

Tests d'effort chez l'enfant avec une malformation cardiaque

Sarah Simmen¹, Emanuela Valsangiacomo Buechel¹, Martin Christmann¹, Zurich

Traduction: Rudolf Schlaepfer, La Chaux-de-Fonds

Introduction

Les tests d'effort représentent un outil important pour évaluer les performances physiques non seulement des sportifs mais aussi de patients, notamment avec des maladies cardiaques ou pulmonaires, tant enfants qu'adultes. En cardiologie pédiatrique, les tests d'effort permettent d'évaluer l'évolution de la condition physique après le traitement d'une malformation congénitale et de suivre l'apparition éventuelle d'ischémies du myocarde ou de troubles du rythme¹⁾.

L'objectif du test d'effort est d'obtenir un effort maximal. On mesure et calcule en continu et simultanément divers paramètres. Les tests d'effort sont ergométriques ou spiro-ergométriques. Avec l'ergométrie on enregistre pendant un effort progressif (mesuré en général en Watt) les paramètres vitaux (tension artérielle, rythme cardiaque, saturation périphérique en oxygène), en même temps que l'ECG (généralement 12 canaux). Lors d'une spiro-ergométrie on mesure simultanément, à travers un embout ou un masque, l'absorption d'oxygène (VO₂) et l'élimination de CO₂ (VCO₂); on évalue ainsi en même temps le système respiratoire à l'effort²⁾.

Les performances physiques d'un enfant avec une malformation cardiaque dépendent d'une part de la physiologie de la malformation, d'autre part de l'hémodynamique résultant de la correction chirurgicale. Afin de reconnaître

à temps une détérioration de la condition physique, le suivi cardiologique des enfants avec une malformation cardiaque devrait inclure des tests d'effort spiro-ergométriques réguliers.

Bases de la spiro-ergométrie

La fonction principale du système cardiovasculaire est de fournir une quantité suffisante d'oxygène à l'organisme. Cela nécessite la synergie de plusieurs systèmes impliqués dans le transport et le métabolisme de l'oxygène (*fig. 1*). L'échange des gaz O₂ et CO₂ est garanti par une fonction pulmonaire adéquate. Le transport du sang chargé en oxygène (fixé à l'hémoglobine érythrocytaire) nécessite un système cardiovasculaire fonctionnel. Dans les organes cible oxygénodépendants l'oxygène est transformé, par le métabolisme aérobie, en ATP, source énergétique de la cellule. Finalement l'énergie ainsi produite devient activité/mouvement par le travail musculaire. Afin de pouvoir fournir un travail supplémentaire lors d'un effort, toutes les étapes de cette cascade doivent fonctionner. Une restriction à un ou plusieurs niveaux peut occasionner une diminution des capacités physiques. La spiro-ergométrie mesure outre la modification des paramètres vitaux (p.ex. rythme cardiaque, tension artérielle, fréquence respiratoire, saturation en oxygène) aussi les modifications de la teneur en

O₂ et CO₂ inspiratoire et expiratoire et la corrèle avec l'effort fourni. D'autres paramètres, décrits plus loin, sont calculés par des appareils de spiro-ergométrie modernes.

Indications, contre-indications absolues et critères d'interruption

Le *tableau 1* donne un aperçu des indications et contre-indications et indique les critères d'interruption d'un test d'effort.

Des listes détaillées de contre-indications et de critères d'interruption lors de tests d'effort sont publiées entre autres par l'American Thoracic Society (ATS)^{1), 3), 4)}.

Réalisation

La spiro-ergométrie de l'enfant doit être effectuée et surveillée par une équipe expérimentée. Notamment lorsqu'il s'agit d'enfants avec une malformation cardiaque congénitale, la présence d'un cardiologue pédiatre est souhaitable^{5), 6)}. L'équipe doit connaître les situations d'urgence et de réanimation, bien que la spiro-ergométrie soit un examen sûr et ne présentant que peu de risques^{4), 5)}.

Afin de garantir un bon déroulement, les enfants seront préalablement familiarisés avec la procédure. Il faut aussi considérer que les enfants sont émotionnellement immatures et nécessitent, pour fournir l'effort souhaité, des encouragements et un soutien positif de la part de l'équipe⁵⁾.

Des tests d'effort peuvent se faire sur un tapis roulant ou une bicyclette ergométrique. Le test dure idéalement 6 à 12 minutes. Un examen durant plus longtemps risque de mener à une interruption, avant l'obtention de l'effort maximal, par manque de motivation ou d'attention⁷⁾. Les paramètres vitaux et le rythme cardiaque sont vérifiés en continu pendant toute la durée du test. Lors d'une

Indications	Contre-indications absolues	Critères d'interruption
- Évaluation de la tolérance et intolérance à l'effort - Aide pré-opérative à l'indication d'une intervention chirurgicale - Constatation de troubles du rythme et d'ischémies du myocarde à l'effort - Examen de symptômes dépendants de l'effort - Contrôle de l'efficacité d'un traitement	- Infection fébrile aiguë - Infarctus aiguë du myocarde ou angine de poitrine instable - Crise d'asthme aiguë - Myocardite aiguë - Hypertonie sévère non contrôlée - Dérèglement aigu d'une maladie métabolique	- Épuisement subjectif - Pâleur frappante - Dyspnée - Vertige - Céphalées - Angine de poitrine - Réactions non physiologiques de la tension artérielle ou de la fréquence cardiaque - Troubles du rythme significatifs - Troubles de la conduction et de la repolarisation cardiaque

Tableau 1. Aperçu des indications et contre-indications et des critères d'interruption d'un test d'effort.

¹Abteilung Kardiologie, Kinder-Herzzentrum, Universitäts-Kinderklinik, Zürich

spiro-ergométrie, l'enfant respire à travers un embout ou un masque, avec un filtre mesurant en continu les taux d'O₂ et de CO₂ dans l'air inspiré et expiré. Les valeurs ainsi mesurées permettent le calcul de paramètres complémentaires par l'appareil.

Tapis roulant vs bicyclette ergométrique

Le tapis roulant comme la bicyclette ergométrique présentent des avantages et des désavantages en cardiologie pédiatrique.

Le tapis roulant permet d'examiner déjà de très petits enfants. On les munit d'une ceinture attachée à une corde pour éviter les chutes. Dans la littérature sont décrites des spiro-ergométries dès l'âge de 3 ans⁷. On suppose dans ces cas une certaine maturité motrice. L'expérience montre qu'elle est individuellement très variable et rarement suffisante chez l'enfant de 3 ans.

Un autre avantage du tapis roulant est le fait qu'il s'agit d'un mouvement dont l'enfant est coutumier et qui exige, en comparaison avec la bicyclette ergométrique, le travail d'une plus grande masse musculaire, et où le système cardiovasculaire représente, avec une grande probabilité, le facteur limitant lors de l'effort⁷. Des valeurs VO₂max plus élevés de 5-10% obtenus sur le tapis roulant l'avantagent également par rapport à la bicyclette ergométrique⁷.

Contrairement au tapis roulant, sur la bicyclette ergométrique l'effort est indépendant du poids corporel, un avantage important pour les patients obèses⁵. En outre les mouvements thoraciques sont moindres sur la bicyclette, ce qui occasionne moins d'arté-

facts à l'ECG et rend la mesure de la tension artérielle plus fiable.

Protocole

Il existe plusieurs protocoles pour les tests d'effort. On différencie entre protocoles par paliers et protocoles progressifs. Dans le premier cas l'effort est augmenté par paliers d'en général 3 minutes (p.ex. protocole de Bruce). Les protocoles progressifs se caractérisent par des paliers très courts, ce qui est un avantage pour la détermination du seuil d'anaérobie⁷. La figure 2 montre schématiquement la différence entre le protocole par paliers et celui progressif.

Paramètres

Comme présenté dans la figure 1, la performance demande aussi chez l'enfant une interaction étroite entre les systèmes respiratoire, cardiovasculaire et l'organe cible musculature. Les paramètres mesurés par spiro-ergométrie dans le cadre du diagnostic d'effort tentent de décrire le plus précisément possible justement cette interaction. Les valeurs mesurées sont représentées, par les appareils de spiro-ergométrie modernes, dans le graphique Wasserman à 9 champs⁸. Les paramètres les plus significatifs pour l'évaluation d'enfants avec une malformation cardiaque congénitale sont ensuite réunis afin de définir les limitations et les facteurs susceptibles d'influencer le test.

Fréquence cardiaque

Pendant l'effort la fréquence cardiaque augmente, chez le sujet en bonne santé, de ma-

nière presque linéaire avec l'augmentation des besoins en oxygène. Les sujets bien entraînés montrent une augmentation de la fréquence cardiaque différée, alors que chez les personnes non entraînées ou les patients avec une insuffisance cardiaque la fréquence cardiaque augmente souvent rapidement⁴. Les caractéristiques de la fréquence cardiaque de l'enfant ont été étudiées par plusieurs études. La réponse de la fréquence cardiaque de l'enfant ne dépend pas de l'âge ou du sexe et varie selon la méthode de la charge^{7,10}. On considère qu'avec des fréquences cardiaques de 195/min sur la bicyclette et de 200/min sur le tapis roulant on a atteint la charge maximale¹¹.

Au terme de l'effort la fréquence cardiaque diminue de manière exponentielle, on parle de «heart rate-recovery» (HRR)¹². La fréquence cardiaque récupère plus rapidement chez les enfants plus jeunes, les garçons et les enfants n'étant pas en surpoids¹³. Les malades cardiaques ont souvent une HRR retardée¹². Singh et al. ont montré qu'un programme de réhabilitation de 12 semaines améliore nettement la HRR, sans qu'on obtienne toujours une augmentation de la performance (mesurée par VO₂max, voir ci-dessous)¹². Une HRR adéquate pourrait donc être le premier signe indiquant une meilleure réponse cardiovasculaire.

Tension artérielle

Physiologiquement la tension artérielle monte sous effort et baisse après l'effort⁹. Chez l'enfant avec une malformation cardiaque congénitale l'augmentation de la tension artérielle peut être insuffisante, en raison d'une sténose de la valve aortique ou d'une insuffisance ventriculaire gauche. L'insuffisance de la valve aortique occasionne d'une part un besoin accru en O₂ du myocarde à l'effort et d'autre part un apport diastolique insuffisant, ce qui peut se manifester par des signes d'ischémie à l'effort (cliniques et à l'ECG).

Absorption maximale d'oxygène/VO₂max

L'absorption maximale d'oxygène pendant l'effort est la mesure la plus importante pour décrire la performance cardio-pulmonaire (VO₂max ou peakVO₂, en ml/min ou ml/(kg*min)⁴). La VO₂max correspond à la quantité maximale d'O₂ que le système cardiovasculaire peut fournir aux muscles en activité. Outre la fonction cardiaque doit être évaluée aussi la fonction pulmonaire, la VO₂max étant limitée aussi par des maladies pulmonaires. En présence de poumons sains et d'une phy-

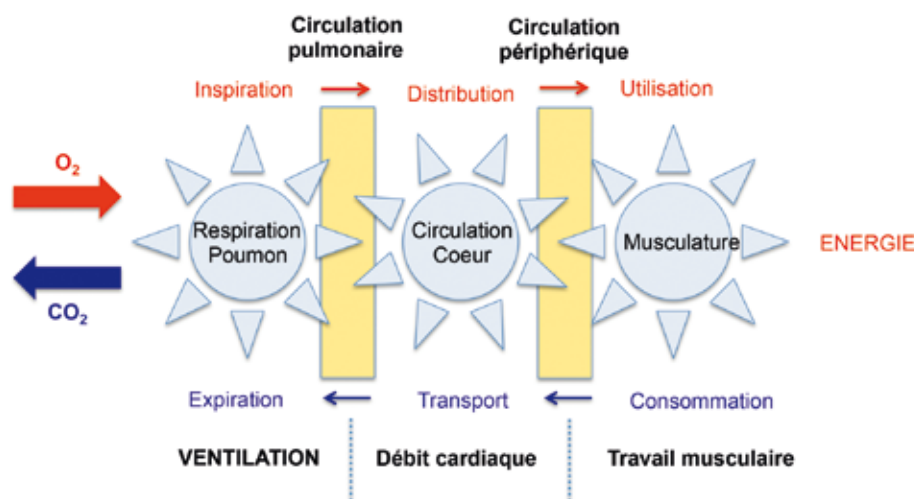


Fig. 1: Interaction des différents systèmes dans le cadre de l'absorption de O₂ et de l'élimination de CO₂

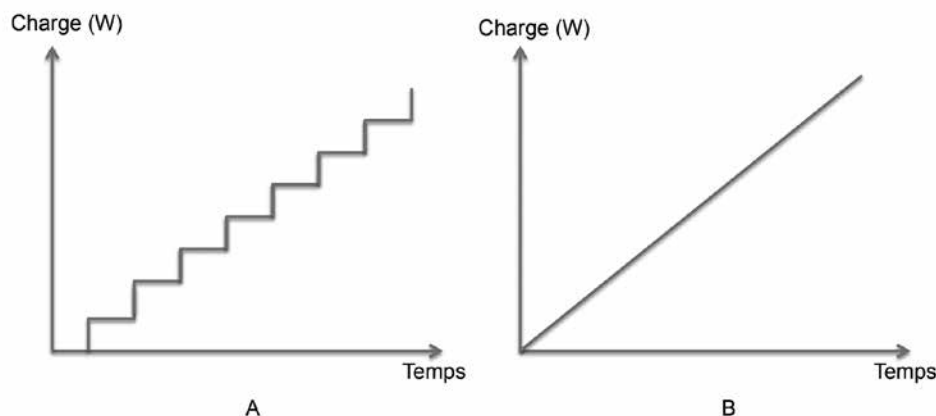


Fig. 2: Représentation schématique de (A) protocole par paliers et (B) progressif; W=Watt

siologie respiratoire normale, la valeur de la VO_2max dépend de la capacité du système cardiovasculaire à augmenter le débit cardiaque pendant un effort⁽¹⁴⁾. Il s'agit d'une valeur dépendant de l'âge, du sexe et du poids corporel, indiquée en $\text{ml O}_2/(\text{kg}\cdot\text{min})$, et considérée le meilleur indicateur de la capacité aérobie et donc de la performance cardiovasculaire⁽⁴⁾. Des valeurs normales pédiatriques sont décrites dans plusieurs études^{(14), (15)}.

Pouls- O_2

Lorsque chez un patient avec une maladie cardiaque se pose la question si le débit cardiaque à l'effort peut être augmenté de manière adéquate, le pouls- O_2 est un élément diagnostique central. Le pouls- O_2 décrit la quantité d'oxygène absorbée par contraction cardiaque et correspond au produit du débit cardiaque et de l'extraction artério-veineuse d' O_2 ⁽⁷⁾. Le pouls- O_2 est proportionnel au débit cardiaque et se trouve diminué chez les patients avec une volume d'éjection systolique du ventricule gauche réduit (p.ex. patients avec une physiologie «single-ventricle», des lésions obstructives sévères, une insuffisance valvulaire sévère) et des maladies pulmonaires ou vasculaires systémiques.

Les anémies ou polycythémies ainsi que les médicaments influençant la fréquence cardiaque (p. ex. bêta-bloquants) peuvent modifier le pouls- O_2 et doivent donc être pris en considération lors de l'évaluation⁽¹⁴⁾. Lorsque la fonction ventriculaire gauche est diminuée chez un patient au repos, le pouls- O_2 permet une estimation dynamique de la capacité à augmenter le débit cardiaque.

Respiratory exchange ratio (RER)

On désigne par RER la relation entre CO_2 expiré et O_2 absorbé (VCO_2/VO_2)⁽¹⁾. Afin de pouvoir interpréter correctement l'état cardio-pulmonaire d'un sujet, celui-ci doit fournir un effort maximal. Le RER peut contribuer à vérifier si le sujet a fourni un effort maximal pendant le test d'effort⁽¹⁴⁾. Au repos le RER correspond au quotient respiratoire et est inférieur à 1. Lorsque le seuil d'anaérobie est dépassé, le RER excède 1. Chez l'enfant des valeurs RER de 1.05 ou 1.08 sont associés à un effort adéquat respectivement maximal^{(2), (14)}.

Ventilatory anaerobic threshold (VAT)

Le seuil d'anaérobie (VAT) représente le point à partir duquel, pendant une charge croissante, le métabolisme aérobie ne fournit plus suffisamment d'énergie à la musculature. Le processus est limité par la quantité d'oxygène apportée par le système cardiovasculaire et transformé en énergie⁽¹⁴⁾. Le VAT diminue avec l'âge et est diminué chez les enfants avec une malformation cardiaque congénitale. On peut déterminer le seuil d'anaérobie par deux méthodes. La méthode «V-slope» définit le VAT comme le point où le VCO_2 augmente, sans hyperventilation, proportionnellement plus que le VO_2 . L'augmentation du VCO_2 est due à une production accélérée de lactate au delà du seuil d'anaérobie, tamponné par du bicarbonate et éliminé sous forme de CO_2 expiratoire. La méthode «ventilatory equivalents» calcule le VAT au moyen de la relation entre volume-minute respiratoire et courbe VO_2 ⁽¹⁾. Lorsque le seuil d'anaérobie est atteint lors d'un effort, on peut considérer que la limitation du test est due à un facteur cardiaque⁽¹⁾.

VE/ VCO_2 slope

Pendant l'effort le volume-minute respiratoire (VE, en l/min) augmente de manière linéaire jusqu'à un point au-dessus du VAT, proportionnellement au VCO_2 ⁽¹⁴⁾. Le rapport VE/VCO_2 diminue légèrement au début de l'effort, en raison de l'optimisation du rapport ventilation/perfusion. Ensuite l'augmentation VE/VCO_2 reste assez constante, pour accélérer vers la fin de l'effort⁽²⁾. La partie VE/VCO_2 linéaire est nommée VE/VCO_2 slope et considérée un indicateur pour l'efficacité de l'échange gazeux pendant l'effort⁽¹⁴⁾. Les études actuelles ne permettent pas encore de définir l'importance du VE/VCO_2 slope chez l'enfant; il a été démontré par contre que les enfants avec des malformations cardiaques congénitales complexes présentent des valeurs VE/VCO_2 slope élevées⁽⁶⁾.

Rythme

Les tests d'effort permettent de démasquer des arythmies effort-dépendantes. Outre en cas d'arythmies associées à différentes malformations cardiaques, l'ergométrie joue un rôle décisif pour le diagnostic notamment de trois troubles du rythme spécifiques: A) tachycardies supra-ventriculaires, B) syndrome du QT long et C) tachycardies ventriculaires polymorphes catécholergiques.

A) Chez le patient avec des pré-excitations (onde delta à l'ECG), les tests d'effort servent à examiner les caractéristiques des voies de conduction accessoires. Une pré-excitation



Fig. 3: Test d'effort sur le tapis roulant

qui disparaît de l'ECG pendant l'effort parle en faveur d'une mauvaise qualité de conduction de la voie accessoire. Le risque de développer des réponses ventriculaires rapides aux arythmies auriculaires, notamment aux fibrillations auriculaires, est dans ce cas moindre que si les pré-excitations persistent pendant l'effort⁷⁾.

B) Le syndrome du QT long, une maladie congénitale des canaux ioniques, se caractérise par un intervalle QT allongé à l'ECG. Afin de préciser les risques, on peut compléter les critères diagnostiques connus de Schwartz par la mesure, environ 3-4 minutes après l'effort, de l'intervalle Q-T corrigé en fonction de la fréquence cardiaque (QTc)^{7),17),18)}. Des valeurs QTc $\geq$ 480 ms sont alors considérées un risque élevé.

C) Les tachycardies ventriculaires polymorphes catécholergiques sont également des troubles du rythme d'origine génétique, des extrasystoles ventriculaires polymorphes ou tachycardies ventriculaires n'apparaissant souvent qu'à l'effort. Outre à des fins diagnostiques le test d'effort est utilisé pour l'évaluation d'un traitement médicamenteux prophylactique⁷⁾.

Utilisation et bénéfice de la spiro-ergométrie chez l'enfant avec une malformation cardiaque congénitale

Par la spiro-ergométrie on peut évaluer de manière objective le potentiel physique d'enfants avec une malformation cardiaque congénitale. Les résultats permettent d'évaluer l'indication et la réussite d'une intervention (chirurgicale), de donner des recommandations concernant l'activité physique quotidienne, et contribuent en outre à objectiver des plaintes du patient et à vérifier un éventuel corrélat organique cardiologique. Les malformations cardiaques congénitales nécessitant une intervention chirurgicale sont pour la plupart, à long terme, à l'origine d'une restriction plus ou moins marquée des performances physiques¹⁶⁾. Les causes possibles sont une incompétence chronotrope (p.ex. dysfonction du nœud sinusal), une fraction d'éjection réduite du ventricule gauche ou une insuffisance ou sténose valvulaire. Une situation particulière est celle d'enfants avec un cœur univentriculaire et une situation physiologique de Glenn ou Fontan (anastomose bidirectionnelle ou cavo-pulmonaire totale). Dans ce groupe de patients la perfusion pulmonaire

postopératoire est passive. Ils montrent, en comparaison avec d'autres malformations cardiaques ou avec la population normale, des valeurs VO₂max nettement abaissées¹⁹⁾.

Nous résumons ci-après à titre d'exemple quelques malformations cardiaques et les questions typiques posées à la spiro-ergométrie:

Transposition des grandes artères

Après une chirurgie coronarienne (switch artériel) à l'âge néonatal, chez ce groupe de patients la question de signes d'ischémies cardiaques à l'effort prend une place centrale en tant qu'indice précoce d'une insuffisance coronarienne.

Sténose aortique

Évaluation de modifications de la tension artérielle à l'effort et dépistage des ischémies sous-endocardiques.

Tétralogie de Fallot

Évaluation des capacités physiques à la lumière de l'apparition, à long terme, de resténoses ou insuffisances du tractus d'éjection du ventricule droit, avec une éventuelle dilatation du ventricule droit. La performance lors du test d'effort contribue à poser l'indication au remplacement de la valve pulmonaire.

Patients avec anastomose cavo-pulmonaire totale (Fontan)

Évaluation des capacités physiques. Une augmentation de la cyanose à l'effort peut être le signe d'une fenêtre entre le conduit de Fontan et l'oreillette droite ou de collatérales veino-veineuses. On enregistre également la compétence chronotrope à l'effort ou d'autres arythmies.

Conclusion

La spiro-ergométrie est un procédé diagnostique différencié de la performance et fonctionnel bien établi chez l'adulte et l'enfant. Des tests d'effort raisonnables sont possibles chez les enfants avec une malformation cardiaque congénitale dès l'âge de 8 ans, tant sur le tapis roulant que la bicyclette ergométrique. On obtient un plus grand effort maximal sur le tapis roulant, d'autre part une meilleure analyse du rythme cardiaque grâce à moins d'artéfacts sur la bicyclette. L'absorption maximale d'oxygène VO₂max représente une des valeurs les plus importantes pour le diagnostic de la capacité physique. Indiquée

en ml O₂/(kg*min), cette valeur dépendante de l'âge, du sexe et du poids est considérée le meilleur indicateur de la capacité aérobie et donc de la performance cardiovasculaire. Lors de troubles du rythme la spiro-ergométrie contribue au niveau diagnostique et du suivi thérapeutique. A souligner finalement que les tests d'effort ne seront jamais considérés isolés mais toujours dans le contexte des méthodes diagnostiques cardiologiques usuelles.

Références

- 1) Albouaini K, Egred M, Alahmar A, Wright DJ. Cardiopulmonary exercise testing and its application. *Postgrad Med J* 2007 Nov;83(985):675-82.
- 2) Miliareis C, Beker S, Gewitz M. Cardiopulmonary stress testing in children and adults with congenital heart disease. *Cardiol Rev* 2014 Dec;22(6):275-8.
- 3) Leitlinie Spiroergometrie der Deutschen Gesellschaft für pädiatrische Kardiologie (DGPK), ausgearbeitet von W. Baden, Tübingen und K.O. Dubowy, Bad Oeynhausen
- 4) ATS/ACCP statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2003 May 15;167(10):211-277.
- 5) Takken T, Blank AC, Hulzebos EH, van Brussel M, Groen WG, Helders PJ. Cardiopulmonary exercise testing in congenital heart disease: equipment and test protocols. *Neth Heart J Mon J Neth Soc Cardiol Neth Heart Found* 2009 Sep;17(9):339-44.
- 6) James FW, Blomqvist CG, Freed MD, Miller WW, Moller JH, Nugent EW, et al. Standards for exercise testing in the pediatric age group. American Heart Association Council on Cardiovascular Disease in the Young. Ad hoc committee on exercise testing. *Circulation* 1982 Dec;66(6):1377A-1397A.
- 7) Massin MM. The role of exercise testing in pediatric cardiology. *Arch Cardiovasc Dis* 2014 May;107(5):319-27.
- 8) Wasserman K. Diagnosing cardiovascular and lung pathophysiology from exercise gas exchange. *Chest* 1997 Oct;112(4):1091-101.
- 9) Connuck DM. The role of exercise stress testing in pediatric patients with heart disease. *Prog Pediatr Cardiol* 2005 May;20(1):45-52.
- 10) Ten Harkel ADJ, Takken T, Van Osch-Gevers M, Helbing WA. Normal values for cardiopulmonary exercise testing in children. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil Off J Eur Soc Cardiol Work Groups Epidemiol Prev Card Rehabil Exerc Physiol* 2011 Feb;18(1):48-54.
- 11) Takken T, Blank AC, Hulzebos EH, van Brussel M, Groen WG, Helders PJ. Cardiopulmonary exercise testing in congenital heart disease: (contra)indications and interpretation. *Neth Heart J Mon J Neth Soc Cardiol Neth Heart Found* 2009 Oct;17(10):385-92.
- 12) Singh TP, Curran TJ, Rhodes J. Cardiac rehabilitation improves heart rate recovery following peak exercise in children with repaired congenital heart disease. *Pediatr Cardiol* 2007 Aug;28(4):276-9.
- 13) Singh TP, Rhodes J, Gauvreau K. Determinants of heart rate recovery following exercise in children. *Med Sci Sports Exerc* 2008 Apr;40(4):601-5.
- 14) Rhodes J, Ubada Tikkanen A, Jenkins KJ. Exercise testing and training in children with congenital heart disease. *Circulation* 2010 Nov 9;122(19):1957-67.

- 15) Cooper DM, Weiler-Ravell D. Gas exchange response to exercise in children. *Am Rev Respir Dis* 1984 Feb;129(2 Pt 2):S47-48.
- 16) Kempny A, Dimopoulos K, Uebing A, Mocerri P, Swan L, Gatzoulis MA, et al. Reference values for exercise limitations among adults with congenital heart disease. Relation to activities of daily life--single centre experience and review of published data. *Eur Heart J* 2012 Jun;33(11):1386-96.
- 17) Schwartz PJ, Ackerman MJ. The long QT syndrome: a transatlantic clinical approach to diagnosis and therapy. *Eur Heart J* 2013 Oct;34(40):3109-16.
- 18) Schwartz PJ, Moss AJ, Vincent GM, Crampton RS. Diagnostic criteria for the long QT syndrome. An update. *Circulation* 1993;88(2):782-784.
- 19) Hebert A, Jensen AS, Mikkelsen UR, Idorn L, Sørensen KE, Thilen U, et al. Hemodynamic causes of exercise intolerance in Fontan patients. *Int J Cardiol* 2014 Aug;175(3):478-83.

Correspondance

Dr. med. Martin Christmann
Facharzt Kinder- und Jugendmedizin
Schwerpunkt Kinderkardiologie
Universitätskinderspital Zürich
Steinwiesstrasse 75
CH-8032 Zürich
martin.christmann@kispi.uzh.ch

Les auteurs ne déclarent pas de soutien financier ni d'autres conflits d'intérêt en relation à cet article.