

Relation topographique entre les anomalies électrocardiographiques et les lésions à l'imagerie par résonance magnétique au cours de la myocardite aiguë

Topographic relation between electrocardiographic abnormalities and lesions on magnetic resonance imaging during acute myocarditis

Fares Cherif¹, Emna Bennour^{1,2}, Sonia Marrakchi^{1,2}, Amine Bousoffera^{1,2}, Afef Ben Halima^{1,2}, Zied Ibn El Hajj^{1,4}, Henda Neji^{1,3}, Monia Attia^{1,3}, Ikram Kammoun^{1,2}, Faouzi Addad^{1,2}, Lobna Laroussi^{1,2}, Salem Kachboura^{1,2}.

1. Université de Tunis El Manar, Faculté de Médecine, 1006, Tunis, Tunisie
2. Hôpital Abderrahmen Mami, service de Cardiologie, 2080, Tunis, Tunisie,
3. Hôpital Abderrahmen Mami, service de radiologie, 2080, Tunis, Tunisie
4. Hôpital Mohamed Taher Maamouri, service de cardiologie, Nabeul, Tunisie.

Résumé

Introduction : L'imagerie par résonance magnétique (IRM) avec rehaussement tardif post-gadolinium permet d'identifier les zones de lésions myocardiques chez les patients atteints de myocardite aiguë. Les patients présentant des caractéristiques cliniques évocatrices de myocardite confirmée par IRM peuvent présenter plusieurs aspects à l'électrocardiogramme.

L'objectif de notre étude était de comparer les topographies lésionnelles détectées à l'électrocardiogramme à celles retrouvées à l'imagerie par résonance magnétique au cours de la myocardite aiguë.

Méthodes : Nous avons mené une étude rétrospective monocentrique incluant 32 patients entre Janvier 2016 et Juin 2020 présentant une myocardite aiguë. Tous les patients ont eu une évaluation clinique, un électrocardiogramme et un examen IRM.

Résultats : Les troubles de la repolarisation étaient présents chez 87% des patients. 66% avaient un sus-décalage du segment ST, avec une prédominance des atteintes latérale (71%) et inférieure (également 71%). Les ondes T négatives étaient présentes chez 28% des patients, et 40% des sujets avaient des QRS fragmentés. Pour le rehaussement tardif, l'atteinte latérale était la plus fréquente, présente chez 68% des patients, suivie par l'atteinte inférieure dans 59% des cas. L'hypersignal T2 était également prédominant en latéral (37% des cas) et aucun patient n'avait d'atteinte antérieure en hypersignal T2. Une mauvaise concordance a été retrouvée au niveau du territoire inférieur entre le sus-décalage du segment ST et le rehaussement tardif, avec un $\kappa=0,382$, et une concordance moyenne a été retrouvée en latéral entre le sus-décalage du segment ST et l'hypersignal T2, avec un $\kappa=0,430$. Aucune concordance n'a été trouvée entre les autres localisations et les anomalies électrocardiographiques correspondantes.

Conclusion : Les altérations de l'électrocardiogramme dans la myocardite aiguë ne sont pas associées aux anomalies tissulaires détectées par IRM. L'électrocardiogramme ne paraît pas être un bon outil de localisation des lésions tissulaires au cours de la myocardite aiguë.

Mots-clés

Myocardite aiguë, électrocardiogramme, imagerie par résonance magnétique

Summary

Background : Delayed-contrast-enhancement (DCE) magnetic resonance imaging (MRI) can identify areas of myocardial damage in patients with acute myocarditis (AM). Patients with clinical features suggestive of myocarditis and confirmatory MRI findings, can present with a variety of electrocardiogram findings.

The aim of our study was to compare lesional topography between electrocardiogram and MRI findings throughout the time of the disease.

Methods : We performed a retrospective observational single-centre study including 32 patients between January 2016 and Jun 2020 presenting with acute myocarditis in the department of cardiology of Abderrahmen Mami hospital. All patients had physical examination, electrocardiogram and MRI exam.

Results : Repolarization disorders were found in 87% of patients. 66% had an ST elevation, with a predominance of the lateral (71%) and inferior (71%) localizations. T wave inversion was present in 28% of patients, and 40% had fragmented QRS. Concerning the late enhancement, the lateral localization was the most frequent (68%) followed by the inferior one (59% of cases). The hypersignal T2 was also predominant in the lateral region (37% of cases), and no one had an anterior hypersignal T2 injury. A bad agreement was found between the inferior localization of ST elevation and late enhancement, with a $\kappa=0.382$, and a moderate agreement was found between the lateral localization of ST elevation and hypersignal T2, with a $\kappa=0.430$. No agreement was found between the other localizations, and the other electrocardiographic abnormalities.

Conclusion : ECG alterations in acute myocarditis are not associated with abnormal tissue characteristics detected by MRI. The electrocardiogram doesn't seem to be a good tool for the injury localization during acute myocarditis.

Keywords

Acute myocarditis, electrocardiography, magnetic resonance imaging.

Correspondance

Lobna Laaroussi

Service de cardiologie, Hôpital Abderrahmen mami, Ariana Tunisie

Mail : Lobna_laroussi@hotmail.com

INTRODUCTION

Les myocardites aiguës sont des pathologies définies par la présence d'infiltrats inflammatoires myocardiques associés à une nécrose myocytaire d'origine non ischémique, le plus souvent d'origine virale (1). Le diagnostic de myocardite aiguë est l'un des plus difficiles à poser avec certitude en cardiologie, en raison de la variabilité de la présentation clinique, de l'absence de spécificité des modifications électrocardiographiques et échographiques, et du recours restrictif à la biopsie myocardique. L'électrocardiogramme (ECG), examen de 1^{ère} intention dans l'exploration cardiaque, peut confondre la présentation clinique de la myocardite aiguë avec celle des syndromes coronariens aigus (2). L'imagerie par résonance magnétique (IRM) est devenue un outil indispensable dans la démarche diagnostique grâce à sa capacité à détecter l'inflammation et les lésions myocardiques, et à évaluer avec précision les territoires cardiaques atteints (3). Lorsque l'atteinte myocardique est localisée, on peut supposer que certaines anomalies électrocardiographiques tels que le sus-décalage du segment ST (4) ou encore les QRS fragmentés représentent typiquement des signes directs de lésions myocardiques (5). Nous nous proposons donc de rechercher s'il existe une corrélation topographique entre les atteintes cardiaques présentes à l'IRM et celles que l'on peut rencontrer à l'ECG.

MÉTHODES

Population d'étude

Il s'agit d'une étude rétrospective incluant 32 patients hospitalisés au service de cardiologie de l'hôpital Abderrahmen Mami entre Janvier 2016 et Juin 2020. Les critères d'inclusion étaient les patients dont le diagnostic d'une myocardite aiguë était cliniquement suspecté (Tableau 1) (6) avec des atteintes tissulaires caractéristiques à l'IRM ou avec une IRM et une coronarographie normales. Les patients dont la démarche diagnostique a révélé une autre pathologie expliquant les symptômes et les patients dont la symptomatologie cardiaque évolue depuis plus de 3 mois n'ont pas été inclus dans l'étude.

Tous les patients ont eu un examen clinique, un dosage des troponines I, un bilan inflammatoire comportant une NFS et une CRP, une évaluation électrocardiographique et un examen IRM.

Tableau 1 : Critères proposés pour le diagnostic de « myocardite cliniquement suspectée » [6]

Une myocardite doit être suspectée en présence de : ≥ 1 critères cliniques principaux, avec ou sans critères cliniques accessoires et ≥ 1 critères paracliniques ou si le patient est asymptomatique, ≥ 2 critères paracliniques Critères cliniques

Critères principaux

- Douleur thoracique aiguë, péricarditique ou pseudo-ischémique
- Dyspnée au repos ou à l'effort et/ou fatigue avec/sans signes cliniques d'insuffisance cardiaque gauche et/ou droite d'apparition 3 mois
- Palpitations et/ou arythmies et/ou syncope et/ou mort subite
- Choc cardiogénique inexplicable

Critères accessoires

- Fièvre $\geq 38^{\circ}\text{C}$ à la présentation ou au cours des 30 jours précédents, +/- évidences d'infection digestive ou des voies respiratoires
- Péripartum
- Histoire personnelle de myocardite
- Maladie auto-immune
- Asthme allergique
- Exposition à des agents réputés cardio-toxiques
- Histoire familiale de cardiomyopathie dilatée

Critères paracliniques

- Anomalies électrocardiographiques : bloc auriculo-ventriculaire, bloc de branche, anomalie ST/T, pause sinusale, tachycardie ou fibrillation ventriculaire, fibrillation auriculaire, élargissement du QRS, onde Q, bas volatge, extrasystolie abondante, tachycardie supraventriculaire
- élévation des troponines T ou I
- ETT : Anomalie fonctionnelle et structurelle ventriculaire gauche et/ou ventriculaire droite : anomalie de la fonction globale ou régionale, anomalie de la fonction diastolique, dilatation ventriculaire, épaissement pariétal, épanchement péricardique, thrombus intracardiaque
- Œdème et/ou anomalie de rehaussement précoce et/ou tardif à l'IRM cardiaque

Analyse électrocardiographique

Tous les patients ont eu un ECG standard 12 dérivations avec une vitesse de déroulement du papier de 25mm/s et une calibration du signal de 10mm/mV. La ligne isoélectrique a été définie par le niveau du segment TP précédant le segment analysé. L'interprétation de tous les ECG a été faite par un même opérateur. Les principaux paramètres considérés étaient : les anomalies du segment ST (normal, sus-décalage ou sous-décalage), les anomalies de l'onde T et la présence de QRS fragmentés. La topographie électrique considérée dans cette étude était : (1) atteinte antérieure si les lésions intéressaient les dérivations V1 à V4 ; (2) atteinte inférieure lorsque les lésions étaient présentes dans les dérivations DII, DIII et aVF ; et (3) atteinte latérale lorsque les dérivations DI, aVL, V5 et V6 étaient concernées.

Analyse IRM

Les examens IRM ont été réalisés au service de radiologie de l'hôpital Abderrahmen Mami de l'Ariana.

L'appareil utilisé était de la marque Philips type INGENIA 1.5-T OMEGA HP.

Le protocole d'acquisition comportait :

Des séquences ciné-IRM en petit axe et 4 cavités pour étudier la fonction du ventricule gauche (VG), ainsi que la présence d'épanchement péricardique ;

Des séquences en inversion/récupération en T2 pour évaluer l'œdème myocardique;

Des séquences T1 après injection de 0,1 mmol/kg de produit de contraste Gadoliné pour évaluer le rehaussement myocardique tardif (5 à 10 mn après l'injection). Le rehaussement tardif post gadolinium reflète les dommages myocardiques précoces et tardifs (nécrose et fibrose) et majoritairement irréversibles. La topographie du rehaussement permet de différencier les lésions ischémiques des lésions non ischémiques. En effet, une répartition sous endocardique plus précisément systématisée dans un territoire coronaire est évocatrice d'un infarctus du myocarde. En revanche, un rehaussement sous épicaudique évoque plutôt une myocardite

Toutes les IRM ont été analysées par un même opérateur expérimenté.

Nous avons relevé les paramètres suivants :

Le territoire de l'atteinte : Nous avons considéré d'après le modèle œil de bœuf de l'American Heart Association (7) la segmentation suivante pour le ventricule gauche :

Atteinte de la paroi antérieure si 2 ou plus de ces segments étaient atteints : basal, moyen et apical antérieurs, antéro-septaux ainsi que l'apex ;

Atteinte de la paroi latérale si 2 ou plus de ces segments étaient atteints : basal et moyen antéro-latéraux, inféro-latéraux ainsi que l'apico-latéral ;

Atteinte de la paroi inférieure si 2 ou plus de ces segments étaient atteints : basal et moyen inférieurs et inféro-septaux, ainsi que le segment apical inférieur.

Pour chaque territoire, nous avons précisé le type des lésions observées : hypersignal T2, rehaussement précoce et rehaussement tardif.

La fraction d'éjection du ventricule gauche (FEVG) : La fraction d'éjection était considérée comme abaissée

lorsqu'elle était <40%.

La présence ou non d'un épanchement péricardique

Analyse statistique

Les données ont été saisies et analysées à l'aide du logiciel SPSS V 24.0.

Nous avons calculé des fréquences simples et des fréquences relatives (pourcentages) pour les variables qualitatives. Nous avons déterminé des moyennes et des valeurs extrêmes pour les variables quantitatives.

Les liaisons entre les différentes variables ont été évaluées à l'aide du test du χ^2 ou du test bilatéral de Fisher.

Le seuil de signification a été fixé à 0,05 pour tous les tests statistiques.

RÉSULTATS

Caractéristiques de la population d'étude

L'âge moyen des patients au moment du diagnostic de myocardite aigüe était de 44 ± 29 ans. 81% des patients étaient de sexe masculin. Les différentes caractéristiques épidémiologiques et cliniques de la population d'étude sont résumées dans le tableau 2. La CRP a été dosée chez 22 patients, revenue positive dans 91% des cas avec une moyenne de 46,5 mg/l et des valeurs extrêmes allant de 2 à 200 mg/l.

Tableau 2 : Caractéristiques épidémiologiques et cliniques de la population d'étude

Caractéristiques	N=32
Age (années)	44 ± 29
Sexe masculin, n (%)	26 (81%)
Hypertension, n (%)	5 (16%)
Diabète, n (%)	3 (9%)
Dyslipidémie, n (%)	1 (3%)
Tabagisme, n (%)	17 (53%)
Syndrome grippal récent, n (%)	16 (50%)
Symptômes initiaux	31 (97%)
Douleurs thoraciques, n (%)	6 (19%)
Dyspnée, n (%)	5 (16%)
Palpitations, n (%)	4 (12%)
Syncope/lipthymies, n (%)	

Huit patients (25%) avaient des valeurs élevées de globules blancs variant entre 10800 éléments/ml et 13700 éléments /ml avec une moyenne de 11665 éléments/ml. Tous les patients avaient des troponines I

élevées. La troponine I moyenne était de 5882,52 ng/l avec des extrêmes de 70 et 36000 ng/l.

Caractéristiques électrocardiographiques

Les troubles de la repolarisation étaient présents chez 87% des patients. Vingt et un patients (66%) avaient un sus-décalage du segment ST, avec une prédominance au niveau de la localisation latérale (71%) et inférieure (également 71%). La localisation antérieure était notée uniquement chez 4 patients. L'amplitude moyenne du sus décalage du segment ST était de 1.5mm avec une valeur maximale atteignant 3mm.

Les autres troubles de la repolarisation étaient : des ondes T négatives chez 9 patients (28%), des ondes T amples et symétriques chez 6 patients (19% des cas), et un sous-décalage du segment ST chez 4 patients (13%).

Treize patients (40%) présentaient des QRS fragmentés avec une prédominance de la localisation inférieure (85% des cas)

Des troubles du rythme ont été notés chez 4 patients : tachycardies ventriculaires chez 2 patients, flutter auriculaire chez un patient et des extrasystoles auriculaires chez un patient.

Des troubles de la conduction ont été également notés chez 4 patients : un bloc de branche gauche complet chez 2 patients, un bloc de branche droit incomplet chez un patient et un bloc auriculo-ventriculaire du 1er degré chez 1 patient.

Caractéristiques à l'imagerie par résonance magnétique

L'IRM cardiaque a été pratiquée chez tous les patients. Elle était normale chez 4 patients (12%). La FEVG moyenne était de 52,6% avec des extrêmes allant de 20% à 72%. Dix patients, soit 31% de la population avaient une fonction ventriculaire gauche abaissée <40%. Huit patients avaient un épanchement péricardique de faible abondance.

L'atteinte myocardique latérale était prédominante quel que soit le type de la lésion.

Les différents types d'atteintes à l'IRM ainsi que leurs territoires sont résumés dans le tableau 3

Tableau 3 : Les différentes atteintes IRM et leurs territoires.

Lésion \ Territoire	Antérieur	Latéral	Inférieur
Hypersignal T2, n (%)	0	12 (37%)	7 (21%)
Rehaussement tardif, n (%)	6 (19%)	22 (68%)	19 (59%)

Accord entre les territoires électrocardiographiques et ceux de l'IRM

En analysant la liaison entre les territoires présentant un rehaussement tardif et ceux avec un sus-décalage du segment ST à l'électrocardiogramme, l'accord était nul pour les territoires antérieur ($p=0,732$) et latéral ($p=0,599$). La liaison entre les territoires inférieurs des 2 examens était significative ($p=0,026$) avec une concordance faible ($\kappa=0.382$).

Pour les liaisons entre le sus-décalage du segment ST et l'hypersignal T2, aucune relation n'a été retrouvée entre les territoires inférieurs ($p=0,141$). Une liaison significative a été par contre retrouvée pour le territoire latéral ($p=0,014$) avec une concordance moyenne ($\kappa=0,430$). La liaison entre le sus-décalage du segment ST et l'hypersignal T2 n'a pas pu être étudiée dans le territoire antérieur vu l'absence d'hypersignal T2 dans ce territoire.

Nous avons également analysé la relation entre les ondes T négatives et les lésions de rehaussement tardif : aucun accord n'a été retrouvé entre ces 2 paramètres ni en antérieur ($p=0,625$), ni en latéral ($p=0,454$) ni en inférieur ($p=0,687$).

Pour les QRS fragmentés, aucune liaison n'a été retrouvée avec les territoires de rehaussement tardif : ni en antérieur ($p=0,483$), ni en inférieur ($p=0,687$).

Dans le territoire latéral, les QRS fragmentés n'ont pas été retrouvés.

DISCUSSION

Les principaux résultats de notre étude peuvent être résumés comme suit : une faible concordance a été retrouvée entre le sus-décalage du segment ST et le rehaussement tardif en inférieur et une concordance moyenne a été retrouvée entre le sus-décalage du segment ST et l'hypersignal T2 en latéral. Aucune liaison significative n'a été retrouvée entre les ondes T négatives et le rehaussement tardif.

Une étude menée par G. Meléndez-Ramirez (8) sur 32 patients, explorant la relation entre le sus-décalage du segment ST et le rehaussement tardif dans les myocardites aiguës a retrouvé une concordance moyenne pour la localisation inférolatérale avec un $\kappa=0,43$. Les autres territoires comparés n'ont pas montré de concordance, avec un $\kappa=0,1$ pour le territoire antérieur et un $\kappa=0,2$ pour l'atteinte diffuse.

Une autre étude menée par G. Di Bella (9) analysant les mêmes paramètres sur une population de 81 patients n'a

retrouvé aucune concordance entre le sus-décalage du segment ST et le rehaussement tardif, avec un $\kappa=0,086$ en antérieur, $\kappa=0,013$ en latéral et $\kappa=0,062$ en inférieur. En analysant la relation entre les ondes T négatives et le rehaussement tardif, une très faible concordance a été retrouvée pour les territoires antérieur ($\kappa=0,170$) et latéral ($\kappa=0,116$) et aucune concordance n'a été retrouvée pour le territoire inférieur ($\kappa=0,062$).

G. Nucifora (10) a mené une étude sur 41 patients sans antécédents pathologiques, admis pour douleurs thoraciques aiguës avec un sus-décalage du segment ST à l'ECG et dont le diagnostic de myocardite aiguë a été retenu à l'IRM d'après les critères de Lake Louise. Une concordance topographique a été retrouvée entre le rehaussement tardif et le sus-décalage du segment ST : 59% des patients avec un sus-décalage du segment ST en antérolatéral avaient un rehaussement tardif dans le même territoire et 46% des patients avec sus-décalage du segment ST en inférolatéral avaient également un rehaussement tardif dans le même territoire.

Les troubles de la repolarisation ne semblent donc pas avoir une bonne valeur localisatrice des lésions tissulaires dans les myocardites aiguës.

Concernant les QRS fragmentés, notre analyse n'a pas révélé de liaison significative avec le rehaussement tardif. P. Ferrero (11), a étudié cette même relation dans une étude incluant 40 patients. Il a révélé une concordance de 25% pour le territoire antéro-septal et de 100% pour le territoire inférolatéral.

REFERENCES

- Richardson P, McKenna W, Bristow M, Maisch B, Mautner B, O'Connell J, et al. Report of the 1995 World health organization/International society and federation of cardiology task force on the definition and classification of cardiomyopathies. *Circulation*. 1996;93(5):841-2.
- Chan TC, Brady WJ, Pollack M. Electrocardiographic manifestations: acute myopericarditis. *J Emerg Med*. 1999;17(5):865-72.
- Friedrich MG, Sechtem U, Schulz-Menger J, Holmvang G, Alakija P, Cooper LT, et al. Cardiovascular magnetic resonance in myocarditis: a JACC white paper. *J Am Coll Cardiol*. 2009;53(17):1475-87.
- Hanna EB, Glancy DL. ST-segment elevation: differential diagnosis, caveats. *Cleve Clin J Med*. 2015;82(6):373-84.
- Haukilahti MAE, Eranti A, Kenttä T, Huikuri HV. QRS fragmentation patterns representing myocardial scar need to be separated from benign normal variants: hypotheses and proposal for morphology based classification. *Front Physiol*. 2016;7:653.
- Caforio ALP, Pankuweit S, Arbustini E, Basso C, Gimeno-Blanes J, Felix SB, et al. Current state of knowledge on aetiology, diagnosis, management, and therapy of myocarditis: a position statement of the European society of cardiology working group on myocardial and pericardial diseases. *Eur Heart J*.

Limites de l'étude

Notre étude présente quelques limites :

Premièrement, sa conception monocentrique et le nombre limité de patients inclus vont à l'encontre de la généralisation des résultats.

La deuxième limite consiste à la réalisation d'un seul examen IRM et le non contrôle de l'imagerie surtout pour les patients qui ont eu une première imagerie normale ; cette limite est secondaire à des contraintes économiques

CONCLUSION

D'après notre étude, les différentes anomalies électrocardiographiques avaient une faible valeur localisatrice, avec une concordance faible existant entre le sus-décalage ST et le rehaussement tardif en inférieur, et une concordance moyenne existant entre sus-décalage ST et hypersignal T2 en latéral. Aucune valeur localisatrice n'a pu être décelée pour les ondes T négatives et les QRS fragmentés.

L'ECG ne paraît donc pas être l'outil adapté pour une évaluation précise de la topographie lésionnelle. Toutefois, une étude multicentrique plus large est nécessaire pour mieux étudier la corrélation entre les anomalies électriques et à l'imagerie au cours de la myocardite aigue.

- 2013;34(33):2636-48.
- Cerqueira MD, Weissman NJ, Dilsizian V, Jacobs AK, Kaul S, Laskey WK, et al. Standardized myocardial segmentation and nomenclature for tomographic imaging of the heart. *Circulation*. 2002;105(4):539-42.
- Meléndez-Ramírez G, de Micheli A, Soto ME, Meave-González A, Kimura-Hayama E, Alcántara M, et al. Agreement between ST elevation and late enhancement evaluated by MRI in patients with acute myocarditis. *J Electrocardiol*. 2014;47(2):212-8.
- Di Bella G, Florian A, Oreto L, Napolitano C, Todaro MC, Donato R, et al. Electrocardiographic findings and myocardial damage in acute myocarditis detected by cardiac magnetic resonance. *Clin Res Cardiol*. 2012;101(8):617-24.
- Nucifora G, Miani D, Di Chiara A, Piccoli G, Artico J, Puppato M, et al. Infarct-like acute myocarditis: relation between electrocardiographic findings and myocardial damage as assessed by cardiac magnetic resonance imaging. *Clin Cardiol*. 2013;36(3):146-52.
- Ferrero P, Piazza I, Grosu A, Brambilla P, Sironi S, Senni M. QRS fragmentation as possible new marker of fibrosis in patients with myocarditis. Preliminary validation with cardiac magnetic resonance. *Eur J Heart Fail*. 2019;21(9):1160-1.