

HÉMODYNAMIQUE INTRACARDIAQUE

Jules D.GABNON, R.AGBO, Abdoulaye LEYE.

1. INTRODUCTION.

- 1.1. Définition.
- 1.2. Intérêt.

2. MOYENS D'ETUDE.

- 2.1. Le cathétérisme.
 - 2.1.1. Méthode de mesure.
 - 2.1.2. Montée d'un cathéter de Swan Ganz.
 - 2.1.3. Les résultats.
- 2.2. Les mécanogrammes externes.
 - 2.2.1. Le jugulogramme.
 - 2.2.2. Le carotidogramme.
 - 2.2.3. L'apexogramme.

3. LES COURBES DE PRESSION.

- 3.1. La courbe d'oreillette droite.
- 3.2. La courbe du ventricule droit.
 - 3.2.1. La systole ventriculaire
 - 3.2.2. La diastole ventriculaire
- 3.3. La courbe d'artère pulmonaire ou artérielle:
- 3.4. Les différentes valeurs des courbes de pression.

4. LA BOUCLE PRESSION VOLUME.

5. LE DEBIT CARDIAQUE.

- 5.1. Méthode d'exploration du débit cardiaque.
- 5.2. Les déterminants du débit cardiaque.
 - 5.1.1. La fréquence cardiaque.
 - 5.1.2. Le volume d'éjection systolique (VES).

6. LES VOLUMES.

- 6.1. Les volumes sanguins mobilisés sont identiques à droite et à gauche.
- 6.2. La compliance.
- 6.3. Le volume maximal.
- 6.4. Le volume d'éjection systolique.
- 6.5. Résidu post systolique.

7. APPLICATION CLINIQUE.

- 7.1. L'insuffisance cardiaque.
- 7.2. Les sténoses valvulaires.
- 7.3. Les insuffisances valvulaires.
- 7.4. L'adiastolie.
- 7.5. Les shunts.

8. CONCLUSION.

HÉMODYNAMIQUE INTRACARDIAQUE

Jules D.GABNON, R.AGBO, Abdoulaye LEYE.

1. INTRODUCTION.

1.1. Définition.

L'hémodynamique intracardiaque permet de préciser la valeur des pressions, débits, et volumes dans les différentes cavités cardiaques et dans les vaisseaux adjacents.

1.2. Intérêt.

Cette exploration physiologique et pathologique est fondée sur les données du cathétérisme cardiaque.

2. MOYENS D'ETUDE.

2.1. Le cathétérisme

2.1.1. Méthode de mesure :

Les courbes de pression cardiaques sont appréciées par la montée de sonde à partir :

- de l'artère fémorale pour obtenir les courbes de pression artérielle et du ventricule gauche.
- de la veine jugulaire interne droite (cathéter de Swan Ganz) pour obtenir les courbes de l'oreillette droite (OD), du ventricule droit (VD), de l'artère pulmonaire (AP) et indirectement la courbe de l'oreillette gauche par la pression capillaire pulmonaire bloquée (PcP).

2.1.2. Montée d'un cathéter de Swan Ganz.

Le cathéter de Swan Ganz est descendu à partir d'un introducteur posé dans la veine jugulaire Droite. Le positionnement de la Swan Ganz se fait soit sous ampli de brillance soit par l'obtention d'une bonne chronologie des courbes d'OD, de VD, d'AP et de PcP. Cette procédure s'effectue en aseptie stricte.

2.1.3. Les résultats.

Les courbes de pression sont décrites plus loin. On peut prélever du sang pour des dosages gazeux.

L'enregistrement d'ECG et le phonocardiogramme endocavitaires peuvent apporter d'utiles renseignements.

L'injection d'un indicateur permet la mesure du débit cardiaque par étude de la courbe de dilution.

2.2. Les mécanogrammes externes:

Ils sont inoffensifs et aisément reproductibles, mais ils fournissent des renseignements parcellaires.

2.2.1. Le jugulogramme : donne une courbe de morphologie proche de celle obtenue dans l'oreillette droite.

2.2.2. Le carotidogramme: est voisin de la courbe aortique.

2.2.3. L'apexogramme étudie la cinétique ventriculaire.

3. LES COURBES DE PRESSION.

Un enregistrement électrique est réalisé simultanément à la prise de pression. Les accidents mécaniques sont décalés de 0.8 secondes par rapport à l'ECG.

Pour les cavités droites et gauches, la morphologie des courbes de pression est identique. Mais les niveaux de pression sont trois fois plus élevés à gauche alors que les volumes mobilisés sont les identiques du fait de la compliance plus grande des cavités droites.

La systole peut être définie comme la contraction du myocarde, la diastole comme le relâchement myocardique, pour une fréquence de 65/ mn, la période est de 0.92 s, la systole durant 0.27 s et la diastole 0.65 s.

3.1. La courbe d'oreillette droite.

La courbe d'oreillette droite est superposable dans sa forme à celle de l'oreillette gauche. Cette courbe présente les ondes a, c, et v et les creux x, x' et y. L'onde a survient 80 msec après l'onde P au sommet de l'onde R de l'ECG. L'onde v survient après la fin de l'onde T de l'ECG. (cf. schéma du jugulogramme)

3.2. La courbe du ventricule droit.

La courbe du VD est superposable à celle du VG (niveau de pression supérieur).

3.2.1. La systole ventriculaire, débute à la fermeture de la valve auriculo-ventriculaire (B1) (la tricuspide), juste après l'onde R de l'ECG. On distingue :

- **une contraction isovolumétrique** : qui dure 0,06 à 0,08 sec.

La pression (P) intraventriculaire augmente à volume constant. La P intraventriculaire s'accroît brutalement. Elle atteint le régime de pression existant dans l'artère pulmonaire (VD) (ou l'aorte pour le VG). Les sigmoïdes pulmonaires (aortiques pour le VG) s'ouvrent. (Ressaut ou onde catacrote).

- **une phase d'éjection systolique.**

La courbe de P du VD se superpose à celle de l'artère pulmonaire. La contraction ventriculaire se **poursuit dans un premier temps ou phase d'éjection rapide**. Cette phase est suivie **d'une phase d'éjection lente** (absence de contraction ventriculaire). La P baisse progressivement pour rejoindre un régime de pression inférieur à celui de l'artère pulmonaire. Les valves sigmoïdes pulmonaires se ferment. (Onde dicrote) (B2) C'est le début de la diastole ventriculaire

3.2.2. La diastole ventriculaire débute après la fermeture des valves sigmoïdes (sommet de l'onde T). Il reste environ 10 à 105 ml de sang dans le ventricule. La diastole ventriculaire est composée :

- **de la phase de relaxation isovolumétrique** :

C'est la phase de récupération du ventricule. La P intraventriculaire chute brutalement à volume constant.

- **La phase de remplissage** :

La P intraventriculaire devient inférieure au régime de pression existant dans l'oreillette droite. La tricuspide s'ouvre. La courbe de VD se superpose à celle de l'oreillette droite (qui est en phase de systole).

On distingue une **phase de remplissage passif** qui représente 80% du volume de remplissage. Puis **une phase de remplissage actif** qui correspond à la contraction de l'oreillette droite. La pression intraventriculaire augmente pour rejoindre un niveau de pression de systole ventriculaire. La tricuspide se ferme (B1).)

3.3. La courbe d'artère pulmonaire ou artérielle:

La courbe d'AP présente une montée rapide correspondant à la phase d'éjection rapide. Puis une descente lente jusqu'à l'onde dicrote qui témoigne de la fermeture des valves sigmoïdes. Une phase de descente lente mono exponentielle survient ensuite.

Le doppler aortique transœsophagien, a permis de différencier les différentes phases de la courbe artérielle. La montée rapide, par sa pente, témoigne de l'inotropisme du ventricule. La largeur de la base de la courbe témoigne de la post charge et du degré de remplissage.

3.4. Les différentes valeurs des courbes de pression

Les valeurs sont exprimées en mm de mercure (mm Hg) Pression	Systolique	Diastolique	Moyenne
PVC		3 à 5	
P VD	15 à 25	3 à 8	7 à 13
PAP	15 à 25	8 à 15	10 à 18
PCP		6 à 12	
P VG	120 à 140	9	6 à 50
P Aorte	120 à 140	70 à 80	90 à 100

4. La boucle pression volume.

A partir de la pression, en fonction du volume de ventricule gauche (mesure échographique) on peut définir une boucle pression volume.

La systole débute au point télédiastolique du VG (PtdVG) ou point 1. La contraction isovolumétrique fait passer la pression du point 1 au point 2. Après commence la phase d'éjection (jusqu'au point 3).

Cette phase d'éjection se caractérise par une diminution progressive du volume avec un sommet de pression : le pic de pression systolique (PPS). La pression baisse progressivement jusqu'au point 3 : pression télésystolique ou PtsVG.

Lors de la phase de relaxation isovolumétrique diastolique du VG, la pression chute du point 3 au point 4. La valve mitrale s'ouvre, le remplissage du Vg s'effectue. La pente du point 4 au point 1 témoigne de la compliance du VG et de la tension intraventriculaire. (cf. schéma)

Toute activité inotrope positive déplace la boucle en haut et à gauche avec une augmentation de la pente. (cf. schémas)

5. LE DEBIT CARDIAQUE.

Le débit cardiaque (Qc) est la quantité de sang éjecté par le ventricule en une minute. Normalement le ventricule droit (VDt) et le ventricule gauche (VG) ont le même débit.

Au repos le débit cardiaque se situe entre 4 à 5 litres / minute.

L'index cardiaque (IC) tient compte de la surface corporelle. C'est la quantité de sang éjecté en une minute par mètre de surface corporelle. ($IC = QC / S. Corp.$)

Au repos l'index cardiaque se situe entre 2,5 et 4 litres / minute / m² de surface corporelle

Le débit cardiaque peut augmenter de 5 à 6 fois par la pratique d'un effort chez le sujet sain.

5.1. Méthode d'exploration du débit cardiaque.

Le débit cardiaque est mesuré par la technique avec un bolus de froid (méthode de Stewart Hamilton) à partir d'une Swan Ganz à thermodilution. Le cathétérisme cardiaque permet de mesurer la valeur des pressions au sein du cœur droit et gauche.

5.2. Les déterminants du débit cardiaque.

Par définition : **Débit cardiaque = fréquence cardiaque x volume d'éjection**

Les déterminants sont : la fréquence cardiaque et le volume d'éjection lui-même déterminé par :

- la précharge,
- la postcharge,
- la contractilité.

5.2.1. La fréquence cardiaque

Toute augmentation de la fréquence cardiaque augmente le débit cardiaque. La fréquence cardiaque peut varier de 60 à 120 bat/mn. Au-delà le temps de remplissage ventriculaire et la perfusion coronaire diminuent.

La fréquence cardiaque augmente avec : l'hyperthermie, l'exercice, l'anxiété, l'hypotension, l'hypoxémie, l'anémie, la douleur, les stimulants café, tabac et les médicaments. Les facteurs diminuant la fréquence cardiaque sont les manœuvres vagales, les médicaments chronotropes négatifs (digoxine, Bêtabloquant).

5.2.2. Le volume d'éjection systolique (VES) :

Le volume d'éjection systolique est la quantité de sang éjecté par le ventricule lors d'une contraction. Au repos, le volume d'éjection est de 60 à 100 ml par battement.

La fraction d'éjection systolique : Volume télédiastolique - volume télésystolique

Volume télédiastolique

Sa valeur est exprimée en un pourcentage. **La valeur normale est supérieure ou égale à 60%**. Le volume d'éjection systolique et la fraction d'éjection dépendent de la précharge, la postcharge et de la contractilité.

- **La précharge** est le volume qui existe dans les ventricules en fin de diastole. Elle permet de définir la courbe de la fonction ventriculaire **par la loi de Franck Starling**.

Les indicateurs de la précharge sont la pression veineuse centrale (PVC) pour le cœur droit et la pression capillaire pulmonaire (la Pcp) pour le cœur gauche.

- **La postcharge** correspond à la résistance contre laquelle le ventricule éjecte son contenu.

- **la contractilité ou inotropisme** est la vitesse de raccourcissement de la fibre myocardique au moment de la systole. Cette capacité de contractilité de la fibre myocardique définit l'inotropisme.

6. LES VOLUMES.

6.1. Les volumes sanguins mobilisés sont identiques à droite et à gauche.

6.2. La compliance des cavités à droites est plus grande car le régime de pression est plus faible.

6.3. Le volume maximal de chaque ventricule est 200 ml. Il se situe en fin de diastole.

6.4. Le volume d'éjection systolique est de 90 ml environ.

6.5. Il reste donc un résidu post systolique de 110 ml immédiatement mobilisable.

7. APPLICATION CLINIQUE.

A coté des variations physiologique, il faut noter les variations pathologiques de l'hémodynamique intracardiaque au cours de certaines pathologies cardiovasculaires. Ce sont :

7.1. L'insuffisance cardiaque : caractérisé par une élévation des pressions télédiastoliques et une baisse du débit dans les défaillances confirmées.

7.2. Les sténoses valvulaires : créent un gradient de pression auriculo-ventriculaire diastolique dans le rétrécissement mitral, ventriculo-aortique dans le rétrécissement aortique.

7.3. Les insuffisances valvulaires : avec tendance à l'hypopression en aval et surcharge en amont. Dans l'insuffisance auriculo-ventriculaire, il existe une hyperpression dans l'oreillette qui retentit sur le capillaire pulmonaire.

7.4. L'adiastolie : chute de pression et marquée du début de la diastole pendant la relaxation isovolumétrique avec remontée diastolique rapide et un plateau.

7.5. Les shunts : droit-gauche et gauche-droit.

8. CONCLUSION :

Le cathétérisme cardiaque fournit des renseignements précieux sur l'hémodynamique intracardiaque.

Il permet de faire le bilan des affections cardiovasculaires, et il est pratiquement toujours nécessaire en préopératoire.

REFERENCES

Collections médicales « Heures de France »

Google images

HEMODYNAMIQUE INTRACARDIAQUE : SCHEMAS

