

I Revues générales

Mortalité durant la pratique sportive : du risque à la cause

RÉSUMÉ : La pratique sportive, par sa sollicitation cardiovasculaire parfois intense, expose dans certaines situations à un risque de mort subite. Ces événements sont rares mais dramatiques et souvent médiatisés. Le risque de décès pendant une activité sportive est bien inférieur à celui secondaire aux complications de la sédentarité. Les bienfaits de l'activité physique sont désormais parfaitement démontrés. Les bénéfices les plus spectaculaires sont une diminution des pathologies cardiovasculaires et néoplasiques et une amélioration de l'espérance de vie. C'est le paradoxe du sport.

Comment prévenir le risque de mort subite à l'occasion de la pratique sportive? Dans la population sportive indemne d'antécédent pathologique, la difficulté est de détecter parmi une multitude les quelques individus susceptibles de présenter des accidents vitaux. La connaissance des causes – essentiellement cardiaques et hyperthermies malignes – et des circonstances favorisant ces morts subites permettent au trio sportif-médecin-encadrement sportif une approche pragmatique pour réduire leur fréquence.

Chez les patients ayant une cardiopathie, la prise en charge doit être individualisée. Dans de nombreuses situations, le sport peut être repris à un bon niveau, voire en compétition, sans risque déraisonnable de mort subite.



B. GERARDIN, S. HASCOËT

Hôpital Marie Lannelongue, Groupe Hospitalier Paris Saint-Joseph, Université Paris-Saclay, PLESSIS-ROBINSON.

Le risque est un “*danger éventuel plus ou moins prévisible*”, dicit le dictionnaire Larousse. La pratique sportive, par sa sollicitation cardiovasculaire parfois intense, expose dans certaines situations à un risque de mort subite. Ces événements sont rares mais dramatiques et souvent médiatisés.

Comment prévenir ce risque de mort subite à l'occasion de la pratique sportive? Après avoir revu les causes de décès observés pendant le sport, nous tenterons de déterminer les situations menaçantes et les mesures préventives pour y répondre. Pour contrer cette menace, le plus gros malentendu serait de recommander de ne pas faire de sport car les bienfaits de l'activité physique et du sport sont désormais parfaitement démontrés par de nombreuses

études scientifiques. Les bénéfices les plus spectaculaires sont une diminution des pathologies cardiovasculaires et néoplasiques et une amélioration de l'espérance de vie. C'est le paradoxe du sport [1-3].

■ Contexte

La mort subite du sportif est définie par une mort naturelle (non traumatique, non iatrogène), survenant de façon inattendue et brutale (immédiate ou dans l'heure suivant le premier symptôme) au cours ou au décours immédiat (1 heure) d'une pratique sportive. Alors que l'on déplore chaque année en France 400 décès traumatiques pendant le sport (auxquels il faut ajouter 400 décès par noyade et 200 par accidents de vélo),

on décompte 900 à 1 200 morts subites non traumatiques (sur un total annuel de 40 000 mort subites) [4].

Les étiologies sont multiples : hyperthermie maligne, rupture d'anévrisme, épilepsie, embolie pulmonaire, état de mal asthmatique. Les causes cardiaques représentent toutefois plus de 90 % des cas. Cela s'explique par l'augmentation importante du travail cardiaque (débit multiplié par 5 voire jusqu'à 8 pour les champions), l'apparition de modifications électrolytiques (effort prolongé, températures élevées), humorales et neurovégétatives (décharge d'adrénaline) induites par l'effort physique, qui démasquent une pathologie sous-jacente muette en condition normale. Après 35 ans, la coronaropathie est l'étiologie majoritaire (> 80 %) alors qu'avant 35 ans elle est minoritaire (25-30 %), devancée en particulier par les cardiopathies rythmiques, notamment le syndrome de Brugada, le syndrome de Wolff-Parkinson-White, les anomalies congénitales du QT, la cardiopathie arythmogène du ventricule droit (CAVD), les myocardiopathies hypertrophiques et les myopéricardites. Enfin, malgré des explorations extensives, il arrive qu'aucune étiologie ne soit identifiée [5, 6].

■ Physiopathologie

Le risque de mort subite pendant l'activité sportive résulte de trois principaux éléments qui interagissent : le sportif, le sport pratiqué et l'environnement.

1. Le sportif

Les critères à prendre en compte sont les suivants :

- son âge : 2/3 des décès surviennent au-delà de 35 ans. L'âge moyen des victimes est de 48 ans. Pendant les épreuves sportives, la fréquence est estimée de 0,5 à 2,5/100 000 chez les compétiteurs de moins de 35 ans et de 1 à 4/100 000 au-delà [6] ;

- son sexe : les hommes sont bien plus touchés que les femmes (*sex ratio* de 2 à 3 avant 35 ans, supérieur à 9 après) ;

- ses antécédents familiaux : essentiellement de coronaropathie chez les plus de 35 ans et de mort subite quel que soit l'âge ;
- ses autres facteurs de risque de maladie athéromateuse : tabagisme, hypertension artérielle, diabète et surpoids qui sont toutefois moins fréquents dans cette population ;

- son origine ethnique : selon des études états-uniennes, les Afro-Caraïbéens seraient plus touchés. Notons qu'il s'agit d'une population dans laquelle la prévalence de la cardiopathie hypertrophique est plus importante [7]. En Italie du Nord, en Vénétie, la fréquence des décès des jeunes sportifs ayant une CAVD est beaucoup plus importante qu'ailleurs [8] ;

- ses antécédents médicaux, tout particulièrement cardiovasculaires ;

- son entraînement : un sédentaire de plus de 35 ans qui entreprend un effort

très intense voit son risque de mort subite multiplié par 100, contre moins de 5 chez un sportif régulier [9] ;

- son comportement : ignorer l'apparition de symptômes (malaises, palpitations, dyspnée, douleurs thoraciques), ne pas s'hydrater pendant l'effort, pratiquer un sport pendant un syndrome grippal, fumer une cigarette après le sport sont autant de situations augmentant le risque de mort subite (**encadré 1**).

2. Le sport pratiqué

Les sports requérant des efforts prolongés et intenses sont les plus à risque [10]. Du point de vue épidémiologique, les pratiquants de la course à pied et du cyclisme sont les plus exposés au risque de mort subite, mais il y a un facteur confondant car ce sont aussi les sports les plus pratiqués par les seniors. Les sports sont désormais classifiés selon leur composante prédominante (adresse, puis-

L'étude RACE est une étude de cohorte prospective qui a analysé toutes les morts subites et événements vitaux pendant 10 ans sur 5 grandes courses à pied longue distance de la région parisienne (marathon de Paris, semi-marathons de Paris et de Boulogne, "20 km de Paris" et "Paris-Versailles") sur un total de plus d'un million de participants.

Ce registre témoigne de la rareté des événements mortels liés aux courses d'endurance : 36 accidents vitaux (3,4/100 000 coureurs) dont 18 mort subites (1,67 pour 100 000) et "seulement" 2 décès (moins de 1/500 000 coureurs) grâce aux premiers secours mis en œuvre immédiatement sur place. Avec 25 accidents, l'étiologie cardiologique était prépondérante (69 %) ; les 11 autres accidents étaient des hyperthermies malignes (plus fréquentes sur les courses où la température est élevée). La principale étiologie des morts subites était l'ischémie myocardique (11/18), due à une thrombose coronaire aiguë (6/11), une coronaropathie athéromateuse stable (2/11), une dissection coronaire (1/11), une anomalie de connexion (1/11) ou un pont myocardique majeur (1/11).

Un tiers des participants victimes d'événements cardiaques majeurs liés à l'ischémie présentaient des symptômes cliniques – majoritairement atypiques – avant la course ; certains avaient des épreuves d'effort préalables négatives. Les événements cardiaques majeurs étaient plus fréquents en cas d'indice de pollution élevé. Deux accidents, l'un ischémique avec une composante thrombotique majeure et l'autre un choc hypovolémique majeur sur hyperthermie maligne, sont liés à des comportements sportifs inadaptés, respectivement l'absence d'hydratation pendant la course pour l'un et l'engagement dans la course en fin de syndrome grippal pour l'autre.

Cette étude confirme qu'une meilleure information des coureurs sur le risque lié aux symptômes cliniques avant la course et à leur comportement durant la course pourrait réduire l'incidence des accidents graves. Elle conforte les organisateurs dans la nécessité de diffuser les messages de prévention, d'équiper les parcours de points d'aspersion quand il fait chaud et confirme la présence indispensable d'un service de santé sur les épreuves.

Encadré 1 : Les observations et les leçons de l'étude RACE Paris [13, 14].

Revue générale

sance, mixte et endurance) et l'intensité de l'exercice (faible, moyenne, élevée).

3. L'environnement

Les conditions extérieures contraignantes, telles que la compétition *versus* le sport-loisir, majorent le risque. Les températures extrêmes sont de plus responsables de décès par hyperthermie maligne ou hypothermie (imputée par exemple pour les 3 décès survenus lors du trail du Mercantour en juin 2009). Un rôle néfaste de la pollution atmosphérique est aussi suspecté.

À l'inverse, une mort subite du sportif survenant en la présence de témoins actifs appelant sur le champ les secours médicaux, entreprenant immédiatement un massage cardiaque et éventuellement utilisant un défibrillateur automatique, permet de récupérer un grand nombre de cas [11, 12].

Mesures préventives de la mort subite durant la pratique sportive

Comment réduire le risque de mort subite pendant le sport ? En connaissance des causes et des risques énumérés ci-dessus, trois acteurs principaux partagent la responsabilité de relever ce défi : le sportif, le médecin et l'encadrement sportif.

1. Le sportif

Pour guider le sportif, le Club des cardiologues du sport (CCS) a émis 10 règles d'une bonne pratique sportive (<https://www.clubcardiosport.com/10-regles-or>). Elles sont reprises ici avec leurs substrats physiopathologiques expliquant leur intérêt dans la prévention des accidents menant à la mort subite au cours de la pratique sportive (*fig. 1*).

● **Règles 1, 2 et 3** : "Quels que soient mon âge, mes niveaux d'entraînement et de performance, je signale à mon médecin :

Cœur et activité sportive :

Les 10 règles d'or
« Absolument, pas n'importe comment »

Recommandations édictées par le Club des Cardiologues du Sport

- Je signale à mon médecin toute douleur dans la poitrine ou tout essoufflement anormal survenant à l'effort*
- Je signale à mon médecin toute palpitation cardiaque survenant à l'effort ou juste après l'effort*
- Je signale à mon médecin tout malaise survenant à l'effort ou juste après l'effort*
- Je respecte toujours un échauffement et une récupération de 10 min lors de mes activités sportives
- Je bois 3 ou 4 gorgées d'eau toutes les 30 min d'exercice, à l'entraînement comme en compétition
- J'évite les activités intenses par des températures extérieures < - 5°C ou > + 30°C et lors des pics de pollution
- Je ne fume pas, en tout cas jamais dans les 2 heures qui précèdent ou suivent ma pratique sportive
- Je ne consomme jamais de substance dopante et j'évite l'automédication en général
- Je ne fais pas de sport intense si j'ai de la fièvre ni dans les 8 jours qui suivent un épisode grippal (fièvre + courbatures)
- Je pratique un bilan médical avant de reprendre une activité sportive intense (plus de 35 ans pour les hommes et plus de 45 ans pour les femmes)

* Quels que soient mon âge, mes niveaux d'entraînement et de performance ou les résultats d'un précédent bilan cardiologique.

www.clubcardiosport.com

Fig. 1.

performance, ou les résultats d'un précédent bilan cardiologique, je signale à mon médecin :

- toute douleur dans la poitrine ou tout essoufflement anormal survenant pendant l'effort ;
- toute palpitation cardiaque survenant à l'effort ou juste après ;
- tout malaise survenant à l'effort ou juste après. ”

Ces symptômes peuvent être le signe d'une pathologie cardiaque responsable de mort subite.

● **Règle 4** : "Je respecte toujours un échauffement et une récupération de 10 minutes lors de mes activités sportives."

La vasodilatation coronaire demande un certain temps à se mettre en place. Un

POINTS FORTS

- La survenue d'une mort subite durant la pratique sportive est rare.
- Les bienfaits de l'activité physique sont démontrés en population générale et chez les patients avec cardiopathie.
- Une stratégie de dépistage reposant sur un examen clinique minutieux et un électrocardiogramme avant la pratique sportive permet de diminuer le risque de mort subite chez les patients sans cardiopathie connue.
- Chez les patients ayant une cardiopathie, l'activité physique doit le plus souvent être encouragée mais la prise en charge doit être individualisée et adaptée.

arrêt brutal favorise la bradycardie, les malaises vagues et les arythmies.

● **Règle 5 :** “Je bois 3 à 4 gorgées d'eau toutes les 30 minutes d'exercice à l'entraînement comme en compétition.”

Pour éviter la déshydratation aiguë qui s'accompagne d'un risque d'hyperthermie et d'arythmie.

● **Règle 6 :** “J'évite les activités intenses par des températures extérieures inférieures à 5 °C et supérieures à 30 °C.”

Les températures extrêmes augmentent considérablement la sollicitation cardiaque.

● **Règle 7 :** “Je ne fume jamais 1 heure avant ni 2 heures après une pratique sportive.”

Ces pratiques favorisent les spasmes coronariens dans une période d'hypercoagulabilité.

● **Règle 8 :** “Je ne consomme pas de substance dopante et j'évite l'automédication en général.”

Sans commentaire !

● **Règle 9 :** “Je ne fais pas de sport intense si j'ai de la fièvre ni dans les 8 jours qui suivent un épisode grippal.”

L'agent viral éventuellement présent sur le myocarde favorise les arythmies mortelles à l'effort.

● **Règle 10 :** “Je pratique un bilan médical avant de reprendre une pratique sportive intense si j'ai plus de 35 ans pour les hommes et 45 ans pour les femmes.”

Le risque d'accident est beaucoup plus élevé lors des premières séances de reprise.

Enfin, comme tout citoyen, le sportif doit être un témoin actif en cas d'arrêt cardiorespiratoire : appeler les secours médicaux et réaliser un massage cardiaque externe.

2. Le médecin

Nous aborderons d'abord la situation du sujet à priori sain qui souhaite adhérer à un club de sport, participer à une compétition ou tout simplement reprendre le sport puis celle du patient ayant une cardiopathie et souhaitant pratiquer un sport.

Nous excluons ici la situation des sportifs professionnels ou de haut niveau qui bénéficient dans leurs fédérations d'un dépistage souvent approfondi adapté aux exigences de leur sport.

>>> Pour les sportifs amateurs sans pathologie connue, très nombreux (10 millions de licenciés sportifs, 2,5 millions de coureurs engagés sur les près de 3 500 courses longue distance hors stade annuelles, sans compter les sportifs de loisirs non affiliés et non compétiteurs), le choix de la stratégie de dépistage est complexe et écartelé entre deux extrêmes : un hyper-activisme probablement illusoire et une totale non-intervention.

L'efficacité d'une politique de prévention comprenant un examen clinique et un électrocardiogramme (ECG) de dépistage obligatoire a été démontrée par l'équipe italienne du professeur Corrado. Pratiquée chez tous les compétiteurs de moins de 35 ans, elle a permis de faire chuter le nombre de morts subites de 3,6/100 000 en 1979 à 0,4/100 000 en 2004 dans la région du Veneto en Italie. Deux bémols à ce magnifique résultat : au décours de ce screening, le nombre de sportifs interdits de sport a dépassé largement le nombre de décès prévenus et, dans cette étude (et dans cette région), la proportion de CAVD est beaucoup plus importante que dans la littérature [8].

En France, le certificat attestant l'absence de contre-indication à la pratique du sport (CACI) est obligatoire avant les compétitions et lors de l'inscription dans les clubs sportifs mais ses modalités de délivrance ne sont pas précisées. Dans l'objectif de diminuer le risque de mort subite pendant la pratique sportive, l'examen clinique habituel ne doit surtout pas omettre la recherche d'antécédents familiaux de mort subite et de symptômes typiques ou atypiques de la lignée cardiologique et la réalisation d'un ECG est indispensable. En effet, l'ECG permet de dépister 60 % des cardiopathies asymptomatiques contre 5 % pour l'examen clinique seul.

Quand tout est normal, faut-il aller plus loin ? Le débat est ouvert et bien décrit dans les recommandations états-uniennes (2017) et européennes (2020) [10, 15].

I Revues générales

En résumé, le plus souvent la réponse est non et le CACI peut raisonnablement être délivré. Mais au cas par cas, chez un homme de plus de 35 ans ou une femme de plus de 45 ans qui présente plusieurs facteurs de risque de maladie athéromateuse, et ce d'autant plus que le projet sportif est ambitieux, l'épreuve d'effort peut être proposée tout en étant bien conscient des limites de cet examen en termes de sensibilité dans cette population. L'indication du scanner cardiaque est à peine évoquée dans cette situation et il n'est en pratique pas recommandé de dépistage de masse de la cardiopathie ischémique.

La situation est totalement différente quand une anomalie est relevée par l'interrogatoire (symptôme suspect) ou l'ECG. Il faut alors sans hésiter pousser les investigations. En cas de suspicion de maladie coronarienne, soit l'anomalie est patente (notamment angor d'effort typique ou onde Q sur l'ECG) et la coronarographie s'impose, soit l'anomalie est discutable (symptôme atypique, ECG ambigu) et, en plus de l'épreuve d'effort, le scanner a là un intérêt pour pallier les faux négatifs de l'épreuve d'effort, non exceptionnels chez les sportifs.

>>> Pour les patients ayant une cardiopathie et voulant pratiquer un sport, dans pratiquement toutes les cardiopathies, la pratique d'une activité physique est bénéfique et vivement recommandée. C'est à nous cardiologues, au cas par cas, de déterminer le niveau d'effort maximal qu'il est souhaitable de ne pas outrepasser. Confortés par les recommandations états-unienues et européennes de ces dernières années, nous savons maintenant que bien des patients peuvent avoir une activité sportive de bon niveau, voire en compétition. Ce n'est pas l'objet de cet article de tout détailler, mais les messages les plus marquants sont les suivants :

- **Pour les patients avec coronaropathie** : si la revascularisation coronaire (par angioplastie ou par chirurgie) est

complète, la fraction d'éjection ventriculaire gauche supérieure à 50 %, le test d'ischémie négatif pour un effort maximal, l'absence de trouble rythmique confirmée et les facteurs de risque contrôlés, la reprise du sport – compétition comprise – est possible à de rares exceptions près [10, 16]. Le registre prospectif Stent Coronaire Activité Physique et Sport (SCAPS2) en cours, mené par le Club des cardiologues du sport, apportera des informations complémentaires très attendues sur le devenir des sportifs coronariens stentés (<https://www.clubcardiosport.com/documentation/divers/sport-stent-attendant-scaps-2>).

- **Les sportifs asymptomatiques avec des cardiopathies valvulaires modérées** peuvent majoritairement pratiquer tous les sports, compétitions incluses [10, 17].

- **Les sportifs présentant une péricardite ou une myocardite aiguë** doivent renoncer au sport tant que l'inflammation aiguë est présente. Au décours, en l'absence de séquelle, le sport peut être repris [10, 18].

- À l'exception des tachycardies supraventriculaires contrôlées par le traitement médical ou interventionnel, **les exercices physiques de haute intensité et la compétition sont à décourager pour beaucoup de cardiopathies rythmiques**. Le niveau d'intensité et le type d'activités physiques possibles seront déterminés par le rythmologue. Cependant, certaines – telle une tachycardie réciproque sur voie accessoire ablatée – permettent une reprise sportive sans arrière-pensée [10, 19-21].

- **Un pacemaker n'empêche pas la pratique sportive** (il faut éviter les chocs sur l'appareillage), c'est la cardiopathie sous-jacente qui dictera la conduite à tenir.

- **Pour les patients ayant un défibrillateur automatique implantable**, en plus des éventuelles limites à l'activité physique liées à la cardiopathie sous-jacente,

il faut évaluer la possibilité, malgré des réglages optimaux, de survenue de chocs inappropriés et les potentielles conséquences de brefs épisodes syncopaux.

- **Pour les cardiopathies congénitales** : contrairement aux croyances antérieures, il a été démontré que l'activité physique était bénéfique quelle que soit la cardiopathie. C'est l'analyse des fonctions ventriculaires, de la pression artérielle pulmonaire, d'une dilatation aortique, de la saturation artérielle en oxygène au repos et à l'effort et du risque rythmique qui permet au cardio-congénitaliste d'évaluer le niveau d'effort maximal possible. Ainsi, pour la communication interauriculaire *ostium secundum*, le canal artériel persistant et la communication interventriculaire, parmi les plus fréquentes des cardiopathies congénitales, il n'y a – sauf exception ou complication – aucune contre-indication à la pratique sportive, après correction percutanée ou chirurgicale. Il en est de même pour d'autres cardiopathies plus complexes bien réparées qui autorisent aussi parfois le sport au plus haut niveau [10, 22]. Ainsi Shaun White, opéré d'une tétralogie de Fallot, est un snowboarder triple champion olympique de *half pipe*! (<https://www.youtube.com/watch?v=he03dVkhLTM&t=54s>).

3. L'encadrement sportif

Il endosse une double responsabilité : en amont, celle de créer les conditions pour réduire au mieux le risque de survenue de mort subite et, en aval, quand survient un accident, celle d'avoir les moyens de le prendre en charge. Les précautions encouragées sont les suivantes :

>>> En amont

Il convient de diffuser dans les enceintes sportives les messages de prévention (affichage des 10 règles d'or du Club des cardiologues du sport, flyers...).

Lors des compétitions grand public, particulièrement les courses à pied longue

distance et les épreuves de cyclisme, il est capital de répéter ces messages, de prévoir des ravitaillements bien échelonnés et des points d'aspersion quand la température extérieure est élevée.

>>> En aval

Il faut avoir les moyens de prendre en charge un arrêt cardiorespiratoire. Malgré le meilleur dépistage imaginable, il persistera toujours des morts subites. Aussi faut-il :

- au-delà de l'activité sportive, apprendre à tous les citoyens la conduite à tenir devant un arrêt cardiorespiratoire : masser et appeler les secours ;
- équiper les enceintes sportives de défibrillateurs semi-automatiques, afficher clairement les secours à appeler ;
- sur les compétitions, avoir un service santé équipé des moyens pour prendre rapidement en charge un arrêt cardiorespiratoire.

■ Conclusion

Le risque de décès pendant une activité sportive est très faible, et bien inférieur à celui secondaire aux complications de la sédentarité. Dans la population sportive indemne d'antécédent pathologique, la difficulté est de détecter parmi une multitude les quelques individus susceptibles de présenter des accidents vitaux. La connaissance des causes – essentiellement cardiaques et hyperthermies malignes – et des circonstances favorisant ces morts subites permet au trio sportif-médecin-encadrement sportif une approche pragmatique pour réduire leur fréquence.

Chez les patients ayant une cardiopathie, la prise en charge doit être individualisée. L'activité physique n'est qu'exceptionnellement déconseillée mais son intensité doit être adaptée après évaluation par le cardiologue spécialiste. Dans de nombreuses situations le sport peut être repris à bon niveau, voire en compétition sans risque déraisonnable de mort subite.

BIBLIOGRAPHIE

1. STAMATAKIS E, STRAKER L, HAMER M *et al.* The 2018 Physical Activity Guidelines for Americans: What's New? Implications for Clinicians and the Public. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2019;49:487-490.
2. PIERCY KL, TROIANO RP, BALLARD RM *et al.* The Physical Activity Guidelines for Americans. *JAMA*, 2018;320:2020-2028.
3. LEE DC, PATE RR, LAVIE CJ *et al.* Leisure-time running reduces all-cause and cardiovascular mortality risk. *J Am Coll Cardiol*, 2014;64:472-481.
4. PEDRONO G, THELOT B, BELTZER N. Décès traumatiques en pratique sportive en France métropolitaine en 2017 et 2018. Résultats d'un recueil de données à partir des médias accessibles sur internet. Saint-Maurice : Santé publique France. 2020.
5. CHEVALIER L, HAJJAR M, DOUARD H *et al.* Sports-related acute cardiovascular events in a general population: a French prospective study. *Euro J Cardiovasc Prev Rehabil*, 2009;16:365-370.
6. MARON BJ, THOMPSON PD, ACKERMAN MJ *et al.* Recommendations and considerations related to preparticipation screening for cardiovascular abnormalities in competitive athletes: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism: endorsed by the American College of Cardiology Foundation. *Circulation*, 2007;115:1643-455.
7. MARON BJ, SHIRANI J, POLIAC LC *et al.* Sudden death in young competitive athletes. Clinical, demographic, and pathological profiles. *JAMA*, 1996;276:199-204.
8. CORRADO D, BASSO C, PAVEI A, MICHIELI P *et al.* Trends in sudden cardiovascular death in young competitive athletes after implementation of a preparticipation screening program. *JAMA*, 2006; 296:1593-1601.
9. ALBERT CM, MITTLEMAN MA, CHAE CU *et al.* Triggering of sudden death from cardiac causes by vigorous exertion. *New Engl J Med*, 2000;343:1355-1361.
10. PELLICCIA A, SHARMA S, GATI S *et al.* 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease. *Eur Heart J*, 2021;42:17-96.
11. BERDOWSKI J, DE BEUS MF, BLOM M *et al.* Exercise-related out-of-hospital cardiac arrest in the general population: incidence and prognosis. *Eur Heart J*, 2013; 34:3616-3623.
12. MARIJON E, BOUGOUIN W, CELERMAJER DS *et al.* Major regional disparities in outcomes after sudden cardiac arrest during sports. *Eur Heart J*, 2013;34:3632-3640.
13. GERARDIN B, COLLET JP, MUSTAFIC H *et al.* Registry on acute cardiovascular events during endurance running races: the prospective RACE Paris registry. *Eur Heart J*, 2016;37:2531-2541.
14. GERARDIN B, GUEDENEY P, BELLEMAIN-APPAIX A *et al.* Life-threatening and major cardiac events during long-distance races: updates from the prospective RACE PARIS registry with a systematic review and meta-analysis. *Eur J Prev Cardiol*, 2020;2047487320943001.
15. MARON BJ, ZIPES DP, KOVACS RJ. Eligibility and Disqualification Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities: Preamble, Principles, and General Considerations: A Scientific Statement From the American Heart Association and American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol*, 2015;66:2343-2349.
16. THOMPSON PD, MYERBURG RJ, LEVINE BD *et al.* Eligibility and Disqualification Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities: Task Force 8: Coronary Artery Disease: A Scientific Statement from the American Heart Association and American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol*, 2015;66:2406-2411.
17. BONOW RO, NISHIMURA RA, THOMPSON PD *et al.* Eligibility and Disqualification Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities: Task Force 5: Valvular Heart Disease: A Scientific Statement From the American Heart Association and American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol*, 2015;66:2385-2392.
18. ADLER Y, CHARRON P, IMAZIO M *et al.* 2015 ESC Guidelines for the diagnosis and management of pericardial diseases: The Task Force for the Diagnosis and Management of Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology (ESC) Endorsed by: The European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J*, 2015;36:2921-2964.
19. MARON BJ, UDELSON JE, BONOW RO *et al.* Eligibility and Disqualification Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities: Task Force 3: Hypertrophic Cardiomyopathy, Arrhythmogenic Right Ventricular Cardiomyopathy and Other Cardiomyopathies, and Myocarditis: A Scientific Statement From the

I Revues générales

- American Heart Association and American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol*, 2015;66:2362-2371.
20. ACKERMAN MJ, ZIPES DP, KOVACS RJ *et al.* Eligibility and Disqualification Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities: Task Force 10: The Cardiac Channelopathies: A Scientific Statement From the American Heart Association and American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol*, 2015; 66:2424-2428.
21. ZIPES DP, LINK MS, ACKERMAN MJ *et al.* Eligibility and Disqualification Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities: Task Force 9: Arrhythmias and Conduction Defects: A Scientific Statement From the American Heart Association and American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol*, 2015;66:2412-2423.
22. VANHAREGF, ACKERMANMJ, EVANGELISTAJK *et al.* Eligibility and Disqualification Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities: Task Force 4: Congenital Heart Disease: A Scientific Statement From the American Heart Association and American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol*, 2015;66:2372-2384.

Les auteurs ont déclaré ne pas avoir de conflits d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.