

Anomalies des arcs vasculaires chez l'enfant : Etude de 33 observations

Vascular arch anomalies in children : Study of 33 observations

Jaballah. N ^(1,2), Bouguila. J ^(1,2), Kerkeni. M ⁽¹⁾, Kortas. Ch ^(2,3), Ajmi. H ^(2,4),
Tilouche. S ^(1,2), Tej. A ^(1,2), Soyah. N ^(1,2), Kebaili. R ^(1,2), Chemli. B ⁽⁵⁾, Jerbi. S ^(2,3),
Abroug. S ^(2,4), Boughamoura. L ^(1,2)

⁽¹⁾ Service de Pédiatrie CHU Farhat Hached Sousse

⁽²⁾ Faculté de Médecine Ibn El Jazzar, Université de Sousse

⁽³⁾ Service de Chirurgie cardio-vasculaire et thoracique CHU Sahloul Sousse

⁽⁴⁾ Service de Pédiatrie Sahloul Sousse

⁽⁵⁾ Polyclinique CNSS, Khezama Sousse

RESUME

Introduction : Les anomalies des arcs vasculaires (AAV) représentent un ensemble de plusieurs malformations ayant une origine embryologique commune et un large éventail de manifestations cliniques. La confirmation du diagnostic est radiologique (angio-TDM ou angio-IRM thoracique). La prise en charge des AAV repose souvent sur une intervention chirurgicale précoce. L'objectif de notre travail était de détailler les différentes formes cliniques et les aspects scanographiques des AAV.

Matériel et méthodes : Il s'agit d'une étude épidémiologique, descriptive, analytique menée dans les services de pédiatrie du CHU Farhat Hached de Sousse et CHU Sahloul de Sousse, sur une période de 18 ans (1er janvier 2000-31 décembre 2017). Nous avons inclus 33 patients qui ont été admis aux services de Pédiatrie Farhat Hached et Sahloul et au service de CCVT de Sahloul pour une symptomatologie respiratoire et/ou digestive et chez qui le diagnostic des AAV a été évoqué et confirmé radiologiquement.

Résultats : L'âge moyen des patients au moment du diagnostic était de $3 \pm 3,5$ mois. Le délai de consultation était de 1,9 mois en moyenne. Les symptômes respiratoires étaient rapportés chez 31 patients (93,4 % des cas) avec des BPR dans 72,7 % des cas et un stridor dans 39,4% des cas. Cependant, les symptômes digestifs étaient notés chez sept patients seulement (21,2 % des cas). Le diagnostic lésionnel était confirmé par l'angioscanner thoracique (31 cas) et l'angio-IRM thoracique (deux cas). Une cardiopathie congénitale était associée chez sept cas. Notre série comporte 20 cas de formes incomplètes (60% des patients) représentées principalement par l'artère sous clavière droite rétro-œsophagienne (ARSA) alors que pour les formes complètes, le double arc aortique (DAA) était le plus trouvé. Le traitement curatif était avant tout chirurgical procédé pour 29 malades dans un délai de $3,5 \pm 6,5$ mois avec thoracotomie postéro-latérale gauche au 4^{ème} EIC comme voie d'abord de choix.

Conclusion : Les AAV est une pathologie relativement fréquente mais qui reste sous diagnostiquée. Le pronostic et la présentation se sont modifiés avec les progrès réalisés dans le domaine de la chirurgie cardiovasculaire et avec une meilleure connaissance de la pathologie par les cliniciens.

ABSTRACT

Introduction : Vascular arch anomalies (VAA) represent a group of several malformations with a common embryological origin and a wide range of clinical manifestations. Confirmation of the diagnosis is radiological (thoracic CT or MRI angiography). Management of symptomatic arch anomalies often relies on early surgical intervention. The aim of our study was to detail the different clinical forms and CT aspects of AAV.

Material and methods : Descriptive analytical epidemiological study conducted in the pediatric services of the Farhat Hachad University Hospital of Sousse and Sahloul University Hospital of Sousse, over a period of 18 years

Auteur correspondant :

Dr Bouguila Jihene

Mail : jbouguila1109@gmail.com

(January 1, 2000 - December 31, 2017). We included 33 patients who were admitted to the Farhat Hached and Sahloul pediatric services and to the CCVT service of Sahloul for respiratory and/or digestive symptomatology and in whom the diagnosis of AAV was evoked and radiologically confirmed.

Results : The mean age of patients at diagnosis was 3 ± 3.5 months. The average time to consultation was 1.9 months. Respiratory symptoms were reported in 31 patients (93.4% of cases) with BPR in 72.7% and stridor in 39.4%. While digestive symptoms were noted in only seven patients (21.2% of cases). The diagnosis was confirmed by chestCT (31 cases) and MRI (two cases). Congenital heart disease was associated in seven cases. Our series included 20 cases of incomplete forms (60% of patients) represented mainly by ARSA, whereas for complete forms, the AAD was the most common. The curative treatment was primarily surgical for 29 patients within 3.5 ± 6.5 months with left posterolateral thoracotomy at the 4th intercostal space as best surgical approach.

Conclusion : VAA is a relatively common but underdiagnosed condition. The prognosis and presentation have changed with advances in cardiovascular surgery and with better knowledge of the pathology by clinicians.

Mots clés : Anomalies des arcs vasculaires ; enfant ; broncho-pneumopathies à répétition; stridor; angio-scanner thoracique, intervention chirurgicale.

Key words : Vascular arch anomalies; child; recurrent bronchopneumonia; stridor; chest angioscan; surgery.

INTRODUCTION

Les anomalies des arcs vasculaires (AAV) représentent un ensemble de diverses malformations ayant une origine embryologique commune et un large éventail de manifestations cliniques (1). Leur fréquence est de 0,5% à 3% et représentent environ 15 à 20% de toutes les cardiopathies congénitales (2). Elles peuvent entraîner la constitution d'anneaux vasculaires complets ou incomplets responsables d'une compression plus au moins sévère de l'axe trachéo-œsophagien (3). La présentation clinique est très variable, certains patients peuvent rester asymptomatiques tout au long de leur vie (1). Le diagnostic est généralement évoqué cliniquement et confirmé par l'imagerie (4). La réussite de la gestion des AAV symptomatique repose souvent sur une intervention chirurgicale visant à soulager la compression avec une morbi-mortalité per et postopératoire quasi nulle (5). L'objectif de notre travail était de détailler les différentes formes cliniques et les aspects scannographiques des AAV.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Il s'agissait d'une étude, descriptive, rétrospective collectant les observations des enfants ayant une AAV dans les services de Pédiatrie de Sousse ; CHU Farhat Hached et CHU Sahloul et ceux qui ont été opérés au service de chirurgie cardiovasculaire et thoracique à l'hôpital Sahloul (CCVT). La période d'étude était

de 18 ans du 1er janvier 2000 au 31 décembre 2017, nous avons inclus les enfants âgés de 1 mois à 16 ans, présentant une symptomatologie respiratoire ou digestive qui évoquait une AAV et qui était confirmée radiologiquement par la réalisation d'un angioscanner thoracique et /ou une angio-imagerie par résonance magnétique (angio-IRM) thoracique en montrant l'anomalie vasculaire et en précisant son type exact. Nous avons exclu les patients ayant des données incomplètes ou non trouvées et ceux dont le diagnostic était évoqué mais non confirmé. Le recueil des données épidémiologiques, cliniques et paracliniques a été établi à partir des dossiers médicaux, les comptes rendus opératoires des malades, les fiches d'anesthésies ainsi que les fiches de surveillance post opératoire en utilisant une fiche de renseignement préétablie.

RÉSULTATS

Nous avons colligé 33 enfants répondants aux critères d'inclusions. Le sex-ratio était égal à 1,2. L'âge moyen des patients au moment du diagnostic était de 90 jours \pm 161 jours. Le diagnostic positif était fait en période néonatale chez six patients (18,2 % des cas). Le délai entre le début des signes fonctionnels et le diagnostic positif était de 1,9 mois en moyenne [15 jours -24 mois]. Le mode de révélation des AAV dans notre série était dominé par les symptômes respiratoires chez 31 patients (93,4% des cas). Les broncho-pneumopathies à répétition (BPR) et le stridor étaient les motifs les plus retrouvés à la consultation avec des fréquences respectives de 72,7% et 39,4% des cas. Les autres signes rapportés étaient une dyspnée chez 60,6% des patients associée à une toux dans 27,27% des cas. Cependant, les symptômes digestifs étaient notés chez sept patients seulement (21,2% des cas) à type de vomissements dans 18,2% des cas et une dysphagie dans 9,1% des patients (Figure 1).

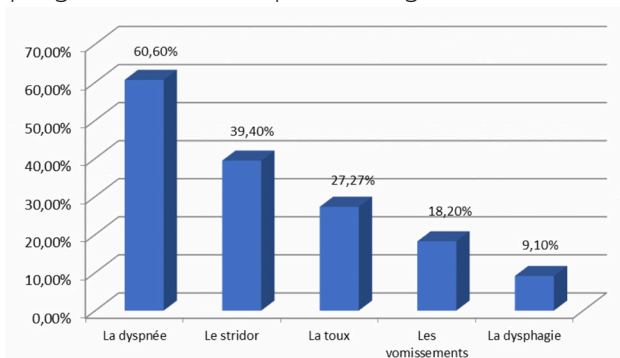


Figure 1 : Répartition des patients selon les signes fonctionnels.

L'examen clinique de nos patients a révélé une polypnée dans plus de la moitié des cas (57,5% des cas) avec des signes de lutte respiratoires et des râles sibilants à l'auscultation pulmonaire dans 48,5% des cas. Le stridor a été objectivé dans 39,4% des cas; il s'agissait d'un stridor s'exagérant aux cris et associé à une hyperextension de la tête dans 15,2% des cas. La fièvre n'a été constatée que chez huit patients (24,25% des cas) et elle était en rapport avec une pneumopathie. Sur le plan nutritionnel, nous avons observé une hypotrophie

modérée chez sept enfants atteints des AAV (24,25% des cas). Les accès de cyanose ont été rapportés chez six patients (18,2%) avec une asphyxie chez deux malades. Selon notre étude, nous avons constaté que la sévérité du tableau clinique est corrélée au degré de la compression œso-trachéale. Les malades ayant une anomalie vasculaire encerclante présentent plus de signes de gravité que ceux ayant des anneaux partiels ($P < 0,001$). Pour les examens radiologiques, la radiographie du thorax de face était réalisée à l'admission chez tous nos patients. Elle était normale dans la moitié des cas (51,5%). Elle a révélé une distension thoracique chez 13 patients (39,4% des cas) associée à un foyer pulmonaire chez huit patients (24,2% des cas). Une cardiomégalie (CMG) était observée chez cinq malades (15,1% des cas). Un transit œsogastroduodénal (TOGD) a été demandé chez 29 patients (87,9% des cas). Il a objectivé une image d'empreinte extrinsèque postérieure de la jonction du tiers supérieur et tiers moyen de l'œsophage thoracique évoquant un arc vasculaire anormal avec absence de reflux gastro-œsophagien (RGO) chez 27 patients (81,9%). Un angio-scanner thoracique était effectué chez 31 patients (94 % des cas) durant leur hospitalisation. Il était demandé devant une suspicion clinique et/ou radiologique des AAV (radiographie du thorax et/ou TOGD) permettant une confirmation du diagnostic. Nous avons constaté dans notre série que les formes incomplètes étaient les plus fréquentes (21/31 cas) principalement le type d'artère sous-clavière droite rétro-œsophagienne (ARSA) (figure 2) suivi par l'artère sous-clavière gauche rétro-œsophagienne (ALSA) (figure 3).

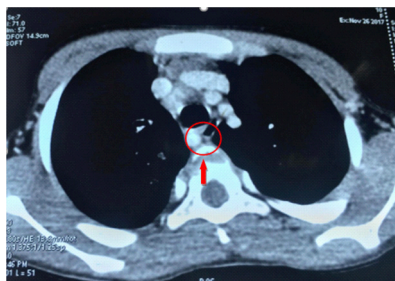


Figure 2 : Angio-TDM thoracique révélant une artère sous-clavière droite rétro-œsophagienne.

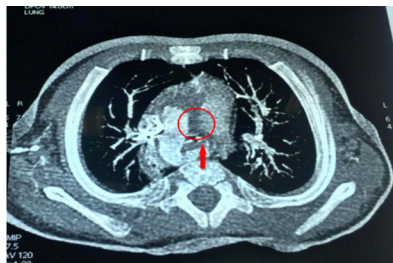


Figure 3 : Coupe axiale de l'angioscanner thoracique montrant une artère sous-clavière gauche aberrante.

Pour les formes complètes, le double arc aortique (DAA) était retrouvé plus souvent (six cas) avec une prédominance de l'arc aortique droit dans quatre cas (tableau 1). Une anomalie de Neuhauser (Un arc aortique droit avec une ALSA et un ligament artériel gauche (G) avec un diverticule de Kommerell (DK)) a été constaté chez trois malades.

Tableau I : Répartition des malades en fonction des résultats de l'angio-scanner thoracique.

Type de l'anomalie vasculaire		Nombre des malades (%)	Total (%)	
Forme incomplète	Artère sous-clavière droite rétro-œsophagienne ARSA ou Lusoria	15 (48,4%)	21 (67,4%)	
	Artère sous-clavière gauche rétro-œsophagienne ALSA	4 (12,8%)		
	Tronc artériel brachio-céphalique aberrant TABC	2 (6,4%)		
Forme complète	Double Arc Aortique	Arc dominant droit	4 (12,8%)	9 (29%)
	DAA	Arc dominant gauche	2 (6,4%)	
	Anomalie de Neuhauser	3 (9,6%)		
Autre anomalies	Absence congénitale d'une artère pulmonaire (hypoplasie de l'artère pulmonaire gauche)	1 (3,35%)	1 (3,35%)	

L'exploration angiographique a été demandée par les chirurgiens cardiovasculaires dans le bilan préopératoire et a été réalisée chez sept patients dans notre série (21,2% des cas). Elle a montré trois cas d'artères sous-clavières aberrantes (ASA), deux cas de DAA avec arc gauche dominant et un seul cas de maladie de Neuhauser. L'angio-IRM a été réalisée pour six malades (18,2% des cas), dont deux n'ont pas eu de scanner thoracique, ayant montré un cas de DAA avec prédominance de l'arc droit et un cas d'ARSA. Les quatre autres malades ont bénéficié de l'angio-IRM thoracique comme complément de l'angio-scanner et qui a montré les mêmes constatations que cette dernière. L'échographie cardiaque a été réalisée chez 32 patients, elle était sans anomalies dans 75,76% (24 malades). Elle a révélé sept cas de cardiopathies congénitales : Il s'agissait de trois observations de Foramen ovale (FOP), un cas de communication interauriculaire (CIA), un cas de canal artériel persistant (CAP) et un cas de coarctation de l'aorte (COA). La scintigraphie ventilation-perfusion thoracique a été pratiquée chez un seul malade et a montré une absence totale de la perfusion pulmonaire du côté de l'agénésie de l'artère pulmonaire avec ventilation normale. Concernant la prise en charge chirurgicale, nos malades ont été opérés au service de CCVT du CHU Sahloul, le délai moyen de l'intervention par rapport au diagnostic positif était de 3 mois et 16 jours avec des extrêmes allant de 18 jours à 17 mois. La voie d'abord chirurgicale de choix était la thorotomie postéro-latérale gauche au 4ème espace intercostal (EIC) (23/31 cas).

DISCUSSION

Les malformations de l'aorte et de ses branches sont liées à des anomalies du développement embryologique des arcs aortiques primitifs (3). Elles résultent, soit d'une coupure anormale au niveau du quatrième ou sixième arc. Pour le quatrième arc, on peut expliquer

la plupart des anomalies par des troubles de régression d'un des segments (6). L'incidence des AAV est de 1 à 10/1 000 naissances vivantes et représentent environ 15 à 20% de toutes les cardiopathies congénitales (7). Dans notre série, l'âge moyen au moment du diagnostic était de 90 ± 161 jours. Nos constatations étaient concordantes avec les données de la littérature où l'âge de révélation est souvent avant trois ans, bien que dans 25% des cas, le diagnostic est réalisé à un âge adulte (8). Le délai entre le début de la symptomatologie et le diagnostic positif était dans notre série de 1,9 mois. Nos résultats étaient concordants avec ceux de la littérature (8). La date d'apparition des symptômes est variable selon le type des AAV. L'apparition dès la période néonatale des premiers signes cliniques témoigne du caractère serré et grave de l'atteinte (9, 10), alors que la découverte fortuite correspond à des formes peu compressives (10). Selon une étude récente menée par Lodeweges JE et al (11), la présentation clinique était dominée par les symptômes respiratoires (82,9%) et les patients avec un DAA étaient plus symptomatiques que les patients avec un RAA (arc aortique droit) associée à une ALSA. Cliniquement, le syndrome est caractérisé par un stridor, des épisodes de détresse respiratoire et parfois une asphyxie alors que les signes digestifs sont souvent méconnus et ils sont au second plan (12). Le stridor est le signe d'appel le plus fréquent dans la littérature, il survient dès la période néonatale dans l'étude Alsenaidi et al (13) où il a été retrouvé dans 77% des cas. Dans notre série, il a été retrouvé chez 39,4 % de nos malades. Par contre les infections respiratoires étaient présentes chez 72,7 % de nos malades alors que dans les autres séries ce pourcentage est beaucoup moindre sauf dans la série de Ruzmetov (14) où les infections de l'arbre trachéobronchique représentent 42 % des cas. Dans notre série, les signes de la compression trachéale étaient présents dans 93,4 % des cas alors que les symptômes digestifs n'ont été retrouvés que dans 21,1% des cas ce qui est en concordance avec la littérature. L'imagerie occupe une place prépondérante dans la confirmation du diagnostic ainsi que la précision du type d'anomalie et ses rapports avec les structures respiratoires et œsophagiennes (15). La radiographie du thorax de face est l'examen de base, dans notre série, elle était normale chez 17 malades (51,5%) alors que dans la série d'Alsenaidi (13), elle était normale seulement dans 26% des cas, et a montré un rétrécissement de la trachée dans 47% des cas. Un TOGD a pour but de rechercher des empreintes anormales, en étudiant alors le siège, la taille et la direction de l'empreinte. Dans notre série il a été réalisé chez 29 patients (87,9%). Dans la série de Shanmugam (16), 19 patients (65%) ont bénéficié d'un TOGD qui a aussi montré des images caractéristiques d'un DAA dans 95% des cas. L'angioscanner thoracique est un outil décisif pour la confirmation des AAV, elle permet une visualisation tridimensionnelle de l'anatomie de l'aorte (17) ainsi qu'une évaluation de l'étendue du rétrécissement trachéal. Ces informations sont vitales pour planifier l'intervention chirurgicale (15). Dans la série de Backer (18), le TOGD et l'artériographie étaient les

seuls examens demandés après la radiographie thoracique dans la première partie de son étude. Cependant, grâce à son caractère moins invasif et sa progression ces dernières années, l'angio-TDM thoracique a été demandé chez la majorité des patients avant même la consultation chirurgicale dans la deuxième partie. Dans notre étude, l'angioscanner était effectué au bout de 13,4 jours en moyenne de l'hospitalisation. Il a mis en évidence 21 cas de forme incomplète (67 %) dont plus de la moitié avaient une ARSA alors que neuf enfants ont été diagnostiqués avec une forme complète d'arc vasculaire dominée par le DAA. L'angio-IRM est devenue la référence en matière d'imagerie de la crosse aortique, avec la capacité de démontrer le schéma de branchement artériel et la relation de l'aorte et de ses bronches avec la trachée (15). Dans notre série six patients ont bénéficié d'une angio-IRM (18,2 %). Dans la série d'Alsenaidi (13), l'IRM est devenue dernièrement un examen de référence, elle a été réalisée chez dix patients. L'Échocardiographie cardiaque ne permet pas toujours de poser le diagnostic des AAV avec certitude, mais joue un rôle primordial dans la recherche de cardiopathie congénitale associée (9). Dans notre série, elle a objectivé sept cas de cardiopathies congénitales. Les AAV se présentent sous multiples formes, formant souvent des anneaux qui causent une obstruction œso-trachéale avec une détresse respiratoire et/ou des signes digestifs ou peuvent être complètement asymptomatiques (9). Les formes des AAV les plus fréquentes sont principalement le DAA puis, RAA avec ALSA, ligament gauche et APG anormale (tableau II).

Tableau II : Hiérarchie des AAV selon le Comité de la nomenclature et des bases de données de la chirurgie cardiaque congénitale internationale (19).

• Double arc aortique :
Arc droit dominant
Arc gauche dominant
Arc équilibré (avec codominance)
• Arc aortique droit avec Ligament artériel gauche :
Branche image miroir
Artère sous-clavière gauche rétro-œsophagienne
Aorte circonflexe
• Autres anomalies :
Artère pulmonaire aberrante

Roberts et al (20), ont rapporté 13/30 patients avec un RAA et une ALSA et seulement 10/30 patients avec un DAA, tandis que Hovarth et al (21), avaient un nombre égal de patients avec les deux anomalies parmi ses 22 patients. Dans notre série, nous avons observé une proportion moins élevée de DAA (6/33 des cas). Le traitement des AAV est avant tout chirurgical (9). La prise en charge médicale vise à stabiliser le malade avant la chirurgie. Le geste chirurgical a pour but de libérer l'axe aéro-digestif de la compression vasculaire, soit par section d'un vaisseau anormal, soit par amarrage à distance d'un vaisseau compressif ou par section du ligament artériel (13). La voie d'abord recommandée selon

plusieurs auteurs est une thoracotomie postéro-latérale permettant une meilleure visualisation des structures du médiastin postérieur (22). La sternotomie médiane est réservée au traitement des AAV associées à une cardiopathie congénitale ou les anomalies des AP.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Les AAV est une pathologie relativement fréquente mais qui reste sous diagnostiquée. Au terme de ce travail, et à la lumière de nos résultats et d'une revue de la littérature, nous recommandons :

- D'évoquer le diagnostic des AAV devant toute dyspnée sifflante rebelle aux traitements habituels.
- Penser aux AAV devant tout stridor qui s'aggrave lors des tétées et qui est associé à une hyperextension de la tête.
- Une démarche diagnostique simple, se limitant le plus souvent à trois examens complémentaires :
 - Une radiographie thoracique de face et de profil.
 - Une échographie cardiaque.
 - Le troisième examen peut être une angio-IRM ou Une angio-TDM thoracique (selon la disponibilité de l'examen)

REFERENCES

- [1] Stojanovska J, Cascade PN, Chong S, Quint LE, Sundaram B. Embryology and imaging review of aortic arch anomalies. *Journal of thoracic imaging*. 2012;27(2):73-84.
- [2] Morosetti D, Di Stefano C, Mondillo M, Pensabene MC, De Corato L, Bizzaglia M, et al. Right-sided aortic arch with mirror image branching and situs solitus: a case of a 79 years old woman. *Radiology case reports*. 2019;14(10):1246-51.
- [3] Baker C.L. IMN. Vascular anomalies causing tracheoesophageal compression *J Thorac Cardiovasc Surg* 1989;97:725-31.
- [4] GM. B. Anomalies des arcs aortiques. Paris: Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS;. 2003:11-940-D-80 ;9 p.
- [5] Ten Berge M vdLJ, van der Ent CK, Beek FJ. Clinical, radiological and functional follow-up after surgical decompression of double aortic arch. *Pediatr Radiol* 2002;32:561-6.
- [6] Bonnet C. Anomalies des arcs aortiques. DIU cardiologie Pédiatrique et Congénitale Unité de cardiologie pédiatrique et congénitale adulte CHU Dijon 21 mars 2014.
- [7] Hoffman JI 1 KS. L'incidence de la maladie cardiaque congénitale. *Am Coll Cardiol* 19 juin 2002;39 (12):1890-900.
- [8] Backer CL IM, Idriss FS, DeLeon SY. Vascular anomalies causing tracheoesophageal compression. Review of experience in children *J Thorac Cardiovasc Surg*;. 1989;97:725-31.
- [9] Sahni D, Franklin WH. Vascular Ring Double Aortic Arch. In: *StatPearls* . Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021.
- [10] Han M.T. HDG, Manche A., Rittenhouse E.A Double aortic arch causing tracheoesophageal compression *Am J Surg* 1993;165 : 628-31.
- [11] Lodeweges JE, Dikkers FG, Mulder BJM, Roos-Hesselink JW, Vliegen HW, van Dijk APJ, et al. The Natural and Unnatural History of Congenital Aortic Arch Abnormalities Evaluated in an Adult Survival Cohort. *The Canadian journal of cardiology*. 2019;35(4):438-45.
- [12] M. Zerraghi ZB, H. Amazit, L. Ouboudinar, H. Sebia, M. Bouhabib, A. Sellahi, N. Amara, L. Lahchili, H. Djeghri. *Archives de Pédiatrie*. June 2010; ;Volume 17: Page 75.
- [13] Alsenaidi K, Gurofsky R, Karamlou T, Williams WG, McCrindle BW. Management and outcomes of double aortic arch in 81 patients. *Pediatrics*. 2006;118(5):e1336-41.
- [14] Mark Ruzmetov PV, Mark D. Rodefelf, Mark W. Turrentine, John W. Brown. Follow-up of surgical correction of aortic arch anomalies causing tracheoesophageal compression: a 38-year single institution experience *Journal of Pediatric Surgery*. 2009:1328-32.
- [15] Priya S, Thomas R, Nagpal P, Sharma A, Steigner M. Congenital anomalies of the aortic arch. *Cardiovasc Diagn Ther. avr* 2018;8(Suppl 1):S2644.
- [16] Ganesh Shanmugam M, Kenneth Macarthur, FRCS, James Pollock, FRCS. Surgical Repair of Double Aortic Arch: 16-year Experience. *ASIAN CARDIOVASCULAR & THORACIC ANNALS*., 2005; , VOL. 13, NO.
- [17] Slioui B, Zaimi A, Chat L. Apport du scanner multi-coupe dans les anomalies des arcs et de l'arche aortique chez l'enfant. *Pan Afr Med J*. 20 août 2019.
- [18] Carl L. Backer M, a Constantine Mavroudis, MD, a Cynthia K. Rigsby, MD, b and, Lauren D. Hollinger. MD. Trends in vascular ring surgery. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*. Volume 129, Number 6.
- [19] Backer CL, Mavroudis C. Congenital Heart Surgery Nomenclature and Database Project: vascular rings, tracheal stenosis, pectus excavatum. *The Annals of thoracic surgery*. 2000;69(4 Suppl):S308-18.
- [20] Roberts CS OH, Sade RM, Smith CD, Tagge EP, Crawford FA. Tracheo-esophageal compression from aortic arch anomalies: analysis of 30 operatively treated children. *J Pediatr Surg*. 1994.; 29: 334-8.
- [21] Horvath P HB, Hruda J, Sulc J, Brezovsky P, Tuma S, et al. . Intermediate to late results of surgical relief of vascular tracheobronchial compression. *Eur J Cardiothorac Surg* 1992; ;6: 366-71.
- [22] Tarmahomed A, Umapathi KK. Double Aortic Arch. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021.