

# Particularités de la forme néonatale de la coarctation ishmique de l'aorte (Etude tunisienne)

## Particularities of neonatal isthmic aortic coarctation (Tunisian study).

Hela Msaad<sup>1</sup>, Meriem Drissa<sup>1</sup>, Houaida Mahfoudhi<sup>1</sup>, Kaouther Hakim<sup>1</sup>, Fatma Ouarda<sup>2</sup>

1-Service de cardiopédiatrie-Hôpital la Rabta / faculté de médecine de Tunis

2-Service de cardiopédiatrie-Hôpital la Rabta / faculté de médecine de Monastir

### R É S U M É

**Introduction :** La coarctation de l'aorte (CoA) à révélation néonatale constitue une urgence diagnostique et thérapeutique.

**But du travail :** Dégager les particularités cliniques, para cliniques et thérapeutiques de la CoA de découverte néonatale et de déterminer les signes échocardiographiques en faveur de sa constitution chez le fœtus.

**Méthodes :** Il s'agit d'une étude rétrospective ayant colligé 47 patients porteur de CoA diagnostiquée en période pré et postnatale immédiate hospitalisés au service de cardiologie pédiatrique de l'hôpital la Rabta durant la période allant de 2000 à 2017

**Résultats :** Notre série comporte 36 filles et 11 garçons, avec un âge moyen de 14 jours. Le diagnostic de CoA a été suspecté durant la période anténatale chez 8 nouveaux nés. En néonatal l'insuffisance cardiaque est le plus fréquemment observée (38%), une diminution ou abolition des pouls fémoraux (74%), une asymétrie tension elle était retrouvée chez tous les patients. L'échographie anténatale a suspecté la CoA essentiellement devant l'asymétrie ventriculaire et artérielle. Chez les nouveaux nés l'échocardiographie postnatale a confirmé le diagnostic avec une fraction d'éjection altérée dans 31% des cas. Les anomalies associées à la coarctation étaient dominés par la persistance du canal artériel (68%), la communication inter auriculaire (56%), l'hypoplasie de l'arc aortique dans 34%. une perfusion de prostaglandines était administrée dans (89%). 42 patients ont été opérés avec un bon résultat immédiat chez 20 patients. La mortalité postopératoire précoce était de 12%. L'évolution au long cours est marquée par la survenue de deux décès tardifs, six cas de recoarctation avec un recul de 14 mois traités par angioplastie avec un résultat jugé bon dans tous les cas.

**Conclusion:** La CoA néonatale est une forme particulière de CoA qui se distingue des formes de l'enfant et de l'adulte à la fois sur le plan clinique, échocardiographique, et thérapeutique. Son diagnostic doit être précoce, si possible en anténatal, en vue d'une prise en charge optimale.

### M o t s - c l é s

Coarctation de l'aorte , nouveau né , foetus ,échocardiographie

### S U M M A R Y

**Introduction:** Coarctation of the aorta(CoA) in new born is a diagnosticand therapeutic emergency.

The purpose of the work was to identify the clinical, echocardiographic and therapeutic features of CoA in neonates and to determine echocardiographic signs in favor of its constitution in the fetus.

**Methods:** a retrospective study including 47 patients with isthmic Co A diagnosed in ante et postnatal period hospitalized in pediatric cardiology departement of la Rabta Hospital during the period from 2000 to 2017

**Results:** They were 36 girls and 11 boys with an average age of 14 days. The diagnosis of CoA was suspected during the antenatal period in eight cases. In postnatal period heart failure was observed in (38.5%), abolition of femoral pulse (74%), a tension asymetry was found in all patients. Antenatal echocardiography suspected indicators of fetal coarctation especially ventriculo-arterial asymmetry echocardiography confirmed the diagnosis of CoA,The ejection fraction was impaired in 31% of the cases.The abnormalities associated with coarctation were dominated by the patent ductus arteriosus (68%), atrial septal defect (55.5%), aortic hypoplasia, bicuspidia in respectively in 34% and 31% coarctation syndrome in (23.4%). Prostaglandin was necessary in (89.3%). forty two patients were operated with good immediate résultats. the early postoperative mortality was 12.5%. In the long term, we deplored two late deaths, six cases of recoarctation with a follow-up of 14 months treated by percutaneous angioplasty with a result considered good in all cases

**Conclusion :** Coarctation of the aorta in neonates is a special form of aortic coarctation that differs from the child and adult forms in clinical, echocardiographic, and therapeutic characteristics. His clinical diagnosis must be early, if possible in antenatal, to assure optimal management.

### Key - words

Coarctation of the aorta, neonate, fetus, echocardiography

La coarctation de l'aorte (CoA) à révélation néonatale constitue une urgence diagnostique et thérapeutique. Cette forme de CoA présente des particularités par rapport à celle de l'enfant et de l'adulte. Son diagnostic doit être précoce, si possible anténatal, en vue d'une prise en charge optimale.

Le But de l'étude est de dégager les caractéristiques cliniques, para cliniques et thérapeutiques de la CoA néonatale et de déterminer les signes échocardiographies en faveur de sa constitution chez le fœtus.

### MÉTHODES

Notre étude est rétrospective descriptive se basant sur l'analyse de dossiers de 47 patients ayant une CoA de découverte périnatale (anténatale ou postnatale immédiate) colligés au service de cardiologie pédiatrique de l'hôpital La Rabta sur une période allant de 2000 à 2017. Ont été inclus les coarctations néonatales diagnostiquées avant 28 jours.

Les données épidémiologiques, cliniques, paracliniques (électrocardiogramme, échocardiographie), évolutives et thérapeutiques ont été collectées pour chaque nouveau-né.

L'exploration hémodynamique, et la tomodensitométrie ont été réalisées uniquement chez quelques nouveaux nés. La mortalité postopératoire précoce étant définie par le taux de décès jours avant j30 postopératoire.

#### Analyse statistique

Nous avons calculé des fréquences simples et des fréquences relatives (pourcentage) pour les variables qualitatives.

Nous avons calculé des moyennes, et des écarts types et déterminer les valeurs extrêmes pour les variables quantitatives.

Pour tous les tests statistiques, un seuil de signification  $<0.05$  était considéré comme significatif

### RÉSULTATS

L'âge moyen de nos patients était de  $14 \pm 3$  jours avec des extrêmes de [0 -28] jours. Le diagnostic a été posé dans la première semaine dans 12 cas. Il s'agissait de 36 garçons et 11 filles avec un sexe ratio à 3.2. Le diagnostic de CoA a été suspecté durant la période anténatale chez 8 nouveaux nés. En néonatal l'insuffisance cardiaque était présente dans (39%), une détresse respiratoire aigüe dans 15 cas (32%), un choc cardiogénique dans 9 cas (19%) et une dyspnée dans 10% des cas. Une diminution ou abolition des pouls fémoraux était notée dans 35 cas (74%), un souffle systolique latéro-sternal gauche dans 28 cas (60%), une asymétrie tensionnelle chez tous les patients.

Sur le plan électrique, une hypertrophie ventriculaire

gauche (HVG) était retrouvée dans 6 cas (13%), une hypertrophie ventriculaire droite dans 30 cas (64%) et un bloc de branche droit incomplet dans 22% cas.

La CoA était suspectée chez 35 fœtus en anténatale essentiellement devant une asymétrie ventriculaire et artérielle significative (Figure 1).

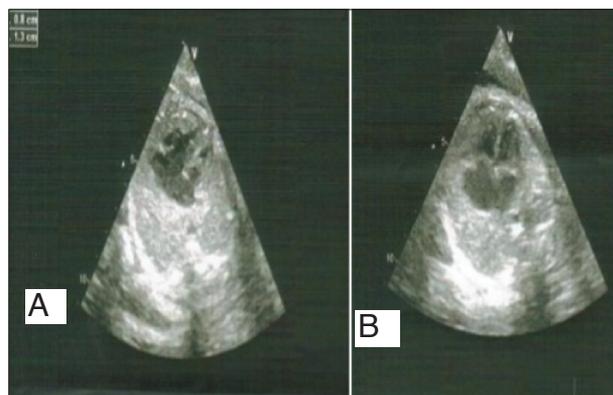


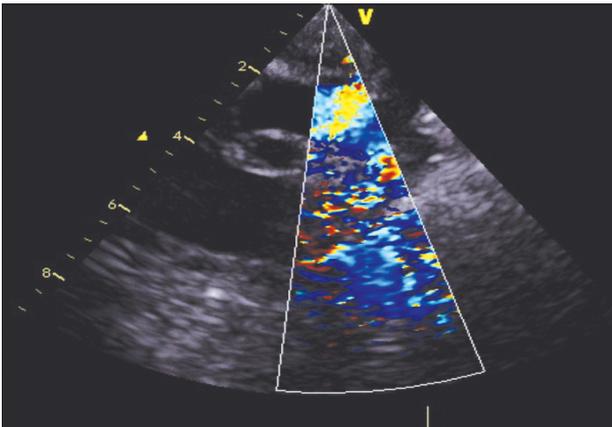
Figure 1: Image 1A et B : Echocardiographie fœtale faite à 23 SA. Coupe au niveau des quatre cavités montrant une asymétrie de taille des ventricules en faveur du VD. Le ratio entre les diamètres du VD et VG est de 1,62.

Cette CoA était associée à un sinus coronaire dilaté par une VCS gauche dans 2 cas et à une bicuspidie aortique dans un cas, le ventricule gauche a été jugé franchement hypoplasique chez un fœtus. Une hypoplasie de l'arche était observée dans 2 cas avec visualisation d'une striction au niveau de l'isthme dans un cas.

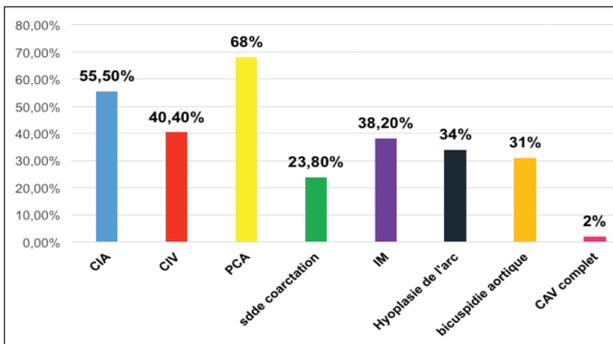
La première échocardiographie a été faite en moyenne à 32 semaines d'aménorrhée avec des extrêmes de 20 et 36 SA. En postnatal seulement huit nouveaux nés (23%) ont réellement développé une coarctation.

L'échocardiographie postnatale a confirmé le diagnostic de CoA en montrant une accélération du flux systolique au niveau de l'isthme avec un prolongement diastolique (Figure 2). Le ventricule gauche (VG) était dilaté dans 10 cas (21%), hypertrophié dans 29 cas (61%), La fraction d'éjection était altérée dans 15 cas (31%), une hypertension artérielle pulmonaire était retrouvée chez 30 patients. La CoA était le plus souvent associée à des malformations (Figure 3) dominée par la persistance du canal artériel observé chez 32 nouveaux nés (68%). Le cathétérisme cardiaque a été effectué chez 16 patients (34%). Il avait confirmé le caractère serré de la coarctation dans tous les cas. Le scanner cardiaque a été pratiqué chez 13 patients, il a permis le diagnostic de La CoA, de déterminer le siège de la coarctation exacte et de déterminer le degré d'hypoplasie de l'aorte (Figure 4).

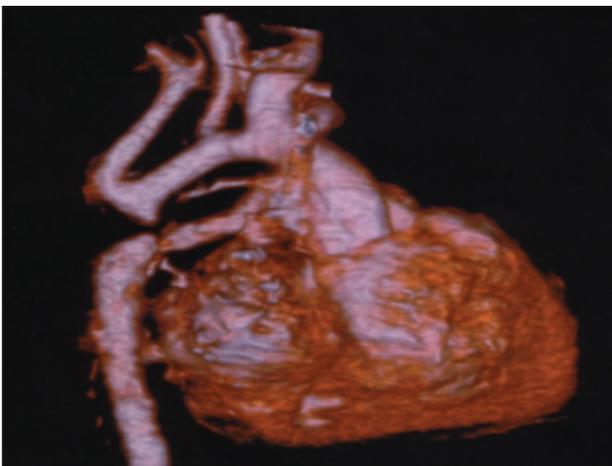
Un accouchement dans une maternité niveau III ainsi qu'un transfert in utero des fœtus suspect de COA vers une institution adaptée à la prise en charge néonatale a été réalisé.



**Figure 2:** Mode BD aidé du Doppler couleur mettant en évidence la sténose isthmique permettant ainsi de confirmer le diagnostic d'une coarctation qui a été suspectée devant une détresse respiratoire néonatale



**Figure 3:** Anomalies cardio-vasculaires associées à la CoA et retrouvées à l'échographie Doppler



**Figure 4:** Scanner multibarrette fait dans le cadre d'un bilan préopératoire montrant une coarctation isthmique serrée

En postnatale une mise en condition intubation, oxygénation, ventilation, a été instaurée chez 42 nouveaux nés (89%) en défaillance respiratoire sévère, avec une perfusion de tonicardiaques a en cas de choc

cardiogénique, et une perfusion de prostine en présence de signes de défaillance cardiaque.

Quarante-deux patients ont été opérés (89%). L'âge moyen au moment de la chirurgie était de 3,77mois, avec des extrêmes allant de 4,5 jours à 36 mois. Trente et un patients ont été opérés selon la technique de Crafoord modifié (74%), 4 patients (10%) selon la technique de Waldhausen, un patient (4%) a bénéficié d'une aortoplastie d'élargissement par patch prothétique et les 6 autres patients (14%) par autres techniques chirurgicales.

Au même temps opératoire, il a été réalisé une fermeture du canal artériel chez 26 patients, un cerclage de l'artère pulmonaire chez 9 nouveaux nés porteurs de communication interventriculaire (CIV) avec un faible poids de naissance. Deux nouveaux nés ont bénéficié d'une plastie valvulaire. Le résultat postopératoire immédiat était bon. Un décerclage de l'artère pulmonaire avec fermeture de la CIV a été effectué secondairement après un délai moyen de 8±2mois, les résultats étaient jugés bons.

La mortalité postopératoire précoce était de 12%(5 décès). Les complications précoces étaient à type de bas débit cardiaque dans 4 cas, de syndrome postcoarctectomie dans 2 cas, et de sepsis dans un autres cas.

L'évolution au long cours est marquée par la survenue de deux décès tardifs, six cas de recoarctation avec un recul moyen 14 mois avec des extrêmes entre 10 mois et 80 mois.

Les caractéristiques des nouveaux nés qui ont présenté une recoarctation sont représentées dans (le tableau 1). Sur le plan échocardiographique le gradient transisthmique résiduel étaient supérieur à 20 mmhg dans tous les cas avec des extrêmes de 25 à 67mmhg. Le délai moyen de survenue de la recoarctation était de 14 mois avec des extrêmes entre 10 mois et 80 mois. Une angioplastie a été indiquée avec un résultat jugé bon dans tous les cas.

**Tableau1 :**caractéristiques des nouveaux nés avec recoarctation

	Poids de naissance (kg)	Age au moment de la chirurgie (jours)	Type de chirurgie	Hyoplasie de l'arc aortique (+ ou -)	Delai de la recoarctation (mois)
<b>Patient1</b>	2,3	5	Crafoord	+	14
<b>Patient</b>	2,2	8	waldhausen	-	25
<b>patient</b>	2,4	10	crafoord	+	30
<b>patient</b>	2.3	4.5	waldhausen	-	35
<b>patient</b>	2.5	13	crafoord	+	80
<b>patient</b>	2.3	7	waldhausen	-	10

## DISCUSSION

Notre étude est rétrospective ayant colligé 47 patients porteur de CoA diagnostiquée en période pré et postnatale immédiat durant la période allant de 2000 à 2017. Le diagnostic de CoA a été suspecté durant la période anténatale chez 8 nouveaux nés. En néonatal, une insuffisance cardiaque était observée dans 38.5% des cas, une diminution ou abolition des pouls fémoraux dans 74% des cas, une asymétrie tensionnelle était retrouvée chez tous les patients. L'échographie anténatale a suspecté la CoA essentiellement devant l'asymétrie ventriculaire et artérielle. Chez les nouveaux nés l'échocardiographie postnatale a confirmé le diagnostic et a révélé une fraction d'éjection altérée dans 31% des cas. Les anomalies associées à la coarctation étaient dominées par la persistance du canal artériel (68%). Une perfusion de prostaglandines était administrée dans (89%). 42 patients ont été opérés avec un bon résultat immédiat chez 20 patients. La mortalité postopératoire précoce était de 12%. L'évolution au long cours est marquée par la survenue de deux décès tardifs, six cas de recoarctation avec un recul de 14 mois traités par angioplastie avec un résultat jugé bon dans tous les cas. La CoA représente 6 à 8% des cardiopathies congénitales, elle occupe la cinquième place avec une incidence estimée à 1 dans 2500 naissances vivantes [1]. Cette affection fréquente chez le garçon que chez la fille (deux tiers versus un tiers). Cette prédominance est nette dans notre série et dans les autres séries [2,3]. La forme néonatale de la CoA est celle découverte dans les 28 premiers jours de vie ou in utero par extension puisque leur expression clinique n'est visible qu'après la naissance. Elle est à distinguer des formes de l'enfant et de l'adulte, à la fois sur le plans symptomatique, hémodynamique et chirurgical [4]. Le tableau est souvent bruyant, contrairement à la coarctation du nourrisson ou du grand enfant. Il s'agit dans un cas sur six d'un tableau d'insuffisance cardiaque durant la première année de vie, le plus souvent entre J8 et J10, soit plusieurs jours après la sortie de la maternité [5]. Dans notre série l'insuffisance cardiaque est la manifestation clinique la plus fréquemment observée (38.5%).

Le gradient tensionnel de 20 mmHg entre les membres supérieurs et inférieurs peut manquer et la palpation des pouls est difficile et trompeuse à cet âge, surtout en situation d'insuffisance cardiaque.

Le diagnostic de CoA peut être suspecté durant la période anténatale et confirmé en postnatal comme c'est le cas de 8 nouveaux nés de notre série.

Sur le plan électrique une hypertrophie ventriculaire droite isolée [6] ou rarement une hypertrophie ventriculaire combinée constitue la principale anomalie électrique retrouvée dans les différentes séries de la littérature et dans notre série.

L'échocardiographie fœtale permet de suspecter la coarctation en anténatale. Son impact a considérablement modifié la prise en charge de l'enfant à naître mais aussi l'information apportée aux parents concernant les possibilités d'évolution in utero, le pronostic postnatal et les éventuelles interventions nécessaires [7].

Allan et al. [8] avait déjà suggéré qu'il était possible d'identifier une CoA dès la 18<sup>ème</sup> semaine de gestation en analysant les tailles relatives des deux ventricules et des grandes artères et l'évaluation de l'arche aortique pendant la vie fœtale. L'asymétrie de taille des ventricules semble être un élément prédictif de la survenue d'une coarctation mais pose un problème de mauvaise sensibilité et ne permet pas de dépister toutes les coarctations [8].

La bicuspidie aortique est un élément très fort en faveur de la CoA 9 cas sur 10 mais son diagnostic reste quasiment exclusivement post natal. La veine cave supérieure gauche (VCSG), si elle n'a pas de réelle signification pathologique, est fréquemment associée aux cardiopathies congénitales et en particulier à la CoA [9]. La présence d'une VCSG chez un fœtus avec un diagnostic précoce d'asymétrie permet de dépister une coarctation dans 70 % des cas. Dans notre série, parmi trente-cinq fœtus suspects de CoA devant une asymétrie ventriculaire à l'échocardiographie fœtale, seulement huit (22.8%) ont réellement développé une coarctation après la naissance.

L'échocardiographie en postnatale permet le diagnostic positif de CoA, son retentissement surtout sur le ventricule gauche et la recherche de lésions associées qui sont fréquente dans cette forme néonatale [10].

Dans notre série La persistance du canal artériel était la lésion la plus fréquemment associés à la CoA (68% des cas), plusieurs séries confirment ces résultats [11]. La Bicuspidie aortique était retrouvée dans 38% des cas de notre série et dans d'autres séries avec une fréquence de 27 à 52% des cas [1] et peut atteindre 87,5% dans certaines séries [12]. Le syndrome de coarctation associe à des degrés divers, une coarctation plutôt préductale, une hypoplasie tubulaire de la crosse aortique, une communication interventriculaire et un canal artériel perméable constitue une entité souvent mal toléré sur la plan clinique.

Les techniques d'imagerie (scanner et imagerie par résonance magnétique) fournissent des informations pertinentes dans l'exploration de la coarctation de l'aorte et font partie du bilan initial, ils jouent un rôle dans la prise en charge thérapeutique de la coarctation de l'aorte et le suivi des patients opérés [1].

Le scanner, demandé dans le cadre du bilan préopératoire de la CoA. a été réalisée chez 13 nouveaux nés de notre série.

La prise en charge médicale au cours de la CoA vise à stabiliser le malade avant la chirurgie et s'adresse aux

nouveau-nés en défaillance cardiaque. En effet La perfusion de prostaglandines E1 a transformé le pronostic des formes néonatales sévères, ducto-dépendantes en ré-ouvrant le CA qui perfuse à nouveau la moitié inférieure du corps pour l'immense majorité des équipes [1]. Dans notre étude le recours à la prostine était nécessaire chez 42 patients, ce traitement a permis une amélioration clinique de l'état des nouveaux nés retardant ainsi l'indication opératoire.

Mais le traitement de CoA est avant tout chirurgical, plusieurs modalités chirurgicales sont proposées mais l'intervention de Crafoord est la technique la plus préférée par plusieurs équipes [13,14] et aussi dans notre

étude. Les résultats de l'angioplastie obtenus chez le nouveau-né semblent être décourageants à long terme, ce qui fait que cette technique n'est pas très conseillée aux nouveaux nés et garde sa place pour les coarctations «natives» chez l'enfant âgé. Cette méthode a peu de place chez les nouveaux nés en raison du risque élevé de recoarctation qui s'est élevé à 30%. Le traitement de première intention, angioplastie percutanée ou chirurgie, ne fait donc pas l'unanimité. Cependant il apparaît que l'angioplastie percutanée soit le traitement de choix de la recoarctation de l'aorte par rapport à tout autre traitement [15,16].

La mortalité au cours de la CoA n'est pas négligeable en raison de la fragilité extrême de ces nourrissons, surtout dans les premières semaines. Elle dépend largement des malformations associées mais aussi du poids lors de la correction et de l'état du VG en préopératoire. Elle est en moyenne de 13 à 20 %, mais inférieure à 10 % pour les formes simples [1,17,18]. Dans notre étude, la mortalité était de 12% semblables aux résultats rapportés dans ces différentes séries.

La recoarctation représente un risque réel après traitement et est d'autant plus fréquente que la prise en charge a été précoce chez le nouveau-né. Le développement de la recoarctation est attribué à la croissance insuffisante de l'anastomose, à la présence de

tissus ductal qui, dans les coarctations critiques tend à se rétracter, ou à des failles techniques telles qu'une résection insuffisante ou une estimation erronée de la taille du patch [19,20]. Très souvent, la recoarctation se développe sur une coarctation résiduelle particulièrement chez les patients à opérer à l'époque où les matériels de sutures, absorbables n'étaient pas disponibles [13]

Les statistiques récentes montrent que le taux de recoarctation qui était à 25% est devenu actuellement inférieure à 15 % de part une meilleure exérèse chirurgicale du tissu ductal [21,22]. En effet L'incidence de recoarctation est supérieure à 10 % quand la cure chirurgicale est réalisée dans les trois premiers mois de vie, et inférieure à 5 % quand réalisée plus tardivement [23].

Un âge précoce, un faible poids au moment de l'intervention ou l'existence d'une hypoplasie associée de l'aorte ascendante sont des facteurs de risque connus de recoarctation. Ces facteurs étaient retrouvés dans notre série et expliquent le taux de recoarctation noté chez 19% des cas.

Le traitement de cette complication tardive est aujourd'hui devenu majoritairement un traitement non chirurgical. Depuis plusieurs années, la grande majorité des recoarctations sont en effet traitées par angioplastie avec de très bons résultats [24]. Des résultats similaires ont été retrouvés dans notre série.

## CONCLUSION

Notre travail souligne les particularités cliniques, échocardiographiques et thérapeutiques de la CoA à révélation néonatale. Le diagnostic de cette forme doit être précoce, si possible en anténatal, en vue d'une prise en charge optimale médicochirurgicale.

Un suivi postopératoire s'impose afin de guetter les complications notamment la recoarctation qui représente un risque réel après traitement et est d'autant plus fréquente que la prise en charge a été précoce.

## REFERENCES

- Anderson R, Baker EJ, Macartney Fj, Rigby MI, Shinebourne Ea, Tynan M et al. Paediatric Cardiology. 2nd Ed. Churchill Livingstone, London 2002.
- Marçon F, Bosser G, Worms AM. Coarctation de l'aorte. *Encycl Med Chir, cardiologie*. 1996 ;11-41
- Kovaskova L, Dakkak K, Skrak P, Zahorec M, Holan M. Neonates with left-sided obstructive heart disease: clinical manifestation and management at primary care hospitals. *Bratisl Lek Listy*. 2007;108:316-319
- Rosenthal E. Coarctation of the aorta from fetus to adult: curable condition or lifelong disease process? *Heart*. 2005;91:1495-502.
- Head CE, Jowett VC, Sharland GK, Simpson JM. Timing of presentation and postnatal outcome of infants suspected of having coarctation of the aorta during fetal life. *Heart*. 2005;91:1070-4.
- Marcon F, Bosser G, Worms AM. Service de cardiologie infantile, hôpital d'enfants, Vandoeuvre France *Cardiologie (11-014Q-10)* 1996 Elsevier Masson SAMar;141(3): 223-6
- Jagdeep G. Coarctation of the aorta: Anaesthesia tutorial of the week 265. Westmead Children's Hospital, Sydney. 23 July 2012 la chirurgie de l'aorte thoracique thèse n° 029/1621
- Allan LD, Chita SK, Anderson RH et al. Coarctation of the aorta in prenatal life: an echocardiographic, anatomical, and functional study. *Br Heart J*. 1988;59:356-60.
- Pasquini L, Fichera A, Tan T, Ho SY, Gardiner H. Left superior caval vein: a powerful indicator of fetal coarctation. *Heart*. 2005;91:539-40.
- Mivelaz Y, Bernardo SD, Meijboom EJ, Sekarski N. Validation of two

- echocardiographic indexes to improve the diagnosis of complex coarctations. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2008;34:1051-1056.
11. R. El Yahyaoui Coarctation de l'aorte chez le nouveau-né et le nourrisson, thèse de Médecine, n° 157/ 2008, Fès
  12. Quarello E, Stos B, Fermont L. Diagnostic prénatal des coarctations de l'aorte. *Gynécologie Obstétrique et Fertilité*. 2011;39:442-53.
  13. Cobanoglu A, Teply JF, Grunkemeier GL, Sunderland CO, Starr A . Coarctation of the aorta in patients younger than three months. *J Thorac Cardiovasc Surg* .1985 ; 89: 128-135
  14. Moulton AL, Bowman FO Jr. Primary definitive repair of type B interrupted aortic arch, ventricular septal defect, and patent ductus arteriosus. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1981 Oct;82(4):501-10
  15. Chessa M, Carrozza M, Butera G, Piazza L, Negura Dg, Bussadori C et al. Results And Mid-Long-Term Follow-Up Of Stent Implantation For Native And Recurrent Coarctation Of The Aorta. *Eur Heart J*. 2005;26:2728-2732.
  16. Worms Am, Marcon F, Michalski H, Chehab G. Percutaneous Angioplasty Of Aortic Recoarctation: short- and mid-term results in 18 cases]. *arch mal coeur vaiss* .1993;86:573-57
  17. Cobanoglu A, Thyagarajan GK, Dobbs JL. Surgery for coarctation of the aorta in infants younger than 3 months: end-to-end repair versus subclavian flap angioplasty: is either operation better? *Eur J Cardiothorac Surg* .1998;14:19-25.
  18. Conte S, Lacour-Gayet F, Serraf A et al. Surgical management of neonatal coarctation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995;109:663-74
  19. Beekman RH, Rocchini AP, Behrendt DM, Rosenthal A .Reoperation for coarctation of the aorta. *Am J Cardiol*. 1981;48:1108-14.
  20. Khory GH, Hawes CR. Recurrent coarctation of the aorta in infancy and childhood. *J Pediat*. 1968;72:801-06
  21. Zehr KJ, Gillinov AM, Redmond JM, Reese PS, Kan JS, Gardner T et al. Repair of coarctation of the aorta in neonates and infants: a thirty-year experience. *Ann Thorac Surg*. 1995;59:33-41.
  22. Zias EA, Amin Z, Weigel TJ. Repair of coarctation with resection and extended end-to-end anastomosis. *Ann Thorac Surg* .1998;66:1365-70.
  23. Puchalski MD, Williams RV, John A. Hawkins JA, Minich LL. Follow-Up of Aortic Coarctation Repair in Neonates. *J Am Coll Cardiol* .2004;44:188-91.
  24. F.Roubertie, E Le Bret, R. Roussin, M. Ly, N.Bensari, A. Serraf Coarctations Aortiques et Hypoplasies de L'arche. 2010 Elsevier Masson Sas (42-761).