

Interprétation de l'électrocardiogramme de l'athlète

Recommandations 2017 pour le non-cardiologue

Drs PHILIPPE MEYER^a et VINCENT GABUS^b

Rev Med Suisse 2017; 13: 1318-23

L'électrocardiogramme (ECG) de repos est recommandé pour le dépistage de la mort subite d'origine cardiaque du jeune athlète. Cependant, l'interprétation de l'ECG de l'athlète nécessite une formation adéquate car il est parfois difficile de distinguer les modifications physiologiques provoquées par l'entraînement intensif des anomalies témoignant de pathologies sous-jacentes. En 2017, un consensus d'experts internationaux a établi des nouvelles recommandations claires et précises de l'interprétation de l'ECG de l'athlète. Cet article a pour but de guider le non-cardiologue selon ces nouvelles données, lui permettant ainsi d'effectuer un meilleur triage des anomalies nécessitant des examens complémentaires.

Electrocardiographic interpretation in athletes: 2017 recommendations for non-cardiologists

A resting electrocardiogram (ECG) is recommended for screening of sudden cardiac death in young athletes. However, ECG interpretation in athletes requires an adequate training because normal physiological training adaptations in athletes can sometimes be hardly distinguished from abnormal findings suggestive of underlying pathology. In 2017, a consensus of international experts established new recommendations for a clear and accurate interpretation of ECGs in athletes. This article aims to guide non-cardiologists according to these new data, allowing a better triage of anomalies requiring further investigations.

INTRODUCTION

Les bénéfices sur la santé d'une activité physique régulière sont bien établis. En Suisse, on assiste ces dernières décennies à une augmentation constante de l'activité sportive de la population, avec actuellement 44% des personnes âgées de 15 à 74 ans pratiquant un sport au minimum 3 heures par semaine, dont un quart font partie d'un club et participent régulièrement à des compétitions.¹ Les médecins du sport et de premier recours sont donc de plus en plus confrontés à ce type de patients chez qui ils sont amenés à effectuer des électrocardiogrammes (ECG), que ce soit en dépistage ou pour des raisons diagnostiques.

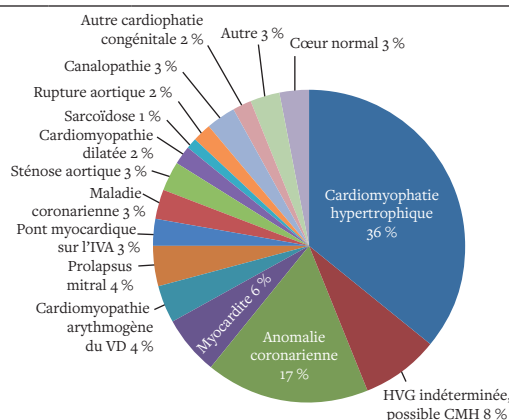
Le but de l'ECG de repos de dépistage est la prévention de la mort subite d'origine cardiaque (MSC) chez le jeune athlète (12 à 35 ans), événement dramatique, souvent très médiatisé

qui, bien que rare (incidence de 0,5 à 3/100 000/année), reste la première cause médicale de mortalité des athlètes pendant l'activité sportive.² Dans la grande majorité des cas, la cause de la MSC est une cardiopathie, le plus souvent héréditaire et ignorée jusque-là, dont la première étiologie est, selon les données issues des Etats-Unis, la cardiomyopathie hypertrophique (figure 1).³ Ainsi, l'activité physique ne représente ici qu'un facteur déclenchant, le plus souvent d'arythmies malignes, en présence d'une cardiopathie sous-jacente dont la plupart pourrait être détectée sur l'ECG de repos. En 2005, l'ECG de repos a donc été intégré dans l'algorithme de dépistage de la MSC chez le jeune athlète proposé par la Société européenne de cardiologie,⁴ ceci en complément d'une anamnèse personnelle et familiale ainsi que d'un examen clinique ciblé et minutieux. Cette stratégie de dépistage a maintenant été adoptée par la plupart des associations sportives internationales, telles que le Comité international olympique et la Fédération internationale de football amateur. En Suisse, l'ECG est effectué de routine lors des examens de dépistage organisé par la plupart des fédérations sportives pour les jeunes athlètes de compétition, sans toutefois qu'il n'existe de bases légales à ce sujet.

Cependant, l'intérêt de l'ECG de repos dans le dépistage de la MSC reste débattu, principalement en raison de son manque de spécificité qui générerait beaucoup de faux positifs, et du coût important que pourrait engendrer la recherche des car-

FIG 1 Causes de mort subite chez 1435 athlètes américains

HVG: hypertrophie ventriculaire gauche; CMH: cardiomyopathie hypertrophique; VD: ventricule droit; IVA: artère interventriculaire antérieure.



(Adaptée de réf. 11).

^a Service de cardiologie, HUG, 1211 Genève 14, ^b Service de cardiologie, Département de médecine interne, CHUV, 1011 Lausanne
philippe.meyer@hcuge.ch | vincent.gabus@chuv.ch

diopathies sous-jacentes. En Suisse, le coût d'un programme de dépistage incluant un ECG de repos a été évalué au Tessin sur 1070 jeunes athlètes parmi lesquels 67 ont dû effectuer des examens complémentaires et finalement 11 (1%) présentaient une anomalie cardiaque dont 4 (0,4%) avec un risque potentiel de MSC.⁵ Le coût global du dépistage s'élevait à CHF 157 464, soit CHF 147 par athlète et CHF 14 315 par anomalie trouvée, ce qui semble raisonnable dans notre système de santé actuel. Quant au problème de la spécificité de l'ECG, il est notamment lié au fait que les athlètes présentent des adaptations cardiaques à l'entraînement intensif, regroupées sous le terme de « cœur d'athlète » qui rendent parfois floue la distinction entre modifications physiologiques et pathologiques.

Pour tenir compte de ces difficultés, il était indispensable d'établir des critères d'interprétation de l'ECG précis et spécifiques à cette population. En 2010, la Société européenne de cardiologie a publié des recommandations d'interprétation de l'ECG de l'athlète⁶ qui ont été suivies successivement par deux consensus internationaux en 2013⁷ et en 2014⁸ permettant d'en affiner la spécificité des critères. Finalement, de nouvelles recommandations internationales viennent d'être publiées en 2017,⁹ présentant de manière simple, claire et complète l'état des connaissances actuelles, constituant ainsi un excellent guide d'interprétation pour les médecins du sport et de premier recours. Ce consensus d'experts classe les constatations retrouvées sur l'ECG de l'athlète en trois groupes: 1) constatations normales, 2) constatations limites et 3) constatations anormales (figure 2).

CONSTATATIONS NORMALES SUR L'ECG DE L'ATHLÈTE

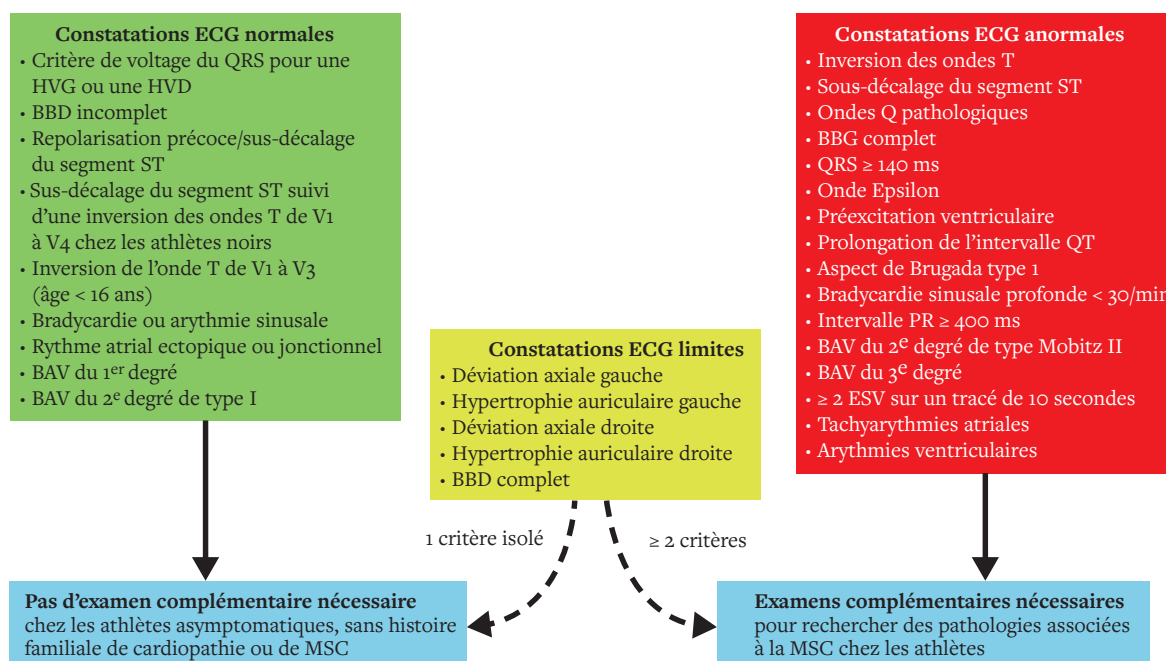
La pratique régulière et à long terme d'une activité physique intensive (au minimum 4 heures par semaine) est associée à des manifestations électriques sur l'ECG de repos qui sont le reflet d'une part de l'augmentation du tonus vagal et d'autre part de la dilatation et/ou de l'hypertrophie des cavités cardiaques. Ces constatations doivent être considérées comme des adaptations physiologiques à l'entraînement et ne nécessitent pas d'examen complémentaire chez un athlète asymptotique, en l'absence d'anamnèse familiale positive pour une cardiopathie ou une MSC et d'un examen clinique normal (figure 2). Ces modifications physiologiques, détaillées ci-dessous, doivent être bien reconnues par le non-cardiologue afin d'éviter des consultations spécialisées inutiles.

L'index de Sokolow-Lyon (somme de l'onde S en V1 et de l'onde R la plus ample en V5 ou V6 > 3,5 mV ou 35 mm) est le critère électrique d'hypertrophie ventriculaire gauche recommandé, mal corrélé à la présence réelle d'une hypertrophie structurelle et dont la prévalence s'élève jusqu'à 64% chez les athlètes. En l'absence d'autres anomalies, en particulier du segment ST, de la repolarisation ou encore d'ondes Q, il ne nécessite aucune investigation complémentaire. De même, le critère électrique isolé d'hypertrophie ventriculaire droite défini par l'index de Sokolow-Lyon (somme de l'onde R en V1 et de l'onde S la plus ample en V5 ou V6 > 1,1 mV) doit être considéré comme physiologique. La présence d'un bloc de branche droit incomplet, défini comme un aspect de bloc de

FIG 2 Critères de consensus internationaux de l'interprétation de l'ECG chez l'athlète

Voir aussi le tableau 1 pour les détails concernant les constatations limites et anormales.

BAV: bloc atrioventriculaire ; BBD: bloc de branche droit ; BBG: bloc de branche gauche ; HVD: hypertrophie ventriculaire droite ; HVG: hypertrophie ventriculaire gauche ; MSC: mort subite d'origine cardiaque.



(Adaptée de réf. 9).

branche droit avec un QRS < 120 ms (cf. cas 2) est le reflet du remodelage ventriculaire droit et ne nécessite pas d'examen complémentaire.

La repolarisation précoce, définie comme un sus-décalage $\geq 0,1$ mV (1 mm) de la jonction QRS-ST (point J) dans au moins deux dérivations contiguës inférieures (II, III, aVF) ou latérales (I, aVL, V4-V6) est un motif fréquent de demande d'avis spécialisé par le médecin de premier recours. En effet, c'est une constatation fréquente (jusqu'à 45% des athlètes blancs et 91% des athlètes noirs) qui peut se présenter sous la forme d'un empâtement (*slurring*) ou d'une encoche (*notch*) du point J et qui a été associée dans certaines études à un risque de fibrillation ventriculaire.¹⁰ Pourtant, chez l'athlète asymptomatique, la repolarisation précoce sous toutes ses formes doit être considérée comme physiologique, en l'absence d'autres anomalies. Il faut noter que la repolarisation précoce chez les athlètes noirs peut se présenter sous une forme particulière de sus-décalage du segment ST dans les dérivations antérieures, associée à une inversion des ondes T de V1 à V4 qui doivent être considérées comme physiologiques. Toutefois, il est important de mentionner qu'en l'absence de sus-décalage, l'inversion des ondes T de V1 à V4 est anormale, de même que l'extension de l'inversion des ondes T au-delà de V4 (V5 et/ou V6). Les athlètes adolescents, âgés de moins de

16 ans, font exception à cette règle puisqu'une inversion des ondes T de V1 à V3 doit être considérée comme physiologique à cet âge.

Toute une série de modifications de l'ECG de repos témoignant de l'augmentation du tonus vagal peuvent être rencontrées de manière physiologique chez l'athlète dont notamment: la bradycardie sinusale ≥ 30 /min, l'arythmie sinusale (variations physiologiques de la fréquence sinusale avec la respiration), les rythmes d'échappement jonctionnel ou atrial qui peuvent prendre le relais d'un rythme sinusal très lent, le bloc atrioventriculaire du 1^{er} degré (intervalle PR > 200 ms < 400 ms) et finalement le bloc atrioventriculaire du 2^e degré de type I (Wenckebach). En cas de doute, la normalisation de l'ECG à l'effort permet de confirmer leur caractère bénin.

CONSTATATIONS LIMITES SUR L'ECG DE L'ATHLÈTE

Plusieurs modifications de l'ECG, considérées comme pathologiques dans les premières recommandations d'interprétation, ont maintenant été classées dans la catégorie «constatations limites» et sont listées dans la **figure 2** et détaillées dans le **tableau 1**. Elles pourraient en effet partiellement témoigner des adaptations structurelles observées

TABLEAU 1		Constatations ECG anormales et limites chez l'athlète
Constatations anormales		
Anomalie de l'ECG	Définition	
Inversion des ondes T	≥ 1 mm de profondeur dans ≥ 2 dérivations contiguës (excluant aVR, III et V1)	
• Antérieur	V2-V4 (excluant adolescents <16 ans et repolarisation chez l'athlète noir)	
• Latéral	I et aVL, V5 et/ou V6 (V5 ou V6 isolément suffit)	
• Inféro-latéral	II, aVF, V5-V6, I et aVL	
• Inférieur	II, aVF	
Sous-décalage du segment ST	$\geq 0,5$ mm de profondeur dans ≥ 2 dérivations contiguës	
Ondes Q pathologiques	Rapport Q/R $\geq 0,25$ ou ≥ 40 ms de durée dans ≥ 2 dérivations contiguës (excluant III et aVR)	
Bloc de branche gauche complet	QRS ≥ 120 ms, QRS principalement négatif en V1 (QS ou rS) et aspect en encoche ou empâté de l'onde R en I et V6	
Retard profond non spécifique de la conduction intraventriculaire	Toute durée du QRS ≥ 140 ms	
Onde Epsilon	Signal distinct de basse amplitude (petite déflexion positive ou encoche) entre la fin du QRS et le début de l'onde T en V1-V3	
Préexcitation ventriculaire	Intervalle PR < 120 ms avec onde delta (ascension empâtée dans le QRS) et QRS ≥ 120 ms	
Intervalle QT prolongé	QTc ≥ 470 ms (homme), QTc ≥ 480 ms (femme), QTc ≥ 500 ms (prolongation marquée)	
Aspect de Brugada type I	«Aspect en dôme»: sus-décalage ST initial ≥ 2 mm avec ST descendant suivi d'une onde T négative et symétrique dans au moins une dérivation V1-V3	
Bradycardie sinusale profonde	< 30/min or pauses sinusales ≥ 3 secondes	
Bloc atrioventriculaire du 1 ^{er} degré profond	PR ≥ 400 ms	
Bloc atrioventriculaire du 2 ^e degré de type Mobitz II	Ondes P non conduites de manière intermittente avec un intervalle PR fixe	
Bloc atrioventriculaire du 3 ^e degré	Bloc atrioventriculaire complet	
Tachyrythmies atriales	Tachycardie supraventriculaire, fibrillation atriale, flutter atrial	
Extrasystoles ventriculaires	≥ 2 ESV par tracé de 10 secondes	
Arythmies ventriculaires	Doublets, triplets et tachycardie ventriculaire non soutenue	
Constatations limites		
Anomalie de l'ECG	Définition	
Déviations axiales gauches	-30° à -90°	
Hypertrophie auriculaire gauche	Durée prolongée de l'onde P > 120 ms en I ou II avec portion négative de l'onde P ≥ 1 mm de profondeur et ≥ 40 ms de durée en V1	
Déviations axiales droites	> 120°	
Hypertrophie auriculaire droite	Onde P $\geq 2,5$ mm en II, III ou aVF	
Bloc de branche droite complet	Aspect rSR' en V1 et onde S plus large que onde R en V6 avec durée QRS ≥ 120 ms	

chez les athlètes. En présence d'une seule de ces constatations, aucun examen complémentaire n'est nécessaire. En revanche, si deux constatations limitées ou plus sont présentes, des investigations complémentaires doivent être effectuées, comme en présence d'une ou plusieurs constatations anormales.

CONSTATATIONS ANORMALES SUR L'ECG DE L'ATHLÈTE

Ces anomalies listées dans la **figure 2** et détaillées dans le **tableau 1** ne sont pas associées à des adaptations cardiaques physiologiques consécutives à un entraînement intensif. Elles nécessitent une évaluation plus approfondie afin d'écartier une cardiopathie sous-jacente pouvant être responsable d'une MSC. La description détaillée de ces anomalies et du type d'examen complémentaires à considérer selon les cas est du ressort du cardiologue avec une expérience en cardiologie du sport et sort du cadre de cet article. L'inversion des ondes T est l'anomalie électrique retrouvée le plus fréquemment en cas de cardiomyopathie. Son interprétation nécessite un certain entraînement. Les trois cas cliniques ci-après sont justement axés sur l'interprétation de l'inversion des ondes T.

Cas N°1

Jeune joueur de water-polo de 15 ans évoluant au meilleur niveau national, parfaitement asymptomatique, de mère suisse et de père sud-américain. Anamnèse familiale vierge et examen clinique normal. Adressé par un médecin du sport en raison d'un ECG de préparticipation anormal (**figure 3**). Une inversion des ondes T est présente dans les dérivations inférieures (II et aVF) et antéro-latérales (V3 à V6).

Question: Quelles investigations proposer?

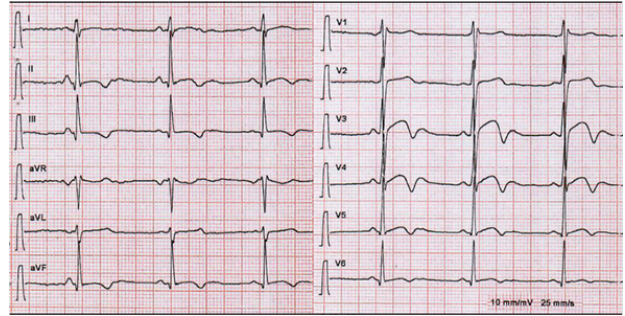
Réponse : L'inversion des ondes T est clairement anormale car elle s'étend au-delà de V₃ (< 16 ans) dans les dérivations précordiales et touche également les dérivations inférieures. Cela peut être un signe de cardiomyopathie de différents types (hypertrophique, dilatée, de type non-compaction) ou encore de séquelles de myocardite. L'échocardiographie transthoracique doit être complétée par une IRM cardiaque qui est beaucoup plus performante dans la détection notamment de formes apicales de cardiomyopathie hypertrophique. Les deux examens se sont révélés parfaitement normaux.

Question: Peut-on arrêter le suivi?

Réponse: Non, il est impératif de maintenir un suivi annuel tout au long de la carrière de ce sportif, car les anomalies électrocardiographiques peuvent précéder l'apparition des anomalies structurelles cardiaques sur les examens d'imagerie. Il n'y a en revanche pas de contre-indication à poursuivre l'activité sportive de compétition.

FIG 3 ECG 12 dérivations du cas n° 1

Tracé montrant un bloc de branche droit incomplet ainsi qu'une inversion des ondes T dans les dérivations inférieures (II et aVF) et antéro-latérales (V3-V6).



Cas N°2

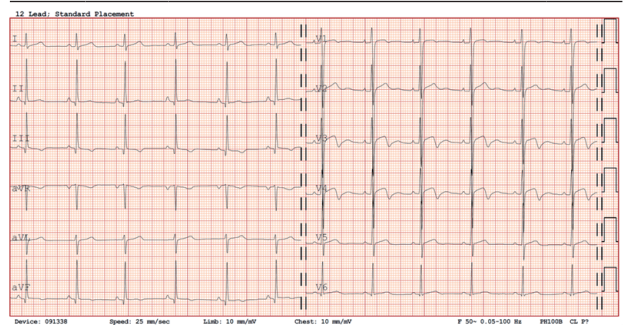
Judoka d'origine sénégalaise de 19 ans, en stage d'entraînement en Suisse, asymptomatique, sans histoire familiale de cardiopathie ou de MSC. Examen clinique normal. Adressé par un médecin du sport en raison d'un ECG de dépistage douteux (**figure 4**) qui montre des sus-décalages concaves du segment ST dans les dérivations V₃-V₄ associés à des ondes T négatives dans le même territoire.

Question: Quelles investigations proposer?

Réponse: Aucune. En effet, il s'agit d'un aspect de repolarisation typique de l'athlète noir.

FIG 4 ECG 12 dérivations du cas n°2

Tracé montrant des critères électriques d'hypertrophie ventriculaire gauche (index de Sokolow-Lyon à 50 mm) ainsi qu'un sus-décalage du segment ST convexe associé à une inversion des ondes T dans les dérivations V₃ et V₄.



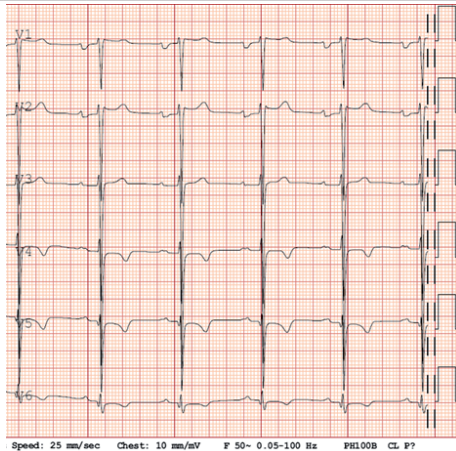
Cas N°3

Joueur de hockey senior de 34 ans, s'entraînant 3 fois par semaine et participant encore régulièrement à des matches, sans aucun symptôme cardiovasculaire. Anamnèse familiale négative. Examen clinique normal. Il est adressé par un médecin du sport en raison d'un ECG anormal (**figure 5**) sur lequel on note en particulier des ondes T négatives clairement anormales dans les dérivations latérales (V₄-V₆). L'échocardiographie montre

FIG 5

**ECG dérivations précordiales
du cas n° 3**

Tracé montrant un bloc atrio-ventriculaire du 1^{er} degré et une inversion des ondes T de V4 à V6.



une cardiomyopathie hypertrophique non obstructive avec un épaississement important du septum interventriculaire à 22 mm. Le test d'effort et le Holter sont parfaitement normaux.

Question: Que faut-il recommander à cet homme concernant son activité sportive?

Réponse: L'activité sportive de compétition doit être évitée en présence d'une cardiomyopathie hypertrophique en raison des risques de MSC.

CONCLUSION

L'ECG de repos est recommandé dans le dépistage de la MSC du jeune athlète par la Société européenne de cardiologie re-

layée par la majorité des associations médicales et sportives internationales. Cependant, l'interprétation correcte de l'ECG de l'athlète n'est pas facile, en raison notamment des adaptations physiologiques à l'entraînement intensif présentes dans cette population. Sur la base de nombreuses données collectées ces dernières années dans ce domaine, des nouvelles recommandations internationales d'interprétation de l'ECG d'athlète ont été publiées en 2017. Elles constituent un guide clair et précis d'interprétation, très utile notamment pour les médecins du sport et de premier recours, souvent en première ligne de l'évaluation des athlètes. Toutefois, le contact privilégié avec un cardiologue de référence expérimenté en cardiologie du sport reste indispensable dans la prise en charge globale des athlètes.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêts en relation avec cet article.

IMPLICATIONS PRATIQUES

- La mort subite de l'athlète est un événement rare, généralement causé par une cardiopathie sous-jacente silencieuse qui constitue un substrat potentiel d'arythmies malignes déclenchées par l'activité physique intensive
- La plupart des associations médicales et sportives internationales recommandent l'ECG de repos dans la stratégie de dépistage de la mort subite de l'athlète
- L'interprétation de l'ECG de l'athlète nécessite un apprentissage, car il est difficile dans cette population de différencier les adaptations physiologiques liées à l'entraînement intensif des anomalies pouvant révéler une cardiopathie
- Les nouvelles recommandations internationales de l'interprétation de l'ECG de l'athlète publiées en 2017 fournissent un guide clair et précis à l'usage également des non-cardiologues

1 Lamprecht M, Fischer A, Stamm HP. Sport suisse 2014: Activité et consommation sportives de la population suisse. Macolin: Office fédéral du sport OFSPO, 2014.

2 Harmon KG, Asif IM, Klossner D, Drezner JA. Incidence of sudden cardiac death in national collegiate athletic association athletes. *Circulation* 2011;123:1594-600.

3 Maron BJ, Doerer JJ, Haas TS, Tierney DM, Mueller FO. Sudden deaths in young competitive athletes: Analysis of 1866 deaths in the united states, 1980-2006. *Circulation* 2009;119:1085-92.

4 Corrado D, Pelliccia A, Bjornstad HH, et al. Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes

for prevention of sudden death: Proposal for a common european protocol. Consensus statement of the study group of sport cardiology of the working group of cardiac rehabilitation and exercise physiology and the working group of myocardial and pericardial diseases of the european society of cardiology. *Eur Heart J* 2005;26:516-24.

5 * Menafoglio A, Di Valentino M, Segatto JM, et al. Costs and yield of a 15-month preparticipation cardiovascular examination with ecg in 1070 young athletes in switzerland: Implications for routine ecg screening. *Br J Sports Med* 2014;48:1157-1.

6 Corrado D, Pelliccia A, Heidbuchel H, et al. Recommendations for interpreta-

tion of 12-lead electrocardiogram in the athlete. *Eur Heart J* 2010;31:243-59.

7 Drezner JA, Ackerman MJ, Anderson J, et al. Electrocardiographic interpretation in athletes: The 'seattle criteria'. *Br J Sports Med* 2013;47:122-4.

8 Sheikh N, Papadakis M, Ghani S, et al. Comparison of electrocardiographic criteria for the detection of cardiac abnormalities in elite black and white athletes. *Circulation* 2014;129:1637-49.

9 ** Sharma S, Drezner JA, Baggish A, et al. International recommendations for electrocardiographic interpretation in athletes. *Eur Heart J* 2017, epub ahead of print.

10 Haissaguerre M, Derval N, Sacher F, et al. Sudden cardiac arrest associated with

early repolarization. *N Engl J Med* 2008;358:2016-23.

11 Maron B, 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;115:1643-55.

* à lire
** à lire absolument