# Étude comparative des résultats immédiats des défibrillations auriculaires électriques selon la forme de décharge de condensateur utilisée

Par A. MATHIVAT, D. CLÊMENT, A. DJOURNO, D. ROSENTHAL, M. LEGENDRE et Cl. VERY

La défibrillation électrique des oreillettes devient un mode thérapeutique de plus en plus répandu. Les publications se multiplient. Les centres cardiologiques ont, pour beaucoup, une statistique personnelle.

Depuis les premiers cas que nous avons rapportés [7, 8] utilisant la décharge de condensateur comme source d'énergie, plusieurs éléments sont venus améliorer le pourcentage de succès.

La taille des électrodes a été une des premières modifications. 180 cm<sup>2</sup> ont paru plus efficaces que 100 cm<sup>2</sup>.

La place des électrodes a varié. Au début, les deux électrodes étaient placées sur la partie antérieure du thorax : l'une à la pointe, l'autre à la base. De meilleurs résultats ont ensuite été enregistrés, lorsque les électrodes étaient placées, l'une en avant, l'autre en arrière. Une autre amélioration a été d'abaisser les électrodes qui sont, dès lors, toujours placées, l'une antérieure médiane, affleurant à l'appendice xyphoïde, et l'autre postérieure, dans l'angle interscapulo-vertébral, à la même hauteur.

Le souei d'éviter la phase vulnérable, dont on sait la place quelque peu variable autour du sommet de T, a amené à déclencher la défibrillation en un point précis et non pas au hasard. Il a semblé logique de produire le choc électrique en dehors de toute activité ventriculaire; c'est pourquoi le moment où l'onde T se termine est le plus adéquat. Lown a préféré la fin de la dépolarisation [5, 6], Hoffman et Cranefield écrivent [3] que, pour eux, le seul moment où l'on ne risque pas de déclencher une fibrillation en un point quelconque du cœur est la diastole, en dehors de toute activité ventriculaire. Est-ce la raison pour laquelle il suffit de 50 à 200 joules pour défibriller les oreillettes de cette façon, alors que 200 à 600 joules semblent nécessaires à ceux qui adoptent la chronologie de Lown?

Une préoccupation supplémentaire est celle du rôle de la forme du courant. La décharge du condensateur a toujours paru préférable au courant alternatif, parce que l'énergie fournie est alors constante et le temps de décharge beaucoup plus court, conditionné par moins de servitudes.

Toutefois, le condensateur de 16 microfarads, initialement utilisé, réveille très souvent des foyers ectopiques d'activité, qui font toujours

craindre tachycardie ventriculaire ou même fibrillation ventriculaire. Ces éventualités, observées respectivement 2 fois et 1 fois, sont facilement réduites par un nouveau choc. Une modification de certains paramètres paraît souhaitable, afin de diminuer la fréquence de ces activités ectopiques, induites par les chocs.

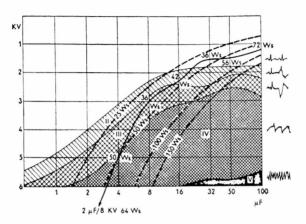


Fig. 1. — Tirée du travail de PELESKA [9].

- Verticalement, sont inscrits les kilovolts en partant de 0, en haut jusqu'à 6, en bas;
- Horizontalement est l'échelle logarithmique des microfarads qui vont de 1 à 100;
- En noir, est inscrite la zone génératrice de fibrillation;
- En grisé sombre, la zone génératrice de tachycardie ventriculaire;
- En grisé moyen, la zone d'extra-systoles fréquentes;
- En grisé clair, la zone d'extra-systoles rares;
- Non grisée est la zone sans ectopies;
- Les lignes pointillées correspondent à une énergie, successivement de 25, 50, 100 et 150 joules;
- La ligne noire, qui serpente dans ces différents points de repère, correspond au seuil d'énergie en dessous duquel la défibrillation ne se produit pas.

Cette figure correspond à la fréquence des activités ectopiques selon le voltage et selon la capacité utilisés. Il est à noter que plus le voltage de charge est important, plus les ectopies sont fréquentes et graves. A l'inverse, plus la capacité est forte, moins les ectopies sont fréquentes et graves pour une même énergie. Cependant, à partir de 32 microfarads, l'énergie nécessaire pour défibriller devient croissante.

Dans un premier travail, Peleska [9], étudiant la fréquence des ectopies provoquées par les chocs, chez le chien en rythme sinusal, constate que ces activités ectopiques sont moins fréquentes lorsque le voltage est moindre. Afin d'avoir la même énergie, il faut dès lors augmenter la capacité. Toutefois, l'énergie minimale pour défibriller est autour de 35 joules, lorsque la capacité reste entre 16 et 32 microfarads, alors qu'elle dépasse 50 joules pour une plus grande capacité.

Pour ces différentes raisons, une étude comparative des résultats obtenus avec des capacités de 16 puis de 25 microfarads a été réalisée.

Dans un second travail, Peleska [10] étudie les activités ectopiques, provoquées par une décharge oscillante, en utilisant un condensateur branché en série, une self de 0,29 H et 27 ohms. Dans ces conditions, en variant voltage et capacité, il réduit considérablement les activités ectopiques provoquées chez le chien, alors que l'énergie nécessaire à la

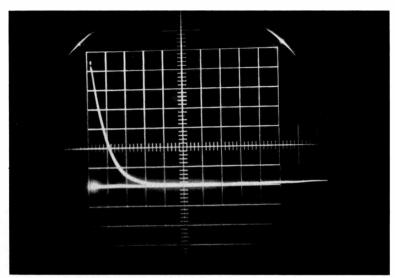


Fig. 2. — Décharge d'un condensateur de 16 microfarads, à travers un sujet. Les lignes verticales sont séparées par 1 milliseconde.

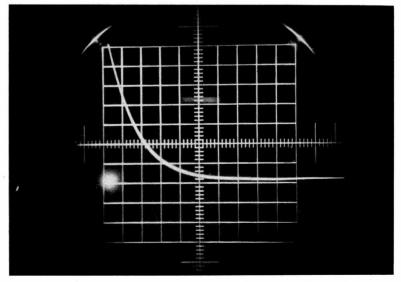


Fig. 3. — Décharge d'un condensateur de 25 microfarads, à travers un sujet. Les lignes verticales sont séparées par 1 milliseconde.

défibrillation est à 30 joules pour une capacité autour de 25 microfarads. Ceci est le point de départ d'une 3° série de défibrillation par décharge oscillante.

# MATÉRIEL

Dans un premier groupe de sujets, un condensateur de 16 microfarads est utilisé. C'est l'appareil D.C. 103 Serdal, avec condensateurs électrolytiques. La tension est réglable à 1 500, 2 500, 3 500, 4 500 volts. Ceci correspond à des énergies de 18, 50, 10, et 160 joules. Afin de ne pas interférer avec les autres raisons d'améliorations, les 100 derniers malades soumis à cette technique sont seuls retenus pour le premier groupe.

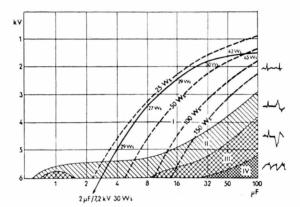


Fig. 4. — Mêmes conventions que pour la figure 1. Cette figure est établie lorsque le condensateur est couplé avec une self en série de 0,29 H et 27 ohms. Il est à noter, par rapport à la figure 1, la bien moins grande fréquence d'apparition des ectopies. Celles-ci nécessitent des voltages plus forts ou des capacités plus fortes. L'espace qui sépare la ligne du seuil défibrillateur et la ligne de début des activités ectopiques est bien plus considérable.

Le second groupe de sujets subit la décharge d'un condensateur papier de 25 microfarads, mis au point par le Professeur DJOURNO. Sa tension de charge est réglable à 1 000, 2 000, 3 000 et 4 000 volts, correspondant à des énergies de 12,5, 50, 112,5 et 200 joules. En arrêtant l'alimentation avant d'attendre l'équilibre de charge, on peut obtenir des énergies intermédiaires.

En ajoutant, dans le circuit de décharge, une self de 0,2 H et 27 ohms, mise en série, on obtient le courant oscillant rapidement, amorti, essayé sur le troisième groupe de sujets. Le condensateur papier de 25 microfarads est la source d'énergie. L'énergie développée est une fraction de l'énergie de décharge, car une partie en est absorbée par la self.

Afin de déterminer la forme du courant de décharge, sa durée et la quantité d'énergie délivrée au malade, ce courant a été enregistré sur un oscilloscope C.R.C. placé de part et d'autre d'une résistance de 1 ohm, placée en série.

Devant les erreurs des gâchettes électroniques, un déclenchement manuel du choc a été conservé. Afin de produire cette décharge après l'onde T, l'observation du pulsomètre de Tajan a été utilisée. Celui-ci, dont le capteur est placé à la pulpe du pouce ou de l'index, donne un pic systolique survenant à la fin de l'onde T. C'est la vue de ce pic qui fait appuyer sur un déclencheur à main (ou au pied). Le retard éventuel apporté à cet ordre ne fait qu'assurer un choc en pleine diastole, en l'absence de tachycardie. C'est pourquoi le ralentissement digitalique préalable fait partie de la préparation du sujet.

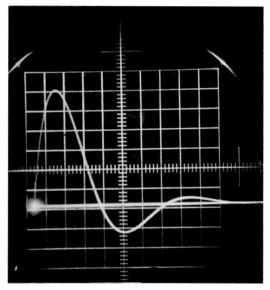


Fig. 5. — Décharge d'un condensateur de 25 microfarads, avec une self de 0,2 H et 27 ohms, à travers un sujet.

Les lignes verticales sont séparées par 2 millisecondes.

# **MÉTHODES**

Le choix des malades susceptibles d'être améliorés par la défibrillation auriculaire est très voisin de celui qu'il était classique de faire pour la régularisation chimique. Les sujets âgés de plus de 70 ans et les gros cœurs sont éliminés. Les arythmies parfaitement tolérées ne sauraient être améliorées. Les arythmies lentes, en dehors de la Digitaline, indiquent un bloc auriculo-ventriculaire avancé qu'une régularisation ne peut qu'aggraver. Les coronariens ne sont récusés que s'ils sont en période évolutive. Il en est de même pour les hyperthyroïdiens. La présence de foyers ectopiques, non contrôlés par les quinidiniques, est une contreindication.

Anticoagulants et Digitaline préparent le malade. La dose utile d'antivitamine K est celle qui amène la prothrombine entre 25 et 40 %

et le test d'Owren entre 7 et 20 %. Quant à la Digitaline, elle est donnée à la dose qui amène le rythme cardiaque à moins de 80. Ceci est volontiers réalisé en laissant le malade ambulatoire.

Le jour du choc, le malade est préparé une heure avant par une injection intramusculaire de Phénergan et Dolosal, tandis qu'il reçoit 1 comprimé de dérivé quinidinique.

Le choc a lieu dans la salle de réanimation cardiaque où sont : oxygène, matériel d'intubation, cardiostimulateur externe, moniteur.

Les médications susceptibles d'être utilisées sont à portée de la main : un flacon de sérum glucosé isotonique pur, un autre flacon additionné de ClK (20 milli-équivalents pour 100 cm³) et de Pronestyl (40 centigrammes pour 100 cm³), un flacon de sérum bicarbonaté isotonique, enfin des ampoules d'Isuprel, Lévophed, Pronestyl, Hydroquinidine, Ajmaline et Gluconate de calcium.

Le malade est amené dans la salle et mis en décubitus latéral droit. L'anesthésiste installe l'oxygène au masque, la perfusion de sérum glucosé aux veines du bras droit et le pulsomètre au pouce gauche.

L'électrocardiographe est installé et une première bande de D2 est prise, afin de voir : si le rythme sinusal n'est pas reparu; si le rythme cardiaque est suffisamment ralenti; si ne se manifestent pas des activités ventriculaires ectopiques, qui indiquent les perfusions avec ClK et Pronestyl.

Tout en maintenant une bonne ventilation d'oxygène, le Pentothal (10 à 40 cg) est alors poussé dans le tuyau d'anesthésie. Dès que le sujet perd conscience, une nouvelle bande de D2 est enregistrée pour les mêmes raisons que ci-dessus. L'apparition de tachycardie ou de foyers ectopiques, non contrôlables avec ClK-Pronestyl, fait récuser le sujet.

L'électrocardiogramme est alors débranché, le condensateur est chargé entre 50 et 200 joules, ses électrodes sont placées, l'enregistrement oscilloscopique est déclenché et l'opérateur provoque la décharge lorsque l'aiguille du pulsomètre est à son maximum.

Le sursaut musculaire que produit la décharge indique la réalité de celle-ci. Aussitôt, l'électrocardiogramme est rebranché et une très longue bande de D2 indique le rythme sinusal, avec ou sans activités ectopiques ou blocs. Ceci est immédiatement consigné, tandis que la ventilation d'oxygène continue et que la pression artérielle est contrôlée toutes les minutes.

En quelques minutes, la conscience revient. Le sujet est ramené à son lit. Rythme cardiaque et pression artérielle restent surveillés toutes les dix minutes, pendant au moins une heure.

# RÉSULTATS

Dans les 100 derniers malades, où le condensateur de 16 microfarads a été utilisé, 76 retrouvent le rythme sinusal. Les 74 malades soumis à la décharge du condensateur de 25 microfarads sont, dans 64 cas, remis en rythme sinusal. 62 malades sur 68 sont en rythme sinusal, après la décharge oscillante. Les pourcentages respectifs sont donc 76 %, 86,5 %, 91 %.

## TABLEAU I

Résultats des défibrillations répartis selon trois lots :

- Un lot de 100 fibrillations auriculaires, ayant subi la décharge d'un condensateur de 16 microfarads:
- Un lot de 74 sujets, soumis à 25 microfarads;
- Et un lot de 68 sujets, soumis à la décharge de 25 microfarads à travers une self de 0.2 H et 27 ohms.

# RÉSULTATS

	16 F	25 F	$25 \; \mathrm{F} + 0.2 \; \mathrm{H}$
NOMBRE TOTAL	100	74	68
Nombre	76	64	62
succès ( Nombre	76 %	86,48 %	91,17 %
Nombre	24	10	6
ÉCHECS ( Nombre	24 %	13,51 %	8,83 %

Il est à noter que seuls les rythmes sinusaux qui ont duré plus de 24 heures sont retenus, alors qu'en tout état de cause, la méthode de défibrillation ne peut avoir la prétention de maintenir un rythme sinusal. Toute défibrillation efficace doit donc arrêter, au moins pour un temps, l'activité auriculaire anarchique et incessante. En général, l'activité sinusale reparaît alors. Vue sous cet angle, la défibrillation auriculaire a été réalisée dans 100 % des cas, lorsque la décharge oscillante a été utilisée; le chiffre retenu est de 91 %, car 9 % ont repris leur fibrillation auriculaire avant la 24e heure après le choc.

La signification des différences observées est calculée par le test de  $X^2$  avec la correction de Yates. La différence est significative (p < 0,02) entre les 76 % de succès du condensateur de 16 microfarads et les 91 % de l'alternance amortie.

L'ensemble de ces résultats a été reporté sur le tableau 1.

Le second objet de cette étude est d'apprécier la fréquence des activités ectopiques induites par le choc, selon le type de décharge utilisé. Ont été groupés sous le terme d'activité ectopique induite, aussi bien les extrasystoles auriculaires, nodales et ventriculaires, que les rythmes d'échappements, bien que le mécanisme de ces derniers soit certainement très différent. Seuls les tracés où le rythme est sinusal d'emblée sont classés « sans ectopies ».

Sur les 76 cas régularisés par le condensateur de 16 microfarads, exactement la moitié développent des activités ectopiques. Avec le condensateur de 25 microfarads, la proportion est de 35 pour 64, soit

# TABLEAU II

Fréquence des ectopies déclenchées, chez les 76 sujets régularisés à 16 microfarads et chez les 62 sujets régularisés à 25 microfarads avec self.

### LES ECTOPIES DÉCLENCHÉES

	16 F	25 F	25 F + 0,2 H
NOMBRE TOTAL	76	64	62
( Nombre	38	29	43
SANS ECTOPIES $\begin{cases} \text{Nombre} \\ \% \end{cases}$	50 %	45,31 %	69,35 %
( Nombre	38	35	19
AVEC ECTOPIES ( Nombre	50 %	54,69 %	30,65 %

54,7% des cas régularisés avec activités ectopiques. Par contre, le condensateur de 25 microfarads, utilisé avec la self en série, ne provoque plus ces activités ectopiques que dans 19 cas sur 62, soit 30,7 % des cas.

Le calcul de signification montre que la différence entre les 2 types de condensateurs n'est pas significative; par contre, elle est hautement significative entre les décharges de condensateur et la décharge oscillante dont la période est de 12 millisecondes (p < 0.001).

Tableau III

Fréquence des régularisations au premier choc
selon qu'on ait utilisé 16 microfarads, 25 microfarads ou 25 microfarads
avec self.

## SUJETS RÉGULARISÉS AU PREMIER CHOC

	16 F (76 cas)	25 F (64 cas)	25 F + 0,2 M (62 cas)
NOMBRE	52	39	57
POURCENTAGE	68,41 %	60,93 %	91,93 %

Le pourcentage de succès, dès le premier choc, est fort différent, selon le type de courant de décharge (fig. 3). La décharge exponentielle des condensateurs de 16 et 25 microfarads donne des pourcentages analogues de 68 et 61 %. Par contre, l'oscillation amortie, que provoque la self de 0,2 H, amène ce pourcentage à 92 %, ce qui est hautement significatif par rapport aux deux autres (p < 0,001).

## COMMENTAIRES

Au moins 3 paramètres ont varié dans cette étude : le temps de passage du courant, son intensité maximale et sa forme.

En augmentant la capacité de 16 à 25 microfarads, on allonge le temps de passage de 50 %. Le pourcentage de succès est meilleur, mais les ectopies provoquées ne sont pas moins nombreuses. En ajoutant une self à la capacité, on double le temps de passage, mais on évite la pointe initiale de grande intensité, et l'on remplace la queue de décharge exponentielle par une oscillation amortie. Le nombre de succès avoisine 100 % et les ectopies provoquées ne dépassent pas 30 %.

Il est classique de dire que les stimuli durant moins de 1 milliseconde sont inefficaces. A l'inverse, les stimuli prolongés peuvent être nocifs, soit par la brulûre, dénaturation des protéines, soit par déplacement ionique trop important. Les durées maximales tolérables sont mal connues, du moins pour le myocarde.

L'expérience, chez le chien à thorax fermé, a montré à Peleska [9 et 10] que le seuil de défibrillation varie selon la capacité (donc le temps de passage) utilisée.

Le seuil augmente rapidement à partir de 32 microfarads. Par contre, il baisse de 42 à 30 joules, entre respectivement 16 à 25 microfarads. Il était donc logique de penser à une légère amélioration de l'efficacité. Pourtant, Peleska voit moins d'ectopies provoquées, à énergie constante en élevant la capacité. Ceci n'est pas constaté lorsqu'on passe de 16 à 25 microfarads.

Lorsque cet auteur intercale, dans le circuit, une self de 0,29 H et 27 ohms, le seuil de défibrillation s'abaisse autour de 30, entre 16 et 32 microfarads; par contre, l'écart entre cette courbe seuil et la frontière des activités ectopiques est beaucoup plus considérable, ce qui permet d'augmenter le nombre de joules sans réveiller les foyers ectopiques. Il est certain que cette forme de courant a apporté une plus grande fréquence de succès et peu d'activités ectopiques.

La période de courant alternatif a donné des résultats intéressants à Bouvrain [1] et à Jouve [4]. Toutefois, il semble que les activités ectopiques déclenchées sont loin d'être rares. Il est difficile de savoir si ceci est lié à la forme non amortie de la période, comme le pense Gordon [2], ou au temps plus long (20 millisecondes) de cette dernière. De toute façon, l'alternance amortie, provoquée par la décharge d'un condensateur à travers une self, garde l'avantage de pouvoir être construit avec batterie incorporée et redresseur, ce qui lui permet une autonomie totale et une facilité de déplacement, et celui d'être effectué avec une énergie constante et calculable.

#### RÉSUMÉ

Les auteurs rapportent les résultats de 3 lots de défibrillation auriculaire transthoracique, faite par choc électrique externe, chez l'homme.

Le premier lot subit la décharge d'un condensateur de 16 microfarads; il a 76 % de succès, avec 50 % d'activités ectopiques provoquées.

Un condensateur de 25 microfarads donne au second lot 84 % de succès et 54 % d'activités ectopiques.

Ce même condensateur, lorsqu'il débite à travers une self de 0,2 H et 27 ohms, permet au troisième lot 91 % de succès et seulement 31 % avec foyers ectopiques réveillés.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Verfasser berichten die Ergebnisse der transthorakalen Vorhofdefibrillierung durch äusseren elektrischen Schock in 3 Gruppen.

Die erste Gruppe erhält eine Kondensatorentladung von 16 microfarads. Erfolg in 76 % mit 50 % ektopischer Reizbildung. Ein Kondensator mit 25 microfarads erzielt in der zweiten Gruppe Erfolge in 84 % und ektopische Aktivierung in 54 %.

Derselbe Kondensator erzielt in der dritten Gruppe 91 % Erfolge und nur 31 % ektopische. Reizbildung wenn die Entladung durch einen Widerstand ein von 0,2 H und 27 Ohm geleitet wird.

#### SUMMARY

The authors report the results of three lots of transthoracic atrial defibrillation, performed by external electrical counter-shock in man.

The first lot was treated with a condenser discharge of 16 microfarads: 76 % successes and 50 % provoked ectopic activities are recorded. In the second lot, a condenser of 25 microfarads provides with 84 % successes and 54 % ectopic rhythms.

This same condenser, when it discharges through a self of 0,2 H. and of 27 ohms, provides the third lot with 91 % successes and 31 % of stimulation of ectopic foci.

#### RESUMEN

Se reportan los resultados de tres lotes de desfibrilacion auricular transtoracica, hecha por choque eléctrico externo en el hombre.

El primer lote sufrió la descarga de un condensador de 16 microfarads : hay el 76 % de exitos con el 50 % de activitades ectopicas provocadas. El condensator de 25 microfarads dio al segundo lote el 84 % de éxitos y el 54 % de actividades ectópicas.

Este mismo condensador cuando debita a través de un « self » de 0.24 y 27 ohmios, permite al tercer lote el 91 % de éxitos y solo el 31 % con focos ectópicos.

# BIBLIOGRAPHIE

- BOUVRAIN (Y.), GUÉDON (J.), SLAMA (R.) et NAOURI (R.). Traitement de la tachycardie ventriculaire par choc électrique externe. — Presse Médicale, 71, 2379, 1963.
- [2] GORDON (A. S.), DETMER (R. A.), RAUSH (J.), DERMER (W. J.) and FLETCHER (E.). Ideal Parameters for direct-current defibrillation and converter wave form. Circ., Vol. 30, Supp. 3, p. 87, 1964.

- [3] HOFFMAN (B. F.) and CRANEFIELD (P. F.). The physiological basis of cardiac arrythmias. Am. J. Med., 37, 670, 1964.
- [4] Jouve (A.), Torresani (G.), Delaage (M.) et Francois (G.). Traitement des tachycardies par chocs électriques externes. Arch. Mal. Cœur., 56, 1112, 1963.
- [5] LOWN (B.), AMARASINGHAM (R.) and NEUMAN (J.). New method for terminating cardiac arrythmias. — J.A.M.A., 182, 548, 1962.
- [6] LOWN (B.), Kleiger (R.) and Wolff (G.). Technic of cardioversion. Am. Heart. J., 67, 282, 1964.
- [7] Mathivat (A.), Clément (D.) et Rosenthal (D.). Le choc électrique externe par décharge de condensateur (courant direct) dans le traitement de 100 cas de tachycardies ectopiques. — Soc. Méd. Hop., 115, 99-118, 1964.
- [8] Mathivat (A.), Clement (D.) et Marie-Louise (J.). Un nouveau traitement de l'arythmie complète par fibrillation auriculaire : les chocs électriques externes par le défibrillateur DC 103 à courant direct. Presse Médicale, 91, 2557, 1963.
- [9] Peleska (B.). Cardiac arrythmias following condenser discharges and their dependance upon strengh of current and phase of cardiac cycle. — Circ. Research., 13, 21, 1963.
- [10] Peleska (B.). Résultats des recherches faites sur la méthode de défibrillation à l'aide des décharges d'un condensateur. — Rev. d'Agressologie, IV, 483-494, 1963.