

DIAPHRAGME

PLAN :

- I. INTRODUCTION
- II. RAPPEL EMBRYOLOGIQUE
- III. ANATOMIE DESCRIPTIVE
- IV. RAPPORTS
- V. VASCULARISATION - INNERVATION
- VI. ANATOMIE FONCTIONNELLE
- VII. APPLICATIONS CLINIQUES
- VIII. CONCLUSION

I – INTRODUCTION :

Le diaphragme est une cloison musculo-aponévrotique séparant le thorax de l'abdomen. Il est traversé par l'œsophage, des vaisseaux et des nerfs.

C'est le muscle essentiel de la dynamique respiratoire.

Intérêt de la question :

- ✓ Physiologique : le diaphragme est le muscle inspiratoire essentiel.
- ✓ Pathologique : Il peut être le siège de malformations congénitales et de lésions induites par des traumatismes du thorax ou de l'abdomen. Toutes ces affections s'accompagnent de signes pleuro-pulmonaires, cardiaques ou œsophagiennes, d'où l'intérêt de connaître son anatomie.

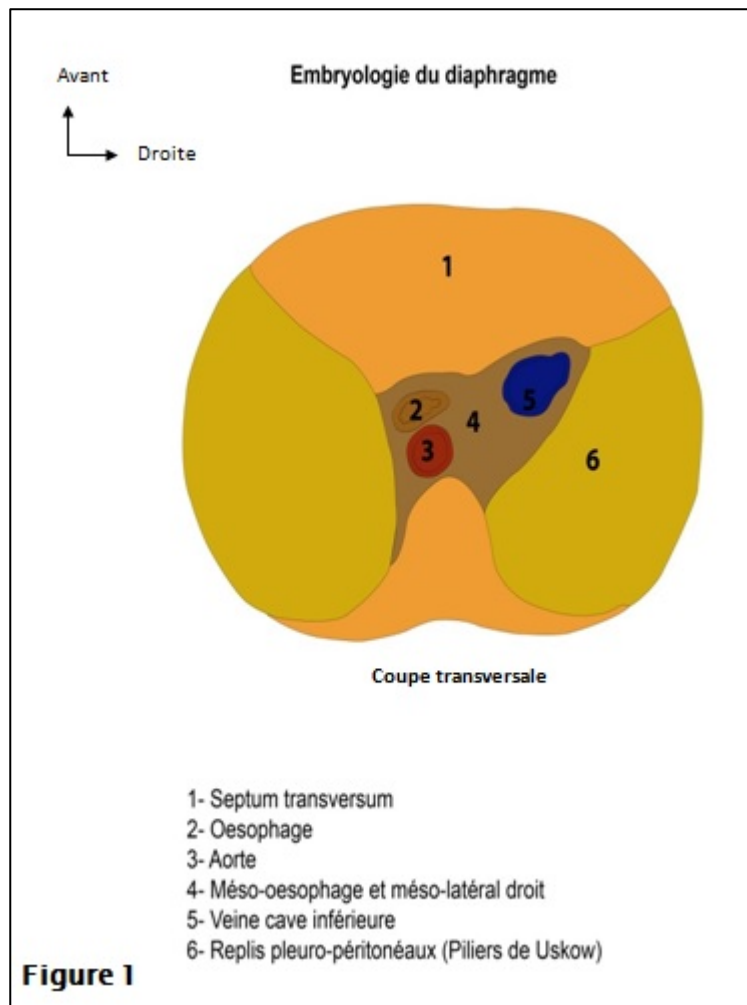
II – RAPPEL EMBRYOLOGIQUE :

L'embryologie explique la possibilité de malformations congénitales.

Le diaphragme procède de la fusion de quatre ébauches mésodermiques : (Figure 1)

- ✓ Deux médianes :
 - en avant : le septum transversum,
 - et en arrière : le méso-œsophage dorsal.
- ✓ Deux latérales :
 - les replis pleuro-péritonéaux droit et gauche, ou piliers de Uskow.

Au cours de son développement, le diaphragme est progressivement refoulé de la région cervicale à la région thoraco-lombaire, entraînant ses vaisseaux et ses nerfs.



N.C :

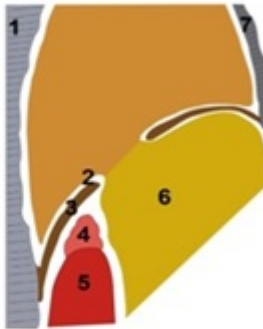
- ✓ le défaut de formation ou de fusion des différentes ébauches se traduit par des hernies diaphragmatiques : (Figure 2)
 - Soit embryonnaires, avant l'isolement des cavités pleurale et abdominale, (foramen de Bochdalek) : c'est l'hernie postéro-latérale qui est liée à l'absence partielle ou totale de la membrane pleuro-péritonéale, c'est la plus fréquente.
 - Soit fœtale, avec sac individualisable.
 - La hernie hiatale congénitale est située au niveau du hiatus œsophagien.

Les hernies diaphragmatiques

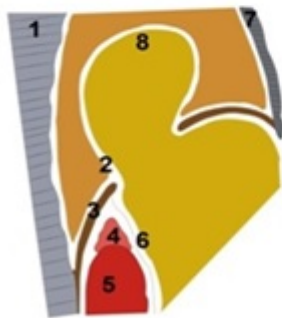
Hernie sans sac : absence complète de muscle et de séreuse crânial

↑
Avant

- 1- Rachis dorsal
- 2- Plèvre
- 3- Diaphragme
- 4- Glande surrénale
- 5- Rein
- 6- Péritoine
- 7- Sternum



Hernie avec sac : absence de muscle, mais présence de deux séreuses qui forment le sac



- 1- Rachis dorsal
- 2- Plèvre
- 3- Diaphragme
- 4- Glande surrénale
- 5- Rein
- 6- Péritoine
- 7- Sternum
- 8- Sac herniaire

Figure 2

III – ANATOMIE DESCRIPTIVE :

1- Forme :

Le diaphragme forme une double coupole, à concavité inférieure, de hauteur inégale, la droite étant plus élevée que la gauche.

2- Dimensions :

Le diamètre transversal l'emporte nettement sur le diamètre antéro-postérieur.

3- Situation :

En expiration forcée, le diaphragme atteint la 4^{ème} côte à droite, et la 5^{ème} à gauche.

A l'inspiration, les coupoles descendent de deux espaces intercostaux.

4- Constitution :

Le diaphragme est formé :

- ✓ d'une zone périphérique musculaire : formée par toute une série de faisceaux sternaux, costaux et lombaires,
- ✓ et d'une zone centrale tendineuse : le centre phrénique.

4-1- Faisceaux musculaires :

Ils peuvent être subdivisés en trois portions :

A- Portion sternale : (Figure 3)

Elle est représentée par deux faisceaux tendus de la base de l'appendice xiphoïde au bord antérieur du centre phrénique. Les deux faisceaux délimitent un orifice avasculaire, la fente de Marfan.

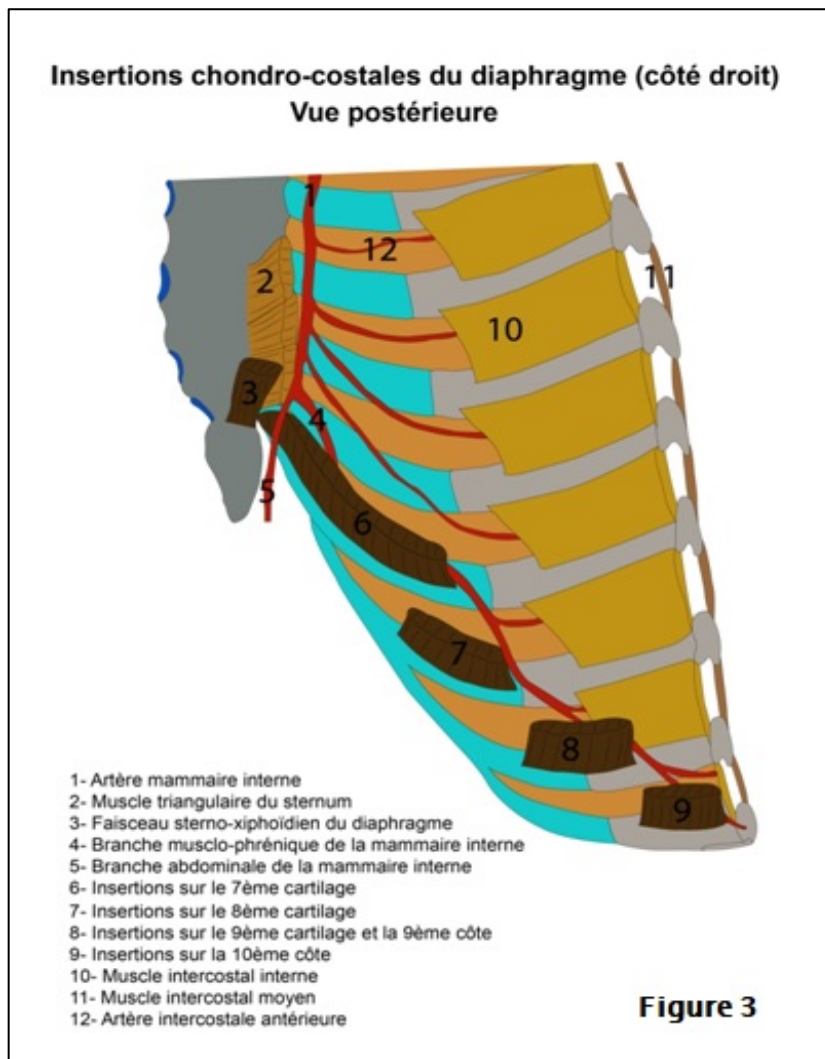
B- Portion chondro-costale : (Figure 3)

Comprenant un segment osseux et un segment aponévrotique.

- ✓ **Segment osseux :** où les insertions du diaphragme se font sur la face interne des six dernières côtes :
 - Sur les trois dernières côtes, l'insertion est uniquement costale.
 - Sur les trois côtes sus-jacentes, l'insertion est chondrale.
- ✓ **Segment aponévrotique ou intercostal :** où les fibres musculaires se fixent sur les deux arcades de Sénac, unissant la 12^e côte à la 11^e côte, et la 11^e côte à la 10^e côte.

Cette portion chondro-costale est séparée de la portion sternale par un orifice, la fente de Larrey ou hiatus costo-xiphoïdien, il livre passage à l'artère thoracique interne.

NC : il peut exister des points de faiblesse à travers cet hiatus pouvant occasionner des hernies ;
Hernies de la fente de Larrey.



C- Portion lombaire : (Figure 4, 5)

Elle comporte un segment médial et un segment latéral :

Un segment médial : ou piliers du diaphragme :

Ces piliers sont disposés de part et d'autre de la ligne médiane, ils s'insèrent sur la face antérieure des vertèbres lombaires, et des disques intervertébraux.

- **Piliers principaux :**

Origine :

- ✓ Pilier droit : il s'insère sur la face antérieure des trois premières vertèbres lombaires, et sur les disques intermédiaires.
- ✓ Pilier gauche : moins étendu et moins puissant, il s'insère sur la face antérieure des deux premières vertèbres lombaires.

Les deux piliers entrecroisent leurs fibres internes sur la ligne médiane en formant un raphé, le lit fibreux de l'aorte.

Chaque pilier monte obliquement en avant et en haut, et s'unit au pilier opposé en formant en avant de l'orifice aortique, le ligament arqué médian.

Terminaison : chaque pilier donne deux faisceaux :

- ✓ L'interne : qui s'entrecroise avec l'opposé au-devant de D12, puis circonscrit au-dessus l'orifice œsophagien.
- ✓ L'externe : qui monte vers l'échancrure postérieure du centre phrénique.

- **Piliers accessoires :**

Origine : sur la partie antérolatérale de la 2^e vertèbre lombaire.

Trajet : oblique en haut et en dehors, le long du pilier principal.

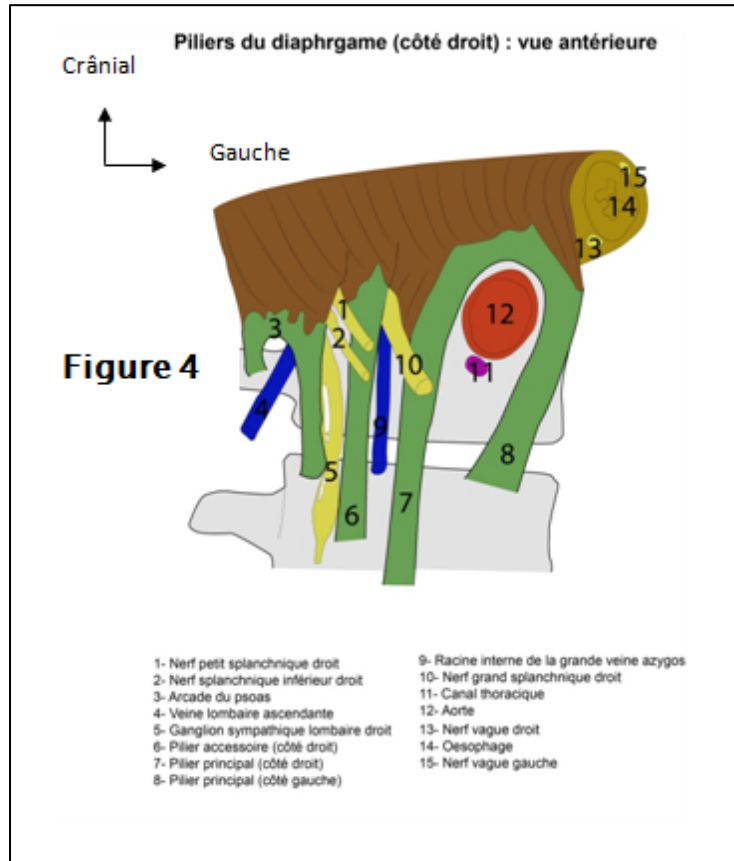
Terminaison : leurs faisceaux se portent jusqu'au bord postérieur du centre phrénique, en dehors des faisceaux externes du pilier principal.

Segment latéral : ou arcades du diaphragme :

Ces arcades sont au nombre de deux, elles appartiennent plutôt aux aponévroses des muscles lombaires :

- **L'arcade du psoas ou ligament arqué interne :** elle est tendue du flanc latéral de L2 à la base de l'apophyse costiforme de L1.
- **L'arcade du muscle carré des lombes ou ligament cintré du diaphragme :** constitue un pont fibreux, du sommet de la costiforme de L1 au sommet de la 12^e côte. (Figure 5)

Le faisceau fibreux qui s'en détache monte s'insérer sur le bord postérieur de la foliole latérale du centre phrénique, ce faisceau est clairsemé à sa partie moyenne, réalisant une véritable brèche, ou hiatus costo-lombaire de Henlé. (Figure 5)



4-2- Centre phrénique :

A- La forme :

C'est une aponévrose mince, d'aspect blanc nacré et brillant.

Il a la forme d'un trèfle à trois folioles : ventrale, droite et gauche.

B- La constitution : (Figure 5)

Deux sortes de fibres constituent le centre phrénique :

- ✓ Les fibres fondamentales : provenant des différents faisceaux d'origine, et dirigées dans la foliole antérieure, et les folioles latérales.
- ✓ Les fibres d'association : condensées en deux bandelettes :

- Bandelette semi-circulaire supérieure : tendue de la foliole droite à la foliole antérieure.
- Bandelette semi-circulaire inférieure : tendue de la foliole droite à la foliole gauche.

Les deux bandelettes circonscrivent à droite de la ligne médiane l'orifice quadrilatère de la veine cave inférieure.

5- Orifices : (Figure 5)

La cloison formée par le diaphragme entre la cavité thoracique et la cavité abdominale présente de nombreux orifices et points faibles qui établissent une communication entre l'une et l'autre cavité.

5-1- Orifices principaux : ils sont au nombre de trois :

- ✓ Le foramen de la veine cave inférieure : il est situé dans le centre phrénique et se projette au niveau du disque intervertébral T8-T9. Il est traversé aussi par des branches du nerf phrénique droit.
- ✓ Le hiatus œsophagien : il est situé au milieu des fibres charnues, il se projette au niveau de la vertèbre thoracique T10. Il livre passage aussi aux nerfs vagues droit et gauche.

N.C : L'orifice œsophagien a un rôle très important dans la continence œsogastrique : En effet cet anneau musculaire issu des piliers joue un rôle de sphincter.

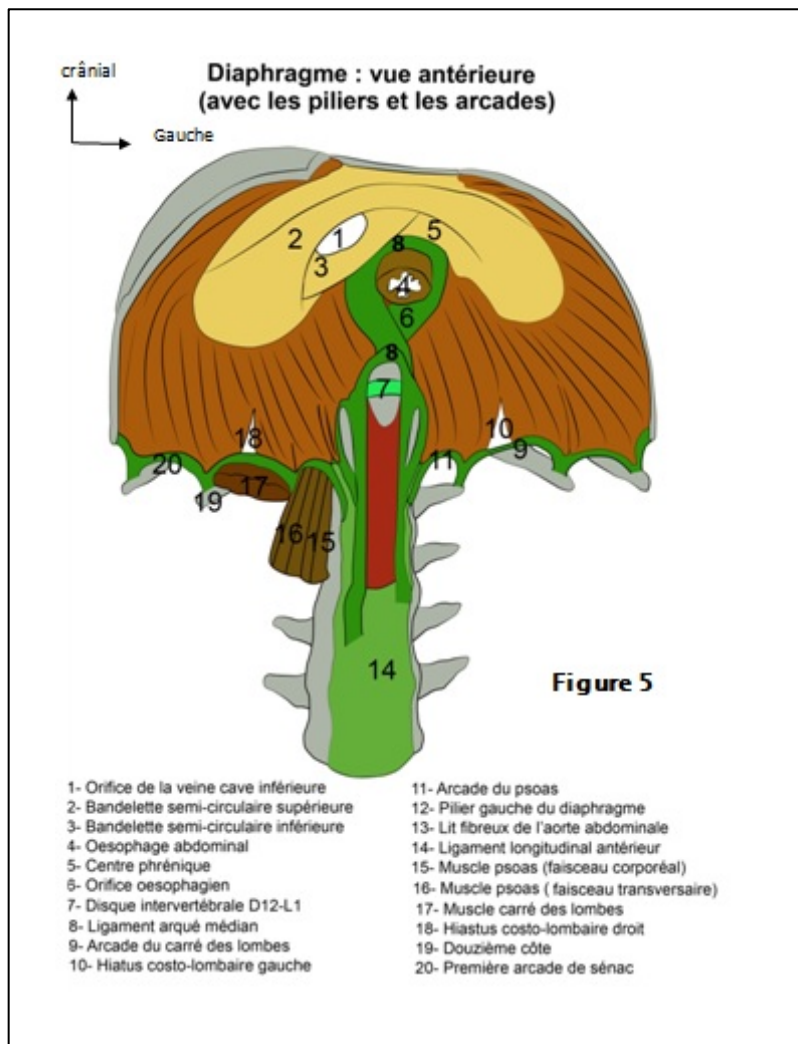
- ✓ Le hiatus aortique : il est limité par le corps de la vertèbre T12 et le ligament arqué médian, il est traversé aussi par le conduit thoracique.

5-2- Orifices accessoires :

Ils sont tous vasculaires et nerveux :

- ✓ Orifices antérieures :
 - Fente de Marfan : rétro-xiphoïdienne, entre les faisceaux sternaux du diaphragme, avasculaire, aucun élément n'y passe.
 - Fente de Larrey : entre la portion sternale et la portion chondro-costale, elle laisse passer la branche abdominale de l'artère mammaire interne.

- ✓ Orifices latéraux : entre les différents faisceaux chondro-costaux, pour le passage des nerfs intercostaux (du 7^e au 11^e).
- ✓ Orifices postérieures : entre les piliers et les arcades de la portion lombaire :
 - Entre les piliers principal et accessoire, un hiatus médial laisse passer le nerf grand splanchnique et la racine interne des veines azygos.
 - Entre le pilier accessoire et arcade du psoas, un hiatus latéral contient de haut en bas : le nerf petit splanchnique, le nerf splanchnique inférieur et la chaîne sympathique.
 - Sous l'arcade du psoas : la veine lombaire ascendante monte entre les deux plans du psoas.
 - Dans l'hiatus costo-lombaire : cheminent les troncs lymphatiques et le tissu cellulaire qui fait communiquer les loges sous-pleurale et rétro-rénale.



IV – RAPPORTS : (Figure 6)

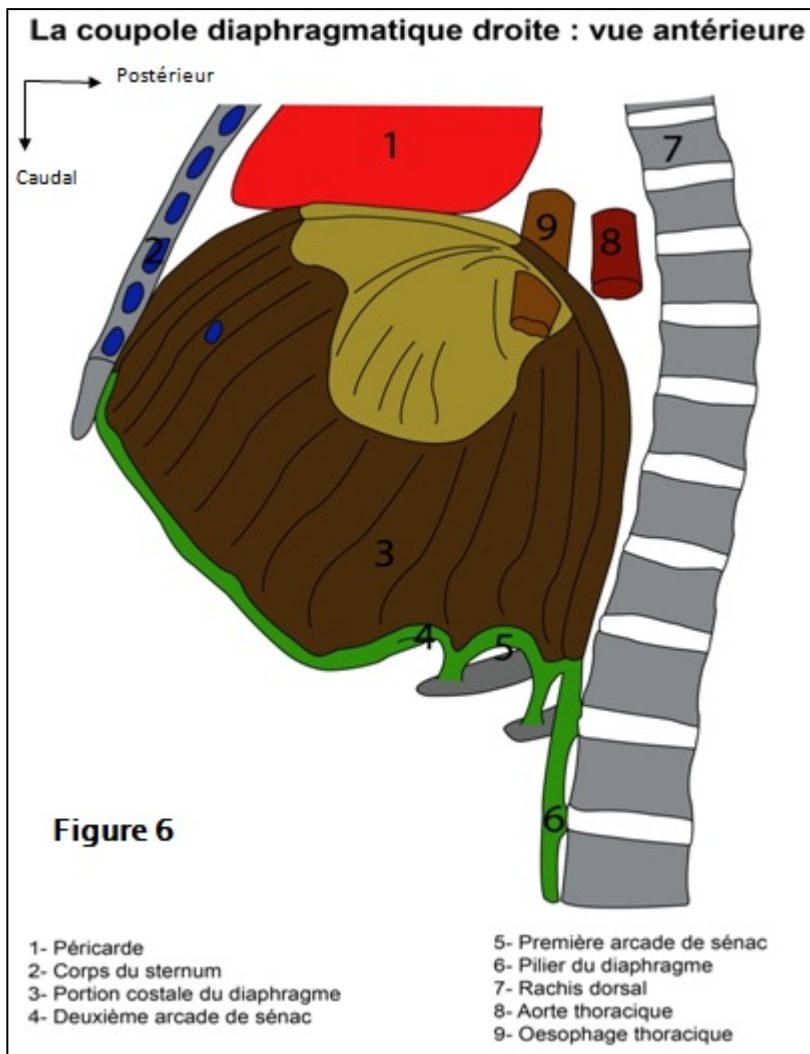
Du point de vue topographique le diaphragme peut être divisé en deux portions :

- Horizontale : antéro-supérieure.
- Verticale : postéro-inférieure.

1- Portion horizontale (ou coupole diaphragmatique) :

- Face supérieure ou thoracique :

Elle entre en rapport au centre avec le médiastin, et à la périphérie avec la cavité pleuro-pulmonaire.



- Face inférieure ou abdominale :

Elle est recouverte en grande partie par le péritoine, elle répond :

- A droite : aux Faces supérieure et postérieure du foie, la face supérieure de celui est rattachée au diaphragme par le ligament suspenseur qui divise l'espace inter-hépto-phrénique en deux loges secondaires.

N.C : Ces loges sont le siège possible d'abcès sous-phrénique.

- A gauche : de la portion médiale à la portion latérale, elle répond :
 - à l'œsophage abdominal,
 - à la grosse tubérosité de l'estomac,
 - au lobe gauche du foie,
 - à la rate,
 - à l'angle gauche du côlon.

2- Portion verticale : les piliers et les arcades :

- ✓ Les piliers contractent des rapports :
 - en haut : avec la région coeliaque de Luschka, centrée en arrière par l'aorte abdominale,
 - et en bas : avec le bloc duodéno-pancréatique.
- ✓ Les arcades : répondent de chaque côté à :
 - la face postérieure du rein,
 - et la face postérieure de la surrénale.

V – VASCULARISATION – INNERVATION :

1- Vascularisation artérielle :

La vascularisation artérielle provient de quatre origines :

- ✓ Les artères phréniques supérieures : branches de l'aorte thoracique, vascularisent les parties adjacentes du diaphragme.
- ✓ Les artères phréniques inférieures : branches de l'aorte abdominale, donnent des rameaux à la face inférieure du diaphragme.
- ✓ Les artères thoraciques internes : donnent chacune des artères péricardiaco-phréniques et musculo-phréniques.
- ✓ Les cinq dernières artères intercostales : irriguent la périphérie du diaphragme.

2- Vascularisation veineuse :

Elles sont satellites des artères, elles rejoignent les veines sub-clavières ou le système azygos. Certaines veines se drainent dans les veines hépatiques.

3- Drainage lymphatique :

La lymphe diaphragmatique forme deux réseaux :

- ✓ Sur la face supérieure : le réseau sus-diaphragmatique se draine vers deux territoires :
 - Antérieur : en relation avec les ganglions pré-péricardiques latéraux, et à gauche avec les ganglions médiastinaux.
 - Postérieur : en relation avec les ganglions péri-œsophagiens, et juxta-aortiques lombaires.
- ✓ Sur la face inférieure : le réseau sous-péritonéal se draine vers deux territoires :
 - Sous-diaphragmatique : en relation à droite avec les ganglions diaphragmatiques inférieurs, et à gauche avec les ganglions juxta-aortiques.
 - Trans-diaphragmatique : en relation avec les ganglions juxta-phréniques et rétro-xiphoïdienne.

NC : Par les anastomoses perforantes, la propagation d'une infection peut se faire d'une face du diaphragme à l'autre.

4- Innervation :

4-1- Innervation motrice :

Elle est assurée par les nerfs phréniques droit et gauche qui sont des branches du plexus cervical (C4). Ils traversent la région sus-claviculaire, le médiastin antérieur puis ils s'épanouissent sur la face supérieure du diaphragme.

Ils donnent trois branches :

- Antérieure : destinée aux portions sternale et chondro-costale antérieure.
- Latérale : destinée à la portion chondro-costale latérale du diaphragme.
- Postérieure : destinée aux piliers du diaphragme.

N.C :

- ✓ Une paralysie phrénique peut donc être unilatérale. Elle se traduit par l'immobilité de l'hémi-diaphragme à la radioscopie.
- ✓ La paralysie phrénique peut s'observer après manipulation vertébrale cervicale par traumatisme des racines des nerfs.

4-2- Innervation sensitive :

Elle est assurée par les six derniers nerfs intercostaux.

VI - ANATOMIE FONCTIONNELLE :

Le diaphragme est le muscle essentiel de l'inspiration.

N.C :

- ✓ Le hoquet est la contraction brusque et spasmodique du diaphragme.
- ✓ La paralysie du diaphragme entraîne la mort par asphyxie.

A- Rôle principal :

Dans l'inspiration, il augmente en se contractant les trois diamètres du thorax :

- ✓ Vertical : en abaissant la coupole.
- ✓ Transversal : en élevant les côtes.
- ✓ Et sagittal : en projetant le sternum en avant.

B- Rôles secondaires :

- Il suspend les viscères sus-mésocoliques et lombaires.

- Il favorise en se contractant la circulation du sang et de la lymphe, l'écoulement de la bile et les vomissements.
- Il s'oppose au diaphragme pelvien (releveur de l'anus) dans la défécation, la miction forcée et l'accouchement.
- Il provoque par sa contraction le cri, et par ses spasmes le rire et le hoquet.
- Il agit sur l'orifice œsophagien, et s'oppose au reflux du contenu gastrique.

VII – APPLICATIONS CLINIQUES :

- **La paralysie du diaphragme :**

La paralysie d'une moitié du diaphragme (hémi-diaphragme) consécutive à une lésion de son nerf moteur, le nerf phrénique n'affecte pas l'autre moitié vu que chaque coupole possède sa propre innervation.

On peut déceler radiographiquement une paralysie du diaphragme en constatant sa mobilité paradoxale. Au lieu de s'abaisser en inspiration, la coupole paralysée est refoulée vers le haut par les viscères abdominaux qui sont comprimés par la moitié saine et active du muscle ; la coupole paralysée s'affaisse pendant l'expiration sous l'effet de la pression intrapulmonaire.

- **Hernie diaphragmatique congénitale :**

Dans l'hernie diaphragmatique congénitale, une partie de l'estomac et de l'intestin font hernie dans la cavité thoracique à travers une zone défectueuse postéro-latérale du diaphragme ; il s'agit le plus souvent du côté gauche (hernie de Bokhdalek). Ce type de hernie trouve son origine dans le développement complexe du diaphragme. L'hypoplasie pulmonaire associée à ce type de hernie explique le taux élevé de mortalité chez les nouveaux-nés qui en sont atteints.

- **Hernie hiatale ou de l'hiatus :**

Une hernie hiatale consiste en une protrusion d'une partie de l'estomac dans le médiastin à travers l'hiatus œsophagien du diaphragme. Ce type de hernie survient assez souvent chez les personnes qui ont dépassé l'âge moyen, sans doute à la suite d'un affaiblissement musculaire du

diaphragme et d'un élargissement de l'hiatus œsophagien. Les hernies hiatales sont souvent pénibles et source de douleurs. Bien qu'on distingue cliniquement plusieurs types, mais il y a deux types principaux :

La hernie hiatale coulissante : dans laquelle l'œsophage abdominal, le cardia et une partie du fundus de l'estomac glissent vers le haut et passent dans le thorax à travers l'hiatus œsophagien.

La hernie hiatale para-œsophagienne : se distingue par le fait que le cardia conserve sa position normale, tandis qu'une poche péritonéale contenant généralement une partie du fundus de l'estomac s'engage dans le hiatus œsophagien en avant de l'œsophage.

VIII- CONCLUSION :

Le diaphragme est un muscle vital chez l'homme, il a un rôle principal dans l'inspiration et un rôle secondaire dans la résistance de la ceinture abdominale, ses pathologies sont variables ainsi que ses moyens d'exploration d'où l'intérêt de connaître son anatomie.

Résumé de la question

Le diaphragme est une cloison musculo-aponévrotique séparant le thorax de l'abdomen. C'est le principal muscle inspiratoire, il forme une double coupole à concavité inférieure. Il comporte une zone périphérique et une zone centrale et présente plusieurs orifices principaux et accessoires.

La zone centrale tendineuse ou le centre phrénique a la forme d'un trèfle à trois folioles ; ventrale, droite et gauche, à l'union des folioles ventrale et droite se trouve le foramen de la veine cave inférieure, qui est cerné par deux faisceaux tendineux ; les bandelettes semi-circulaires supérieure et inférieure. Alors que la zone périphérique est musculaire, formée par toute une série de faisceaux sternaux, costaux et lombaires.

La portion lombaire comporte un segment médial ou piliers du diaphragme (pilier droit et pilier gauche), et un segment latéral ou arcades du diaphragme (l'arcade du psoas ou ligament arqué interne et l'arcade du muscle carré des lombes ou ligament cintré du diaphragme).

Les orifices principaux sont le foramen de la veine cave inférieure qui est traversé par des branches du nerf phrénique droit, le hiatus œsophagien qui livre passage aux nerfs vagues droit et gauche, et le hiatus aortique qui est traversé par le conduit thoracique.

Les orifices accessoires sont de trois ordres ; antérieurs, latéraux et postérieurs. Les orifices antérieurs correspondent à la fente de Marfan entre les faisceaux sternaux du diaphragme et à la fente de Larrey située entre la portion sternale et la portion chondro-costale et qui livre passage à l'artère mammaire interne. Alors que les orifices latéraux sont situés entre les différents faisceaux chondro-costaux, ils livrent passage aux nerfs intercostaux. Les orifices postérieurs sont situés entre les piliers et les arcades de la portion lombaire, et livrent passage à des structures vasculaires et nerveuses.

La vascularisation artérielle du diaphragme provient de quatre origines : les artères phréniques supérieures, les artères phréniques inférieures, les artères thoraciques internes et les cinq dernières artères intercostales. Les veines sont satellites des artères, elles rejoignent les veines sub-clavières ou le système azygos.

L'innervation motrice est assurée par les nerfs phréniques droit et gauche qui sont des branches du plexus cervical (C4), et l'innervation sensitive est assurée par les six derniers nerfs intercostaux.