

La fibrillation ventriculaire, nouveaux défibrillateurs.

Pr. Dan Longrois*, Olivier Reinbold (IADE)

Département d'Anesthésie-Réanimation, Hôpital Bichat-Claude Bernard., 46, rue Henri Huchard, 75018 Paris Cedex

*Auteur correspondant : dan.longrois@bch.aphp.fr

POINTS ESSENTIELS

- La fibrillation ventriculaire est définie par une désynchronisation complète des fibres ventriculaires.
- Sa conséquence clinique est l'inefficacité hémodynamique (tableau d'arrêt cardio-circulatoire).
- La FV survient le plus souvent sur cœur pathologique, mais peut survenir sur cœur sain.
- La défibrillation électrique est un choc électrique externe non synchronisé, d'énergie élevée, réalisé pour réduire une fibrillation ventriculaire.
- La défibrillation fait partie des gestes de réanimation cardio-pulmonaire en cas d'ACC.
- Les défibrillateurs semi-automatiques (DSA) et entièrement automatiques (DEA) permettent l'analyse du tracé d'électrocardiographie et conseillent (ou réalisent), en fonction des résultats, la pratique d'un choc électrique externe.
- Les DSA/DEA permettent le stockage des informations qui peuvent être analysées par la suite.
- Les règles concernant le placement des électrodes, les précautions à prendre et l'utilisation pratique des DSA/DEA et des défibrillateurs manuels doivent être connus par l'ensemble du personnel hospitalier.

DÉFINITION DE LA FIBRILLATION VENTRICULAIRE

La fibrillation ventriculaire est définie par une désynchronisation complète des fibres ventriculaires (1). Sa manifestation électrocardiographique (ECG) est une activité électrique totalement désorganisée avec une amplitude de l'ordre de 0,2 mV et une fréquence comprise en 300 et 400 b/min. Ce type de tracé est appelé FV tonique ; si la FV perdure, l'amplitude des complexes diminue progressivement (FV atonique) et aboutit à l'asystolie après quelques minutes. Une FV atonique peut survenir d'emblée sur un myocarde hypoxique.

L'amplitude des complexes de FV conditionne l'efficacité de la défibrillation ; la diminution de l'amplitude diminue les chances de défibrillation. Sa conséquence clinique est l'inefficacité hémodynamique (tableau d'arrêt cardio-circulatoire ou ACC avec perte de conscience, crise convulsive). En l'absence de traitement, la FV est dans l'immense majorité des cas irréversible et entraîne le décès.

PHYSIOPATHOLOGIE DES FIBRILLATIONS VENTRICULAIRES

La FV est caractérisée par de multiples circuits de réentrée qui naissent et évoluent dans une zone critique du myocarde (1). Le facteur déclenchant d'une FV est une/plusieurs extrasystole(s), avec une sans tachycardie ventriculaire (TV) précédant la FV, qui survient en période vulnérable (phénomène R/T, soit un rapport $RR'/QT < 0,85$). Une FV peut être induite (notion de seuil de FV) d'autant plus facilement qu'il existe une vulnérabilité myocardique caractérisée par une grande hétérogénéité des vitesses de conduction et des périodes réfractaires. Dans de rares cas, la FV peut survenir en cas de tachycardie supraventriculaire (TSV) lorsqu'il existe en faisceau accessoire (faisceau de Kent) ayant une période réfractaire antérograde très courte.

La FV survient le plus souvent sur cœur pathologique, mais peut survenir sur cœur sain (1). Les tableaux cliniques dans lesquels la FV peut être rencontrée sur cœur pathologique sont :

- l'infarctus du myocarde (IDM) avec un risque majeur dans les premières heures après son début, mais persiste pendant plusieurs jours en cas d'IDM compliqué voire pendant la première année en cas d'extrasystoles ventriculaires persistantes ou d'altération majeure de la fonction systolique myocardique ;
- les cardiomyopathies non ischémiques, surtout la dysplasie ventriculaire droite arythmogène et les cardiomyopathies hypertrophiques (dont le rétrécissement aortique) ;
- les FV accidentelles par stimulation mécanique (cathéter intracardiaque, sondes d'exploration/imagerie ou par stimulation électrique (électrocution à n'importe quel moment du cycle cardiaque ou de moindre intensité en période vulnérable, choc électrique externe pour une TSV non synchronisé). Les FV sur cœur sain peuvent survenir dans plusieurs contextes :
 - les torsades de pointes à couplage court ;
 - les TV catécholaminergiques (pathologie héréditaire avec troubles du rythme graves, dont la FV survenant en cas de décharge sympathique intense en cas d'effort ou d'émotion majeure) ;
 - le syndrome de Brugada (syncope ou mort subite sur cœur structurellement considéré comme non pathologique et un tracé ECG de bloc de branche droit avec sus-décalage du segment ST dans les dérivations précordiales droites) ;
 - le syndrome du QT court ($QTc < 320$ ms) et avec ondes T étroites et symétriques en présence d'antécédents personnels ou familiaux de troubles du rythme graves ;
 - (v) syndrome de la repolarisation précoce caractérisé par une surélévation du point J (jonction QRS-segment ST) $> 0,1$ mV dans les dérivations inférieures ou latérales.

DÉFIBRILLATION

Définitions de termes

Le choc électrique externe (CEE) est l'application transthoracique d'un courant destiné à interrompre un trouble du rythme cardiaque.

La cardioversion est le terme utilisé lorsque le CEE est synchronisé (concomitant de l'onde R, période réfractaire relative, à distance du sommet de l'onde T qui marque une période de vulnérabilité cardiaque) au complexe QRS.

La défibrillation électrique est un CEE non synchronisé, d'énergie élevée, réalisé pour réduire une FV. La défibrillation fait partie des gestes de réanimation cardio-pulmonaire en cas d'ACC.

Quelques notions d'électricité nécessaires à la compréhension de la défibrillation électrique

Le courant électrique est caractérisé par l'intensité mesurée en ampère (A) (nombre de particules circulant par unité de temps) et par la tension mesurée en volt (V) (différence de potentiel, soit la différence de charges électriques entre deux points de la migration du courant électrique). La puissance électrique en watt (W) est le produit de la tension par l'intensité. L'énergie en joule (J), est le produit de la puissance par une durée en seconde. Selon la loi d'Ohm, la tension est le produit de l'intensité par la résistance en ohm (Ω).

Tous les appareils de défibrillation électrique fonctionnent sur le principe de la décharge d'un condensateur qui est préalablement chargé par un circuit à haute tension (1000 à 5000 V). À travers les deux électrodes thoraciques, un courant continu est administré durant une dizaine de millisecondes (moindres chaleur et risques de brûlures). L'énergie administrée peut être différente de celle sélectionnée, car la majorité des défibrillateurs est conçue pour une impédance fixe de 50W alors que l'impédance thoracique (résistance) est variable de 20 à 150W. De nouveaux défibrillateurs permettent la mesure de l'impédance thoracique grâce à des courants de faible intensité émis durant la phase de charge et l'adaptation de l'énergie délivrée.

Électrodes de défibrillation et leur placement

Les électrodes doivent être appliquées sur une peau sèche. En cas de pilosité importante, il faut raser les zones d'application des électrodes. Pour un adulte de taille habituelle, le diamètre des électrodes est entre 8 et 12 cm de diamètre (surface de 50 et 75 cm² par électrode). Un gel aux propriétés conductrices à l'interface électrodes-peau permet de diminuer l'impédance. Il existe des cas particuliers par exemple la présence d'un dispositif d'entraînement électrosystolique (DEES) ou un défibrillateur implantable qui peut modifier le placement des électrodes de défibrillation externe. L'électrode de défibrillation externe ne doit jamais être au-dessus du boîtier du DEES ; elle doit être placée 1 cm à distance (en distal si le boîtier est placé au niveau sous-claviculaire). Si un timbre autocollant médicamenteux est présent à l'endroit où l'électrode de défibrillation externe doit être placée, il faut retirer le timbre avant le placement de l'électrode. Chez l'enfant, en cas de non-disponibilité des

électrodes enfant, si les électrodes adultes sont le seul recours, elles ne doivent pas se chevaucher.

La quantité de courant qui traverse le cœur est estimée à moins de 5 % du courant délivré, le reste étant dissipé par la cage thoracique. L'impédance thoracique dépend de la taille des électrodes, de la pression à l'interface électrodes-peau, de la phase respiratoire et d'autres facteurs. Chez l'adulte, l'impédance thoracique est estimée en moyenne à 75 Ω (extrêmes de 28 à 150 Ω). L'estimation de l'impédance de la cage thoracique avant la défibrillation permet d'adapter la quantité d'énergie nécessaire pour maximiser les chances de succès et minimiser les effets délétères.

Formes d'ondes électriques de défibrillation

La forme de l'onde électrique (décharge du condensateur) est variable. Il existe des ondes monophasiques (**Figure 1A et 1B**). Pour les ondes monophasiques, le courant électrique circule à travers le thorax dans un seul sens de l'électrode positive vers l'électrode négative. Une onde biphasique est présentée dans la **Figure 1C**. Des formes d'ondes plus élaborées sont obtenues soit par adjonction d'une inductance, soit par tronquage. La forme de l'onde la plus souvent utilisée est dite onde d'Edmark et correspond à la décharge oscillante d'un condensateur avec un amortissement au régime critique (retour à zéro le plus rapide possible, mais sans oscillation). Historiquement, il existe une progression des ondes monophasiques vers les ondes biphasiques. Cette évolution a permis une diminution de la taille et du poids des DSA, élément important pour leur diffusion dans le milieu extrahospitalier. Les ondes biphasiques de faible énergie (< 200 J) sont recommandées actuellement. Les ondes monophasiques, qui délivraient des courants d'énergie élevée (360 J) ne sont plus utilisés.

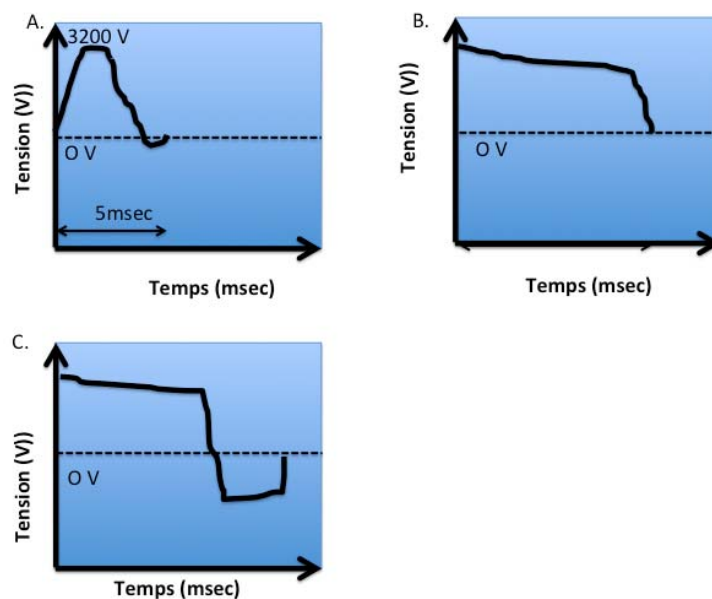


Figure 1. Formes d'ondes électriques de défibrillation. A. Onde monophasique sinusoïdale amortie ; B. Onde monophasique exponentielle tronquée ; C. Onde biphasique exponentielle

Principes de fonctionnement du défibrillateur semi-automatique.

Un défibrillateur semi-automatique (DSA) est un appareil sophistiqué, informatisé qui est fiable et simple d'utilisation et permet l'administration d'un courant électrique au muscle cardiaque à travers le thorax dans le but de resynchroniser l'activité électrique du cœur (2). Le terme « semi-automatique » désigne une analyse de l'ECG qui permet de déterminer si un CEE est conseillé ou non. Lorsque le CEE est conseillé, le DSA gère la charge et la séquence d'intensité des chocs successifs. Il est seulement semi-automatique et non automatique, car c'est l'utilisateur qui délivre le CEE en appuyant sur le bouton « Choc ». Si l'analyse du DSA indique qu'un choc n'est pas conseillé, l'utilisateur ne pourra pas délivrer de choc électrique. Les défibrillateurs entièrement automatiques (DEA) gèrent l'ensemble de la séquence, sans intervention humaine pour choquer. Il a été montré que les DEA sont associés à un moindre risque d'erreur dans la réanimation des ACC par rapport aux DSA. L'avantage des DSA par rapport aux DEA est lié au fait qu'il est plus facile de vérifier qu'aucun membre de l'équipe de réanimation n'est en contact avec la victime avec un DSA par rapport à un DEA (dont les messages peuvent ne pas être entendus dans le milieu bruyant qui caractérise la réanimation des ACC). Les DSA et DEA modernes analysent l'ECG de surface (fréquence, amplitude, informations intégrées de fréquence et d'amplitude comme la pente des ondes et leur morphologie. Différents algorithmes sont utilisés pour détecter des signaux artefactés (interférences électromagnétiques, électrodes non adhésives, interférences avec d'autres types d'ondes, des mouvements des patients ou de l'équipe de réanimation). La fiabilité des DSA/DEA modernes est considérée comme excellente avec un taux d'erreurs considéré comme très faible (principalement par défaut de reconnaissance de certaines formes de FV ou de TV) (2, 3). La présence des mouvements (dont la respiration de type agonique) peut poser problème et c'est pourquoi le mode analyse des DSA doit être activé lorsque l'ACC est confirmé et lorsque tout mouvement a été interrompu (dont le transport du patient). Le décret n°2007-705 du 4 mai 2007 permet l'utilisation des DSA/DEA par tout type de personnel, même non médical. En revanche, l'utilisation des défibrillateurs manuels

Composantes d'un DSA

Le DSA est composé de plusieurs éléments :

- une batterie rechargeable ou non ;
- des électrodes de défibrillation auto-adhésives collées sur le patient ;
- un câble qui permet la connexion entre les électrodes de défibrillation et le DSA ;
- un écran d'affichage des messages écrits (accompagnés de messages sonores) pour aider l'utilisateur ; sur certains modèles, l'ECG est affiché sur l'écran ;
- un bouton de mise en marche ;
- un bouton d'analyse de l'ECG (qui n'existe pas sur le DSA muni de la fonction « auto-analyse » ;
- un bouton de délivrance de choc (si conseillé après analyse de l'ECG).

Le DSA mémorise (mémoire interne ou externe) le tracé ECG ainsi que l'historique de l'intervention (date et heure de tous les événements comme l'analyse de l'ECG, délivrance de

choc). Ces informations peuvent être récupérées en fin d'intervention et archivées.

Utilisation du DSA

Le DSA est un élément important de la chaîne de survie (4, 5) dont le 1^{er} maillon est l'alerte précoce et efficace afin de permettre l'arrivée rapide des secours ; le deuxième maillon est la prise en charge immédiate de l'ACC par un témoin ; le troisième maillon est la défibrillation précoce par l'utilisation du DSA ; le délai avant la défibrillation est l'élément le plus important pour la survie dans l'ACC ; la survie est d'environ 90 % lorsque la défibrillation est obtenue dans la première minute après le début de FV et diminue de 10 % avec chaque minute qui passe ; le 4^e maillon est la prise en charge médicalisée spécialisée de l'ACC.

Précautions liées à l'utilisation du DSA

Le DSA ne doit pas être utilisé à proximité des téléphones portables ou d'autres sources d'interférence électromagnétiques qui peuvent altérer ses capacités à analyser le tracé ECG. La victime ne doit pas être sur un sol mouillé ou sur un objet métallique (bouche d'éégout). Le thorax de la victime doit être sec (ne pas utiliser sous la pluie ; la victime doit être mise à l'abri). Le DSA ne doit pas être utilisé lorsqu'il existe un risque d'explosion. Une distance d'au moins 50 centimètres doit être respectée entre les membres de l'équipe de réanimation et la victime pendant le CEE. Le risque de décharge électrique reçue par un membre de l'équipe de réanimation est diminué si tous les membres de l'équipe portent des gants. Le DSA classique peut être utilisé chez les enfants de plus de 25 kg. Pour des enfants de moindre taille, des électrodes pédiatriques doivent être utilisées ainsi qu'un DSA avec un mode « Pédiatrie ». L'utilisation des DSA n'est pas recommandée chez les enfants de moins d'un an.

Maintenance des DSA

Le DSA est un dispositif médical marqué CE régi par le Décret no 2001-1154 du 5 décembre 2001 relatif à l'obligation de maintenance et au contrôle de qualité des dispositifs médicaux prévus à l'article L. 5212-1 du code de la santé publique. Un contrôle de sécurité électrique (selon les normes en vigueur : EN606601-1 : Règles générales de sécurité des appareils électromédicaux ; EN606601-2-4 : Règles particulières de sécurité pour défibrillateurs cardiaques et moniteurs défibrillateurs cardiaques) et un contrôle de performance sont indispensables. Le contrôle des performances est réalisé par l'inspection visuelle (absence de coups, rayures ; présence des accessoires), l'analyse des voyants, de la date de péremption de la batterie. Un technicien doit pratiquer le contrôle des performances de l'appareil selon une série de tests tirés des rapports techniques CEI 612-1, CEI61288-2 et des prescriptions du fabricant. Ces différents contrôles participent à l'efficacité de défibrillation dans la prise en charge des ACC (4,5).

En conclusion, la pratique de la défibrillation et les défibrillateurs modernes ont fait beaucoup de progrès. Malgré la sophistication des DSA/DEA, leur utilisation est relativement simple, à condition que des règles de base soient connues et respectées. La défibrillation reste un élément important dans la chaîne de survie de l'arrêt cardio-circulatoire et sa maîtrise est un élément indispensable pour améliorer la survie des victimes.

RÉFÉRENCES

- (1) Leenhardt A, Sebag C, Extramiana F, Algalarrondo V. Les fibrillations ventriculaires. L'essentiel en rythmologie. Médecine Sciences Publications, 2013: 233-241.
- (2) Marengo JP, Wang PJ, Link MS, Homoud MK, Estes NA, III. Improving survival from sudden cardiac arrest: the role of the automated external defibrillator. JAMA 2001; 285:1193-200.
- (3) Peberdy MA, Ottingham LV, Groh WJ, Hedges J, Terndrup TE, Pirrallo RG et al. Adverse events associated with lay emergency response programs: the public access defibrillation trial experience. Resuscitation 2006; 70:59-65.
- (4) Sanna T, La Torre G, de Waure C, Scapigliati A, Ricciardi W, dello RA et al. Cardiopulmonary resuscitation alone vs. cardiopulmonary resuscitation plus automated external defibrillator use by non-healthcare professionals: a meta-analysis on 1583 cases of out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2008; 76:226-32.
- (5) Stokes NA, Scapigliati A, Trammell AR, Parish DC. The effect of the AED and AED programs on survival of individuals, groups and populations. Prehosp Disaster Med 2012; 27:419-24.