

# Prévalence des anomalies électrocardiographique chez l'athlète Tunisien en suivant les critères modernes de dépistage

## Prevalence of electrocardiographic abnormalities in Tunisian athletes according to modern screening criteria

Mariem Dghim<sup>1,2</sup>, Selim Boudiche<sup>1,2</sup>, Manel Ben Halima<sup>1,2</sup>, Saida Ayechi<sup>3</sup>, Donia Koubaa<sup>3</sup>, Fathia Meghæith<sup>1,2</sup>, Sana Ouali<sup>1,2</sup>.

1 : Service des Explorations Fonctionnelles et de Réanimation Cardiologique, Hôpital La Rabta, Tunis, Tunisie.

2 : Université Tunis El Manar, Faculté de médecine de Tunis, 1007, Tunis, Tunisie

3 : Centre médico sportif d'El Menzah

### Résumé

**Introduction :** Au cours de la visite de non contre-indication au sport de compétition, la distinction entre une adaptation cardiaque physiologique à l'entraînement physique d'une cardiomyopathie héréditaire à risque de mort subite est un véritable défi pour le médecin. Des efforts récents ont porté sur l'amélioration de la rentabilité de l'électrocardiogramme (ECG) chez les athlètes.

**Objectifs :** Analyser les ECG des athlètes tunisiens, selon les recommandations de la société européenne de cardiologie (ESC), les critères Seattle et les critères redéfinis, et de comparer la performance de ces différents critères d'interprétation électrocardiographiques au sein de cette population.

**Méthodes :** Il s'agit d'une étude rétrospective incluant 327 athlètes tunisiens de haut niveau durant les années 2008-2009 recrutés au cours de la visite de non contre-indication de la pratique sportive de sport de compétition au centre médico sportif d'ELMENZEH. Tous nos athlètes ont bénéficié d'un examen clinique minutieux et d'un ECG 12 dérivations de repos. Chaque ECG d'athlète a été analysé selon les trois critères d'analyse des ECG.

**Résultats :** L'âge moyen de nos athlètes était de 17.6 ans  $\pm$  2.6 ans avec une nette prédominance masculine (72%). L'ECG était strictement normal chez 32 % des athlètes. Des anomalies électriques dites physiologiques selon les critères de l'ESC ont été retrouvés chez 80% des athlètes. Les critères redéfinis appliqués à notre série ont réduit le nombre d'ECG anormaux à 3,6% pour la cohorte totale d'athlètes. Ce taux était considérablement plus important en utilisant les critères ESC (32%) et les anciens critères de Seattle (12.8%).

**Conclusion :** Les critères redéfinis ont été associés à une réduction significative du nombre d'ECG anormaux d'où l'intérêt de leur utilisation lors du dépistage chez les sportifs au cours de la visite de non contre-indication à la pratique sportive

### Mots-clés

Athlète –  
Electrocardiogramme –  
Cardiologie de Sport

### Summary

**Introduction :** During the non-contraindication visit to competitive sport, the distinction between physiological cardiac adaptation to physical training of hereditary cardiomyopathy at risk of sudden death is a real challenge for the physician. Recent efforts have focused on improving the cost-effectiveness of electrocardiogram (ECG) in athletes.

**Objectives:** To analyze the ECGs of Tunisian athletes, according to the recommendations of the European Society of Cardiology (ESC), the Seattle criteria and the redefined criteria, and to compare the performance of these different electrocardiographic interpretation criteria to the within this population.

**Methods:** This is a retrospective study involving 327 high-level Tunisian athletes during the years 2008-2009 recruited during the non-contraindication visit of the sport of competitive sports practice at the ELMENZEH Sports Medicine Center. All our athletes received a thorough clinical examination and a 12-lead resting ECG. Each athlete's ECG was analyzed according to the three criteria for ECG analysis.

**Results:** The average age of our athletes was 17.6 years  $\pm$  2.6 years with a clear male predominance (72%). ECG was strictly normal in 32% of athletes. Electrical abnormalities, known as physiological criteria according to ESC, were found in 80% of athletes. The redefined criteria applied to our series reduced the number of abnormal ECGs to 3.6% for the total cohort of athletes. This rate was considerably higher using the ESC criteria (32%) and the old Seattle criteria (12.8%).

**Conclusion :** The redefined criteria have been associated with a significant reduction in the number of abnormal ECGs, hence the interest of their use during the screening of athletes during the non-contraindication visit to sports practice.

### Keywords

Athlete - Electrocardiogram -  
Sport Cardiology

### Correspondance

Dr Mariem Dghim

Service des Explorations Fonctionnelles et de Réanimation Cardiologique, Hôpital La Rabta, Tunis, Tunisie.

email : dghimmeriem@yahoo.com

Cardiologie Tunisienne - Volume 14 N°04 - 4<sup>e</sup> Trimestre 2018 - 330-339

## INTRODUCTION

La pratique de l'activité sportive est considérée comme bénéfique pour la santé et le bien-être de l'individu (1). Le risque accru de mort subite chez les adolescents et les jeunes adultes pratiquant les sports de compétition, est bien connu (2-4).

La principale cause de cette mortalité est une maladie cardiaque sous-jacente dans presque 90% des cas (5), se compliquant d'une mort subite lors d'un exercice physique intensif. Ainsi le dépistage d'éventuelles anomalies cardiovasculaires est crucial pour la prévention de la mort subite chez l'athlète.

Par ailleurs une activité sportive intense et régulière peut être responsable de modifications structurales et fonctionnelles du cœur chez le sportif, nommées le « cœur d'athlète ».

Au cours de la visite de non contre-indication au sport de compétition, la distinction entre une adaptation cardiaque physiologique à l'entraînement physique, d'une cardiomyopathie héréditaire à risque de mort subite est un véritable défi pour le médecin. En effet, l'activité sportive intensive et régulière est souvent associée à des modifications électriques intéressant le segment ST et l'onde T pouvant parfois faire évoquer une cardiomyopathie.

Bien que la rentabilité de l'électrocardiogramme (ECG) pour prévenir une mort subite chez le sportif est encore débattue (6,7). La société Européenne de cardiologie (ESC), en 2010, a émis des recommandations afin de codifier l'interprétation de l'ECG d'athlète. Ceci a permis une analyse électrique rigoureuse permettant d'identifier les athlètes à risque de mort subite.

Cependant, certaines ethnies, en particulier les sportifs d'origine africaine, présentent des modifications électriques physiologiques fréquentes et selon ces recommandations ESC, 30 à 40 % seraient ainsi inaptes (8,9)

Ainsi, un consensus d'expert en 2013 a émis « the Seattle Criteria » pour réduire le nombre de faux positifs, et mieux spécifier les anomalies électriques vraisemblablement en rapport avec une cardiomyopathie (10). Plus récemment, en 2014, de nouvelles recommandations intitulées « Refined Criteria » ou « critères redéfinis » ont été élaborées avec une meilleure spécificité et sensibilité. (11)

Tous ces critères d'interprétation électrique soulignent l'importance de l'analyse fine et méticuleuse de l'ECG de l'athlète, afin de ne pas méconnaître une cardiomyopathie et ne pas aussi sanctionner abusivement la carrière professionnelle du sportif. L'évaluation de la performance et la comparaison de ces différentes recommandations n'ont pas été étudiées au sein d'une population tunisienne d'athlètes.

Les objectifs de notre travail ont été d'analyser les ECG

de 327 athlètes tunisiens, selon les recommandations et les consensus décrits ci-dessus et de comparer la performance de ces différents critères d'interprétation électriques au sein de cette population.

## MÉTHODES

Il s'agit d'une étude rétrospective, transversale, descriptive, ayant inclus 327 sportifs de haut niveau, suivis au Centre Sportif National de la Médecine et des sciences du Sport d' EL MENZAH, durant un période de deux ans (2008 - 2009).

L'interrogatoire et l'examen clinique des athlètes ont été réalisés par les médecins titulaires du centre. Un ECG de surface 12 dériviations de repos a été mené chez tous les athlètes. Les ECG ont été ensuite analysés selon les recommandations de l'ESC 2010, selon le consensus « the Seattle Criteria » et « Refined criteria ».

L'évaluation de la performance et la comparaison de ces différentes recommandations sont étudiées au sein de cette population tunisienne d'athlètes. Les recommandations de la Société européenne de cardiologie de 2010 (ESC) pour l'interprétation de l'ECG chez les athlètes ont tenté de faciliter la différenciation les anomalies physiologiques ou adaptatives de l'ECG de celles considérées comme pathologiques car elles peuvent indiquer la présence d'une cardiopathie sous-jacente (12). Nous distinguons aussi les anciens critères de Seattle (the Seattle Criteria) publié en 2012 et les critères raffinés « Refined criteria » publiés en 2014.

1. Les modifications électriques chez l'athlète de haut niveau selon les critères de l'ESC :

Les modifications ECG physiologiques et pathologiques selon les critères de l'ESC sont réunies dans le tableau 1

**Tableau 1** : Modifications électriques physiologiques et pathologiques chez l'athlète de haut niveau selon les critères de l'ESC

Modifications électriques physiologiques chez l'athlète de haut niveau
Bradycardie sinusale < 60 bpm
BAV du 1er degré > 0,2 s
Bloc de branche droit incomplet
Repolarisation précoce (un sus décalage du segment ST concave vers le haut de plus de 1 mm dans plus de deux dériviations adjacentes en particulier V3 – V4)
L'augmentation isolée du voltage des complexes QRS
Modifications électriques pathologiques chez l'athlète de haut niveau
*Inversion de l'onde T * Pré excitation ventriculaire
*Sous décalage du segment ST *Bloc de branche gauche ou droit complet
*Onde Q pathologique *Intervalle QT long > 440 ms chez les hommes
*Dilatation auriculaire droite ou gauche *Intervalle QT long > 460 ms chez les femmes
*Déviation axiale gauche ou HBA * Intervalle QT court <380 ms
*Déviation axiale droite ou HBPG * Aspect électrique du Syndrome du BRUGADA
*Hypertrophie ventriculaire droite *Arythmies auriculaires ou ventriculaires

## 2. Les modifications électriques chez l'athlète de haut niveau selon les anciens critères de SEATTLE (Tableau 2):

**Tableau 2 :** Les modifications électriques pathologiques chez l'athlète de haut niveau selon les anciens critères de SEATTLE

Modifications électriques pathologiques chez l'athlète de haut niveau
* Inversion des ondes T * Pré excitation ventriculaire
*Sous décalage du segment ST * Intervalle QT long > 470 ms chez les hommes
*Onde Q pathologique * Intervalle QT long > 480 ms chez les femmes
*BBGC * Intervalle QT court <320 ms
*Retard de conduction intraventriculaire * Aspect électrique du Syndrome du BRUGADA
*Déviation axiale gauche *Bradycardie sinusale profonde <30 bpm
*Dilatation auriculaire gauche *Tachycardie supraventriculaire
*Dilatation auriculaire droite * Extrasystoles ventriculaires
*Hypertrophie ventriculaire droite *Arythmies ventriculaire

Les critères diagnostiques de SEATTLE de l'ECG pathologique chez l'athlète sont parus en février 2012 et sont les suivant :

- Inversion des ondes T : > 1 mm de profondeur en deux ou plusieurs dérivations : V2-V6 (chez le sportif de race noir de V4-V6), DII Et aVF, ou DI et aVL (DIII, aVR et V1 sont exclues)
- Dépression du segment ST :  $\geq 0,5$  mm en profondeur en deux ou plusieurs dérivations.
- Onde Q pathologique : > 3 mm de profondeur ou > 40 ms en durée dans deux ou plusieurs dérivations (à l'exception de III et aVR).
- Bloc de branche gauche complet : QRS  $\geq 120$  ms, QRS à prédominance négative enV1 (QS ou rS) et Onde R

monophasique dans les dérivations I et V6.

- Retard de conduction intraventriculaire définit par une durée du QRS  $\geq 140$  ms.
  - Déviation axiale gauche : axe cardiaque entre  $-30^\circ$  à  $-90^\circ$ .
  - Hypertrophie auriculaire gauche définit par une durée prolongée de l'onde P > 120 ms dans les dérivations DI Ou DII avec une partie négative de l'onde P  $\geq 1$  mm en profondeur et  $\geq 40$  ms en longueur en V1.
  - Hypertrophie auriculaire droite : une onde P sinusale ample en DII-DIII dont l'amplitude est > 2,5 mm.
  - Hypertrophie ventriculaire droite : R-V1 + S-V5 > 10,5 mm ET écart de l'axe droit >  $120^\circ$ .
  - Une pré excitation ventriculaire : Intervalle PR <120 ms avec une onde delta et QRS large (> 120 ms).
  - Intervalle QTc long > 470 ms chez les hommes
  - Intervalle QTc long > 480 ms chez les femmes
  - Intervalle QT court <320 ms
  - Aspect électrique du Syndrome du BRUGADA : sus décalage décroissant du segment ST suivi d'une onde T négative  $\geq 2$  dérivations de V1-V3.
  - Bradycardie sinusale profonde <30 bpm :
  - Tachycardie supraventriculaire : Tachycardie supraventriculaire, fibrillation auriculaire, Flutter auriculaire.
  - Extrasystoles ventriculaires : > 2 ESV sur un enregistrement de 10s.
  - Arythmies ventriculaire : doublets ou triplets d'ESV ou tachycardie ventriculaire non soutenue (TVNS).
3. Les modifications électriques chez l'athlète de haut niveau selon les critères redéfinis de SEATTLE :  
Ces nouveaux critères sont résumés dans le *Tableau n°3*.

**Tableau 3 :** Les modifications électriques chez l'athlète de haut niveau selon les critères redéfinis de SEATTLE

Les variantes normales liées à l'entraînement	Variante limites	Changements indépendants de l'entraînement
ne justifient pas une Enquête chez les athlètes asymptomatiques sans Histoire familiale ou constatations physiques anormales	justifient une Enquête si deux ou plus critères sont présents	justifiant une enquête
*Bradycardie sinusale	*Hypertrophie de l'oreillette gauche	*Dépression du segment ST
*BAV premier degré	*Hypertrophie de l'oreillette droite	*Ondes Q pathologiques
*BBD incomplet	*Déviation axiale gauche	*Pré-excitation ventriculaire
*La repolarisation précoce	*Déviation axiale droite	*Inversion des ondes T au-delà de V1 chez les athlètes blancs et au-delà V4 chez les athlètes noirs
*Critères isolés d'hypertrophie ventriculaire gauche	*Hypertrophie ventriculaire droite	*Bloc de branche gauche ou droit complet
	*Inversion des ondes T jusqu'à V4 chez les athlètes noirs (quand Précédé par une élévation convexe caractéristique du segment ST)	*QTc $\geq 470$ ms chez les mâles et $\geq 480$ ms chez les femelles
		*Syndrome de Brugada
		*Arythmies auriculaires ou ventriculaires
		* $\geq 2$ complexes ventriculaires prématurés par traçage de 10 s

BAV : Bloc auriculoventriculaire, BBD : bloc de branche droit

## ANALYSE STATISTIQUE

Les données ont été saisies et analysées grâce à un logiciel SPSS version 21.0. Les résultats sont présentés sous formes de moyenne et des pourcentages.

Nous avons utilisé le Test de Chi deux pour la comparaison de variables qualitatives et le test de Student pour les variables quantitatives.

Nous avons analysé la corrélation entre plusieurs paramètres par l'étude de coefficient de corrélation de Pearson.

Les tests sont considérés significatives pour une valeur  $p < 0.05$ .

## RÉSULTATS

Durant une période de deux ans 327 athlètes de haut niveau ont été inclus dans notre étude. L'âge moyen de nos athlètes était de 17.5 2.6 ans avec des extrêmes d'âge de 14 ans et de 23 ans. La majorité des athlètes étaient de sexe masculin : 236 Hommes vs 91 femmes (72% vs. 28%) avec un sexe ratio de 2.5. La taille moyenne de la population était de 172.4 12.3 cm avec des extrêmes allant de 158 à 200 cm. Le poids moyen dans notre population était de 63.27 avec des extrêmes de 39 et 128 kg. L'indice de masse corporelle moyen était de 21.33 et la surface corporelle moyenne était de 1.73 kg/m<sup>2</sup>.

Tous nos athlètes étaient des sportifs de haut niveau pratiquant des sport dans la majorité des cas de nature dynamique et d'un niveau modéré à important selon la classification de Bethesda. Les sports pratiqués étaient au nombre de 26 (Figure 1). Les plus fréquents étaient le Football et l'athlétisme.

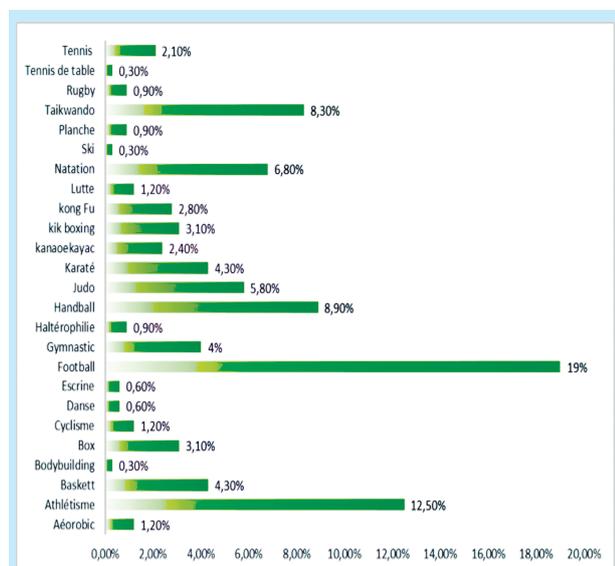


Figure 1 : Répartition des différentes activités sportives

Trois de nos sportifs présentaient des antécédents de mort subite familiale soit une prévalence de 0.9%. Nous n'avons pas noté des antécédents de cardiomyopathie hypertrophique ou dilaté, de syndrome de QT long ou de syndrome de Brugada et de syndrome de Marfan.

### Les anomalies physiologiques de l'ECG chez l'athlète Tunisien :

L'électrocardiogramme était strictement normal chez 107 sportifs (32.8%). Tous les athlètes avaient un rythme régulier sinusal à part un sujet qui avait des extrasystoles ventriculaires.

Parmi les athlètes ayant des anomalies à l'ECG, 263 sujets avaient des anomalies bénignes soit (80.41%) de l'ensemble des athlètes (tableau 4).

### Les modifications électriques pathologiques chez l'athlète de haut niveau selon les différents critères (Tableau 4 et 5)

En se basant sur les critères de l'ESC, 107 athlètes (32.7%) présentaient des anomalies électriques considérées comme pathologiques. L'anomalie la plus fréquente est l'allongement du QTc > 440 ms chez les sportifs de sexe masculin soit 39 sportifs (11.9%).

Les modifications électriques chez l'athlète de haut niveau selon les anciens critères de SEATTLE :

Quarante-deux athlètes présentaient des anomalies électriques considérées comme pathologique en étant basé sur les anciens critères de SEATTLE soit 12.8%. L'anomalie la plus fréquente est l'hypertrophie auriculaire droite. (Tableau 4)

### Les modifications électriques chez l'athlète de haut niveau selon les critères redéfinis de SEATTLE:

En se basant sur les critères redéfinis de SEATTLE, nous avons noté une réduction de la prévalence des critères électriques chez ces athlètes à 12 sportifs uniquement soit (3.6%). Chez tous ces athlètes, une échocardiographie cardiaque et une épreuve d'effort ont été effectués éliminant respectivement la présence d'une cardiopathie ischémique, une cardiomyopathie ou un trouble du rythme induit à l'effort.

**Tableau 4 : Prévalence des Modifications électriques physiologiques et pathologiques chez l'athlète selon les critères de l'ESC et les critères Seattle:**

Modifications électriques physiologiques chez l'athlète de haut niveau selon les critères de l'ESC	
	Nombre de sportifs (%)
Anomalies électriques	
Bradycardie sinusale	36 (11%)
BAV du 1er degré	4 (1.2%)
Bloc de branche droit incomplet	5 (1.5%)
Repolarisation précoce	78 (23.9%)
L'augmentation isolée du voltage des complexes QRS	140 (42.9%)
Nombre total des anomalies	263 (80.41%)
Modifications électriques pathologiques chez l'athlète de haut niveau selon les critères de l'ESC	
	Nombre de sportifs (%)
Anomalies électriques	
Inversion de l'onde T	4(1.2%)
Pré excitation ventriculaire	4(1.2%)
Sous décalage du segment ST	1(0.3%)
Bloc de branche gauche ou droit complet	6(1.8%)
Onde Q pathologique	0
Intervalle QT long > 440 ms chez les hommes	39(11.9%)
Intervalle QT long > 460 ms chez les femmes	10(3%)
Intervalle QT court <380 ms	0
Dilatation auriculaire droite ou gauche	17(5.1%)
Déviations axiales gauche ou HBAG	3(0.9%)
Déviations axiales droite ou HBPG	14(4.2%)
Aspect électrique du Syndrome du BRUGADA	2(0.6%)
Hypertrophie ventriculaire droite	4(1.2%)
Arythmies auriculaires ou ventriculaires	1(0.3%)
Nombre total des anomalies	107(32%)
Modifications électriques pathologiques chez l'athlète de haut niveau selon les critères anciens de SEATTLE dans la population d'étude	
	Nombre de sportifs (%)
Anomalies électriques	
Inversion des ondes T	4(1.2%)
Sous décalage du segment ST	1(0.3%)
Onde Q pathologique	0
BBGC	0
Retard de conduction intraventriculaire	0
Déviations axiales gauche	3(0.9%)
Dilatation auriculaire gauche	6(1.8%)
Dilatation auriculaire droite	11(3.3%)
Hypertrophie ventriculaire droite	4(1.2%)
Pré excitation ventriculaire	4(1.2%)
Intervalle QT long > 470 ms chez les hommes	3(0.9%)
Intervalle QT long > 480 ms chez les femmes	3(0.9%)
Intervalle QT court <320 ms	0
Aspect électrique du Syndrome du BRUGADA	2(0.6%)
*Bradycardie sinusale profonde <30 bpm	0
*Tachycardie supraventriculaire	0
* Extrasystoles ventriculaires	1(0.3%)
*Arythmies ventriculaire	0
Nombre total des anomalies	42 (12.8%)

**Tableau 5** : Prévalence des Modifications électrocardiographiques normales, limites et pathologiques chez l'athlète selon les critères redéfinis de Seattle

Les variantes normales liées à l'entraînement	Variantes limites ou borderline	Changements indépendants de l'entraînement
<b>Bradycardie sinusale 36 (11%)</b>	Hypertrophie de l'oreillette gauche 6 (1.8%)	Dépression du segment ST 1 (0.3%)
<b>Bloc atrioventriculaire de premier degré 4 (1.2%)</b>	Hypertrophie de l'oreillette droite 11 (3.3%)	Ondes Q pathologiques 0% Pré-excitation ventriculaire 4 (1.2%)
<b>Bloc de branche droit incomplet 5 (1.5%)</b>	Déviations axiales gauches 3 (0.9%)	Inversion des ondes T au-delà de V1 chez les athlètes blancs et au-delà de V4 chez les athlètes noirs 4 (1.2%)
<b>La repolarisation précoce 78 (23.9%)</b>	Déviations axiales droites 14 (4.2%)	BBD ou de BBG complet 0%
<b>Critères isolés d'hypertrophie ventriculaire gauche 140 (42.9%)</b>	Hypertrophie ventriculaire droite 4 (1.2%)	QTc $\geq$ 470 ms chez les mâles et $\geq$ 480 ms chez les femmes 6 (1.8%)
	Inversion des ondes T jusqu'à V4 chez les athlètes noirs (quand précédé par une élévation convexe caractéristique du segment ST) 0%	Syndrome de Brugada 2 (0.6%) Arythmies auriculaires ou ventriculaires 0% $\geq$ 2 complexes ventriculaires prématurés par traçage de 10 s 1 (0.3%)
<b>TOTAL : 263 (80.41%)</b>	<b>TOTAL: 38 (11.62%)</b>	<b>TOTAL : 12 (3.6%)</b>

## DISCUSSION

La mort subite d'origine cardiovasculaire est la principale cause de mortalité chez les athlètes pendant le sport (22,23), comme les cardiomyopathies et les maladies électriques primaires. Celles-ci peuvent être détectées par la constatation d'anomalies électrocardiographiques sur un ECG de surface de 12 dérivations. L'interprétation de l'ECG chez ces athlètes nécessite une analyse minutieuse pour distinguer correctement les changements physiologiques liés à la formation sportive des anomalies suggérant une pathologie sous-jacente.

En mai 2005, Corrado et al. (18) ont publié un consensus recommandant un dépistage de pré-participation de tous les jeunes athlètes compétitifs dans le but de prévenir la mort subite. Le dépistage qui a été recommandé comprend un ECG 12 dérivations effectué, à l'âge de 12-14 ans et se poursuivent tous les 2 ans jusqu'à 35 ans.

En 2012, le Conseil Scientifique du Collège National des Généralistes Enseignants propose en plus de l'interrogatoire et de l'examen physique, un ECG de repos 12 dérivations à partir de 12 ans, lors de la délivrance de la première licence, renouvelé ensuite

tous les trois ans, puis tous les 5 ans à partir de 20 ans jusqu'à 35 ans.

Si l'interrogatoire est capital pour dépister des antécédents et des symptômes dans des affections le plus souvent d'origine génétique, l'examen physique est peu contributif. Au total l'efficacité de ce simple dépistage clinique est médiocre. Par contre de nombreuses cardiopathies potentiellement causales de morts subites chez les jeunes sportifs peuvent modifier l'ECG de repos alors même qu'elles sont infra cliniques. Une étude, rétrospective et non randomisée, a montré que la pratique systématique de l'ECG de repos associée à l'interrogatoire et à l'examen physique permettait de diminuer de 89 % l'incidence des morts subites chez les jeunes sportifs (19).

L'âge moyen de nos athlètes est de 17.6 ans avec des extrêmes de 14 et de 23 ans. Il s'agit d'une population relativement plus jeune en se comparant aux données des autres séries. Le genre masculin était prédominant avec 72% vs 28%, ce qui est semblable aux données des séries américaines et italiennes (20-23). La taille moyenne de la population était de  $172.41 \pm 12.3$  cm avec des extrêmes de 158cm et 200 cm. Le poids moyen dans notre population était de  $63.27 \pm 12.43$  kg avec des extrêmes de 39 et 128 kg. L'IMC moyen était de  $21.33 \pm$

3 et la surface corporelle moyenne était de  $1.73 \pm 0.36$  kg/m<sup>2</sup>. Notre échantillon était pratiquement semblable aux données de la littérature. (20-23)

Deux cent soixante-trois athlètes présentaient des anomalies électriques dites physiologiques ou bénignes (80.41%). La prévalence de ces anomalies est très variable dans la littérature pouvant aller jusqu'au 80% (24). Dans la série de Pellicia et al. (21) incluant 1005 athlètes de haut niveau la prévalence de ces anomalies est de 41.5%. L'anomalie la plus commune était la bradycardie sinusale retrouvée chez 36% de nos sportifs. En effet, chez l'athlète de haut niveau la fréquence cardiaque est généralement basse du fait d'une stimulation accrue du système parasympathique et d'une baisse de l'activation du système sympathique. Par ailleurs la bradycardie sinusale est plus classique. Si elle est inférieure à 30 bpm au repos elle serait considéré comme pathologique selon les recommandations de la société européenne de cardiologie. (8)

Papara et al (25) ont conclu dans leurs travaux que la fréquence cardiaque est plus basse chez les athlètes pratiquant des sports d'endurance et elle est inversement corrélée à la durée de l'entraînement.

Dans notre série, la fréquence cardiaque était relativement plus rapide que les autres populations, ceci pourrait être expliqué par un âge beaucoup plus jeune de nos athlètes, et une hétérogénéité des activités sportives pratiquées (sports statiques et dynamiques) par rapport aux séries publiées par Balady (22) et Ouldzein (23) où l'activité exercée était de type endurance et de longue durée (ancienneté d'entraînement respectivement de 12 ans  $\pm$  3.4 ans et de 10.9 ans  $\pm$  3.7 ans). L'ancienneté de l'activité sportive dans notre série est inférieure à celle publiée dans les séries antérieures soit 7.2 ans  $\pm$  2.1 ans.

Les fréquences du bloc auriculoventriculaire du premier degré, du bloc de branche droit incomplet et du syndrome de repolarisation précoce dans notre série étaient respectivement de 1.2%, 1.5% et 23.9%. Ce type de modifications était beaucoup plus fréquent dans la 2<sup>ème</sup> série de Pellicia et al. (20) incluant des sportifs de haut niveau, avec des fréquences respectives de 7.4%, 12.1% et 14.3%, évoquant une corrélation de ces modifications avec la durée et le niveau de l'activité sportive. La prévalence de ces anomalies est moins fréquente (7%) dans la première grande série de Pellicia et al. (21) incluant 32652 sportifs avec des niveaux d'entraînement différents (amateurs et professionnels). La prévalence du syndrome de la repolarisation précoce dans la population générale est de 1 à 2% avec une prédominance masculine (26). Dans notre série elle est estimée à 23.9%. Ce syndrome est plus fréquent chez les sujets jeunes ce qui explique sa fréquence plus élevée dans notre série dont les athlètes sont plus jeunes que ceux des autres séries.

Papkadis et al. (9) rapporte une fréquence de 4.5% de

BAV de 1<sup>er</sup> degré et de 30% de BBD incomplet dans leur série.

Ces derniers seront la conséquence d'une dilatation des cavités droites chez le sportif de haut niveau et de l'hyperactivité du système parasympathique.

Dans une publication récente, Corrado et al. (27) ont conclu que les troubles mineurs de l'ECG sont plus fréquents et plus significatifs chez les athlètes de sexe masculin, de race africaine noire et les athlètes à très haut niveau que dans les autres sous-groupes. Ceci reflète probablement l'effet des facteurs éthiques dans le remodelage cardiaque secondaire à l'entraînement.

L'augmentation isolée du voltage des QRS ou hypertrophie ventriculaire gauche (HVG) électrique isolée était l'anomalie physiologique la plus fréquente avec une fréquence de 42.9%, une fréquence comparable à celle rapporté dans la série de Pellicia et al (20) soit 60% des athlètes italiens présentant un HVG électrique. L'HVG électrique isolée est plus fréquente chez les athlètes pratiquant des sports d'endurance comme le cyclisme, l'athlétisme. Elle peut être expliquée par l'état d'hyper débit cardiaque et souvent associé à une hypertrophie ventriculaire gauche dite cœur d'athlète dont la principale caractéristique est la régression environ trois mois après l'arrêt de l'entraînement.

Modifications pathologiques de l'électrocardiogramme chez les athlètes tunisiens selon les critères redéfinis de SEATTLE :

Dans notre population nous n'avons rapporté aucun cas de bloc de branche gauche ou droit complet. Dans la série italienne cette prévalence est de 0.4% (20). La prévalence de ce syndrome dans notre série est de 1.2 % ce qui concorde bien aux données de la littérature (28). Ce pourcentage est similaire à celui décrit dans la population générale. Ce syndrome est associé au risque de survenue de mort subite. Ce qui est lié à la survenue d'une fibrillation ventriculaire. Ce risque est majoré au cours de l'exercice physique mais reste élevé même à la récupération. Le syndrome de WOLF PARKINSON WHITE est curable après l'ablation de faisceaux accessoire et l'athlète peut reprendre normalement l'activité physique trois mois après l'ablation. Dans notre série 04 candidats avaient un syndrome de pré excitation. Ils étaient tous asymptomatiques et ils ont bénéficié d'une ablation de la voie accessoire avec succès.

La prévalence de ce syndrome est de 0.1% à 0.6% selon la littérature. Ce syndrome est responsable de 4 à 12% des morts subites toute étiologie confondue. Le mécanisme de la mort subite est essentiellement la survenue de troubles ventriculaires graves. (29,30). Le diagnostic de ce syndrome est plus difficile chez les sportifs puisqu'il inclut dans sa définition la présence d'un BBD, la présence d'un sus décalage de ST, or ces troubles peuvent se voir en cas d'un syndrome de repolarisation précoce dans les dérivation droites du cœur d'athlète. (31)

Dans notre série deux sportifs uniquement avaient un aspect évocateur d'un syndrome de Brugada type 2 et 3 soit 0.6%. Ils n'avaient pas d'antécédents de mort subite dans la famille et ils étaient asymptomatiques sur le plan clinique.

Une inversion des ondes T > 1 mm de profondeur en deux ou plusieurs dérivations : V2-V6 (chez le sportif de race noir de V4-V6), DII Et aVF, ou DI et aVL est constaté chez uniquement quatre de nos athlètes soit 1.2% Vs 1.4% dans la série italienne de 2007 (20).

La localisation antérieure des ondes T négative doit suspecter une dysplasie arythmogène du VD ou une channelopathie. Une localisation inférieure ou latérale doit faire suspecter une cardiomyopathie hypertrophique.

Un complément d'exploration par échocardiographie est nécessaire dans tous les cas. Les quatre athlètes ont bénéficiés d'une échocardiographie revenant sans anomalies.

L'intervalle QTc long était considérés comme pathologique selon les critères redéfinis de SEATTLE s'il est supérieur à 470 ms chez les hommes et à 480 ms chez les femmes. Cette anomalie était constatée uniquement chez six de nos athlètes soit 1.8% Vs 0.03% dans la série de Pelliccia (21).

Deux parmi nos athlètes avaient un QTc supérieur à 500 ms. Ils ont bénéficié d'un holter rythmique et d'une épreuve d'effort. Ces investigations sont revenues négatives

Les anomalies électriques pathologiques selon les critères de l'ESC, les anciens critères de SEATTLE et les critères redéfinis de SEATTLE :

Les critères redéfinis appliqués à notre série ont réduit le nombre d'ECG anormaux à 3,6% pour la cohorte totale d'athlètes. Par rapport aux critères ESC 32% et Seattle 12.8%, les critères raffinés ont été associés à une réduction significative du nombre d'ECG anormaux. Ceci était bien illustré dans les travaux de Sheikh et al. (11) avec un pourcentage de 6.6% d'anomalies considérés comme pathologiques selon les critères redéfinis de SEATTLE. Entre 2000 et 2012, 1208 athlètes de race noire ont été évalués avec l'interrogatoire, l'examen, l'ECG 12 dérivations et d'autres explorations. Les ECG ont été rétrospectivement analysés selon les recommandations de l'ESC, les critères de Seattle et les critères redéfinis proposés qui excluent plusieurs modèles d'ECG spécifiques lorsqu'ils sont isolés. Tous les 3 critères ont également été appliqués à 4297 athlètes de race caucasienne et 103 jeunes sportifs atteints de cardiomyopathie hypertrophique. Les recommandations de l'ESC ont soulevé des soupçons d'une anomalie cardiaque chez 40,4% des athlètes de race noire et 16,2% des athlètes caucasiens. Les critères de Seattle ont réduit les ECG anormaux respectivement à 18,4% et 7,1% chez ces deux derniers. Les critères redéfinis ont encore réduit les ECG anormaux à 11,5% et 5,3%

respectivement. Tous les 3 critères ont identifié 98,1% des athlètes atteints de cardiomyopathie hypertrophique. Par rapport aux recommandations de l'ESC, les critères redéfinis ont amélioré leur spécificité de 40,3% à 84%.

La redéfinition des critères actuels de dépistage de l'ECG chez les sportifs, a le potentiel de réduire considérablement le fardeau des faux positifs des ECG chez les athlètes, en particulier ceux de race noire.

Tous ces critères d'interprétation électrique soulignent l'importance de l'analyse fine et méticuleuse de l'ECG du sportif, afin de ne pas méconnaître une cardiomyopathie et ne pas aussi sanctionner abusivement la carrière professionnelle du sportif.

Bien que les critères de Seattle aient été les premiers pour aborder l'influence de la race, avec des recommandations spécifiques pour les individus africains et afro-caribéens (qui ont un risque plus élevé de mort cardiaque subite). Le taux de faux positif reste élevé, surtout chez les athlètes de race noire. Cela augmente le coût du dépistage en pré-participation en plus des conséquences de l'exclusion de des sports de compétition en termes de professionnalisme et d'émotion avec un impact sur la vie professionnelle des athlètes.

Sheikh et al. (21) ont comparé les changements d'ECG entre les athlètes de race noire et les athlètes blancs et a proposé un ensemble de critères «redéfinis» qui, sans perdre la sensibilité, ont une meilleure spécificité, en particulier chez les athlètes noirs.

## CONCLUSION

Au cours de la visite de non contre-indication au sport de compétition, la distinction entre une adaptation cardiaque physiologique à l'entraînement physique, d'une cardiomyopathie héréditaire à risque de mort subite est un véritable défi pour le médecin. En effet, l'activité sportive intensive et régulière est associée souvent à des modifications électriques intéressant le segment ST et l'onde T pouvant parfois faire évoquer une cardiomyopathie.

Les critères redéfinis appliqués à notre série ont réduit le nombre d'ECG anormaux à (3,6%) pour la cohorte totale d'athlètes. Ce nombre était considérablement plus important en utilisant les critères ESC (8): (32%) et les anciens critères de Seattle (10) : (12.8%). Ainsi les critères redéfinis ont été associés à une réduction significative du nombre d'ECG anormaux d'où l'intérêt de leur utilisation lors du dépistage chez les sportives au cours de la visite de non contre-indication à pratique sportive.

La prévalence des différentes anomalies électriques chez l'athlète Tunisien de haut niveau, ne diffère pas des données de la littérature. (8, 10, 20, 41) La distinction entre anomalies bénignes et anomalies

pathologiques en se basant sur les critères redéfinis de SEATTLE permet une meilleure sensibilité et spécificité chez les athlètes de race blanche et de race noire, a

beaucoup facilité l'interprétation de l'ECG du sportif de Haut niveau et a permis d'épargner le recours à des investigations plus coûteuses. (8, 10, 20, 41)

## REFERENCES

- Kochlatyi S, Mattana J. Triggering of sudden death from cardiac causes by vigorous exertion. *N Engl J Med.* 15 mars 2001;344(11):854-5.
- Maron BJ. Sudden death in young athletes. *N Engl J Med.* 11 sept 2003;349(11):1064-75.
- Maron BJ, Shirani J, Poliac LC, Mathenge R, Roberts WC, Mueller FO. Sudden death in young competitive athletes. Clinical, demographic, and pathological profiles. *JAMA.* 17 juill 1996;276(3):199-204.
- Bille K, Figueiras D, Schamasch P, Kappenberger L, Brenner JI, Meijboom FJ, et al. Sudden cardiac death in athletes: the Lausanne Recommendations. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil Off J Eur Soc Cardiol Work Groups Epidemiol Prev Card Rehabil Exerc Physiol.* déc 2006;13(6):859-75.
- Firoozi S, Sharma S, Hamid MS, McKenna WJ. Sudden death in young athletes: HCM or ARVC? *Cardiovasc Drugs Ther.* janv 2002;16(1):11-7.
- Halkin A, Steinvil A, Rosso R, Adler A, Rozovski U, Viskin S. Preventing sudden death of athletes with electrocardiographic screening: what is the absolute benefit and how much will it cost? *J Am Coll Cardiol.* 4 déc 2012;60(22):2271-6.
- Harmon KG, Drezner JA, O'Connor FG, Asplund C, Finnoff JT. Should Electrocardiograms Be Part of the Preparticipation Physical Examination? *PM&R.* mars 2016;8(3):S24-35.
- Sharma S, Ghani S, Papadakis M. ESC criteria for ECG interpretation in athletes: better but not perfect. *Heart Br Card Soc.* oct 2011;97(19):1540-1.
- Papadakis M, Basavarajaiah S, Rawlins J, Edwards C, Makan J, Firoozi S, et al. Prevalence and significance of T-wave inversions in predominantly Caucasian adolescent athletes. *Eur Heart J.* juill 2009;30(14):1728-35.
- Drezner JA, Ackerman MJ, Anderson J, Ashley E, Asplund CA, Baggish AL, et al. Electrocardiographic interpretation in athletes: the « Seattle criteria ». *Br J Sports Med.* févr 2013;47(3):122-4.
- Sheikh N, Papadakis M, Ghani S, Zaidi A, Gati S, Adami PE, et al. Comparison of electrocardiographic criteria for the detection of cardiac abnormalities in elite black and white athletes. *Circulation.* 22 avr 2014;129(16):1637-49.
- Corrado D, Pelliccia A, Heidbuchel H, Sharma S, Link M, Basso C, et al. Recommendations for interpretation of 12-lead electrocardiogram in the athlete. *Eur Heart J.* janv 2010;31(2):243-59.
- Bazett HC. An analysis of the time relations of electrograms. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* avr 1997;2(2):177-94.
- Drezner JA, Ackerman MJ, Anderson J, Ashley E, Asplund CA, Baggish AL, et al. Electrocardiographic interpretation in athletes: the « Seattle criteria ». *Br J Sports Med.* févr 2013;47(3):122-4.
- Sheikh N, Papadakis M, Ghani S, Zaidi A, Gati S, Adami PE, et al. Comparison of electrocardiographic criteria for the detection of cardiac abnormalities in elite black and white athletes. *Circulation.* 22 avr 2014;129(16):1637-49.
- Harmon KG, Asif IM, Klossner D, Drezner JA. Incidence of sudden cardiac death in National Collegiate Athletic Association athletes. *Circulation.* 19 avr 2011;123(15):1594-600.
- 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.* 3 mars 2009;119(8):1085-92.
- Prescott E. Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: proposal for a common European protocol. *Eur Heart J.* déc 2006;27(23):2904-5; author reply 2905-2906.
- Corrado D, Pelliccia A, Bjørnstad HH, Vanhees L, Biffi A, Borjesson M, 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.* mars 2005;26(5):516-24.
- Pelliccia A, Culasso F, Di Paolo FM, Accettura D, Cantore R, Castagna W, et al. Prevalence of abnormal electrocardiograms in a large, unselected population undergoing pre-participation cardiovascular screening. *Eur Heart J.* août 2007;28(16):2006-10.
- Pelliccia A, Maron BJ, Culasso F, Di Paolo FM, Spataro A, Biffi A, et al. Clinical significance of abnormal electrocardiographic patterns in trained athletes. *Circulation.* 18 juill 2000;102(3):278-84.
- Balady GJ, Cadigan JB, Ryan TJ. Electrocardiogram of the athlete: an analysis of 289 professional football players. *Am J Cardiol.* 1 mai 1984;53(9):1339-43.
- Ouldzein H, Azzouzi F, Ayadi-Koubaa D, Bartagi Z, Cherradi R, Mechmeche R. Analyse de l'électrocardiogramme et de l'échocardiographie de 181 footballeurs professionnels tunisiens. *Sci Sports.* avr 2007;22(2):78-86.
- Bazett HC. AN ANALYSIS OF THE TIME-RELATIONS OF ELECTROCARDIOGRAMS. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* avr 1997;2(2):177-94.
- Hanne-Paparo N, Drory Y, Schoenfeld Y, Shapira Y, Kellermann JJ. Common ECG changes in athletes. *Cardiology.* 1976;61(4):267-78.
- Rohel G, Vinsonneau U, Piquemal M, Bardin F, Noel A, Perrier E, et al. Prévalence et évolution de l'aspect de repolarisation précoce dans une population à faible risque cardiovasculaire : à propos de 3 études. *Ann Cardiol Angéiologie.* nov 2015;64(5):422-3.
- Corrado D, Biffi A, Basso C, Pelliccia A, Thiene G. 12-lead ECG in the athlete: physiological versus pathological abnormalities. *Br J Sports Med.* sept 2009;43(9):669-76.
- Pelliccia A, Di Paolo FM, Quattrini FM, Basso C, Culasso F,

- Popoli G, et al. Outcomes in Athletes with Marked ECG Repolarization Abnormalities. *N Engl J Med.* 10 janv 2008;358(2):152-61.
29. Pelliccia A, Zipes DP, Maron BJ. Bethesda Conference #36 and the European Society of Cardiology Consensus Recommendations revisited a comparison of U.S. and European criteria for eligibility and disqualification of competitive athletes with cardiovascular abnormalities. *J Am Coll Cardiol.* 9 déc 2008;52(24):1990-6.
30. Hermida J-S, Denjoy I, Clerc J, Extramiana F, Jarry G, Milliez P, et al. Hydroquinidine therapy in Brugada syndrome. *J Am Coll Cardiol.* 19 mai 2004;43(10):1853-60.
31. Brugada J, Brugada R, Brugada P. Determinants of sudden cardiac death in individuals with the electrocardiographic pattern of Brugada syndrome and no previous cardiac arrest. *Circulation.* 23 déc 2003;108(25):3092-6.
32. Weiner RB, Hutter AM, Wang F, Kim JH, Wood MJ, Wang TJ, et al. Performance of the 2010 European Society of Cardiology criteria for ECG interpretation in athletes. *Heart Br Card Soc.* oct 2011;97(19):1573-7.