

L'ACTIVITE CARDIAQUE



I-L'automatisme cardiaque

A- Mise en évidence de l'automatisme cardiaque

Sur une grenouille dont tous les centres nerveux ont été détruits (encéphale et moelle épinière), on prélève le cœur et on le met dans une solution physiologique de Ringer.

On constate que dans le liquide physiologique, le cœur de la grenouille bat et qu'il peut battre environ 1 heure.

Comme il fonctionne tout seul en dehors de l'organisme, on dit que le cœur a un fonctionnement automatique.

Le cœur des Mammifères est beaucoup plus fragile et se prête moins aux expériences. Pour qu'il fonctionne, il est nécessaire qu'un liquide physiologique (MAC EWEN) riche en O₂ et en glucose passe à l'intérieur du cœur et que ce dernier soit mis à la température de 37°C

B- Le siège de l'automatisme cardiaque chez les Mammifères

Chez les Mammifères, le cœur présente deux sortes de tissus : le myocarde et le tissu nodal

a- Le tissu musculaire cardiaque ou myocarde

Il est formé de nombreuses fibres musculaires striées mais plus petites que celles du muscle squelettique. Ce tissu est donc riche en myofibrilles.

Il est donc responsable des phénomènes mécaniques (contraction) du cœur.

b- Le tissu nodal

Il est formé par des cellules très allongées dont le cytoplasme ne renferme que très peu de myofibrilles. Ces cellules sont en quelque sorte les fibres musculaires qui sont restées à l'état embryonnaire. Par endroit ce tissu forme des amas cellulaires ou nœud d'où son nom de tissu nodal. Ce tissu est peu contractile mais très excitable (auto-excitation ou excitation spontanée)

Ce tissu serait donc à l'origine des phénomènes électriques du cœur.

Observations

Des observations faites dans un embryon de poulet ont montré que le cœur battait à l'intérieur de cet embryon dès la 30^e heure alors que l'embryon est totalement dépourvu de structures nerveuses (les nerfs arrivent au cœur qu'à partir du 6^e jour)

Le mécanisme est le même chez les Mammifères. C'est le tissu nodal constitué du nœud sinusal, du nœud septal et du faisceau de Hiss qui est responsable de l'activité automatique du cœur.

Interprétation

Le potentiel d'action (influx) qui est à l'origine de la contraction du myocarde naît de façon spontanée et rythmique dans le nœud sinusal. Il se transmet dans le myocarde auriculaire où il provoque la contraction des oreillettes. Le PA se transmet au nœud septal puis au faisceau de Hiss et enfin au réseau de Purkinje où il provoque la contraction des ventricules.

Ainsi c'est le nœud sinusal qui impose son rythme à l'ensemble du myocarde. On l'appelle le *PACE-MAKER* (entraîneur)

NB : Le rythme propre du nœud sinusal est de 100 à 120 pulsations/mn. Or le rythme cardiaque normal d'un individu au repos est 70 pulsations/mn. On est donc conduit à admettre qu'il existe dans l'organisme un système qui permet de freiner le rythme cardiaque et de le ramener à 70

pulsations/mn (inversement lors des efforts physiques intenses le rythme cardiaque peut atteindre 180 à 200 pulsations/mn)

Le rythme propre du nœud septal est de 50 pulsations/mn. Celui du faisceau de Hiss est de 30 pulsations/mn.

II- Etude de l'activité cardiaque

A- Présentation du cardiographe

L'enregistrement d'activité cardiaque se fait à l'aide d'un appareil appelé cardiographe.

Chez l'homme on utilise le cardiographe de MAREY

Chez la grenouille on utilise le cardiographe à balancier : les contractions du cœur sont transmises au balancier qui les communique au stylet inscripteur. Tout mouvement du stylet est inscrit sur le papier enfumé autour du cylindre enregistreur animé d'un mouvement de rotation.

1- Analyse d'un cardiogramme

L'enregistrement des contractions cardiaques au moyen d'un cardiographe donne un cardiogramme. Celui-ci est composé de plusieurs périodes d'activités cardiaques ou révolutions cardiaques. Chaque révolution cardiaque est décomposée en quatre phases principales :(schéma)

- La portion AB correspond à la contraction des oreillettes : c'est la systole auriculaire
- La portion BC correspond au relâchement des oreillettes : c'est la diastole auriculaire
- La portion CD correspond à la systole ventriculaire
- La portion DE correspond au relâchement général ou repos du cœur : c'est la diastole général

La révolution cardiaque comprend 2 courbes d'amplitude différentes : la courbe ABC est l'activité des oreillettes et la courbe CDE est l'activité des ventricules

2- L'électrocardiogramme(ECG)

L'électrocardiographie consiste à enregistrer les infimes variations de potentiel grâce à des électrodes disposées sur les membres du sujet. Elle permet de détecter les anomalies de fonctionnement cardiaque. L'enregistrement obtenu est un ECG (schéma)

Analyse d'ECG humain

Il comprend 5 ondes PQRST :

- Onde P
- Complexe d'ondes QRS
- onde T



Interprétation de l'ECG en rapport avec les phases du cardiogramme externe

- L'onde P précède l'activité des oreillettes (AB). Elle correspond à la dépolarisation des oreillettes (phénomène électrique) qui entraîne la contraction des oreillettes (phénomène mécanique)
- Le complexe d'ondes QRS précède la systole ventriculaire(BCD). Il correspond à la dépolarisation des ventricules qui engendre la contraction des ventricules
- L'onde T précède la diastole ventriculaire(DE). Elle correspond à la repolarisation des ventricules entraînant le relâchement des ventricules

-

III- Rôle du système nerveux dans l'automatisme cardiaque

A- Mise en évidence du rôle du système nerveux

Sur un chien on coupe tous les nerfs qui arrivent au cœur. Tant que le chien mène une activité modérée tout se passe bien. Si on lui demande de bouger, il tombe d'épuisement au moindre effort car son cœur ne peut plus s'accélérer.

Le système nerveux intervient donc dans l'automatisme cardiaque



B- Innervation cardiaque

Le cœur est innervé par 2 systèmes de nerfs à action antagoniste

1- Les nerfs du système parasympathique

Le système parasympathique comprend les fibres nerveuses sensibles et les fibres nerveuses motrices

a- les fibres nerveuses sensibles qui forment les nerfs sino-aortiques. Il s'agit du nerf du sinus carotidien ou nerf de Herring qui à sa terminaison sensitive dans le sinus carotidien et du nerf de Cyon qui à sa terminaison sensitive dans la crosse aortique

b- les fibres nerveuses motrices qui ont leur corps cellulaire dans le centre cardio-modérateur situé dans le bulbe rachidien. Elles sont issues du nerf pneumogastrique ou nerf vague ou nerf X

2- Les nerfs du système orthosympathique

Les nerfs orthosympathiques émanent du ganglion étoilé de la chaîne ganglionnaire parallèle à la moelle épinière. Ils ont leur corps cellulaire dans le centre cardio-accélérateur situé dans la moelle épinière avec un relai dans le ganglion étoilé (ils sont tous moteurs)(schéma)

C- Rôle des nerfs moteurs du cœur

1-Action des fibres motrices parasympathiques

-On porte des excitations électriques sur les pneumogastriques d'une grenouille (seules les excitations rythmées sont efficaces). On constate au bout d'un temps de latence assez long un ralentissement du cœur ou bradycardie puis un arrêt du cœur. On peut donc dire que les nerfs pneumogastriques ont un effet inhibiteur sur le cœur

On constate ensuite que malgré les excitations des pneumogastriques, le cœur se remet à battre. Il échappe donc à l'action du pneumogastrique. C'est le phénomène d'échappement.

On obtient le même résultat si on excite directement le centre cardio-modérateur (schéma)

- Si on sectionne les 2 nerfs X d'une grenouille, on constate une accélération du cœur ou tachycardie
- On peut donc dire que les nerfs pneumogastriques ont un effet cardio-modérateur permanent (continu)

Interprétation

Les fibres parasympathiques transmettent des influx modérateurs émanant des zones cardio modératrices. Elles diminuent la fréquence cardiaque ainsi que l'énergie de contraction des oreillettes en déprimant l'activité spontanée du nœud sinusal

2- Action des fibres orthosympathiques

Des excitations électriques des fibres orthosympathiques entraînent une tachycardie

On peut donc dire que les fibres orthosympathiques ont un effet cardio-accélérateur

On obtient le même résultat si on excite directement le centre cardio-accélérateur (Schéma)

Interprétation

Les fibres orthosympathiques augmentent la fréquence cardiaque en stimulant l'activité spontanée du nœud sinusal ainsi que la force de contraction des oreillettes et des ventricules

Conclusion

Le rythme cardiaque normal résulte d'un équilibre entre l'automatisme du myocarde, l'action modératrice prépondérante du système parasympathique et l'action accélératrice (passagère) du système orthosympathique



D- Rôle des nerfs sensitifs du cœur

Ce sont les nerfs sino-aortiques

- La section des sino-aortiques tout comme la section des nerfs vagues entraîne une tachycardie

Les nerfs sino-aortiques ont donc un effet inhibiteur permanent sur le cœur.

- Après section des nerfs vagues, l'excitation électrique des bouts centraux entraîne une bradycardie alors que l'excitation électrique des bouts périphériques ne donne lieu à aucune réponse

On peut donc dire que les nerfs sino-aortiques sont des nerfs sensitifs centripètes

- Après section des nerfs vagues, l'excitation électrique des nerfs sino-aortiques n'entraîne pas de bradycardie

interprétation

Les nerfs de Herring et De Cyon exercent leur action modératrice sur le cœur par l'intermédiaire des zones cardio-modératrices bulbaires. Ce sont les nerfs freinateurs ou dépresseurs du cœur entretenant de façon permanente l'activité des centres modérateurs. Ce sont des conducteurs centripètes d'un réflexe se rendant au bulbe d'où partent des influx moteurs centrifuges dans les nerfs vagues.

E- Action des médiateurs chimiques (travaux d'OTTO LOEWI)

On porte des excitations rythmées sur le pneumogastrique du cœur A. On constate un ralentissement puis un arrêt du cœur A

Par la suite on constate aussi un ralentissement du cœur B.

La seule relation qui existe entre le cœur A et le cœur B est le liquide de Ringer qui alimente les 2 cœurs à travers le tube.

Il faut donc admettre que ce liquide a transporté une substance chimique qui a permis le ralentissement d'abord du cœur A puis du cœur B cette substance serait produite par les boutons synaptiques du cœur et libérée dans le cœur A, ce qui provoque le ralentissement du cœur A et ensuite du cœur B. L'effet de cette substance en B est retardé car cette substance est transportée du cœur A au cœur B. L'effet en B est également moins violent. IL y a donc destruction progressive de cette substance chimique

(Schéma)

Cette substance chimique sert donc d'intermédiaire entre fibres nerveuses et cœur : on lui donne le nom de médiateur chimique. Cette substance a été identifiée comme étant l'acétylcholine. Elle est progressivement par l'acétylcholinestérase

En excitant cette fois le système orthosympathique on obtiendrait une accélération des cœurs A et B avec un léger retard pour B.



La substance qui joue le rôle de médiateur chimique est la noradrénaline qui est proche de l'adrénaline. Elle est progressivement détruite par oxydation
Par suite on a mis plusieurs médiateurs chimiques dans tout le système nerveux. Le franchissement d'une synapse se fait toujours grâce aux médiateurs chimiques.