Automatisme-ECG

Le cœur contrairement aux muscles squelettiques, génère une excitation électrique spontanée en son sein qui abouti à sa contraction. On parle donc

d’automatisme cardiaque.

**1.Automatisme cardiaque et propagation de l’excitation du cœur**

1.a système de commande du cœur (diapositive 3)

Le cœur comporte des cellules (fibres) musculaires particulières dénuées de toute activité contractile, mais qui produisent un signal électrique spontané qui stimule les cellules voisines aboutissant à la contraction du cœur.

L'ensemble de ces cellules constitue le tissu nodal qui comprend deux amas

macroscopiquement séparés: le noeud sinusal (ou de Keith et Flack) situé dans la paroi postérieure de l'oreillette droite et le noeud atrio-ventriculaire (Ashoff Tawara), dans la partie supérieure de la cloison inter- ventriculaire. Ce nœud atrio-ventriculaire se prolonge par le faisceau de His qui se distribue sous l’endocarde (réseau de Purkinje).

1.b Les Propriétés du système de commande

1.b.1 L’automatisme

Les cellules du système de commande se dépolarisent périodiquement sans excitation extrinsèque. Chez un sujet normal, seul le centre sinusal (dont l’automatisme est rapide 80.min) impose son rythme à l’ensemble du système (c’est le rythme sinusal). Si ce centre est défaillant, le nœud auriculo-ventriculaire prend le relai sur un rythme plus lent (40-60.min). Ceci est du au fait que les

1.b.2 Propagation

L’onde de dépolarisation se propage de proche en proche depuis le centre sinusal

jusqu’aux cellules myocardiques. Cette dépolarisation diffuse du nœud sinusal au nœud auriculo-ventriculaire à travers les cellules myocyte auriculaire. L’influx parcourt le faisceau de HIS ses branches pour aboutir au réseau de Purkinje ou il va entrainer la dépolarisation des myocytes ventriculaire et leur contraction (diapositive 3).

1.b.3 Potentiel d’action (Diapo 4-5)

La cellule nodale n’a pas de potentiel de repos stable. Cependant après chaque repolarisation, ce potentiel dont la valeur la plus négative est le potentiel diastolique maximal (PDM), réaugmente (pré potentiel PP), jusqu'à atteindre une valeur seuil (potentiel seuil PS) au-delà duquel se produit un potentiel d’action.

Les modifications de la conduction ionique de la membrane plasmique de ce fait des courants ioniques sont déterminantes à ce potentiel d’action.

Ainsi : a partir du PDM on observe d’abord une entrée de cation, non sélective, qui entraine une dépolarisation. Quand le potentiel seuil est atteint, on observe une augmentation de la conductance au calcium (Ica) qui est à l’origine de la montée brutale de la pente du potentiel. Durant cette phase on un flux sortant de potassium (Ik) qui est à l’origine d’une repolarisation de la cellule nodale.

Chaque potentiel d’action du nœud sinusal, produit un battement cardiaque, ce qui signifie la fréquence des cellules nodale détermine la fréquence de battement cardiaque.

2 Couplage excitation-contraction du myocarde

Potentiel d’action

Alors que le potentiel d’action de la cellule nodale est déterminé par une entrée de calcium. La cellule myocardique a la particularité de présenter un potentiel de repos stable (potentiel de membrane) avec des charges positives à l’extérieur et négatives à l’intérieur (diapositive 4). Si l’on place une électrode à la surface de la cellule et une à l’intérieur, une différence de potentiel apparait (-90 mV). L’entrée brutale de sodium dans cellule myocardique, va s’accompagner d’une dépolarisation membranaire, qui abouti à un potentiel d’action, rapidement comparativement au potentiel d’action de la cellule pacemaker. Puis ce potentiel s’installe sous la forme d’un plateau avec une entrée de calcium. Ce plateau a un rôle important, car les cellules du myocarde excitées en premier sont encore réfractaires lorsque l’excitation parvient aux autres parties du myocarde ce qui empêche un phénomène de réentrée. Ce plateau est précédé d’une bref courant potassique et d’une inactivation des canaux sodiques.

La phase 2 est suivie par la phase 3 , qui est la repolarisation. On observe une fermeture des canaux calcique de type L, et puis une ouverture des canaux potassiques .

La phase 4 du schéma correspond au retour au potentiel de membrane, avec tous les canaux sont fermés

Potentiel d’action de la cellule Nodale

Dépolarisation spontanée au repos. Elle survient par :

-entrée d calcium par les canaux de type T

-entrée de sodium par les canaux de type If ( non selectifs)

-sortie de K : baisse de la sortie du potassium

La phase 0 du potentiel d’action résulte de l’ouverture des canaux calciques de type L

Phase 3

Repolarisation, elle est médiée par les canaux potassiques

Contrôle de l’excitabilité du tissu nodal

Catécholamines

Stimulation de l’excitabilité est médiée par l’adrenaline et la noradrenaline.

La liaison de ces médiateurs aux récepteurs B1 ouvre les canaux calciques et favorise également l’entrée de sodium. Augmente la pente de pré potentiel, ce qui augmente la fréquence cardiaque et la conduction.

Système parasympatique

Médiée par l’acetyl choline des neuro post ganglionnaires. L’Ach se lie au recepteur M2, ce qui ouvre les canaux potassique, réduit la pente de pré potentiel. , ce qui ralenti la frequence cardiaque et la conductivité

3 Couplage électromécanique- vectocardiogramme

Mesure du champ électrique

Une cellule au repos ne génère aucune variation de champ électrique. Si on place cette cellule myocardique dans un liquide physiologique, des électrodes placées en A et B à distance des cellules dans le liquide physiologique ne transmettront aucune variation de potentiel à l’appareil enregistreur (diapo 9).

La dépolarisation de la cellule crée une variation de champ électrique dans le

milieu entourant la cellule qui peut alors être mesurée par un galvanomètre. Cette variation de champ électrique est orientée et son point d’origine est connu (point d’application du stimulus en l’occurrence le nœud sinusal pour le myocarde). On peut donc l’assimiler à un vecteur (diapo 9-10). La durée de la dépolarisation cellulaire étant courte ce vecteur est dit électrique instantané et élémentaire. L’électrode qui voit venir la dépolarisation recueille un potentiel positif. L’électrode qui voit fuir recueille un potentiel négatif. L’amplitude du potentiel enregistré est égale à la projection du vecteur électrique instantané élémentaire sur la droite passant par le point d’origine de la dépolarisation.

Durant la phase 1 et 2 la cellule est totalement dépolarisée (diapositive 4). Il

n’y a plus de variation de champ électrique dans le milieu entourant la cellule et chaque électrode enregistre un potentiel nul. Le tracé revient donc au zéro c'est-à-dire à la ligne de base ou ligne isoélectrique (correspond au QRS enregistré sur un ecg (diapo 11-12 ). Pendant la phase 3 la cellule se repolarise (correspond à l’onde T de l’ecg diapo 11-12). Cette repolarisation correspond à la restauration du potentiel de membrane initial (charges positives à la surface de la cellule et négatives à l’intérieur). Le sens du courant étant inversé, les électrodes A et B vont enregistrer une variation de potentiel de sens opposé à celle de la dépolarisation.

Vectocardiogramme

Notion de vecteur instantané résultant (vectcardiogramme)

Lorsque plusieurs cellules sont dépolarisées simultanément, (le stimulus étant appliqué à l’extrémité du fragment), l’ensemble des vecteurs élémentaires (diapo 9-10) constitue un vecteur résultant instantané. Si l’on dispose plusieurs fragments de myocarde dans un milieu conducteur (liquide physiologique). Des électrodes exploratrices sont disposées selon deux dérivations perpendiculaires (OX-OY). Des fragments de myocarde sont dépolarisés successivement à partir du point O. Les électrodes permettent d’enregistrer des variations de

potentiels correspondant à la succession de vecteurs résultants instantanés. Cette succession de vecteurs donne une image très proche de celle de la dépolarisation myocardique. En connectant les deux dérivations OX-OY à un oscilloscope on obtient des points qui dessinent une boucle formée par le déplacement de l’extrémité des vecteurs résultants instantanés.

Dépolarisation des ventricules

Elle peut être résumée de la sorte :

Dépolarisation du septum inter ventriculaire de gauche à droite

Dépolarisation de la région antérieure septale des ventricules. Dans le même temps le sous endocarde du ventricule gauche se dépolarise

Le ventricule droit dépolarisé de façon tangentielle tandis que le ventricule gauche se dépolarise de l’endocarde à l’épicarde de façon radiaire d’avant en arrière. Enfin, la dépolarisation atteint la région postéro-basale des ventricules.

L’ensemble de la dépolarisation des ventricules dure 8/100 seconde. Des électrodes placées judicieusement autour du thorax recueillent les variations de potentiel et grâce à des dérivations orthogonales on peut enregistrer le vectocardiogramme : représentation de la progression de la dépolarisation dans le myocarde (diapo 11-12).

Repolarisation des ventricules

La repolarisation se propage de l’épicarde à l’endocarde ; elle suit donc à l’inverse le chemin de la dépolarisation. Etant donné le sens des charges électriques, l’onde T s’inscrit en positif lorsque l’électrode exploratrice voit fuir l’onde de repolarisation

Electrocardiogramme

Les myocytes activés se dépolarisent et induisent, de ce fait, une variation du champ électrique intra-thoracique : des électrodes cutanées, reliées à un galvanomètre détectent une variation de potentiel. L'asynchronisme de la stimulation des différentes parties (oreillettes puis ventricules), les différences de masse des parois et les directions variables des voies de conduction et de la propagation de l'activation (de l'endocarde vers l'épicarde) se somment pour donner un aspect caractéristique au tracé obtenu.

En plaçant les électrodes sur les membres (électrode R pour le bras droit et L pour le bras gauche, et F pour la cheville gauche), on enregistre trois dérivations bipolaires des membres: DI entre R et L, DII entre R et F et DIII entre L et F. Une combinaison pré câblée de ces dérivations, faite automatiquement au sein de l'appareil d'enregistrement ou électrocardiographe, permet d'obtenir le potentiel local unipolaire amplifié en R, L et F : dérivations unipolaires amplifiées des membres aVR, aVL, aVF (diapo 12). Enfin, le même montage permet d'obtenir les dérivations unipolaires précordiales en

déplaçant une électrode réceptrice à la surface du thorax, autour de la projection du cœur (V1, V2, V3, V4, V5, V6) (diapo 12).

Un tracé de l'électrocardiogramme comporte une onde P qui dure 8/100 seconde, elle est positive dans toutes les dérivations sauf en V1V2 ou elle est diphasique. Elle traduit la dépolarisation des oreillettes. Elle est séparée du complèxe QRS, par un espace PR qui est le temps de conduction auriculo-ventriculaire. Cette conduction dure 12 à 20/100 secondes. Le complexe Q, R et S, témoigne de l'activation des ventricules et enfin, une onde lente, l'onde T, produite par la repolarisation de ces derniers et survenant quelques instants après le complexe rapide .

En pratique clinique, il est de règle de disposer les électrodes en des endroits du corps bien déterminés et d'obtenir ainsi, en général, douze dérivations :

trois dérivations bipolaires: DI, DII, DIII. Trois dérivations monopolaires des membres : aVR, aVL, aVF, et 6 dérivations précordiales thoracique (V1, V2, V3, V4, V5, V6). L'étude comparative de ces ondes enregistrées dans les différentes dérivations et de leurs rapports chronologiques permet une interprétation clinique de l'électrocardiogramme (12)