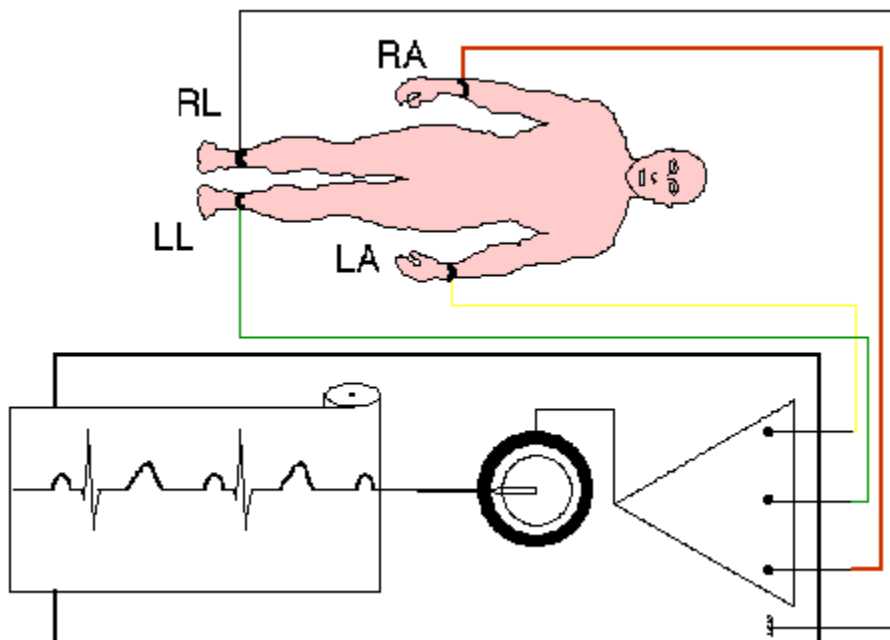


Électrocardiogramme (ÉCG)

1. Définition

L'électrocardiogramme (ÉCG) est un enregistrement sur papier millimétré de l'activité électrique du cœur. **L'ÉCG n'apporte aucune information sur la fonction pompe du cœur.** Un patient peut donc avoir un ÉCG normal et une pression artérielle effondrée.



2. Législation

L'enregistrement des ÉCG est un geste infirmier prévu par le décret n° 2004-802 du 29 juillet 2004, article R4311-7 du code de la Santé publique. Il est réalisé sur prescription médicale. S'il s'agit d'un ÉCG d'effort, un médecin doit être présent (article R4311-10).

3. Réalisation

L'ÉCG enregistre les impulsions électriques qui déclenchent les contractions cardiaques. Au repos, les cellules sont chargées négativement à l'intérieur. Lors de la contraction, les cellules se dépolarisent. Ainsi, une onde progressive de stimulation traverse le cœur, entraînant la contraction du myocarde. Les ondes de dépolarisation et de repolarisation sont enregistrées sur l'ÉCG.

L'ÉCG est enregistré sur du papier millimétré. L'axe des abscisses correspond au temps. Le papier défilant à 25 millimètres par seconde, un millimètre représente 40 millisecondes. L'axe des ordonnées correspond à la tension du courant, exprimée en millivolts. Un centimètre correspond à un millivolt.

3.1. Place des électrodes

Les quatre électrodes des membres permettent d'obtenir les six dérivations frontales DI, DII, DIII, aVR, aVL, et aVF. L'électrode jaune correspond au bras gauche, la rouge au bras droit, la verte au pied gauche, la noire au pied droit. La plupart des appareils comportent un schéma, et certains ont les initiales anglaises des membres : RA (pour "right arm" ou bras droit), LA (pour "left arm" ou bras gauche), RL (pour "right leg" ou jambe droite), LL (pour "left leg" ou jambe gauche).

Voici la place des électrodes pour les dérivations précordiales :

- V1 : 4e espace intercostal droit, le long du bord droit du sternum ;
- V2 : 4e espace intercostal gauche, le long du bord gauche du sternum ;

- V4 : 5e espace intercostal gauche, ligne médio-claviculaire ;
- V3 : à mi-distance entre V2 et V4 ;
- V5 : sur la même ligne horizontale que V4, ligne antéro-axillaire gauche ;
- V6 : sur la même ligne horizontale que V4, ligne médio-axillaire gauche.

La plupart des ÉCG se compose des six dérivations frontales et de ces six dérivations précordiales, soit douze dérivations. On utilise parfois les dérivations suivantes :

- V7 : sur la même ligne horizontale que V4, ligne postéro-axillaire gauche ;
- V8 : sur la même ligne horizontale que V4, à l'intersection de la verticale passant par la pointe de l'omoplate, sur la face postérieure du thorax ;
- V9 : sur la même ligne horizontale que V4, le long du rachis, sur la face postérieure du thorax ;
- V3R : symétrique de V3 par rapport au sternum ;
- V4R : symétrique de V4 par rapport au sternum ;
- V5R : symétrique de V5 par rapport au sternum ;
- V6R : symétrique de V6 par rapport au sternum.

Pour améliorer le contact avec la peau, on peut utiliser de l'alcool ou de la pâte conductrice. Il ne faut jamais utiliser de pâte conductrice avec les poires. Pour les patients devant avoir des ÉCG répétés, il est conseillé de se servir d'électrodes autocollantes qui seront laissées en place.

3.2. Enregistrement de l'ÉCG

Que l'appareil soit manuel ou automatique, à une ou à trois pistes, les principes restent les mêmes. Il faut :

- régler le défilement sur 25 millimètres par seconde (vitesse par défaut) ;
- supprimer les filtres ;
- enregistrer un étalonnage, qui trace un rectangle d'un centimètre de haut ;
- demander au patient de ne pas bouger et de respirer calmement ;
- enregistrer au moins trois complexes par dérivation, et un DII long pour l'étude du rythme ;
- inscrire le nom, le prénom, la date de naissance ou l'âge du patient, et la date et l'heure de l'ÉCG.

3.3. Problèmes les plus fréquemment rencontrés

3.3.1. Les parasites

Il existe deux types de parasites : le myogramme, qui résulte de l'activité électrique des muscles squelettiques, et les parasites induits par les courants environnants, en particulier le 220 Volts à 50 Hertz. Les parasites diminuent la lisibilité de l'ÉCG, voire rendent illisibles certains indices. Certains appareils sont pourvus de filtres, qu'il ne faut surtout pas utiliser. En effet, ils peuvent fausser l'enregistrement. Pour supprimer les parasites, il faut :

- utiliser des électrodes ou des pinces de qualité, sur une peau dégraissée à l'alcool, voire rasée ;
- utiliser de l'alcool pour les pinces et les poires, et du gel pour les électrodes ;
- demander au patient de ne pas bouger et de respirer calmement ; une apnée peut être nécessaire pour enregistrer les précordiales ;
- brancher l'appareil à ÉCG à la terre (radiateur, canalisation d'eau) s'il dispose d'une prise ;
- débrancher temporairement tous les appareils qui ne sont pas indispensables (ne pas débrancher le respirateur...), ou éloigner leurs prises du patient, ou les brancher sur une autre prise ; éviter qu'un câble électrique croise le fouet de l'appareil à ÉCG.

3.3.2. Les fréquences extrêmes

En cas de bradycardie, les appareils automatiques n'enregistrent plus assez de complexes. Il faut passer en mode manuel et enregistrer au moins trois complexes dans chaque dérivation, ainsi qu'un DII long. En cas de tachycardie, l'ÉCG est difficile à lire, et on peut utiliser une vitesse de défilement plus élevée (50 mm/s). Il faut alors impérativement noter sur l'ÉCG la vitesse utilisée.

3.3.3. Le microvoltage et le macrovoltage

Dans certains cas, les ondes électriques sont de très faible amplitude : on parle de microvoltage. Certains appareils permettent de modifier le gain. On peut le faire, à condition de refaire un étalonnage, montrant la taille d'une onde d'un millivolt d'amplitude, et de noter sur l'ÉCG que le gain a été modifié.

De la même façon, on peut réduire le gain, lorsque les tracés ne tiennent pas dans la bande de papier, ou lorsqu'ils se chevauchent (sur un trois pistes).

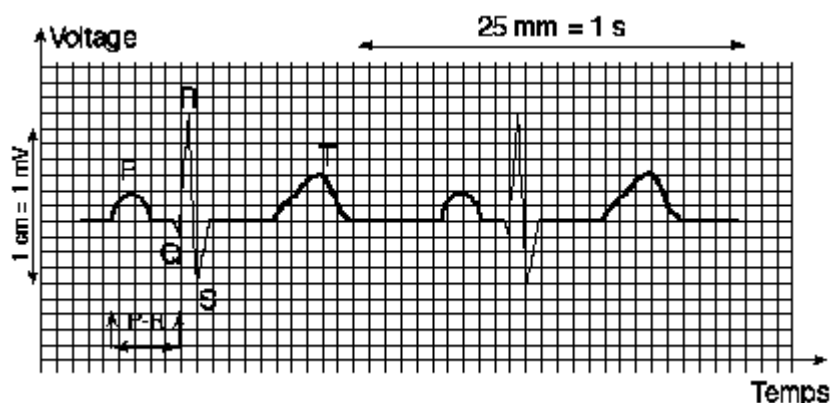
3.3.4. Les troubles du rythme

En cas de troubles du rythme (en particulier si la fréquence est lente), il est indispensable d'enregistrer un tracé long dans la dérivation DII.

3.3.5. Les erreurs de branchement

On repère facilement les erreurs de branchement : l'onde P (cf. infra) n'est jamais négative en DI. Elle est toujours négative en aVR.

4. Le tracé normal



4.1. Les différentes ondes

Un tracé ÉCG montre une série d'accidents ou ondes qui portent chacun un nom.

4.1.1. L'onde P

L'onde de dépolarisation née du nœud sinusal, qui se propage dans les oreillettes et provoque leur contraction s'appelle l'onde P. Sa durée est inférieure à 120 ms, son amplitude inférieure à 2 mm, elle est monophasique, arrondie, et toujours positive en DI (sinon, vérifier la position des électrodes).

4.1.2. L'espace PR

La stimulation atteint ensuite le nœud atrio-ventriculaire. Là, la stimulation est bloquée pour permettre le remplissage des ventricules. Le segment PR est donc isoélectrique. L'espace PR, qui va du début de l'onde P au début du QRS (cf. infra) dure de 120 à 200 ms. Sa durée est le reflet de la conduction entre le nœud sinusal et le nœud atrio-ventriculaire.

4.1.3. L'onde Q

L'onde Q, quand elle existe, est la première déflexion négative qui suit l'onde P. Souvent, il n'existe pas d'onde Q.

4.1.4. L'onde R

L'onde R est la première déflexion positive qui suit l'onde P.

4.1.5. L'onde S

L'onde S est la déflexion négative qui suit l'onde R. Le complexe QRS (appelé ainsi par extension, même s'il ne comprend pas toutes les ondes) correspond à la dépolarisation des ventricules, et à leur contraction. Sa durée est inférieure à 100 ms.

4.1.6. Le segment ST

Le segment ST fait suite au QRS et est normalement isoélectrique.

4.1.7. L'onde T

L'onde T fait suite au complexe QRS et correspond à la repolarisation des ventricules. Elle survient pendant la diastole, et ne témoigne d'aucun événement mécanique. C'est un phénomène purement électrique, pendant lequel les ventricules redeviennent stimulables. Elle est habituellement dissymétrique.

4.2. Le rythme sinusal

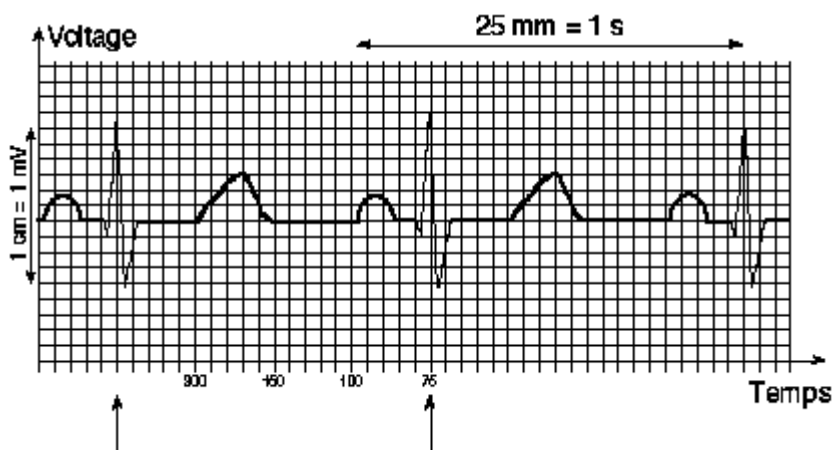
Un rythme est dit sinusal si chaque complexe QRS est précédé d'une onde P et si chaque onde P est suivie d'un QRS.

4.3. La fréquence cardiaque

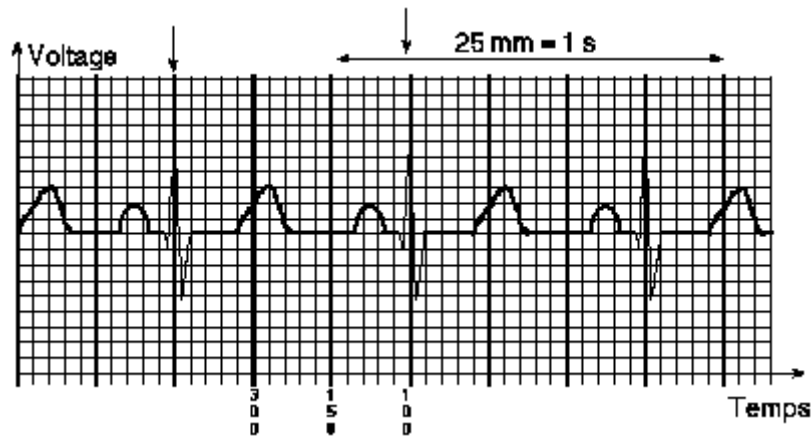
Pour lire la fréquence cardiaque sur l'ÉCG, on peut utiliser une règle à ÉCG. Une technique simple consiste à repérer une onde R tombant sur un trait épais et à compter le nombre de demi-centimètres qui la séparent de l'onde R suivante. La fréquence est obtenue par la règle suivante :

- un demi-centimètre, fréquence 300 ;
- un centimètre, fréquence 150 ;
- un centimètre et demi, fréquence 100 ;
- deux centimètres, fréquence 75 ;
- deux centimètres et demi, fréquence 60 ;
- trois centimètres, fréquence 50.

L'explication de cette méthode est simple. La vitesse de défilement étant de 25 mm/sec, cinq millimètres représentent 0,2 sec, soit 1/300e de minute. S'il y a une onde R tous les cinq millimètres, la fréquence est donc de 300 par minute. S'il y a une onde R tous les centimètres, il s'écoule donc 2/300e de minute entre les complexes, ce qui correspond à une fréquence de $(300 : 2 =) 150$. La série de nombres (300, 150, 100, 75, 60, 50) correspond donc au quotient de la division de 300 par un, deux, trois, quatre, cinq et six. Il suffit de se rappeler de la série de nombres 300, 150, 100, 75, 60 pour lire facilement la fréquence de la plupart des ÉCG. Pour les fréquences très lentes ou les arythmies, on compte le nombre de complexes dans un intervalle de six secondes (un dixième de minute), soit $(6 \times 2,5 =) 15$ cm et on multiplie par dix.



Trouver une onde R tombant sur un trait épais, et compter le nombre de traits épais qui séparent de l'onde R suivante. Diviser 300 par le nombre obtenu. Ici, $300/3 = 100$, donc fréquence 100.



4.4. Les dérivations

Pour obtenir le maximum d'informations sur un objet, il faut l'observer à partir de plusieurs points différents : de face, de profil, du bas, d'en haut. Les différentes dérivations correspondent à des points d'observation. On dispose de trois dérivations bipolaires dans le plan frontal :

- DI enregistre les ondes du bras droit au bras gauche ;
- DII enregistre les ondes du bras droit à la jambe gauche ;
- DIII enregistre les ondes du bras gauche à la jambe gauche.

En reliant les électrodes entre elles, on crée une électrode neutre correspondant au cœur. On obtient ainsi trois dérivations unipolaires, toujours dans le plan frontal :

- aVR enregistre les ondes du cœur au bras droit ;
- aVL enregistre les ondes du cœur au bras gauche ;
- aVF enregistre les ondes du cœur à la jambe gauche.

Toujours en utilisant une électrode neutre, on la relie cette fois à une électrode située sur le thorax, pour obtenir des dérivations horizontales. Les électrodes de V1 à V6 enregistrent les ondes du cœur aux différents points situés sur le thorax.

5. Autres formes d'ÉCG

Outre l'ÉCG classique, il existe d'autres formes d'ÉCG utilisées dans certains cas.

5.1. L'ÉCG d'effort

L'ÉCG d'effort consiste à réaliser un ÉCG à un patient en le faisant pédaler sur une bicyclette ergométrique. Cet examen s'adresse aux patients suspects d'angor d'effort. Il permet de vérifier que l'ÉCG est bien modifié à l'effort, et de déterminer le seuil d'apparition de la douleur et des modifications électriques.

Cet examen n'est pas dénué de risques. Comme le précise l'article R4311-10 du code de la Santé publique, un ÉCG d'effort doit être fait en présence d'un médecin.

5.2. Le Holter

L'ÉCG enregistre l'activité cardiaque à un moment donné. Le holter est un enregistrement ÉCG sur 24 heures. Le patient porte un enregistreur sur lui et peut déambuler dans l'hôpital ou même rentrer chez lui. Il dispose également d'une feuille de papier où il note les différents événements de la journée (repas, réveil, coucher, douleurs, sensations de palpitations...).

5.3. Le His ou exploration électrophysiologique endocavitaire

L'exploration électrophysiologique endocavitaire consiste à introduire une sonde dans le cœur droit par l'intermédiaire d'un cathétérisme de la veine fémorale, pour enregistrer l'activité électrique à l'intérieur du cœur.

5.4. Les potentiels tardifs

Les potentiels tardifs sont de très petites ondes situées après l'onde T. Ils sont invisibles sur un ÉCG classique, car le rapport signal/bruit fait qu'ils sont masqués. Ils apportent des informations sur les risques de troubles du rythme dans l'infarctus.

5.5. L'électrocardioscope

Un électrocardioscope (ou scope) permet une surveillance continue de l'ÉCG. C'est un appareil simple, non invasif et fiable. Les électrodes doivent être correctement positionnées : rouge sur l'épaule droite (red/right), jaune sur l'épaule gauche et noire à la place de V5, ou sur le manubrium sternal.

Les patients de réanimation, les patients des services mobiles d'urgence et de réanimation, les patients anesthésiés sont surveillés par scope. Dans les unités de soins intensifs de cardiologie (USIC), le scope doit être relié à un scope central situé dans le poste de soins, et pourvu d'un enregistreur.

Les limites de l'appareil sont :

- **l'absence d'information sur la fonction pompe** (pression artérielle, débit cardiaque) ;
- les mouvements du patient parasitent le tracé et sont à l'origine de nombreuses fausses alertes ;
- en cas de détresse respiratoire, la bradycardie anoxique précède de peu l'arrêt cardiaque ;
- le seul paramètre d'alarme est la fréquence, à condition que les alarmes soient bien réglées et non inhibées.

6. Conclusion

L'ÉCG est un examen simple, peu coûteux, facile à réaliser, reproductible, non invasif et non dangereux. Il donne des informations importantes concernant le cœur. Il est indiqué dans le diagnostic et la surveillance de beaucoup de maladies cardiaques, en particulier les troubles du rythme et la maladie angineuse. Il n'apporte aucune information sur la fonction pompe du cœur.

Les infirmières participent à la réalisation des ÉCG. Elles doivent connaître le tracé normal, les principaux tracés pathologiques et leurs circonstances de survenue. L'étude de l'ÉCG facilite également la compréhension de la physiologie cardiaque.

Bibliographie

1. Lecture accélérée de l'ECG - M.D. Dale Dubin - éditions Maloine
2. Cours d'ISAR n°1 (Physiologie cardiaque p. 37) - D. Ortega - éditions Arnette
3. L'ECG facile - John R. Hampton - édition MEDSI