

Le cycle cardiaque

I Generalités :

Le fonctionnement du cœur est une activité cyclique et discontinue faite de périodes de contractions appelées systoles séparées par des périodes de repos ou diastole. L'ensemble systole-diastole constitue le cycle cardiaque. A chaque contraction, le cœur assure un certain débit de sang qui sera pompé par les ventricules à travers les gros vaisseaux qui vont le distribuer à l'ensemble des territoires vasculaires.

II les différentes phases du cycle cardiaque :

A/ la systole :

Elle comporte trois petites phases et dure environ 0.27 seconde.

1/ phase de contraction iso-volumétrique :

Les valves auriculo-ventriculaires achèvent de se fermer, les valves sigmoïdes étant toujours fermées, le ventricule gauche constitue alors un espace clos. Lorsqu'il commence sa contraction, la pression intra-ventriculaire augmente rapidement sans qu'il y ait changement de volume d'où le nom de contraction iso-volumétrique.

2/ phase d'éjection rapide :

Pendant la contraction iso-volumétrique la pression aortique diminue car l'écoulement du sang se poursuit des artères vers la micro-circulation. Il arrive un moment où les deux pressions aortique et intra-ventriculaire s'égalisent, ce qui va permettre l'ouverture des valves aortiques et l'éjection rapide de 80% du volume systolique.

3/ phase d'éjection lente :

Pendant cette phase la pression intra-ventriculaire commence à chuter d'où ralentissement de l'éjection qui va se continuer beaucoup plus lentement.

B/ la diastole :

Elle comporte cinq petites phases et dure environ 0.53 seconde.

1/ la protodiastole :

Elle correspond au début de la diastole ventriculaire. A la fin de l'éjection lente, la pression intra-ventriculaire chute rapidement ce qui provoque la fermeture des valves aortiques.

2/ relâchement iso-volumétrique :

Après la fermeture des valves aortiques le ventricule gauche constitue pour la deuxième fois un espace clos (les valves mitrales étant toujours fermées). La pression intra-ventriculaire continue à chuter jusqu'à s'annuler sans qu'il y ait changement de volume.

3/ phase de remplissage rapide :

Une fois que la pression intra-ventriculaire s'annule, les valves mitrales vont s'ouvrir sous l'effet de la différence de pression auriculo-ventriculaire. Le ventricule se remplit rapidement par la restitution de 80% du volume systolique.

4/ phase de remplissage lent :

Le ventricule achève son remplissage plus lentement. Une fois rempli, le sang va buter contre les valves auriculo-ventriculaires qui vont se fermer.

5/ telediastole ou systole auriculaire :

A la fin de la diastole ventriculaire, la contraction auriculaire vient terminer le remplissage incomplet du ventricule.

C/ variation du volume ventriculaire :

Au fur et à mesure de l'éjection du sang, le volume ventriculaire diminue rapidement puis lentement. A la fin de l'éjection il restera un résidu appelé « volume télésystolique » qui représente environ 30% du volume télédiastolique.

III influence des variations de fréquence sur le cycle cardiaque

1/ Définition de la fréquence cardiaque

Le cœur se contracte environ 75 fois par minute chez un adulte normal. Cette fréquence varie avec l'âge, en effet elle est plus élevée chez les nourrissons et basse chez les sujets âgés.

2/ raccourcissement diastolique prédominant.

Toutes les phases du cycle cardiaque diminuent lorsque la fréquence cardiaque augmente. Le raccourcissement va porter essentiellement sur la durée de la diastole ventriculaire. A des fréquences élevées la phase de remplissage rapide se continue sans transition avec le remplissage terminal provoqué par la contraction de l'oreillette.

3/ augmentation de la fréquence et remplissage ventriculaire.

Au cours de l'exercice physique, la phase d'éjection du ventricule gauche diminue de façon linéaire avec la fréquence. La diastole diminue d'une manière considérable. Ce raccourcissement de la diastole va compromettre :

- le remplissage ventriculaire.
- La perfusion coronaire.
- Limite l'augmentation du débit cardiaque.

IV asynchronisme des cœurs droit et gauche :

Il faut noter que les mouvements cardiaques des cœurs droit et gauche ne sont pas parfaitement synchrones. En effet la valve tricuspide s'ouvre un peu avant la valve mitrale d'où raccourcissement de la phase de relâchement iso-volumétrique du ventricule droit et se ferme après la fermeture de la valve mitrale.

Par contre la valve pulmonaire s'ouvre avant la valve aortique d'où raccourcissement de la phase de contraction iso-volumétrique du ventricule droit qui ne durera que 0.03 seconde (au niveau du VG elle dure 0.05 seconde). Sa fermeture est légèrement en retard sur celle de l'aorte. Ce retard doit resté inférieur à 0.04 seconde, c'est pour cela que la phase d'éjection du VD dure quelques centièmes de seconde de plus que celle du VG.

V aspects cliniques des mouvements cardiaque

A/ inspection et palpation :

Elles localisent le choc de pointe qui se situe dans le 4^{ème} espace inter-costal gauche sur la ligne medio-claviculaire. La main est posée à plat sur le thorax et perçoit un durcissement globuleux pendant l'asistole. Ceci est du au déplacement de la pointe cardiaque sous l'effet du recul balistique du ventricule gauche. Ce choc de pointe se déplace vers le bas en cas d'hypertrophie ou de dilatation du ventricule gauche et se déplace latéralement en cas de dilatation du ventricule droit.

B/ l'auscultation :

C'est l'aspect clinique le plus important. Les phénomènes vibratoires du cycle cardiaque sont perçus en plaçant directement l'oreille contre la paroi thoracique ou bien par l'intermédiaire d'un stéthoscope. On individualise 4 foyers d'auscultation :

- Le foyer mitral situé à la pointe du cœur
- Le foyer tricuspide situé au niveau de la xiphoïde
- Le foyer aortique situé entre le 1^{er} et le 2^{ème} espace intercostal droit près du sternum
- Le foyer pulmonaire situé entre le 2^{ème} et le 3^{ème} espace intercostal gauche le long du sternum.

L'auscultation va permettre de préciser le rythme cardiaque, d'analyser les bruits du cœur et enfin de détecter les bruits anormaux appelés en clinique « les souffles cardiaques ».

a/ le rythme cardiaque :

chez le sujet normal il doit être régulier avec une fréquence cardiaque comprise entre 65 et 75 battements par minute. Cette régularité peut être contrôlée par l'enregistrement d'un électrocardiogramme

b/ les bruits du cœur :

l'auscultation permet la perception de phénomènes vibratoires appelés « bruits du cœur »

- Le premier bruit cardiaque appelé B1 est déterminé par la fermeture des valves auriculo-ventriculaires mitrales et tricuspides. Il est relativement sourd et se perçoit mieux à la pointe du cœur.
- Le deuxième bruit cardiaque B2 est déterminé par la fermeture des valves sigmoïdes aortiques et pulmonaires. Il s'agit d'un bruit sec, aigu et bien perçu au niveau des foyers aortiques et pulmonaires

Le B1 marque le début de la systole et le B2 marque la fin de la systole.

Dans certain cas l'auscultation nous permet la perception d'un troisième bruit cardiaque B3 qui est rarement audible à l'oreille et qui est déterminé par l'ouverture des valves auriculo-ventriculaires.

Ces bruits cardiaques sont séparés par des pauses appelées « silences » : le petit silence est compris entre le premier et le deuxième bruit cardiaque, et le grand silence est compris entre le deuxième et le premier bruit cardiaque. Tout phénomène vibratoire survenant entre le B1 et le B2 est appelé « souffle systolique » et entre le deuxième et le premier bruit, il est appelé « souffle diastolique ». Les bruits percus pendant ces silences sont généralement pathologiques.

En réalité, il existe d'autres vibrations sonores inaudibles à l'oreille mais qu'on peut enregistrer grâce à un appareil appelé « phonocardiographe ».

C/ le phonocardiogramme :

1/ définition :

C'est l'enregistrement des vibrations sonores produites par les parois du cœur et des troncs artériels au cours du cycle cardiaque. Il permet d'enregistrer les bruits qui sont inaudibles ou rarement audibles à l'oreille.

2/ les bruits enregistrés :

- B1 : il est contemporain du début de la systole ventriculaire et se superpose à la deuxième partie du complexe rapide QRS de l'ECG.
- B2 : il marque la fin de la systole ventriculaire, il est de tonalité plus élevée que le B1.
- B3 : il est rarement audible et contemporain de la phase de remplissage rapide. Sa présence dépend de l'âge, en effet il est rare chez les enfants de moins de deux ans, et fréquent chez les adolescents. Après l'âge de 40 ans, sa présence a une valeur pathologique.
- B4 il n'est pratiquement jamais audible à l'état normal. Il se situe entre la systole auriculaire et ventriculaire. On l'appelle bruit auriculaire, et il s'inscrit environ 0.04 seconde après le début de l'onde P à l'ECG.

VI manifestation électrique du cycle cardiaque « ECG »

A/ définition de l'électrocardiogramme :

C'est l'enregistrement, en fonction du temps et à la surface du corps de l'activité électrique du myocarde à chaque contraction.

B/ méthodes d'enregistrement :

Les électrodes exploratrices sont placées à distance du cœur soit au niveau des membres soit au niveau de la région précordiale.

1/ les dérivations bipolaires des membres.

La première dérivation DI connecte le bras gauche au bras droit.

La deuxième dérivation DII connecte le bras droit à la jambe gauche.

La troisième DIII connecte la jambe gauche au bras gauche.

2/ les dérivations unipolaires des membres :

Dans ce cas, une seule électrode est exploratrice, la deuxième étant reliée à un point de potentiel constamment nul et qui correspond au centre électrique du cœur.

Les 3 dérivations unipolaires utilisées en pratique courante sont :

- aVR pour le bras droit (R=right)
- aVL pour le bras gauche (L=left)
- aVF pour la jambe gauche (F=foot)

3/ les dérivations unipolaires précordiales :

Elles sont au nombre de 6, l'électrode indifférente est obligatoirement connectée à la borne centrale (potentiel nul). Les électrodes exploratrices sont placées en 6 points bien déterminés au niveau de la région précordiale, il s'agit de :

- V1 : situé au niveau du 4ème EIC sur le bord droit du sternum
- V2 : situé au niveau du 4ème EIC sur le bord gauche du sternum
- V3 : situé à mi-distance entre V2 et V4.
- V4 : situé au niveau du 5ème EIC gauche sur la ligne médio-claviculaire
- V5 : situé au niveau du 5ème EIC gauche sur la ligne axillaire antérieure
- V6 : situé au niveau du 6ème EIC gauche sur la ligne médio-axillaire.

C/ zones cardiaques explorées par chaque dérivation

1/ les dérivations bi-polaires

DI : explore la base du ventricule

DII : explore le ventricule droit.

DIII : explore le ventricule gauche.

2/ les dérivations uni-polaires périphériques

aVR : explore la masse ventriculaire.

aVL : explore le ventricule gauche si au cours de sa rotation le cœur tourne à droite.

aVF : explore le ventricule droit ou le ventricule gauche selon le sens de rotation.

3/ les dérivations précordiales

V1 et V2 : explorent la paroi antérieure du ventricule droit.

V3 et V4 : explorent la cloison intér-ventriculaire au niveau de son bord supérieur.

V5 et V6 : explorent la paroi antérieure du ventricule gauche dans la région apexienne.

D/ description d'un ECG normal

En rythme sinusal normal, chaque battement cardiaque se traduit par la succession des événements suivants :

1/ Onde P :

Elle représente la dépolarisation des oreillettes dont la repolarisation n'est pas visible car elle sera masquée par le complexe rapide QRS. Son amplitude varie de 1 à 2.5 millimètres et sa durée est comprise entre 0.08 et 0.10 seconde.

2/ intervalle PR ou PQ :

Il s'agit d'un segment iso-électrique et correspond au temps de conduction auriculo-ventriculaire. Sa durée varie entre 0.12 et 0.20 seconde.

3/ Onde QRS :

Elle traduit la dépolarisation des ventricules appelé encore complexe rapide, cette onde est contemporaine des phases 0 et 1 du potentiel d'action. Sa durée normale est inférieure à 0.08 seconde

4/ segment ST et onde T :

Ils représentent la repolarisation ventriculaire. Le segment ST correspond à la phase 2 du potentiel d'action, et l'onde T à la repolarisation terminale, c'est-à-dire la phase 3 du potentiel d'action. La durée de ST varie entre 0.15 et 0.20 seconde et la durée de l'onde T est comprise entre 0.18 et 0.22 seconde avec une amplitude variant entre 2 et 6 mm