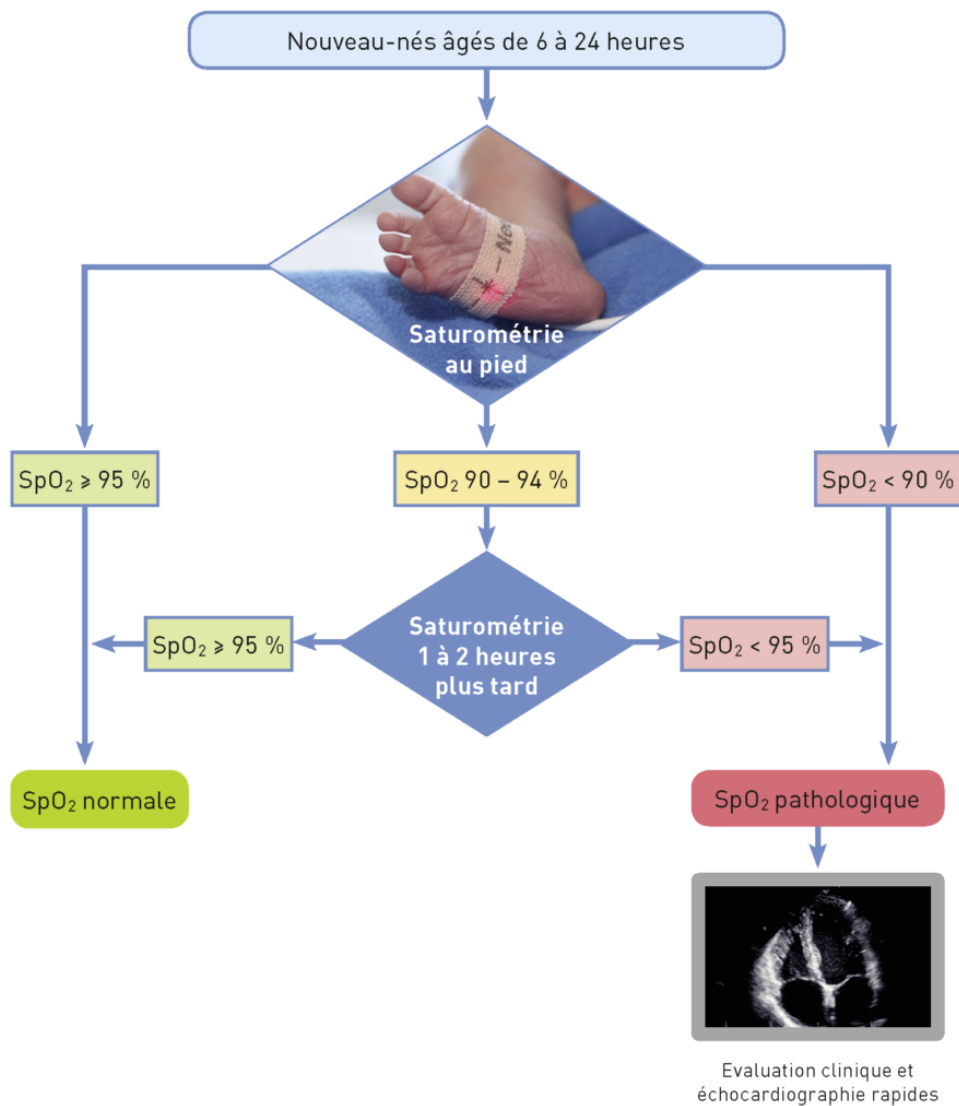


Figure 1 : Déroulement du dépistage néonatal par pulsoxymétrie.

Remarque : ce dépistage ne remplace PAS mais complète l'examen clinique de routine du nouveau-né.

Graphique : Susanne Staubli

Indications pratiques concernant l'examen clinique du nouveau-né

L'examen clinique cardiaque comprend, outre les paramètres vitaux, l'inspection, la palpation et l'auscultation.

L'inspection

Des signes dysmorphiques peuvent faire suspecter un syndrome associé à une malformation cardiaque. Ainsi par exemple, le **syndrome de Down** est **associé à une cardiopathie dans 40 à 50% des cas**. Il faut rechercher une cyanose centrale à l'inspection. Le fait qu'il est souvent difficile de détecter cliniquement une cyanose, renforce le rôle de la saturométrie. Une **tachypnée**, une **sudation lors de l'alimentation** ou d'une manière générale, des **difficultés alimentaires** sont des symptômes d'insuffisance cardiaque, qui peuvent également être observés lors de l'inspection.

La palpation

L'examen cardiaque complet du nouveau-né comprend la détermination du **temps de recoloration cutané**, ainsi que la **palpation du précordium**, des **pouls périphériques** et de l'abdomen. **Chez le nouveau-né, le temps de recoloration cutané est mesuré idéalement au niveau sternal. Une valeur inférieure à 3 secondes est normale.** La *palpation du précordium* doit impérativement être effectuée pour chaque nouveau-né. Un précordium **hyperdynamique** est un signe clinique important suggestif d'une cardiopathie congénitale³⁷). La *palpation des pouls périphériques* est difficile chez le nouveau-né, voire quasiment impossible en cas d'agitation. Des pouls **fémoraux faibles** ou non palpables en présence de **bons pouls brachiaux**, sont suspects d'une coarctation de l'aorte ou d'une interruption de l'arc aortique. Dans ces situations, on peut effectuer une mesure de la tension artérielle aux 4 membres. **Une différence de tension artérielle supérieure à 15-20 mmHg entre les membres supérieurs et inférieurs conforte une suspicion de sténose de l'arc ou de l'isthme aortique.** En cas d'insuffisance cardiaque, l'augmentation de la pression veineuse provoque une **hépatomégalie**. Dans ce cas, la *palpation abdominale* permet de sentir le rebord hépatique à plus **de 3 cm** au-dessous du rebord costal.

L'auscultation

Lors de l'**auscultation cardiaque**, la fréquence, le rythme et les bruits cardiaques doivent être évalués de manière systématique et séquentielle. Le **deuxième bruit** doit faire l'objet d'une attention particulière. Il correspond à la fermeture des valves aortique et pulmonaire, présente un **dédoublement variable lié à la respiration chez les nouveau-nés sains**, et est bien audible en parasternal supérieur gauche. Un **deuxième bruit fort et fixe** est **pathologique**. D'une manière générale, les cardiopathies congénitales s'accompagnent fréquemment d'un deuxième bruit pathologique³⁸). En revanche, la présence d'un souffle cardiaque est rarement pathognomonique, car plus de **50% des nouveau-nés sains présentent un souffle à l'auscultation**, à un moment donné dans les premiers jours et premières semaines de vie³⁹), causé par la transition de la circulation⁴⁰). Parallèlement, aucun souffle cardiaque n'est constaté au cours de la première semaine de vie chez la moitié des nouveau-nés avec une cardiopathie congénitale critique⁴¹). Les souffles diastoliques sont rares et sont toujours suspects d'une pathologie cardiovasculaire.

Le POx screening en dehors des maternités

Accouchements à domicile, maisons de naissance et naissances ambulatoires

En cas de naissance à domicile, dans une maison de naissance ou en ambulatoire, les nouveau-nés devraient aussi pouvoir bénéficier des avantages du POx screening. Les pays présentant un nombre élevé de naissances à domicile ont montré que l'implémentation du POx screening dans ces circonstances était simple et bien accepté par les sages-femmes et les parents⁴²⁻⁴⁴). En Suisse aussi, le saturomètre doit faire partie de l'équipement des sages-femmes pratiquant des accouchements à domicile ou en ambulatoire⁴⁵). Le screening est effectué dans les 6 à 24 premières heures de la vie du nouveau-né ou au plus tard le deuxième jour de vie. En cas de naissance ambulatoire, le POx screening doit être effectué avant le retour à domicile.

Les nouveau-nés hospitalisés en unité de soins intensifs néonataux

Le diagnostic de cardiopathie congénitale critique pourrait être théoriquement manqué, chez des patients qui rentrent au domicile après un séjour en unité de soins intensifs néonataux (NICU). Les évidences scientifiques actuelles manquent pour affirmer que ces patients bénéficieraient vraiment du POx screening systématique ⁴⁶⁾. Il a toutefois pu être démontré que le POx screening était également possible dans une unité de soins intensifs néonataux et bien accepté par le personnel soignant ⁴⁷⁻⁴⁹⁾. Par conséquent, nous recommandons le POx screening 24 à 48 heures avant la sortie du service de néonatalogie et/ou 24 heures après l'arrêt de l'oxygénothérapie chez les patients n'ayant pas eu d'échocardiographie ^{46) 48) 49)}.

Conclusion

Les évidences actuelles et les publications des dernières années confirment la pratique actuelle du POx screening en Suisse. Outre l'échographie prénatale et l'examen clinique minutieux, le POx screening est une méthode complémentaire efficace et peu coûteuse permettant la détection précoce de patients souffrant de cardiopathies congénitales critiques. Par une formation continue du personnel et l'application du POx screening également en dehors des maternités à l'échelle nationale, nous souhaitons préserver ces patients de la mort et de complications neurologiques.

Références

1. Arlettaz R, Bauersfeld U. Recommandations concernant le screening néonatal des cardiopathies congénitales*. *Paediatrica* 2005;16:34-7.
2. Thangaratinam S, Brown K, Zamora J, Khan KS, Ewer AK. Pulse oximetry screening for critical congenital heart defects in asymptomatic newborn babies: a systematic review and meta-analysis. *Lancet* 2012;379:2459-2464.
3. Ewer AK, Furmston AT, Meddleton LJ, Deeks JJ, Daniels JP, Pattison HM, et al. Pulse oximetry as a screening test for congenital heart defects in newborn infants: a test accuracy study with evaluation of acceptability and cost-effectiveness. *Health Technol Assess* 2012;16:1-184.
4. Mahle WT, Newburger JW, Matherne GP, Smith FC, Hoke TR, Koppel R, et al. Role of pulse oximetry in examining newborns for congenital heart disease: a scientific statement from the AHA and AAP. *Pediatrics* 2009;124:823-836.
5. Wren C, Reinhardt Z, Khawaja K. Twenty-year trends in diagnosis of life-threatening neonatal cardiovascular malformations. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2008 Jan;93:F33-5.
6. Liske MR, Greeley CS, Law DJ, Reich JD, Morrow WR, Baldwin HS et al. Report of the Tennessee Task Force on Screening Newborn Infants for Critical Congenital Heart Disease. *Pediatrics*. 2006;118:e1250-1256.
7. Brown KL1, Ridout DA, Hoskote A, Verhulst L, Ricci M, Bull C. Delayed diagnosis of congenital heart disease worsens preoperative condition and outcome of surgery in neonates. 2006 Sep;92(9):1298-302.
8. Plana MN, Zamora J, Suresh G, Fernandez-Pineda L, Thangaratinam S, Ewer AK. Pulse oximetry screening for critical congenital heart defects. *Cochrane Database of systematic reviews* 2018;1:3.
9. Kluckow M. Barriers to the implementation of newborn pulse oximetry screening: a different perspective. *Int J Neonatal Screen* 2018;4:1-7.
10. Abu-Harb M1, Wyllie J, Hey E, Richmond S, Wren C. Presentation of obstructive left heart malformations in infancy. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 1994 Nov;71(3):F179-83.
11. Mellander M1, Sunnegårdh J. Failure to diagnose critical heart malformations in newborns before discharge—an increasing problem? *Acta Paediatr.* 2006 Apr;95(4):407-13.
12. Külling B, Arlettaz R, Bauersfeld U, Balmer C. Pulse oximetry screening for congenital heart defects in Switzerland: most but not all maternity units screen their neonates. *Swiss Med Wkly* 2009;139:699-704.

13. Narayen IC, Kaptein AA, Hogewoning JA, Blom NA, Te Pas AB. Maternal acceptability of pulse oximetry screening at home after home birth or very early discharge. *Eur J Pediatr* 2017;176:669-672.
14. Wong KK, Fournier A, Fruitman DS, Graves L, Human DG, Narvey M, et al. Canadian Cardiovascular Society/Canadian Pediatric Cardiology Association Position statement on pulse oximetry screening in newborns to enhance detection of critical congenital heart disease. *Can J Cardiol* 2017;33:199-208.
15. Powell R, Pattison HM, Bhojar A, Furmston AT, Middleton LJ, Daniels JP, et al. Pulse oximetry screening for congenital heart defects in newborn infants: an evaluation of acceptability to mothers. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2013;98:F59-63.
16. Mikrou P, Singh A, Ewer AK. Pulse oximetry screening of critical congenital heart defects: a repeat UK national survey. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2017;102(6):F558.
17. Grosse SD, Riehle-Colarusso T, Gaffney M, Mason CA, Shapira SK, Sontag MK, et al. CDC Grand Rounds: Newborn Screening for Hearing Loss and Critical Congenital Heart Disease. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2017;66(33):888-890.
18. Tobe RG, Martin GR, Li F, Mori R. Should postnatal oximetry screening be implemented nationwide in China? A cost-effectiveness analysis in three regions with different socioeconomic status. *Int J Cardiol* 2016;204:45-7.
19. De-Wahl Granelli A, Meberg A, Ojala T, Steensberg J, Oskarsson G, Mellander M. Nordic pulse oximetry screening – implementation status and proposal for uniform guidelines. *Acta Paediatr* 2014;103:1136-42.
20. Fritz M, Fritsch P, Foramitti M, Simma B. Screening à l'aide de la saturométrie chez les nouveau-nés pour détecter des cardiopathies congénitales critiques. *Revue mensuelle de pédiatrie* 2014;162:638–643
21. Lindinger A, Dähnert I, Riede FT. Prise de position sur le screening à l'aide de la saturométrie pour détecter les cardiopathies congénitales critiques chez les nouveau-nés. *Deutsche Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie* 2013; www.kinderkardiologie.org.
22. Abouk R, Grosse SD, Ailes EC, Oster ME. Association of US state implementation of newborn screening policies for critical congenital heart disease with early infant cardiac deaths. *JAMA* 2017;318:2111-2118.

23. Tobe RG, Martin GR, Li F, Moriichi A, Wu B, Mori R. Cost-effectiveness analysis of neonatal screening of critical congenital heart defects in China. *Medicine (Baltimore)* 2017;96:e8683.
24. Reeder MR, Kim J, Nance A, Krikov S, Feldkamp ML, Randall H, et al. Evaluating Cost and Resource Use Associated with Pulse Oximetry Screening for Critical Congenital Heart Disease: Empiric Estimates and Sources of Variation. *Birth Defects Res A Clin Mol Teratol* 2015;103:962–71.
25. Bholá K, Kluckow M, Evans N. Post-implementation review of pulse oximetry screening of well newborns in an Australian tertiary maternity hospital. *J Paediatr Child Health* 2014;50:920-5.
26. Ewer AK, Middleton LJ, Furmston AT, Bhoýar A, Daniels JP, Thangaratnam S, et al. Pulse oximetry screening for congenital heart defects in newborn infants (PulseOx): a test accuracy study. *Lancet* 2011;378:785-94.
27. Ewer AK. Pulse oximetry screening for critical congenital heart defects in newborn infants: should it be routine? *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2014;99:F93-95.
28. Hu XJ, Ma XJ, Zhao QM, Yan WL, Ge XL, Jia B, et al. Pulse oximetry and auscultation for congenital heart disease detection. *Pediatrics* 2017;140(4): 2017-1154.
29. Hu XJ, Zhao QM, Ma XJ, Yan WL, Ge XL, Jia B. et al. Pulse oximetry could significantly enhance the early detection of critical congenital heart disease in neonatal intensive care units. *Acta Paediatr* 2016;105:e499-e505.
30. Oakley JL, Soni NB, Wilson D, Sen S. Effectiveness of pulse-oximetry in addition to routine neonatal examination in detection of congenital heart disease in asymptomatic newborns. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2015;28:1736–9.
31. Zuppa AA, Riccardi R, Catenazzi P, D'Andrea V, Cavani M, D'Antuono A, et al. Clinical examination and pulse oximetry as screening for congenital heart disease in low-risk newborn. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2015; 28:7–11.
32. De-Wahl Granelli A, Wennergren M, Sandberg K, Mellander M, Bejllum C, Inganäs L, et al. 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;338:a3037.
33. Zhao QM, Ma XJ, Ge XL, Liu F, Yan WL, Wu L et al. Pulse oximetry with clinical assessment to screen for congenital heart disease in neonates in China: a prospective study. *Lancet* 2014; 384:747–54.

34. Ewer AK, Martin GR. Pediatrics. Newborn Pulse Oximetry Screening: Which Algorithm Is Best? 2016 Nov;138(5). pii: e20161206. Epub 2016 Oct 13.
35. Jones AJ, Howarth C, Nicholl R, Mat-Ali E, Knowles R. The impact and efficacy of routine pulse oximetry screening for CHD in a local hospital. *Cardiol Young*. 2016;26:1397-405.
36. Singh A, Rasiah SV, Ewer AK. The impact of routine pre-discharge pulse oximetry screening in a regional neonatal unit. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2014;99:F297-302.
37. Massin MM, Dessy H, Delayed recognition of congenital heart disease. *Postgrad Med J* 2006; 82:468-470.
38. Frommelt MA. Differential diagnosis and approach to a heart murmur in term infants. *Pediatr Clin North Am* 2004 Aug;51:1023-32.
39. Braudo M, Rowe RD. Auscultation of the heart – early neonatal period. *Amer J Dis Child* 1961;101:67-78.
40. Arlettaz R, Archer N, Wilkinson AR. Natural history of innocent heart murmurs in newborn babies: controlled echocardiographic study. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 1998;78:F166-70.
41. Chang RK, Gurvitz M, Rodriguez S. Missed diagnosis of critical congenital heart disease. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2008;162:969-74.
42. Cawsey MJ, Noble S, Cross-Sudworth F, Ewer AK. Feasibility of pulse oximetry screening for critical congenital heart defects in homebirths. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2016;101: F349-51.
43. Miller KK, Vig KS, Goetz EM, Spicer G, Yang AJ, Hokanson JS. Pulse oximetry screening for critical congenital heart disease in planned out of hospital births and the incidence of critical congenital heart disease in the plain community. *J Perinatol* 2016;36:1088-1091.
44. Narayan IC, Blom NA, van Geloven N, Blankman EIM, van den Broek AJM, Bruijn M, et al. Accuracy of pulse oximetry screening for critical congenital heart defects after home birth and early postnatal discharge. *J Pediatr* 2018;197:29-35.
45. Berger TM, Bernet V, Schulzke S, Fauchère JC, Fontana M, Hegi L, et al. L'assistance à l'adaptation et la réanimation du nouveau-né. Recommandations révisées de la Société Suisse de Néonatalogie *PAEDIATRICA* 2017;28:7-19.
46. Suresh GK. Pulse oximetry screening for critical congenital heart disease in neonatal intensive care unit. *J Perinatol* 2013;33:586-588.

47. Van Naarden Braun K, Grazel R, Koppel R, Lakshminrusimha S, Lohr J, Kumar P, et al. Evaluation of critical congenital heart defects screening using pulse oximetry in the neonatal intensive care unit. *J Perinatol* 2017;37:1117-1123.
48. Manja V, Mathew B, Carrion V, Lakshminrusimha S. Critical congenital heart disease screening by pulse oximetry in a neonatal intensive care unit. *J Perinatol* 2015; 35:67-71.
49. Iyengar H, Kumar P, Kumar P. Pulse oximetry screening to detect critical congenital heart disease in the neonatal intensive care unit. *Pediatr Cardiol* 2014;35:406-10.

Auteur

PD Dr. med. Christian Balmer, *Zürich*

Traducteur Rudolf Schlaepfer

Détails de correspondance christian.balmer@kispi.uzh.ch