



# TRAUMATISMES VASCULAIRES DES MEMBRES CHEZ L'ENFANT

Expérience du service de chirurgie vasculaire de FES

MÉMOIRE PRESENTE PAR :

Docteur JARGHON Mahmoud

Né le 10 Novembre 1988 à L'ARABIE SAOUDITE

POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE SPECIALITE EN MEDECINE

OPTION : CHIRURGIE VASCULAIRE

Sous la direction de :

Pr. BOUARHROUM ABDELLATIF

## Sommaire

RESUME .....	3
LISTE D'ABREVIATIONS .....	5
I. Introduction .....	6
II. Matériel et méthodes .....	8
A. Recueil des données .....	8
B. Procédures générales intra hospitalier et Définitions:.....	10
C. Procédures opératoires .....	13
III. Résultats .....	15
1. La fréquence .....	15
2. Age et le sexe .....	16
3. La provenance des malades .....	16
4. Les mécanismes accidentiels .....	16
5. Les circonstances d'accidents .....	17
6. Siège et Territoire .....	18
7. Types des plaies vasculaires .....	18
8. les délais .....	19
9. Aspects cliniques .....	20
10. Les examens complémentaires .....	21
11. Lésions associées .....	22
12. Polytraumatisme.....	23
13. Traitement .....	24
14. Evolution .....	27
IV. Iconographie .....	29
DISCUSSION .....	40
Conclusion .....	64
REFERENCES.....	65

### RESUME

**Introduction :** Les traumatismes vasculaires des membres chez l'enfant sont rares. De diagnostic souvent difficile, la suspicion d'une lésion vasculaire isolée ou associée à un traumatisme des extrémités nécessite le recours à des examens paracliniques spécifiques ou à une exploration chirurgicale immédiate. A travers ce travail, nous mettons la lumière sur les différentes caractéristiques épidémiologiques, les mécanismes lésionnels et le profil anatomopathologique de cette atteinte, ainsi que les aspects diagnostiques, thérapeutiques et leurs particularités évolutives.

**Matériels et méthodes :** C'est une cohorte rétrospective menée au service de chirurgie vasculaire du CHU Hassan II de Fès qui s'étale de Janvier 2015 à Décembre 2019. Nous avons consulté les dossiers des enfants (< 16 ans) ayant été admis au service des Urgences Chirurgicales Pédiatriques pour une atteinte vasculaire des membres. A travers une fiche d'exploitation, nous avons relevé les données démographiques, le mécanisme lésionnel, la présentation clinique, la présence de lésions associées, le recours ou non aux examens paracliniques, et la prise en charge thérapeutique.

**Résultats :** Durant la période d'étude nous avons colligé 20 patients avec une nette prédominance masculine (14 garçons/ 6 filles). L'âge moyen de notre série était de 8 ans (extrêmes : 03 mois - 180 mois). Le mécanisme était principalement des chutes accidentels chez 7 enfants, les AVP dans 5 cas , suivis par les accidents domestiques (4 cas), l'iatrogène (2 cas) et l'agression par arme blanche (2 cas). Le membre supérieur était le plus traumatisé (12 cas), l'atteinte vasculaire au membre inférieur a été enregistré chez 8 enfants. Dans les territoires les plus atteints ils y avaient la plaie mono-pédiculaire de l'avant-bras en premier rang ( 30%), puis viennent

## TRAUMATISMES VASCULAIRES DES MEMBRRES CHEZ L'ENFANT

### Expérience du service de chirurgie vasculaire de FES

---

les territoires de l'artère brachiale (25 %) et celui de l'artère fémorale commune (20%). Le tableau clinique le plus fréquent était l'hémorragie (14 cas dont 2 en état de choc), suivie par l'ischémie (8 cas) et 2 cas de faux anevrysmes artériels (stade tardif). Au cours de notre série l'écho-doppler artériel a été demandé chez 5 enfants, l'Angioscanner pour 4 malades et l'artériographie dans 1 cas.

L'intervention chirurgicale était une interposition d'un greffon veineux (35%), une suture termino-terminale (25%), une suture directe d'une brèche (25%), la mise à plat d'un faux anevrysmes avec suture directe (10%) et une seule ligature. Le sauvetage du membre était à 90 %. Nous avons enregistré un seul décès dans le cadre d'un polytraumatisme.

**Conclusion :** La prise en charge des traumatismes vasculaires chez l'enfant a connu un grand essor quant aux moyens diagnostiques et thérapeutiques qui ont pour objectif : la revascularisation du membre atteint et l'arrêt de l'hémorragie dont dépendent respectivement le pronostic fonctionnel et vital.

## LISTE D'ABREVIATIONS :

<b>TVM</b>	: Traumatismes vasculaires des membres
<b>PEC</b>	: Prise en charge
<b>TA</b>	: Tension artérielle
<b>AVP</b>	: Accident de la voie publique
<b>MS</b>	: Membre supérieur
<b>MI</b>	: Membre inférieur
<b>AFC</b>	: Artère fémorale commune
<b>VVC</b>	: Voie veineuse centrale
<b>AA</b>	: Artère axillaire
<b>AB</b>	: Artère brachiale
<b>AR</b>	: Artère radiale
<b>AC</b>	: Artère cubitale
<b>VFS</b>	: Veine fémorale superficielle
<b>AFS</b>	: Artère fémorale superficielle
<b>AP</b>	: Artère poplitée
<b>ATP</b>	: Artère tibiale postérieure
<b>SM</b>	: Sensitivo- moteur
<b>SAT</b>	: Sérum anti tétanique
<b>VAT</b>	: Vaccin anti tétanique
<b>MAP</b>	: Mise à plat
<b>ATT</b>	: Anastomose termino-terminale

### I. Introduction :

Près de 90 % des traumatismes vasculaires concernent les vaisseaux des membres et leur physiologie s'est profondément modifiée depuis 10 ans avec la diversification des étiologies [1].

Le TVM est définie comme la présence chez un blessé d'une ou de plusieurs lésions vasculaires périphériques franches ou contuses, mettant en danger le pronostic vital et fonctionnel immédiatement ou dans les jours suivants. Cette définition s'applique aussi bien à l'adulte qu'à l'enfant bien que ce dernier présente souvent des particularités totalement différentes de celles de l'adulte.

Les TVM représentent environ 1.6% des admissions en traumatologie adulte. Heureusement, ils sont rares chez l'enfant, ils représentent 0.6% de ces admissions, mais leur fréquence ne cesse d'augmenter avec le développement des moyens de locomotions et la hausse du taux de criminalité chez une population de plus en plus jeune. Ceux-ci entraînent de lourdes conséquences avec risque de trouble de croissance du membre, claudication intermittente, allant fréquemment jusqu'à l'amputation et parfois même au décès. Ils sont à l'origine d'une altération de la qualité de vie du patient et de son entourage.

Les TVM s'inscrivent aujourd'hui le plus souvent dans un contexte lésionnel multiple [1]. Les atteintes vasculaires secondaires aux fractures osseuses sont peu fréquentes chez l'enfant par rapport à l'adulte (moins de 10 %) en raison des différences anatomiques et physiologiques telles l'existence d'un cartilage de croissance, une certaine élasticité osseuse, un périoste fin, distinguent les fractures de l'enfant de la traumatologie de l'adulte. De plus chez l'enfant, la pathologie iatrogène due aux cathétérismes, et les accidents domestiques viennent s'ajouter aux traumatismes vasculaires classiques et posent des problèmes spécifiques de prise en charge [2, 3].

## TRAUMATISMES VASCULAIRES DES MEMBRRES CHEZ L'ENFANT

### Expérience du service de chirurgie vasculaire de FES

---

L'absence de protocole de prise en charge bien défini, la difficulté technique, le pronostic vital et fonctionnel réservés, font des TVM un sujet intéressant qui mérite une plus grande attention. A cela

s'ajoutent, au Maroc, le manque d'information des parents, la rareté et même l'absence de service de soins dans les régions reculées associée à un mauvais réseau ambulancier et la limitation de moyens diagnostiques et thérapeutiques même dans les grands centres hospitaliers.

## II. Matériel et méthodes:

Il s'agit d'une étude monocentrique rétrospective menée au service de chirurgie vasculaire du CHU Hassan II de Fès qui s'étale de Janvier 2014 à Décembre 2019. Incluant tous les patients qui remplissent les critères d'inclusions suivantes : (1) Enfant de < 16 ans avec une atteinte vasculaire artérielle ou veineuse exclusivement au niveau des 4 membres, (2) d'origine iatrogène ou accidentelle, (3) traitées par un geste chirurgical pouvant être une suture simple, une anastomose termino-terminale, pontage en position anatomique ou extra anatomique. Ils ont été exclus tous les patients ayant des atteintes vasculaires au-delà des poignets et chevilles, les traumatismes du réseau veineux superficiel, les amputations d'emblée (2 patients ont été ainsi exclus de l'étude, un admis avec un membre sub-amputé dans un contexte de polytraumatisme, l'autre admis pour ischémie irréversible au stade d'amputation sur plâtre traditionnel « jbira »).

### A. Recueil des données:

Le recueil de données a été effectué à partir du registre des admissions du service et des dossiers médicaux des patients écrits ou sur notre système « Hosix » de gestion d'information hospitalière. Ce recueil est effectué avec respect de l'anonymat des patients et de la confidentialité de leurs informations.

Les données collectées concernent :

#### 1. Le pré-opératoire : Nous avons recueilli :

- Les caractéristiques démographiques : l'âge, le sexe, la date de l'admission, la provenance (urbaine ou rurale).
- Les délais : L'heure du traumatisme, du premier contact médical et de l'admission au bloc opératoire; celle-ci a été jugée utile afin d'expliquer

les retards de prise en charge chez certains enfants, étant donné l'indisponibilité de moyens de transport médicalisés ou de structure de soins équipées pour ce genre de traumatismes dans ces régions. Malheureusement, étant donné la nature rétrospective de l'étude, elles n'ont pu être relevées pour tous les patients (oubli de mention dans l'observation médicale et manque d'informations sur les coordonnées des patients).

- Les mécanismes et types des plaies vasculaires (traumatisme pénétrant ou fermé, plaie franche ou contuse). La topographie lésionnelle (territoires artériels dangereux).
- La symptomatologie (signes ischémiques et /ou hémorragiques), la présence ou non de signes de gravité (état de choc, hémorragie extériorisé, hématome compressif, contusion important, ischémie menaçant du membre).
- Les examens complémentaires : l'imagerie utilisée quand nécessaire.

#### **2. Le per-opératoire :** Il s'agissait :

- Le type de geste chirurgical.
- De la survenue d'éventuelles complications per-opératoire.
- La réalisation ou non d'une aponévrotomie.

#### **3. le post-opératoire :**

- En période post opératoire immédiate, on relevait la survenue de complication.
- Pendant le suivi, Le nombre de jours d'hospitalisation, la survenue d'une complication, l'évolution à courte terme et moyenne terme, les séquelles (déficit musculaire ou neurologique).

# TRAUMATISMES VASCULAIRES DES MEMBRRES CHEZ L'ENFANT

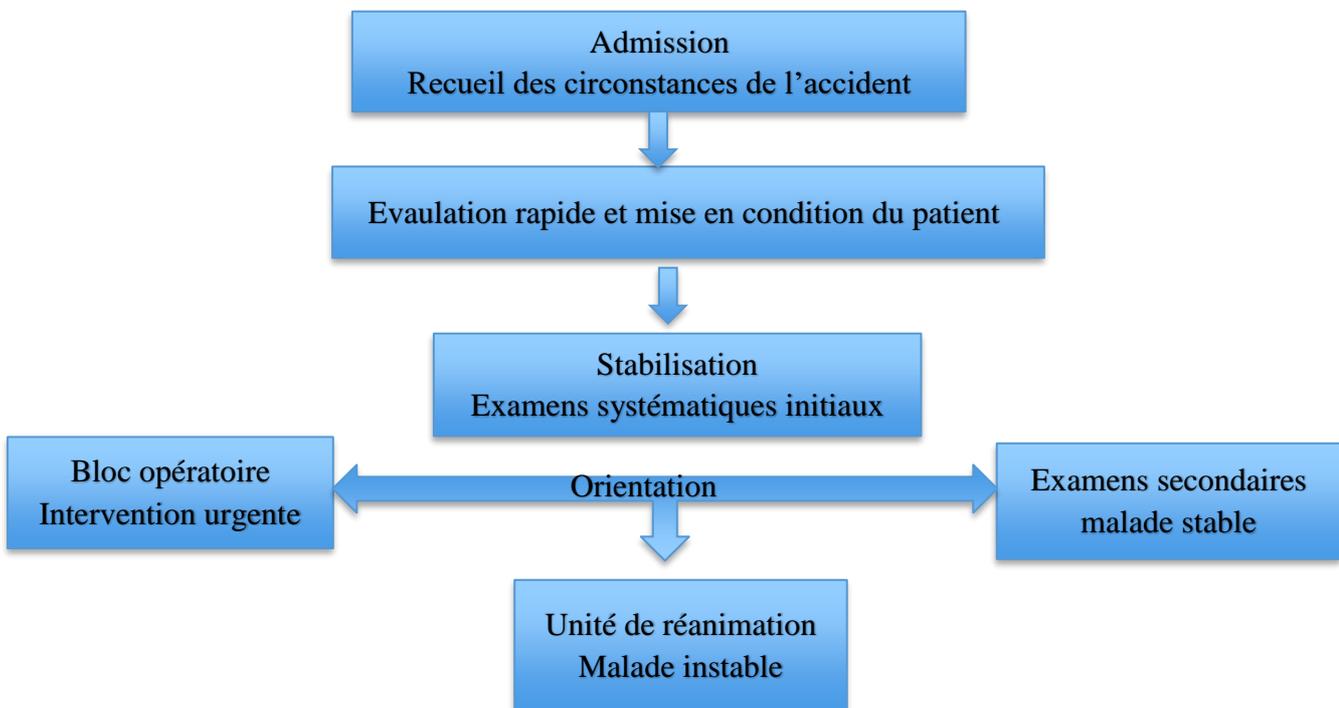
## Expérience du service de chirurgie vasculaire de FES

---

En effet, nous n'avons pu aller au-delà de 01 an de suivi étant limité par plusieurs facteurs : le suivi multi-disciplinaire par les chirurgiens pédiatres et vasculaires non coordonné, l'absence de coordonnées des patients ou leur difficulté à se présenter aux consultations par manque de moyens ou adressés chez le chirurgien vasculaire le plus proche de leur région.

### **B. Procédures générales intra hospitalier et Définitions:**

La prise en charge initiale de nos patients se fait au service des urgences selon les étapes suivantes :



---

Figure 1 : Stratégie de PEC des traumatismes vasculaires chez l'enfant

## TRAUMATISMES VASCULAIRES DES MEMBRRES CHEZ L'ENFANT

### Expérience du service de chirurgie vasculaire de FES

---

Selon le contexte traumatique : ces blessés peuvent présenter une ou plusieurs lésions traumatiques parfois graves. Donc une évaluation rapide et précise de l'état de blessé ainsi que sa stabilisation sont nécessaires. A cette phase, il faut privilégier les gestes de sauvetage et effectuer une réanimation intensive dans les situations graves.

Les états de choc chez un enfant traumatisé sont essentiellement dominés par le choc hypovolémique (hémorragie extériorisée ou interne). L'évaluation de la déplétion sanguine chez l'enfant est clinique et il ne faut pas se fier à la valeur de la TA systolique, car elle reste longtemps maintenue par des mécanismes compensateurs (tachycardie et vasoconstriction). Donc l'hypotension, la perte de conscience et l'absence de pouls périphériques indiquent que le choc est non compensé et l'arrêt cardiorespiratoire est imminent [4]. L'obtention d'un hémodynamique correcte nécessite l'hémostase rapide des hémorragies extériorisées (Pansement compressif, point de compression, garrot si nécessaire, voir clampage d'un vaisseau majeur sectionné), la mise en place de deux abords veineux de bon calibre, le remplissage vasculaire et éventuellement l'utilisation des drogues vasopressives.

Ce premier bilan lésionnel permet l'orientation de blessé. En fonction de l'état hémodynamique du blessé et de l'orientation initiale, l'équipe médicale spécialisée décidera d'envoyer le blessé :

- Soit vers le bloc opératoire devant les signes de spoliation sanguine non contrôlée malgré une expansion volémique adaptée, une ischémie sévère du membre, ou devant autres signes neurologiques ou viscérales si contexte de polytraumatisme.
- Soit vers l'unité de réanimation si l'enfant n'est pas stable ou s'est aggravé pendant le transport.

## TRAUMATISMES VASCULAIRES DES MEMBRRES CHEZ L'ENFANT

### Expérience du service de chirurgie vasculaire de FES

---

- Soit vers le service de radiologie si l'état hémodynamique et local sont stables pour réaliser un bilan lésionnel précis. Par la suite ils sont transférés au service de chirurgie pédiatrie pour compléter leur prise en charge.

Ces procédures dépendent de l'importance du traumatisme artériel. Nous envisagerons successivement :

- ✓ **Les traumatisme artériel majeur** avec hémorragie extériorisée ou ischémie du membre, le blessé est conduit en salle de déchocage. La prise en charge initiale comprendra une réanimation intensive avec maintien d'une compression efficace et correction rapide de l'hypovolémie par la mise en place d'un cathéter central. L'examen clinique sera aussi complet que possible afin de préciser la lésion artérielle en cause, sa topographie et la gravité de l'ischémie du membre [2].
- ✓ **Les traumatismes artériels mineurs** sans hémorragie extériorisée et sans ischémie artérielle, le blessé, après un examen clinique complet, sera gardé sous surveillance clinique horaire avec recueil des pouls périphériques. s'il apparaît des signes d'ischémie artérielle ou s'il existe une suspicion sur atteinte artérielle, Dans ce cas nous recourons aux examens complémentaires avant d'intervenir chirurgicalement [2].

#### **C. Procédures opératoires :**

- Toutes les interventions chirurgicales sont réalisées sous anesthésie générale.
- Si des lésions ostéoarticulaires sont associées, la réparation osseuse était dans un premier temps dans la plupart des cas à l'exception d'un seul malade a bénéficié d'une réparation vasculaire dans un premier temps juste après un simple alignement du foyer de fracture avec réduction de la luxation pour intervenir immédiatement sur l'axe artériel axillaire, ce malade est arrivé plusieurs heures après le traumatisme avec un membre déjà ischémique.
- La technique de restauration était si possible une réparation directe avec une anastomose terminoterminal. La suture artérielle faite en tissu artériel sain, en réséquant la paroi artérielle contuse et sans tension. La libération de l'artère de part et d'autre de la lésion permet souvent de gagner de la longueur, mais ne doit pas supprimer des collatérales importantes.
- Un pontage ne devait être réalisé qu'en cas de lésions artérielles étendues en utilisant un matériel autogène comme la grande veine saphène.
- L'artère en aval du traumatisme est souvent thrombosée. Dans ces cas, une thrombectomie préalable avec une sonde de Fogarty est indispensable. Le ballonnet doit être d'un calibre adapté à l'artère et sa pression de gonflage modérée pour éviter un traumatisme iatrogène sur une artère par ailleurs saine. Une héparinisation locale complémentaire est alors réalisée.
- Malheureusement l'artériographie non disponible au bloc opératoire des urgences.

## TRAUMATISMES VASCULAIRES DES MEMBRRES CHEZ L'ENFANT

### Expérience du service de chirurgie vasculaire de FES

---

- La suture artérielle et le pontage doivent être recouverts par un tissu viable non contus. Ce recouvrement est facile dans les traumatismes fermés des membres. Le problème est beaucoup plus difficile dans certains traumatismes ouverts des membres associés à des nécroses étendues des parties molles à haut risque septique.
- La décision de faire des aponévrotomies est prise le plus souvent sur des arguments cliniques, En pratique, devant une ischémie avec déficit sensitivo-moteur.

### III. Résultats :

#### 1. La fréquence :

Vingts patients originaires de Fès et régions ont été admis au CHU Hassan II, durant la période s'étalant entre janvier 2015 et décembre 2019. Ces enfants traumatisés ont été admis le plus fréquemment en été (40%). L'histogramme suivant (figure 1) illustre la répartition des admissions au cours de cette période:

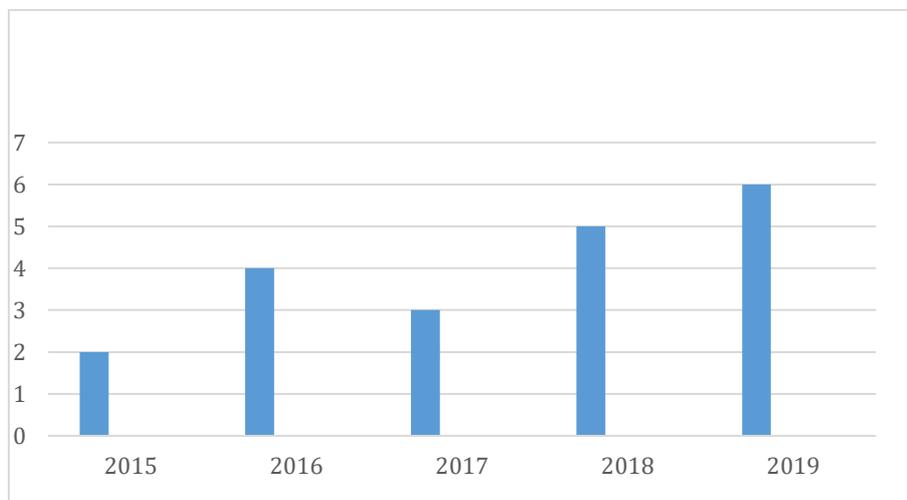


Figure 2 : Admission selon les années.

## 2. Age et le sexe :

La moyenne d'âge de notre population d'étude est de 8.4 ans extrêmes allant de 3 mois à 15 ans. La tranche d'âge la plus touchée se situe entre 10 ans et 15 ans. Notre étude a objectivé une nette prédominance masculine (14 garçons /6 filles), soit un sexe ratio égal à 2,3.

## 3. La provenance des malades :

55% des enfants admis ont été originaire de la région de Fès (figure 2).

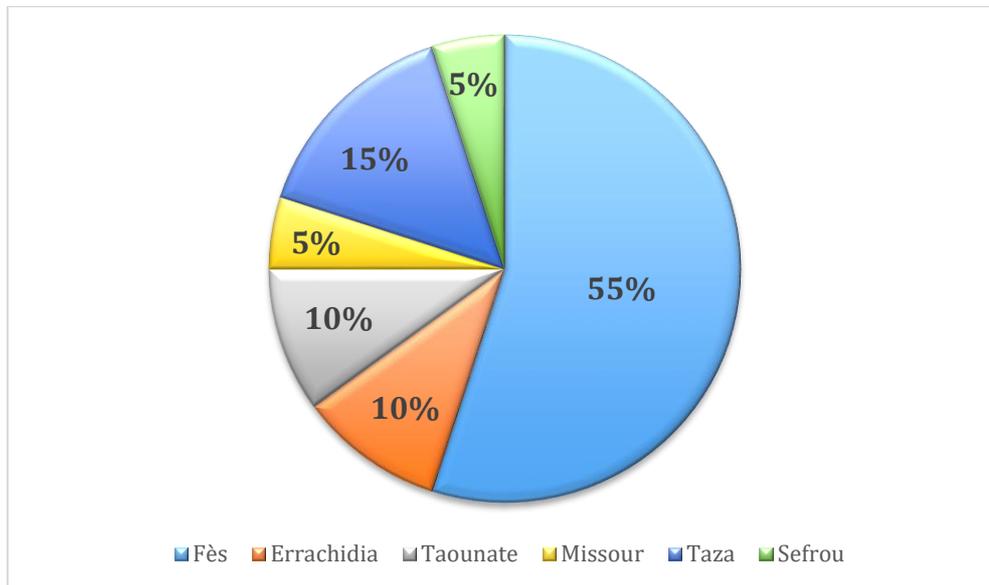


Figure 3 : Provenance des malades.

## 4. Les mécanismes accidentiels:

Les chutes accidentelles représentent 35% des cas, les AVP représentent 25% puis les accidents domestiques responsables de 20% des traumatismes, les traumatismes iatrogènes de l'AFC après plusieurs tentatives de pose d'un cathéter veineux central dans 10 % des cas.

**5. Les circonstances d'accidents : (Tableau 1)**

**Tableau 1: Tableau montrant les différents circonstances de TVM**

Mécanisme (Nombre)	Les circonstances d'accidents (N)
Chutes accidentelles (7)	- Accidents de loisirs
AVP (5)	- Piéton heurtés par motocycle (2) - Enfant passager d'un motocycle (2) - Utilisateur de bicyclette (1)
Accidents domestiques (4)	- Écalt verre (3) - Objet métallique tranchant (1)
Mécanisme iatrogène (2)	Post cathéterisme -VVC
Agression (2)	Arme blanche métallique

## 6. Siège et Territoire:

Dans notre série, on a enregistré 20 cas de TVM, dont 60 % pour les membres supérieurs et 40 % pour les membres inférieurs.

Les vaisseaux les plus touchés sont l'artère brachiale (25%), l'artère fémorale commune (20%).

**Tableau 2 : Topographie des lésions vasculaires**

Siège	Vaisseau	Territoire	N
MS	A. Axillaire	Segment intermédiaire	1
	A. brachiale <sup>a</sup>	Segment proximal	2
	A. brachiale <sup>b</sup>	Segment distal	3
	A. Cubitale	Segment distal	3
	A. radiale	Segment distal, moyen	(2,1)
	AFC	Infra inguinal	4
MI	VFS	Tiers moyen	1
	AP	Poplité basse	1
	AT P	Rétro malléolaire	2

A. brachiale <sup>a</sup> : Artère brachiale en amont de sa branche profonde.

A. brachiale <sup>b</sup> : Artère brachiale en aval de sa branche profonde.

## 7. Types des plaies vasculaires :

La majorité des lésions étaient sous forme de plaie vasculaire franche dans 14 cas (section totale 45% et partielle 25%), la deuxième lésion la plus fréquente était la contusion dans 04 cas (20%), et 02 cas de faux anévrisme (lésions franches passées inaperçues).

## **8. les délais :**

Les délais d'admission étaient très variables, selon qu'il s'agissait de formes chroniques ou aiguës.

02 patients ont été admis à un stade de chronicité (10%), chez qui le diagnostic de faux-anévrisme a été posé, ils ont été admis successivement à J+15 ; et après 1 mois du traumatisme.

A noter que ; Un patient a été admis à H48 du traumatisme brachial pour ischémie subaiguë traité initialement par platre traditionnel (« Jbira »), l'ischémie étant secondaire à une contusion de l'artère brachiale distale.

Les dix sept patients (on excluant les 03 précédents) ont été admis au stade aigu (90%) avec un délai en moyenne de 5.3 heures entre le traumatisme et l'admission au bloc opératoire. Les extrêmes allant de 2 heures à 12 heures.

### 9. Aspects cliniques :

Dans le graphique ci-dessous, sont regroupés les signes cliniques prédominant à l'admission des patients. Comme on peut le voir, les signes prédominants sont les signes hémorragiques (16 cas), À la phase initiale, le faux anévrisme est souvent qualifié d'hématome pulsatile et souvent observé en cas d'une brèche artérielle (Tableau 3).

**Tableau 3 : Aspects cliniques**

	Aspect	Type de la lésion vasculaire	N/ cas
<b>Signes hémorragiques</b>	Absence	Contusion	4
	Saignement extériorisé	Section partielle	3
	Hématome	Section totale (8), partielle (3)	11
	Masse battante (stade tardive)	Section partielle	2
<b>Signes ischémiques</b>	<b>Stade</b>	<b>Territoire</b>	
	Perméabilité respecté	VFS	1
	Abolition des pouls sans ischémie	Atteinte mono-pédiculaire AB (5), AP (1), AFC (1)	7 7
	Ischémie avec déficit SM minime	AFC (2), AA (1)	3
	Ischémie avec déficit SM majeur		

## 10. Les examens complémentaires :

L'urgence des traumatismes vasculaires peut conduire, à se passer de toute exploration complémentaire pour conduire le malade au bloc opératoire dans les plus brefs délais (traumatisme artériel majeur). Cependant, dans la plupart des cas, on aura le temps de faire des examens complémentaires.

### a. Echo-doppler :

Il est difficile de faire un écho-doppler d'un membre traumatisé, contus et douloureux.

Cet examen a pris tout son intérêt en pré opératoire chez 05 patients:

- 02 cas de faux anévrisme artériel (AR, AFC).
- 02 cas de traumatismes iatrogènes de l'AFC.
- Un cas de thrombose de l'artère brachiale secondaire à un traumatisme fermé du coude.

En post opératoire : Les patients ayant eu une revascularisation artérielle et/ ou veineuse ont été surveillés par échodoppler.

### b. L'angio-scanner :

Durant la période, 04 angio-scanners ont été réalisés, montrant :

- Une thrombose de l'artère brachiale dans 01 cas (ce malade a été traité par Jbira pendant 48h, l'angioscanner était nécessaire pour préciser l'origine de l'ischémie.
- Image de faux anévrisme ( de 35 mm) de l'AFC avec perméabilité de lit d'aval dans un cas de traumatisme fermé du scarp.
- Une occlusion de l'AFC à proximité de sa bifurcation s'étendant à l'AFS.
- Rétrécissement effilé régulier et extensif avec absence de collatéralité traduisant un spasme chez 01 cas de traumatisme iatrogène de l'AFC.

#### c. L'Artériographie:

Réalisé chez un patient de 8 ans admis pour traumatisme ostéo-vasculaire au niveau poplité et ayant objectivé une occlusion de l'AP rétro-articulaire sans reprise d'aval.

#### d. Autres examens:

- Bilan biologique : Le bilan standard a été réalisé chez tous les enfants de manière systématique, à savoir : NFS, Groupe sanguin, Bilan d'hémostase, Créatinine, urée, Ionogramme, Gazométrie, Glycémie ....
- La radiographie standard du membre traumatisé (16 cas).
- Un bilan lésionnel complet a été réalisé dans 02 cas de polytraumatisme ( scanner cérébral, scanner thoracique, échographie abdominal, radiographie du bassin) afin de déterminer les lésions associées.

### 11. Lésions associées :

#### a. Lésions osteo articulaires :

Dans notre étude, 6 des 20 patients ont présenté des lésions osseuses associées à leur atteinte artérielle pour lesquelles ils ont bénéficié d'un traitement chirurgical. Ainsi, on a enregistré 4 cas de fractures du coude supra condylienne, un cas de fracture du genou et un fracture de l'épaule.

#### b. Lésions nerveuses : 5 patients ont présenté des lésions nerveuses associées :

- Contusion du nerf fémoral chez un polytraumatisme avec délabrement du scarpa gauche associé à des lésions viscérales.
- Lésions plexiques chez un polytraumatisme avec lésions ostéo-vasculo-nerveuses au niveau axillaire.

- Section sub-totale du nerf sciatique au tiers moyen de la cuisse associée à une section partielle de la veine fémorale.
- Section sub-totale du nerf médian lors d'un traumatisme pénétrant du coude
- Section du nerf cubital lors d'un traumatisme par objet métallique associée à une atteinte artérielle.

**c. Lésions musculo tendineuses :**

8 patients avaient des lésions musculo-tendineuses associées.

Il est à noter que 3 patients ont présenté les 3 atteintes simultanément.

## **12. Polytraumatisme**

Dans notre étude ; on a enregistré 02 cas de polytraumatismes suite à un

AVP:

- Un enfant de 03 ans avait un traumatisme abdominale fermé avec lésions spléniques, délabrement du scarpa gauche avec atteinte artérielle et amputation trans tibiale droite post traumatique.
- Un enfant de 12 ans avec pneumothorax, fractures des cotes, fracture luxation sterno-claviculaire, thrombose de l'artère axillaire et paralysie plexique.

### 13. Traitement :

#### A. Phase pré hospitalière:

Dans notre étude aucun malade n'a bénéficié de la prise en charge médicalisée préhospitalière, en dehors d'un enfant qui a été référé d'un hôpital périphérique après mise en conditions avec geste d'hémostase (Clampage provisoire la veine fémorale réalisé par un chirurgien de la région).

Dans notre contexte le transport des malades se fait essentiellement par des ambulances non médicalisées de la protection civile, ou par les ambulances des hôpitaux de la région.

#### B. Phase hospitalière :

##### a. PEC initiale :

La PEC initiale consiste en une évaluation rapide et précise du patient et doit permettre l'instauration d'un traitement optimal, intégrant l'analyse du mécanisme lésionnel, la reconnaissance et le traitement des détresses vitales (circulatoires, respiratoires, et neurologiques).

Comme il a été déjà évoqué au chapitre précédent (procédures intra hospitalier), L'obtention d'un hémodynamique correcte nécessite l'hémostase rapide des hémorragies extériorisées (Pansement compressif, point de compression, garrot si nécessaire, voir clampage d'un vaisseau majeur sectionné), la mise en place de deux abords veineux de bon calibre, le remplissage vasculaire, transfusion et éventuellement l'utilisation des drogues vasopressives.

**b. Traitement chirurgical**

**1. Traitement des lésions vasculaires:**

18 de nos patients ont été adressés après la PEC initiale au bloc opératoire pour un geste chirurgical primaire (90%), 2 patients ont été admis à un stade tardif et adressés au service de chirurgie pédiatrique pour préparation avant la chirurgie (10%). Cette répartition se base essentiellement sur la gravité du traumatisme vasculaire et la présence ou non d'autres traumatismes.

**Tableau 4: Réparation vasculaire dans notre série**

Type de geste	N	siège
Suture latérale	5	VFS, 2 AFC, AB, ATP
Anastomose termino terminale	5	2AR, 2AC, ATP
Pontage en position anatomique	7	AFC, AP3, AA, AB (4)
Mise a plat faux anévrisme	2	AFC, AR
Ligature	1	AC

**2. Traitements des lésions associées :**

i. Les lésions veineuses associées : rencontrées dans 40 % des cas. Ces lésions veineuses sont réparées chaque fois il s'agit d'un tronc important si non, une ligature est réalisée.

**ii. Traitement des lésions osseuses :**

6 patients de notre étude ayant présenté une fracture ont été traités :

- 04 cas de fractures supra condylienne traités par embrochage
- 01 cas de fracture extrémité supérieure du tibia traité par enclouage centro médullaire.

- 01 cas de fracture de la clavicule traité par embrochage.

#### iii. Traitements des lésions nerveuses :

Malheureusement, l'infrastructure hospitalière ne fournit pas de microscopes et celles-ci n'ont donc pu être traitées qu'à l'œil nu chez 5 patients.

#### iv. Traitements de lésions musculo-tendineuses :

Réalisé chez les 8 patients ayant présenté ces lésions.

#### v. Aponévrotomies de décharge :

Réalisées chez 02 patients, indiquées pour la prévention d'un syndrome de loges : dans un cas (traumatisme axillaire) et dans le 2eme au niveau du membre inférieur lors d'un traumatisme de l'AFC.

#### C. Traitement adjuvant :

1. **Héparinothérapie :** tous les patients ayant eu un geste de revascularisation ont été mis sous anticoagulation curative pendant 2 à 7 jours après élimination de lésions la contre-indiquant. une seule malade avait une contre indication s'était un polytraumatisme avec lésions spléniques.
2. **Transfusion :** 7 de nos patients (35%) ont bénéficié d'une transfusion en pré-opératoire, indiquée pour un état de pré-choc hémorragique (2 cas) de choc (2 patients) ou devant une anémie découverte à l'hémogramme chez 3 cas.
3. **Antalgiques :** antalgique de premier palier à base de paracétamol, puis escalade thérapeutique allant jusqu'au 3eme palier, à base de morphiniques, en cas de persistance de la douleur
4. **Antibiothérapie :** Chez tous les enfants en post-opératoire à titre prophylactique, à base d'anti-staphylococciques.

5. **SAT et VAT** : Le SAT chez tous les patients avec un traumatisme ouvert, dans les 12 heures après le traumatisme. Le VAT en fonction du tableau de vaccination de l'enfant.

#### 14. Evolution :

La durée d'hospitalisation moyenne dans notre étude était de 6.3 jours.

##### a. Evolution à court terme :

nous avons enregistré :

- Une seule amputation du membre supérieur à J+1 post revascularisation axillaire (ce malade avait des lésions nerveuses défavorables conditionnent le pronostic fonctionnel d'où la décision de l'amputation pour nécessité vitale).
- Un décès à J+1 (polytraumatisme avec des lésions viscérales).
- Une thrombose de pontage brachiale à J2 nécessitant une ré intervention chirurgicale pour thrombectomie avec réfection de l'anastomose proximale.

##### b. Evolution à moyen terme :

Un seul cas de surinfection a été observé (traumatisme ouvert du coude avec reprise pour thrombectomie). Trois patients ont gardé des séquelles partiels: déficit moteur ou nerveux.

- c. **Evolution à long terme** : Malheureusement, le suivi au long terme s'est avéré difficile chez notre population d'étude, étant donné le suivi multidisciplinaire par les chirurgiens pédiatres et les chirurgiens vasculaires simultanément, le manque des moyens des familles ne pouvant se déplacer pour des contrôles et certains ont été adressés chez le chirurgien vasculaire le plus proche de leur région pour assurer le suivi. Absence de coordonnées des familles des patients.

#### IV. Iconographie :

##### Traumatisme iatrogène de l'artère fémorale commune

Une fille de 03 mois, admis pour crise convulsive avec un trouble de conscience. La patiente a présenté un tableau d'ischémie aiguë du membre inférieur gauche après plusieurs tentatives de mise en place d'une voie veineuse centrale



**Figure A :** Ischémie du membre inférieur gauche après plusieurs tentatives de prise une VVC.

**Figure B :** Angio-scanner des membres inférieurs montre une occlusion de l'AFC à proximité de sa bifurcation s'étendant à l'AFS.

## TRAUMATISMES VASCULAIRES DES MEMBRRES CHEZ L'ENFANT

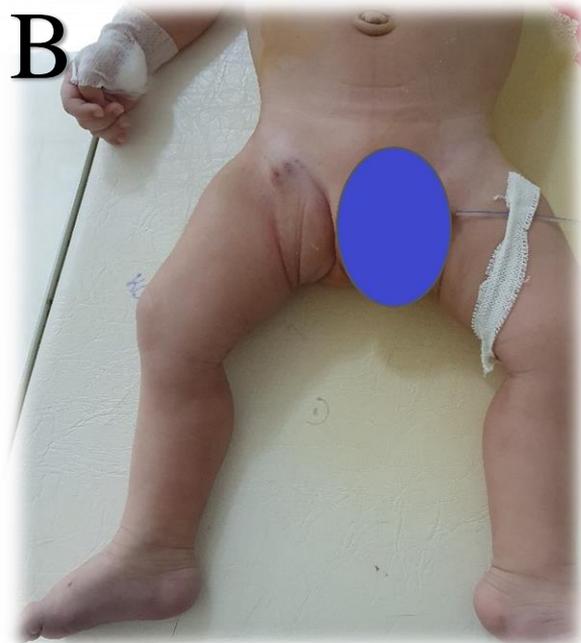
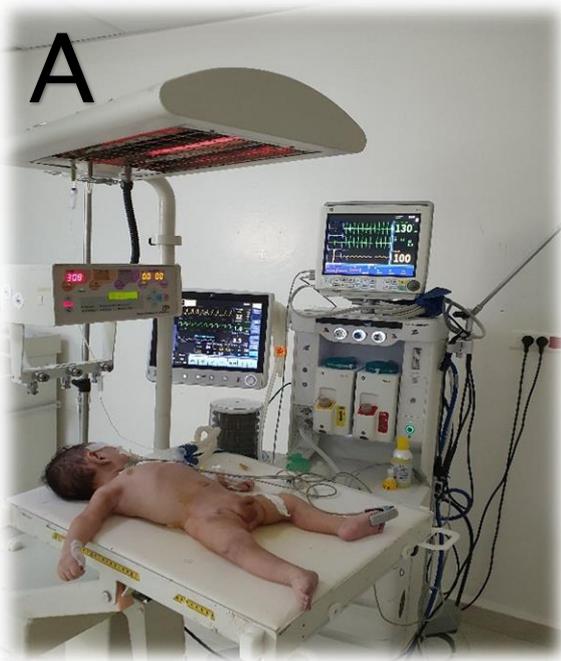
### Expérience du service de chirurgie vasculaire de FES

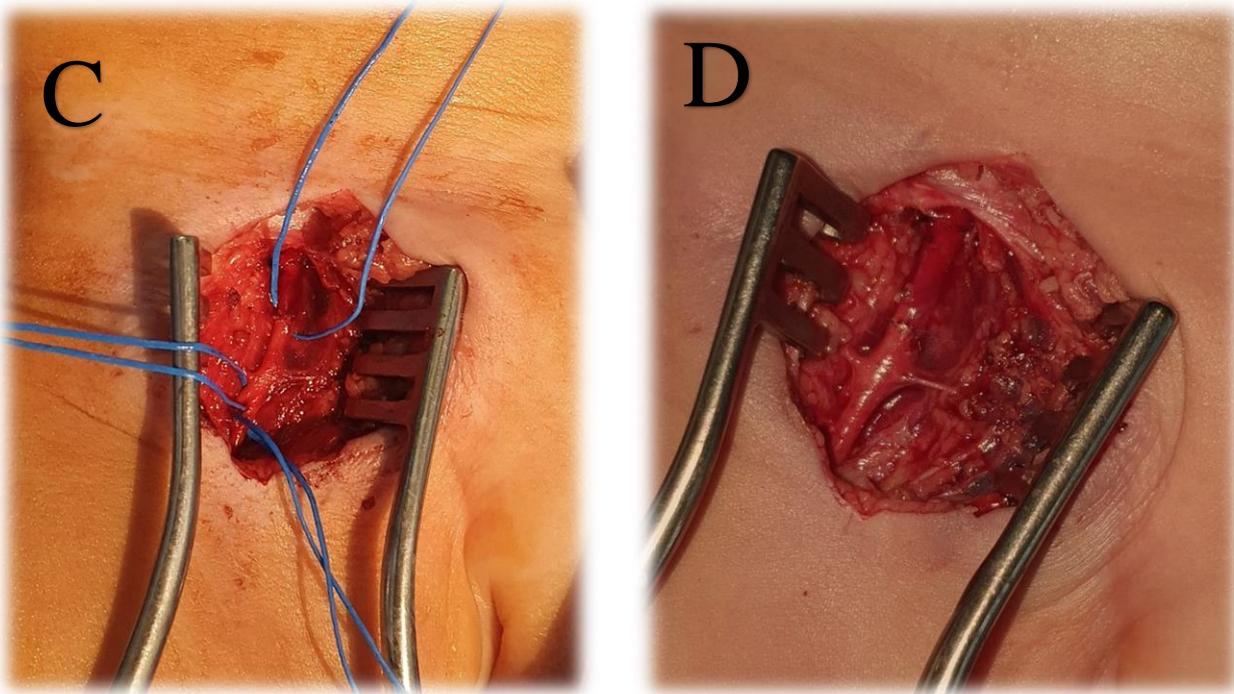
---

L'exploration chirurgicale a objectivé de multiples brèches artérielles et veineuse, qui ont réparées, avec thrombose de la zone de bifurcation fémorale ce qui a nécessité une thrombectomie à la sonde de Fogarty, avec récupération de bons flux et reflux.

L'évolution immédiate a été marquée par réchauffement du membre et régression de la cyanose.

### Traumatisme iatrogène de l'AFC post tentative de pose d'une VVC



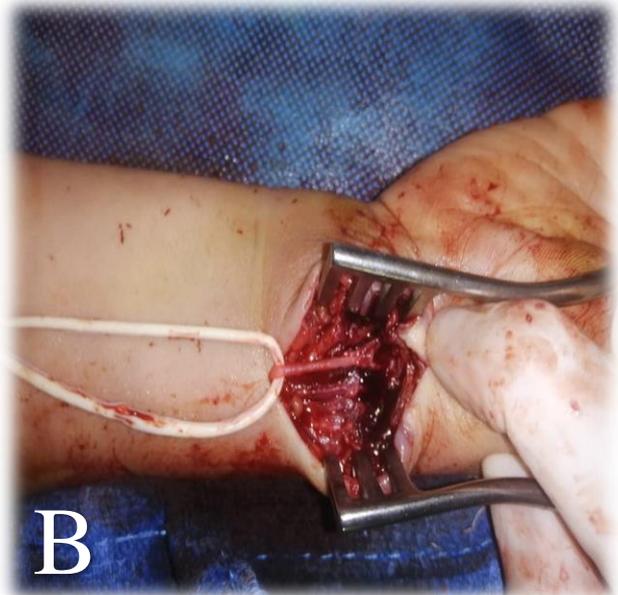


**Figure A** : Installation du malade au bloc opératoire sur une table chauffante.

**Figure B** : Petit hématome au niveau du scarpa droit avec cyanose du pied.

**Figure C** : Vue opératoire montrant une brèche de l'AFC associée à un (Spasme + thrombose).

**Figure D** : Vue opératoire après réparation de la brèche après passage de Fogarty.



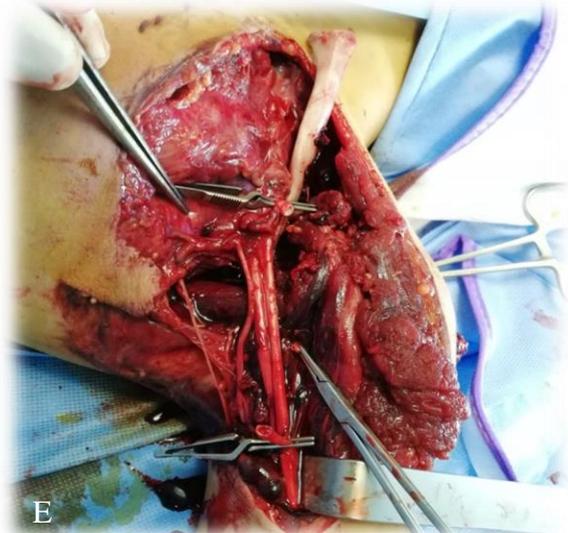
Faux anévrisme de l'artère radiale chez un enfant de 6 ans, suite à un traumatisme pénétrant par éclats de verre.

Figure A : apparition d'une masse battante au niveau du poignet sans signes inflammatoires (15 jours après la suture simple de la plaie).

Figure B : Vue opératoire, contrôle de l'artère radiale avec mise à plat.

Figure C : vue opératoire après suture directe d'une plaie latérale au niveau de l'artère radiale.

Traumatisme pénétrant de la région axillaire chez un enfant de 12 ans suite à un AVP





**Figure A, B :** Traumatisme pénétrant au niveau de l'épaule

**Figure C, D :** Fractures des 2eme, 3eme, 4 eme cotes, avec luxation sterno-claviculaire ouverte associée à une fracture de l'extrémité distale de la clavicule.

**Figure E :** Vue opératoire, contrôle des 02 bouts de l'artère axillaire.

**Figure F :** Rétablissement de la continuité artérielle par interposition d'un greffon veineux avec suture directe de la brèche veineuse associée

Traumatisme ouvert du coude gauche chez une fille de 05 ans, suite à une chute accidentelle avec réception sur le poignet en extension

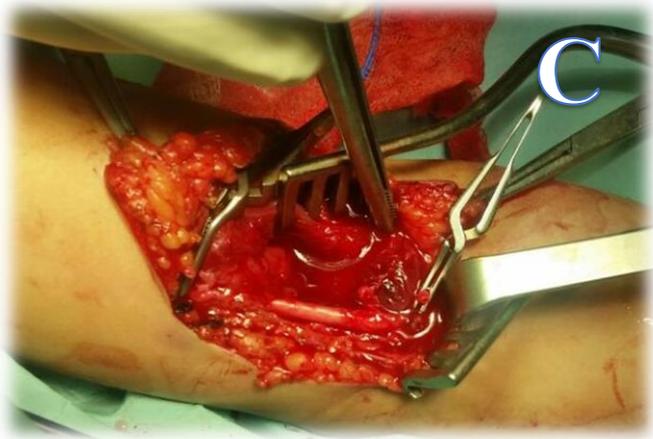


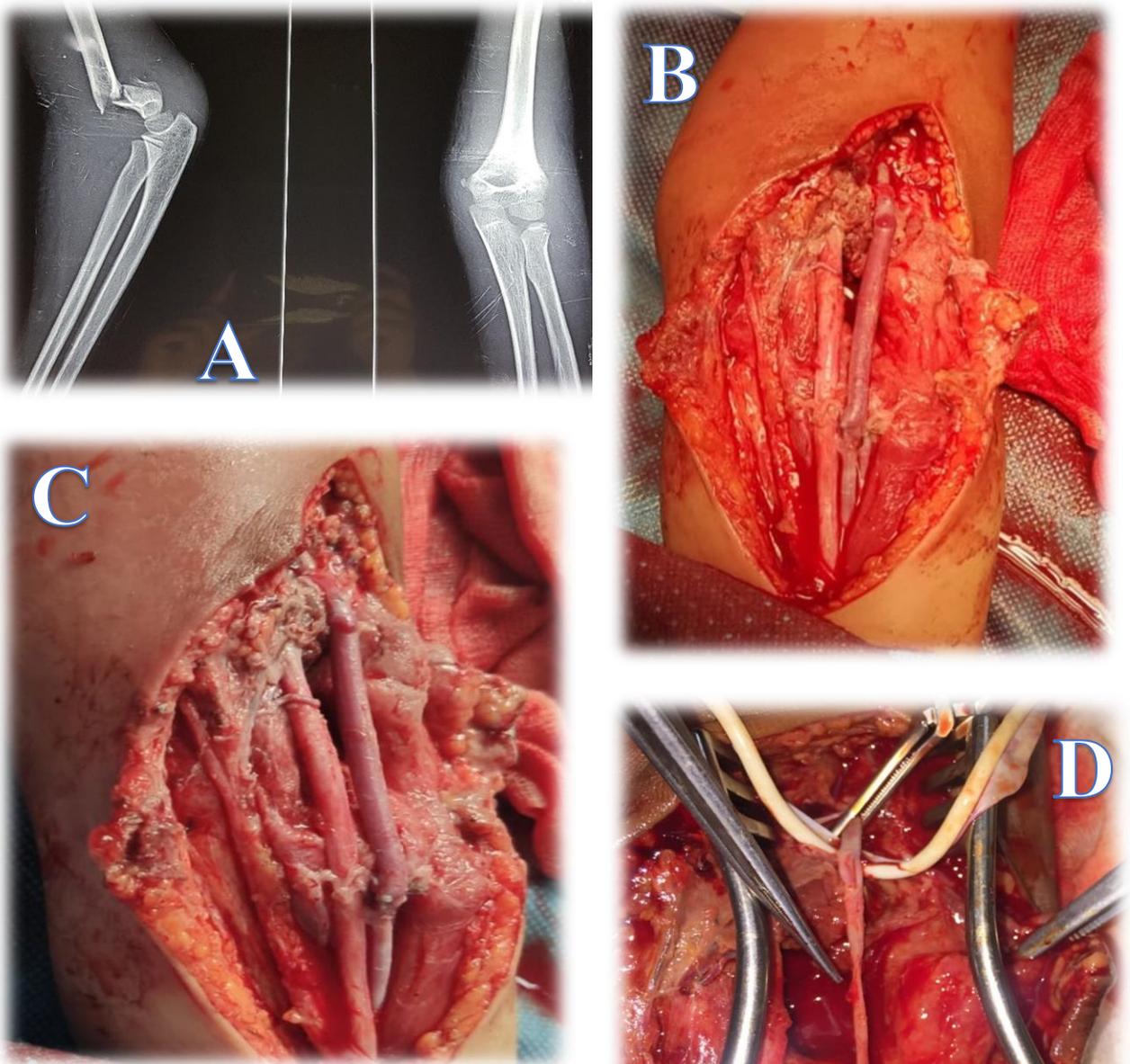
Figure A : Plaie ouverte au niveau du pli du coude avec mise à nu de l'extrémité inférieure de l'humérus.

Figure B : Luxation postérieure du coude associée à une fracture de la palette humérale stade IV selon Lagrange et Rigault.

Figure C : Contrôle des 02 bouts de l'artère humérale après résection du segment contuse, nerfs intacts.

Figure D : Réalisation d'un pontage sur l'artère brachiale par un segment de la veine saphène inversé.

Traumatisme fermé du MSG chez un enfant de 6 ans, suite à une chute de 3 mètres de hauteur traité initialement par traitement traditionnel –Jbira– pendant 28 h



**Figure A :** Fracture de la palette humérale avec bascule postérieure faisant stade III selon Lagrange et Rigault.

**Figure B :** Pontage sur l'artère brachiale par un segment veineux prélevé de la veine céphalique.

Figure C – D : Vue opératoire de la reprise chirurgicale pour thrombectomie de pontage thrombosé à J+1 avec réfection de l'anastomose proximale.

Fracture ouverte du coude chez un garçon de 13 ans

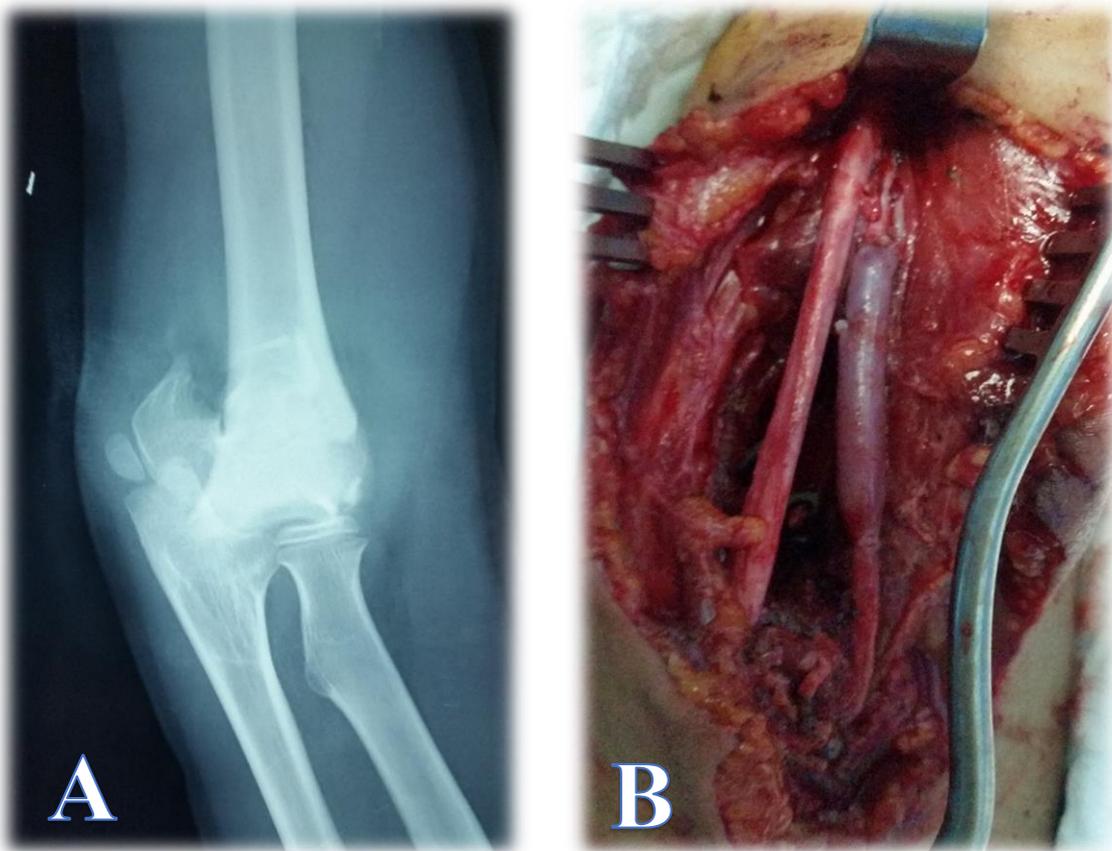
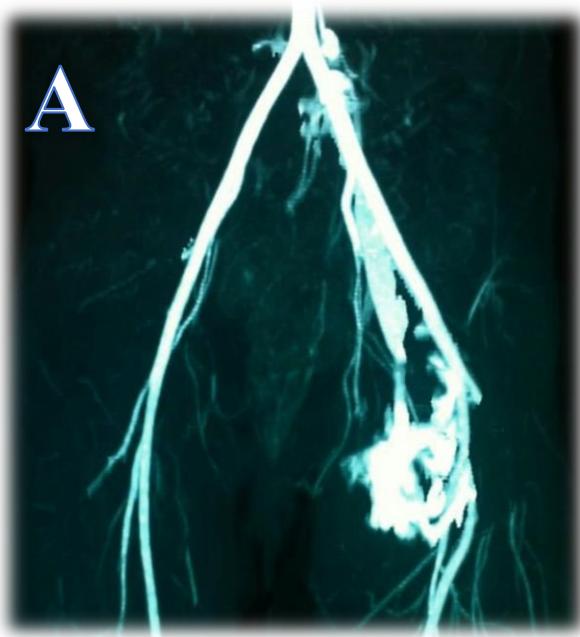


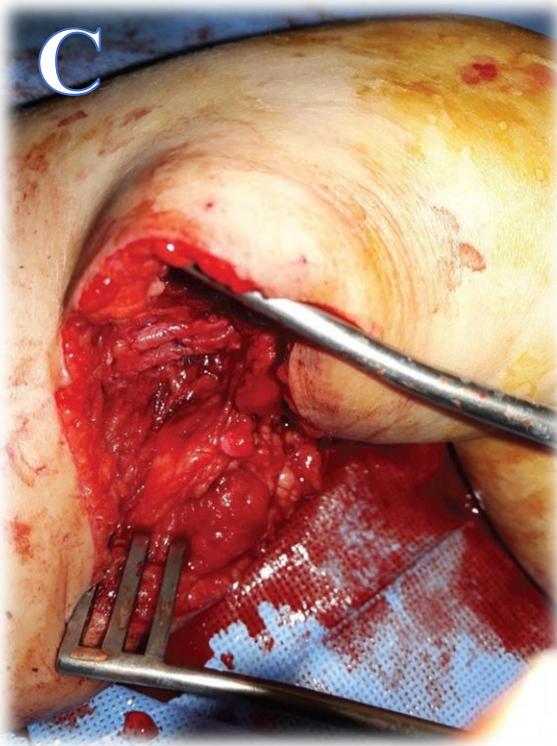
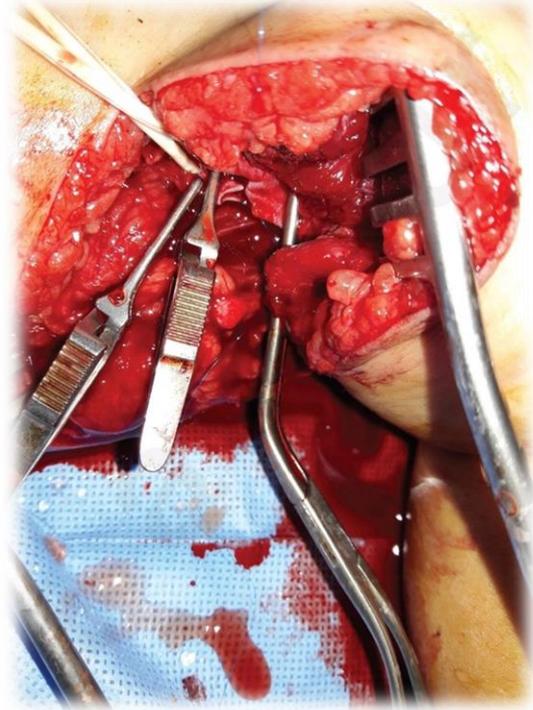
Figure A : Fracture de la palette humérale stade III.

Figure B : Pontage de l'artère brachiale par interposition d'un greffon veineux



Traumatisme fermé du Scarpa gauche chez une fille de 6 ans avec apparition d'une masse battante à 01 mois de traumatisme.

Figure A : Image d'angio-scanner montrant un faux anévrysme au niveau de l'AFC



Traumatisme pénétrant de la veine fémorale superficielle chez un enfant de 2 ans suite à une chute accidentelle sur un bout de verre. Le patient a bénéficié d'une PEC initiale dans un centre provincial.

**Figure A :** Plaie siégeant au niveau de la face postéro interne de la cuisse gauche, veine clampée provisoirement.

**Figure B :** Vue opératoire, section sub totale de la VFS et du nerf grand sciatique.

**Figure C :** Vue opératoire, réparation de la section veineuse par point séparés en prolène 8/0.

# DISCUSSION

## TRAUMATISMES VASCULAIRES DES MEMBRRES CHEZ L'ENFANT

### Expérience du service de chirurgie vasculaire de FES

---

Les traumatismes vasculaires des membres de l'enfant sont rares. L'étude du registre vasculaire Swedvasc montre que leur fréquence est de 0,5 par million d'habitants et par an [5], mais que leur fréquence s'accroît. Ils représentent actuellement la première cause de mortalité et d'invalidité chez l'enfant. Même si les principes du traitement sont les mêmes que chez l'adulte, il existe quelques particularités en rapport avec l'âge du traumatisé.

Dans notre étude, les traumatismes vasculaires des membres trouvés représentent 0.7 % de la pathologie traumatique globale chez l'enfant, valeur très similaire à celle retrouvée dans les grandes études aux Etats Unis qui évoquent un pourcentage de 0.6%, mais qui reste inférieure au taux chez l'adulte qui est de 1,7% dans l'étude de Barmparas [6]. Nous avons colligé en moyenne 4 cas par an, tandis que l'étude menée à l'hôpital d'enfants à rabat répertoriait une moyenne de 7 cas / an [7].

**Sur le plan démographique,** Notre service pédiatrique prend en charge les enfants âgés de moins de 16 ans, notre étude ne prend donc en compte que les enfants appartenant à cette tranche d'âge. Et ce, contrairement à d'autres études internationales, qui elles, prennent en charge également les adolescents de 16 à 18 ans.

Dans notre série incluant 20 cas sur 5 ans, la moyenne d'âge était de 8.4 ans, avec des extrêmes allant de 3 mois à 15 ans. Cette moyenne complètement différent du reste des études nationales et assez similaire aux études internationales récentes.

L'étude réalisée à Oujda, comprenant 8 cas sur 5 ans trouve une moyenne d'âge, de 12 ans. Celle réalisée à Rabat en 2017, étudiant 15 cas sur 2 ans trouve une moyenne de 11.8 ans. Alors que, dans la littérature, on remarque un

## TRAUMATISMES VASCULAIRES DES MEMBRRES CHEZ L'ENFANT

### Expérience du service de chirurgie vasculaire de FES

rajeunissement de la population victime de ces types des traumatismes, ce qui concorde avec nos résultats.

**Tableau 6 : les données démographiques selon les différentes études**

Auteurs	N	Moyenne d'âge	Sexe ratio
De Virgilio (1997) [13]	4 8	14	7
Shah (2008) [14]	4 2	9.8	1.7
Lachhab (2000) [11]	3 0	9	2.7
Jaipuria (2014) [10]	8 2	10	4.46
Guezar (2015) [12]	8	12	10
Kirkilas (2016) [15]	2 3	8	1.5
Filali (2017) [7]	1 5	11.8	2.75
Notre étude	2 0	8.4	2.3

Notre explication de cette différence d'âge entre les études menées au Maroc; les autres études nationales (de Oujda et de Rabat) ont exclu les cas de traumatisme iatrogène alors que avant l'âge de 2 ans, les traumatismes iatrogènes par cathétérisme fémoral sont la cause principale des lésions vasculaires de l'enfant. Lin et al. [16] ont retrouvé comme facteurs de risque de ces complications iatrogènes

après ponction fémorale, l'âge inférieur à 3 ans, les procédures endovasculaires thérapeutiques, la répétition des cathétérismes et l'utilisation d'un introducteur avec un gros diamètre.

Notre étude a montré une nette prédominance masculine de 73%, ce qui rejoint les chiffres dans la littérature.

On trouve presque les mêmes mécanismes accidentels dans les différentes études épidémiologiques réalisées, en effet les AVP constituent aussi bien pour l'adulte que pour l'enfant la principale cause, suivi chez l'enfant par les chutes d'un lieu élevé.

Dans notre série deux causes se partagent la majorité des cas les chutes représentent 35%, suivi par les AVP dans 25% des cas. Par contre on a remarqué une différence de mécanisme en fonction de l'âge : par exemple, les chutes sont plus fréquentes chez la tranche d'âge entre 5 à 10 ans; Avant l'âge de 2 ans, les traumatismes iatrogènes par cathétérisme fémoral sont la cause principale des lésions artérielles de l'enfant. Lin et al. [16] rapporte meme résultat dans son étude réalisée en 2001 en Florida. En dehors de ces causes iatrogènes, les autres étiologies sont les mêmes que celles décrites dans les autres études avec des traumatismes pénétrants et des traumatismes fermés en rapport avec le mécanisme accidentel [17, 18].

Dans la notre, et les études de Jaipuria [10] réalisée en Inde en 2014, et de Filali [7] réalisé à Rabat en 2017, les mêmes résultats sont décrits : Chutes, suivies des AVP puis les plaies par éclats verre. En effet, dans notre étude, la majorité des traumatismes suite à un accidenet domestique (éclat verre) étaient des traumatismes mono-pédiculaires situés au niveau distal (poignet ou cheville).

## TRAUMATISMES VASCULAIRES DES MEMBRRES CHEZ L'ENFANT

### Expérience du service de chirurgie vasculaire de FES

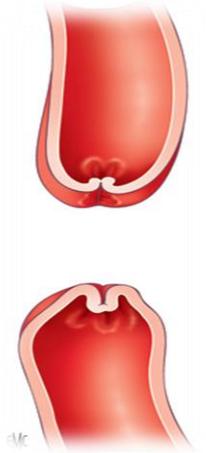
---

**Tableau 7 : Tableau comparatif des différents types de traumatisme**

<b>auteurs</b>	<b>N/cas</b>	<b>Traumatismes pénétrants</b>	<b>Traumatismes fermés</b>
<b>Eren [19]</b>	<b>91</b>	<b>77 %</b>	<b>23 %</b>
<b>Evans [8]</b>	<b>92</b>	<b>73 %</b>	<b>27 %</b>
<b>Jaipuria [10]</b>	<b>82</b>	<b>44 %</b>	<b>56 %</b>
<b>Filali [7]</b>	<b>15</b>	<b>80 %</b>	<b>20 %</b>
<b>Notre étude</b>	<b>20</b>	<b>75 %</b>	<b>25 %</b>

Dans les traumatismes pénétrants, la lésion vasculaire est une section partielle ou complète de l'artère ou de la veine. Dans les traumatismes fermés, il s'agit d'un mécanisme indirect par étirement, décélération ou compression souvent associée souvent à des lésions ostéoarticulaires avec un effet de cavitation pour les projectiles à haute vitesse qui aboutit à une thrombose artérielle.

Dans les plaies artérielles franches, la solution de continuité intéresse les trois tuniques : intima, média et adventice. Ces plaies peuvent être circonférentielles et totales avec une **rétraction des extrémités artérielles** (Fig. 4) qui entraîne une obstruction de la lumière artérielle et une **hémostase temporaire**.



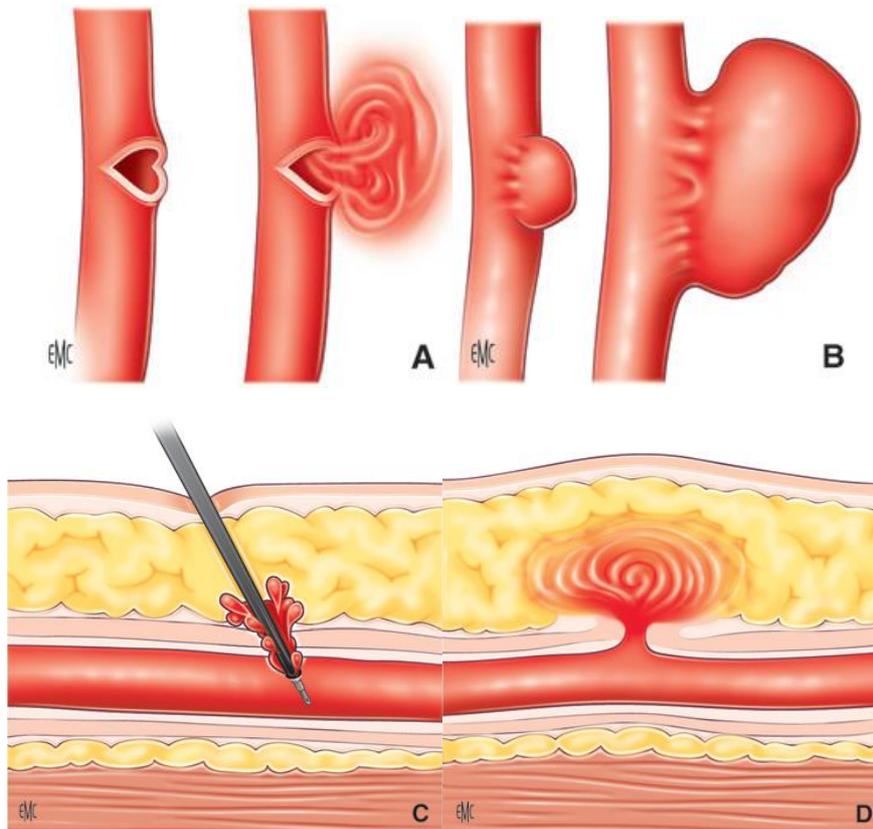
**Figure 4 : Plaie artérielle franche avec section complète et rétraction des extrémités artérielle [23]**

À l'opposé, les plaies latérales restent béantes et conduisent à l'apparition d'un saignement actif si la plaie reste ouverte ou hématome pulsatile (Fig. 5).

Il existe tout d'abord des lésions vasculaires particulières passées inaperçues qui aboutissent le plus souvent à la constitution d'un faux anévrisme ou d'une fistule artérioveineuse [20, 23] (Fig. 5, 6).

- Les faux anévrismes résultent d'une plaie artérielle entraînant une hémorragie dans l'espace périvasculaire limité par les tissus avoisinants et occupé initialement par un caillot. Les faux anévrismes postcathétérisme ont été les plus étudiés. À la phase initiale, le faux anévrisme est souvent qualifié d'hématome pulsatile, sa guérison spontanée correspond à la thrombose de

la poche anévrysmale. Toursarkissian [21] a montré que l'évolution spontanée des faux anévrysmes d'un diamètre inférieur à 3 cm se faisait vers la thrombose dans 90 % des cas à 2 mois. En l'absence de thrombose, ces faux anévrysmes circulants augmentent de volume, et ont un risque de rupture et d'embolisation dont la fréquence est mal précisée dans la littérature. Le traitement de référence est chirurgical [2].



- Figure 5 : Plaie artérielle franche avec section incomplète [23].
- A : Plaie artérielle latérale sans perte de substance.
- B : Evolution possible vers un faux anévrysmes.
- C, D : Meme mécanisme après cathétérisme intra artériel.
- Fistule artérioveineuse : L'existence de plaies artérielles transfixiantes et veineuses contiguës peut conduire à la formation d'une fistule artérioveineuse (Fig. 6) qui se manifeste par un thrill au niveau du site

lésionnel initial. L'auscultation révèle un souffle continu à renforcement systolique. Si cette communication artérioveineuse est large, elle peut entraîner un vol hémodynamique et une ischémie artérielle chronique associée à une hyperpression veineuse allant de la dilatation simple des veines de drainage jusqu'au trouble trophique. L'évolution prolongée des fistules artérioveineuses entraîne aussi une artériomégalie. Les fistules artérioveineuses postcathétérisme ont un faible débit et se thrombosent souvent spontanément ou par compression échoguidée. L'attitude admise est d'attendre plusieurs mois sous surveillance échodoppler et de ne les traiter que si elles persistent. Au-delà de 6 mois, il est préférable de fermer toute fistule artérioveineuse pour éviter la survenue d'une cardiomégalie ou d'une artériomégalie [2, 22].

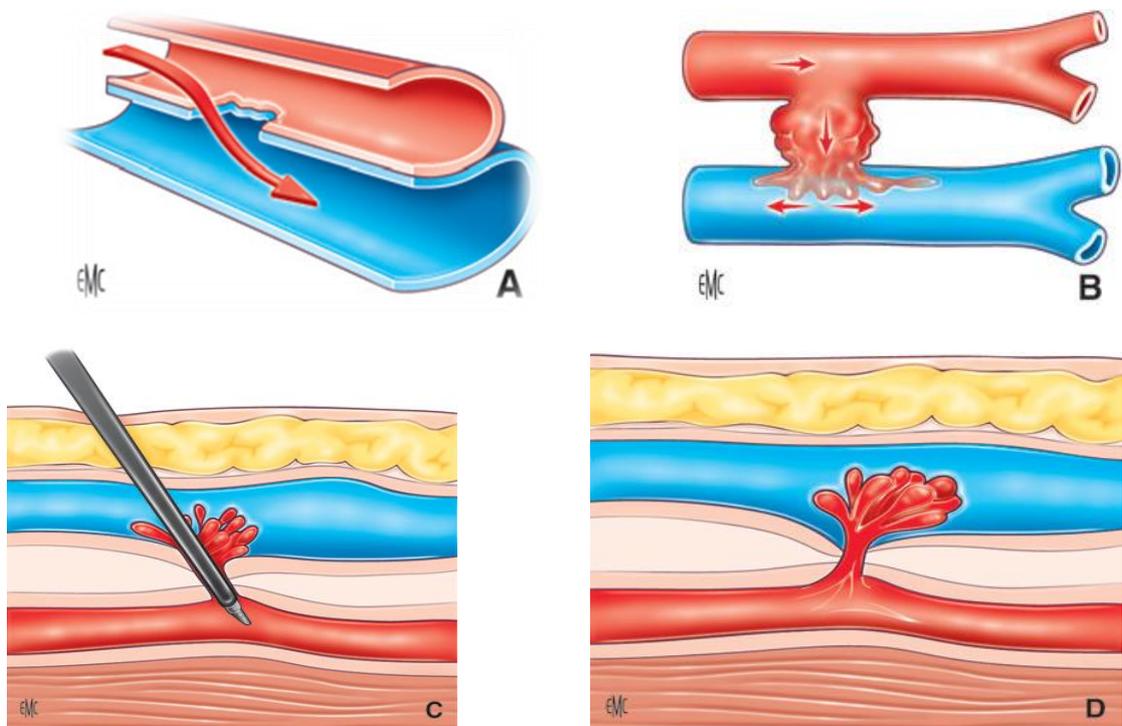


Figure 6 : Fistule artério veineuse [23].

Figure A : plaie artérielle transfixiante

Figure B : constitution d'une fistule artério veineuse

Figure C, D : meme mécanisme après cathétérisme intra-artériel.

Les plaies artérielles contuses sont souvent rencontrées au cours des traumatismes fermés par étirement, décélération et cavitation (Fig. 7). L'atteinte artérielle est variable. Il peut s'agir d'une rupture sousadventicielle de la média ou de l'intima. L'intima étant beaucoup moins extensible que les autres tuniques des vaisseaux, elle peut se rompre isolément lors de l'étirement ou la compression de l'artère et flotter dans la lumière artérielle avec un risque de thrombose secondaire (Fig. 7). L'exposition de la média qui en découle a aussi un risque thrombogène. L'adventice qui est la tunique la plus résistante, fait souvent barrage à l'extravasation sanguine. On aboutit ainsi à des ruptures intimales isolées qui respectent souvent la perméabilité immédiate mais peuvent entraîner une thrombose secondaire par dissection et décollement du lambeau d'intima ou formation d'un thrombus au contact de la média. Dans les traumatismes fermés plus sévères, les trois tuniques artérielles sont atteintes avec rupture de l'adventice qui peut être à l'origine d'un faux anévrisme. Les spasmes artériels se traduisent par une réduction régulière du calibre artériel. Ils surviennent le plus souvent sur les artères de petit calibre. Ils doivent toujours faire rechercher une lésion intimale [2].

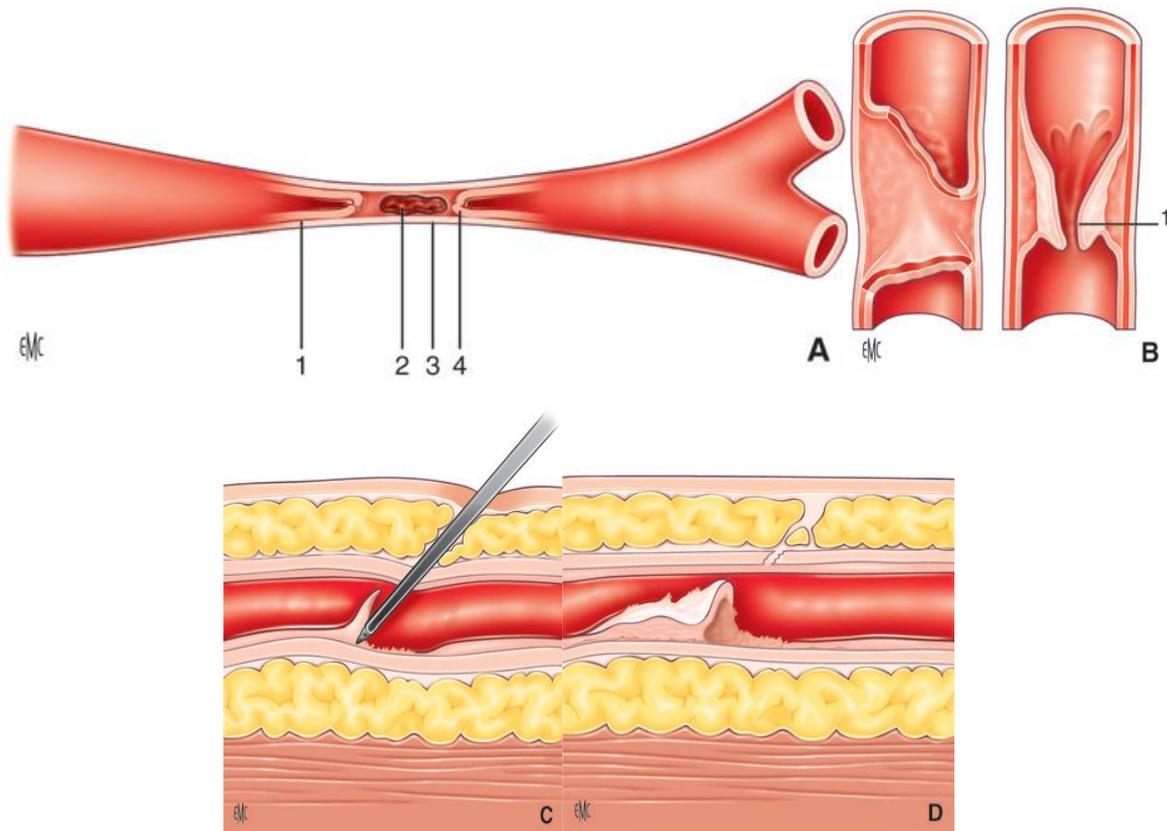


Figure 7 : lésions artérielles au cours de traumatismes fermés [23].

Figure A : contusion artérielle par étirement. (1. Média, 2. Thrombus, 3. Adventice, 4. Intima).

Figure B : rupture intimale

Figure C, D : plaie intimale au cours des cathétérisme artériels.

Quatre-vingt-dix pour cent des lésions traumatiques vasculaires atteignent les membres. En raison des particularités anatomiques et physiologiques qui leur sont propres, les enfants diffèrent significativement des adultes dans la répartition et la topographie de ces lésions. Contrairement à ce qui est observé chez l'adulte, les sites préférentiels des atteintes vasculaires était les membres supérieurs dans 60 à 70% selon les différentes études, alors que chez l'adulte les membres inférieurs sont les plus exposés (60%) [5].

## TRAUMATISMES VASCULAIRES DES MEMBRRES CHEZ L'ENFANT

### Expérience du service de chirurgie vasculaire de FES

**Tableau 7 : La répartition des lésions vasculaires chez l'enfant selon les différentes séries**

Nom de l'auteur	N	MS	MI
Evans [8]	92	72.2 %	27.8 %
Debeugny [9]	94	70.2%	29.8%
Jaipuria [10]	82	65 %	35 %
Lachhab [11]	30	53 %	47 %
Guezar [12]	8	37.5 %	62.5 %
Filali [7]	1 5	60 %	40 %
<b>Notre étude</b>	<b>20</b>	<b>60%</b>	<b>40%</b>

Les vaisseaux les plus exposés sont l'artère brachiale et l'artère fémorale commune.

En effet, Entre 6 ans et la puberté, les fractures de l'humérais sont très fréquents.. Le rapport étroit de l'artère brachiale avec la diaphyse puis avec la palette de l'humérus et son caractère superficiel au niveau du coude explique la fréquence de son atteinte traumatique lors des fractures et des luxations à grand déplacement. Le retentissement ischémique de ces lésions est important, si la lésion siège en amont de l'artère brachiale profonde, ou en aval de celle-ci mais avec une collatéralité neutralisée par une fracture suscondylienne ou une luxation du coude à grand déplacement [24].

## TRAUMATISMES VASCULAIRES DES MEMBRRES CHEZ L'ENFANT

### Expérience du service de chirurgie vasculaire de FES

---

Au niveau membre inférieur, l'artère fémorale commune est la plus atteinte [25, 26]. En effet, les vaisseaux fémoraux au triangle de Scarpa sont superficiels; chez l'enfant moins de 5 ans ; les traumatismes iatrogènes à ce niveau sont la cause principale Lin et al. [16]. En dehors de ces causes iatrogènes, les autres étiologies sont les mêmes que celles décrites chez l'adulte avec des traumatismes pénétrants et des traumatismes fermés en rapport avec les accidents de la voie publique [17, 18]. Les lésions ostéoarticulaires sont rares de ce territoire en dehors des traumatismes par arme à feu.

Il existe des territoires artériels dangereux sont ceux où le réseau de suppléance est insuffisant pour compenser les conséquences d'une thrombose artérielle aiguë. Ainsi l'artère fémorale commune, l'artère poplitée sus-articulaire et l'artère brachiale proximale sont des artères dont les suppléances sont faibles et dont la ligature entraîne le plus souvent une ischémie irréversible. À l'opposé, l'artère subclavière et l'artère brachiale distale ont un réseau collatéral bien développé. Le Tableau 8 montre le taux d'amputation observé après ligature des artères périphériques dans les traumatismes.

Taux d'amputation secondaire à la ligature simple des artères des membres en fonction du siège des lésions traumatiques. D'après DeBakey et al. [27].

## TRAUMATISMES VASCULAIRES DES MEMBRRES CHEZ L'ENFANT

### Expérience du service de chirurgie vasculaire de FES

---

**Tableau 8 : le taux d'amputation observé après ligature des artères périphériques dans les traumatismes [2].**

ARTERES	TAUX D'AMPUTATION
SUBCLAVIERE	28,6%
AXILLAIRE	43,2%
BRACHIALE	55,7%
BRACHIALE	25,8%
FEMORALE COMMUNE	81,1%
FEMORALE SUPERFICIELLE	54,8%
POPLITEE	72,5%

Au niveau clinique, les signes hémorragiques sont prédominants, sous deux formes : L'hématome, Il est rarement pulsatile, il peut être expansif ou compressif quand il siège dans une loge cloisonnée comme dans le creux axillaire.

L'hémorragie externe traduit évidemment la plaie artérielle quand elle revêt l'aspect d'un jet pulsatile. Le plus souvent, cette hémorragie est tarie au moment de l'examen et l'on constate simplement la présence d'un thrombus au contact du pédicule artériel.

En raison des particularités hémodynamiques chez l'enfant, les conséquences de l'hémorragie peut être graves sur le pronostic vital du malade et indirectement le pronostic du membre ischémique [2]. Au cours de notre expérience, nous avons remarqué que les plaies latérales ouvertes sont plus saignantes que les plaies circonférencielles et se présentent souvent dans un contexte d'hémorragie active. Cela peut être en rapport avec la rétraction rapide des extrémités artérielles quand la section est complète alors que les plaies latérales restent béantes.

En effet, La masse sanguine chez l'enfant est plus faible que celle de l'adulte en

volume absolu, en effet les signes de choc apparaissent rapidement après une perte de sang qui paraît assez peu importante mais un enfant compense mieux une perte volémique qu'un adulte par la mise en jeu du système sympathique : la tachycardie plus que l'hypotension est le premier signe d'hypovolémie. La tension artérielle peut se maintenir jusqu'à une perte de 25% à 30% du volume sanguin circulant mais au-delà de cette limite, un collapsus sévère peut survenir à tout moment ce qui est significatif d'une spoliation sanguine importante [28].

Comme les artères des enfants ont un calibre inférieur à celles des adultes, une lésion artérielle même minime peut avoir des conséquences importantes avec une ischémie aiguë sensitivomotrice est évidente cliniquement avec pâleur, douleur, paralysie et anesthésie, absence de pouls et membre froid. Chez un traumatisé qui peut avoir des troubles neurologiques en rapport avec une lésion des nerfs périphériques, l'apparition d'une anesthésie sensitive en « chaussette » ou en « gant » est évocatrice de son origine ischémique. De plus, au cours des traumatismes, et même en l'absence de lésions artérielles directes, les artères des enfants ont une tendance à se spasmer. Ce spasme peut persister 4 à 6 heures après le traumatisme et entraîner une occlusion artérielle avec une ischémie sévère. [29].

Le diagnostic de ces lésions artérielles chez l'enfant est évident en cas de traumatisme pénétrant avec hémorragie, hématome et ischémie, mais ce diagnostic peut être beaucoup plus difficile en cas de traumatisme fermé. La coopération d'un enfant traumatisé est difficile à obtenir, la présence des lésions associées et la difficulté de l'examen clinique peuvent entraîner un retard diagnostique qui aggrave le pronostic [30]. L'examen clinique d'un membre traumatisé chez l'enfant doit donc être particulièrement rigoureux et répété afin de dépister des lésions vasculaires insidieuses. Cela est particulièrement vrai dans les traumatismes fermés du genou. Il

conviendra donc de réaliser au moindre doute des explorations complémentaires et de les répéter si nécessaire.

L'échodoppler prend évidemment tout son intérêt chez l'enfant [31],

son utilisation de routine pour les traumatismes artériels des membres est récente. Ses avantages sont sa réalisation rapide au lit du malade et son caractère non invasif. Sa répétition est aisée permettant de juger d'une évolution éventuelle. Cet examen prend tout son intérêt dans le dépistage des lésions artérielles peu symptomatiques et dans la surveillance des blessés ayant des plaies artérielles « silencieuses » L'intérêt et l'efficacité de cette surveillance a été mis en évidence par Dennis et al. [32] et par Knudson et al. [33] Ces blessés ont en général des plaies à basse vitesse avec des lésions intimes non occlusives ou de faux anévrismes sans hémorragie extériorisée.

Les limites de l'échodoppler sont cependant évidentes car c'est un examen dont la fiabilité dépend de l'opérateur et qui ne dépiste ni les lésions des branches artérielles collatérales. Il est aussi très difficile de faire un doppler sur un membre contus et douloureux.

Après 5 ans, l'artériographie est l'examen de référence. Elle n'est cependant indiquée qu'en cas de forte suspicion de lésion artérielle car son risque iatrogène est plus élevé que chez l'adulte. L'artériographie est souvent réalisée sous anesthésie générale, éventuellement en peropératoire une fois l'hémostase réalisée, afin de préciser la topographie de la lésion artérielle et l'état du lit artériel d'aval. Enfin, elle permet, une fois la revascularisation artérielle terminée, de contrôler cette dernière et la qualité du lit d'aval. Elle ouvre aussi la voie aux techniques endovasculaires qui peuvent être associées à une réparation chirurgicale classique en permettant par exemple une hémostase temporaire à l'aide d'un cathéter à ballonnet [34], la mise en

# TRAUMATISMES VASCULAIRES DES MEMBRRES CHEZ L'ENFANT

## Expérience du service de chirurgie vasculaire de FES

place d'une endoprothèse couverte ou une hémostase par embolisation.

Actuellement l'angioscanner commence à prendre sa place grâce à l'introduction des machines multi-barettes, il est devenu l'examen de choix dans la détection des lésions pauci symptomatique et a servi à la diminution du nombre d'explorations chirurgicales blanches. Il est essentiel en cas de polytraumatisme, de plus en plus utilisé, en pathologie traumatique, car il permet non seulement de faire une évaluation vasculaire, mais aussi d'apprécier l'état des tissus mous et des organes adjacents [35].

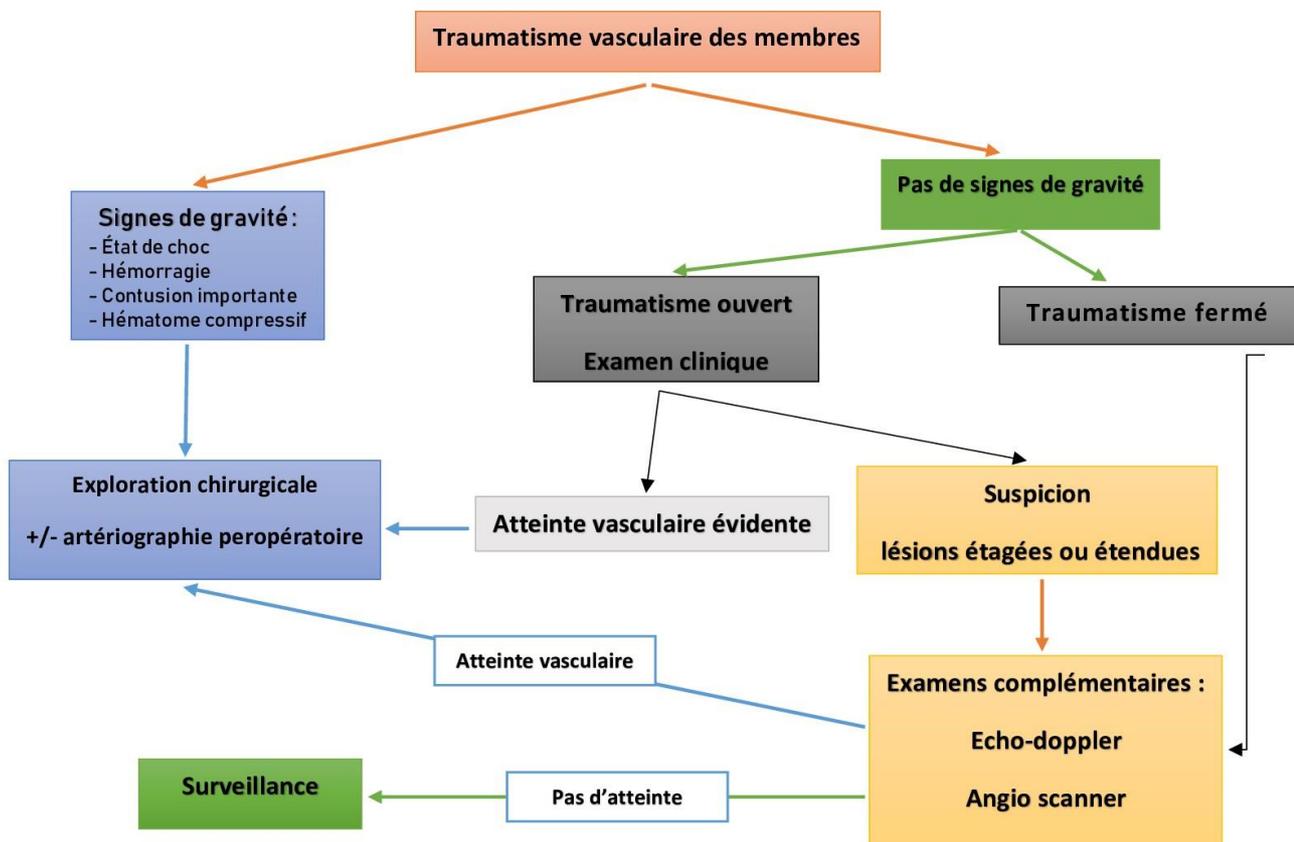


Figure.8: Arbre décisionnel. Prise en charge d'un traumatisme vasculaire des membres chez l'enfant :

Les délais et la PEC pré hospitalière sont 2 facteurs sont fondamentaux et interdépendants, tout retard affecte directement le pronostic fonctionnel et même vital en cas de traumatisme grave.

Il comporte le délai entre la survenue du traumatisme et le premier contact médical (arrivée des secours), puis entre celui-ci et l'admission au centre de soins spécialisés, puis le délai entre l'admission et le moment de la revascularisation.

La phase préhospitalière consiste en une évaluation rapide et précise de l'état de blessé ainsi qu'à sa stabilisation. Ce premier bilan lésionnel permet l'orientation rapide de blessé.

Dans les pays développés, la prise en charge initiale se fait en préhospitalier grâce au service d'aide médicale urgente (SAMU et SAMUR) ce qui a permis une amélioration de la prise en charge et le transport des traumatisés. Malheureusement au Maroc, il n'existe pas encore de réseau de SAMU suffisamment efficace afin d'assurer un premier contact médical rapide et les patients admis aux urgences ne reçoivent en général leurs premiers soins qu'à ce moment-là. Et la distribution inégale de centres spécialisés dans nos régions contraint les patients à se référer au centre le plus proche qui peut se situer parfois jusqu'à 500 Kms.

**Principes de la PEC :** chez ces blessés qui sont polytraumatisés, la priorité du traitement sera évidemment la survie du malade, puis la préservation du membre [36]. La prise en charge dépend de l'importance du traumatisme vasculaire et comprendra une réanimation avec maintien d'une hémostase efficace et correction rapide de l'hypovolémie. L'examen clinique sera aussi complet que possible afin de préciser la lésion artérielle en cause, sa topographie et la gravité de l'ischémie du membre.

L'hémostase provisoire est réalisée par compression manuelle. Les tentatives d'hémostase avec un clamp mis à l'aveugle sont souvent inefficaces. Elles peuvent aussi aggraver les lésions artérielles et doivent être évitées en dehors des cas où les pédicules vasculaires sont bien vus. La compression est maintenue jusqu'à ce que le contrôle artériel soit fait en salle d'opération. L'utilisation d'un cathéter à ballonnet ou d'une sonde de Foley peut être très utile pour le contrôle initial d'une hémorragie extériorisée [37]. Elle est particulièrement indiquée pour les plaies de la région sus-claviculaire et axillaire où la compression manuelle est rarement possible. Le contrôle par garrot est à proscrire car il aggrave l'ischémie en interrompant la collatéralité artérielle et la circulation veineuse. La réanimation comprendra aussi le traitement de l'hypothermie éventuelle, de l'acidose et la prévention des troubles de la coagulation. En cas d'ischémie artérielle, l'alcalinisation est commencée le plus tôt possible par perfusion intraveineuse d'une solution de bicarbonate de sodium associée à la rééquilibration hydroélectrolytique en corrigeant l'hyperkaliémie et en maintenant une diurèse suffisante. L'antibioprophylaxie sera systématique avec une antibiothérapie à large spectre en cas de plaie souillée. Dans certains traumatismes particulièrement sévères avec contusion musculaire importante, écrasement et nécrose, il faut agir avec bon sens et savoir prendre rapidement la décision d'une amputation de nécessité vitale. A ce moment, La problématique de la décision thérapeutique reste entière. Certaines écoles reviennent à l'utilisation d'un score pronostique utile à la décision thérapeutique comme Le score Mangled Extremity Severity Score (MESS), mais en pratique, tous ces scores ne peuvent pas remplacer la confrontation multidisciplinaire faisant intervenir, au bloc opératoire, un réanimateur, un orthopédiste, un chirurgien vasculaire et un chirurgien compétent en chirurgie reconstructrice. En cas de lésion hémorragique associée abdominale ou thoracique, la revascularisation du membre risque d'être

différée de plusieurs heures, l'idéal, dans ces cas, est la mise en place d'un shunt artériel temporaire pour limiter le temps d'ischémie du membre. Dès que le contrôle artériel est obtenu, l'anticoagulation générale par injection intraveineuse d'héparine est souhaitable et sera associée à l'injection locale d'héparine au niveau du segment artériel distal.

Au bloc opératoire : Le champ opératoire doit intéresser la totalité du membre qui est préparé avec un badigeonnage iodé et recouvert par un film adhésif qui permet une totale liberté de mobilisation du membre. Le champ opératoire doit dans tous les cas prévoir un prélèvement veineux saphène aux deux membres inférieurs. La voie d'abord choisie doit exposer le pédicule vasculaire de façon anatomique en utilisant si possible une incision électorique classique qui donne un accès rapide sur l'axe artériel en évitant d'utiliser les plaies cutanées contuses dues au traumatisme.

En cas de lésions ostéoarticulaires associées qui sont particulièrement fréquentes lors des lésions de l'artère brachiale et de l'artère poplitée. Ces traumatismes ostéovasculaires posent le problème de la séquence des réparations ostéoligamentaires et de la restauration artérielle. Deux attitudes sont possibles.

- La plupart des auteurs préfèrent réaliser la réduction et la stabilisation des foyers osseux avant la revascularisation pour éviter toute mobilisation secondaire qui pourrait compromettre la perméabilité de la revascularisation artérielle.
- Certains auteurs donnent la priorité absolue à la revascularisation artérielle. Ils réalisent simplement l'alignement du foyer de fracture ou la réduction de la luxation pour intervenir immédiatement sur l'axe artériel et veineux, le traitement des lésions ostéoarticulaires est réalisé après la revascularisation en présence du chirurgien vasculaire. Cette deuxième attitude comporte un

risque d'arrachement secondaire du pontage.

Dans notre expérience ; Il n'y a pas d'attitude qui convienne à tous les cas. La fixation préalable des fragments osseux est logique si elle n'entraîne pas de délais trop importants pour la revascularisation. Il est certain que si le malade est vu plusieurs heures après le traumatisme avec un membre déjà ischémique, il est préférable de réaliser la revascularisation dans un premier temps suivie par la fixation osseuse. Dans ce cas, il est important d'essayer de réduire provisoirement la fracture ou de prévoir un excès de longueur pour le greffon saphène. De toute façon, le chirurgien vasculaire devra assister au temps orthopédique pour s'assurer du fonctionnement correct de la revascularisation à la fin de celui-ci.

Pour les modalités de la réparation artérielle, Les techniques chirurgicales sont les mêmes que pour les adultes, auxquels s'ajoutent d'autres défis : petit calibre- spasme- croissance.

La technique de restauration vasculaire chez l'enfant sera si possible une réparation directe ou une résection segmentaire avec une anastomose terminoterminal. Un pontage ne doit être réalisé qu'en cas de lésions artérielles étendues. Il conviendra alors d'utiliser un matériel autogène comme la grande veine saphène. L'utilisation d'un matériel prothétique n'est à envisager qu'en dernier recours. L'utilisation des clamps vasculaires classiques doit être évitée et remplacée par des clamps de microchirurgie ou par des cathéters à ballonnet. Au cours de la réalisation de ces revascularisations, les anastomoses doivent être spatulées. La taille de l'artériotomie doit être le double du diamètre de l'artère. Toute suture doit être effectuée sous loupes binoculaires. L'utilisation des points séparés est préférable afin de tenir compte de la croissance du membre et des artères. Le prélèvement veineux doit se faire de façon atraumatique en conservant le greffon dans du sang hépariné à

température ambiante. Le spasme peut être prévenu par application locale de vasodilatateurs [29].

La suture artérielle doit être faite en tissu artériel sain, en réséquant la paroi artérielle contuse et sans tension. La libération de l'artère de part et d'autre de la lésion permet souvent de gagner de la longueur, mais ne doit pas supprimer des collatérales importantes. La suture artérielle et le pontage doivent être recouverts par un tissu viable non contus. Ce recouvrement est facile dans les traumatismes fermés des membres. Le problème est beaucoup plus difficile dans certains traumatismes ouverts des membres associés à des nécroses étendues des parties molles à haut risque septique. Dans ces circonstances difficiles, le recours aux pontages extra-anatomiques est indispensable. Dans quelques cas, il faudra recourir à des techniques de recouvrement du pontage par transplant musculaire libre ou pédiculé.

La suture latérale est possible dans certaines plaies latérales après vérification de l'intima de part et d'autre de la plaie. La suture directe d'une plaie longitudinale entraîne toujours une sténose relative qui est tolérable sur une artère de plus de 10 mm de diamètre. Elle est, en revanche, dangereuse sur une artère de petit diamètre qui nécessite habituellement l'utilisation d'un patch veineux d'élargissement.

La suture terminoterminal est la technique idéale en cas de section traumatique complète de l'artère. Elle n'est réalisable que si la perte de substance après recoupe s'avère compatible avec un rapprochement sans tension. Les limites sont de 25 mm pour l'artère brachiale ou fémorale superficielle et de 10 mm pour les artères de jambe et de l'avant-bras. Ce rapprochement nécessite parfois la section des collatérales de petit diamètre. La recoupe en biseau de l'artère évite à ce niveau les sténoses anastomotiques.

Pontage en position « anatomique » en veine saphène interne inversée entre les

deux extrémités artérielles est la meilleure technique de revascularisation lorsque la perte de substance est importante. C'est une technique fiable adaptée au traitement des contusions artérielles étendues.

Pontage en position « extra-anatomique » est réalisé dans les traumatismes associés à une contusion tissulaire étendue où il existe après parage un défaut de recouvrement de la revascularisation artérielle avec un risque septique majeur. Dans ces cas, le pontage extra-anatomique sera tunnellisé en zone saine et couvert par des tissus sains.

Les lésions veineuses tronculaires associées sont rencontrées dans 40 % des traumatismes artériels, et prédominent au niveau poplité [38]. La plaie veineuse peut être inapparente au départ et ne se démasquer qu'après déclampage de la revascularisation artérielle. La ligature veineuse peut compromettre la perméabilité de la restauration artérielle par un mécanisme voisin de celui observé dans la phlegmatia caerulea. Il est essentiel d'en tenir compte au niveau des membres inférieurs et en particulier au niveau de la veine fémorale commune et de la veine poplitée qui doivent impérativement être réparées. La réparation veineuse obéit aux mêmes principes que la revascularisation artérielle (suture latérale, résection-anastomose ou interposition saphène).

Les aponévrotomies ont pour objet d'ouvrir les loges ostéofibreuses inextensibles de l'avant-bras et de la jambe. Dans ces loges, l'œdème traumatique, ischémique ou veineux entraîne une augmentation de la pression tissulaire qui, lorsqu'elle devient égale à la pression capillaire, interrompt le flux artériel, aggrave l'ischémie et aboutit à une nécrose musculaire. Les études de Matsen [39] ont fixé à 45 mmHg cette pression critique. L'aponévrotomie entraîne une hernie immédiate du muscle dans la brèche aponévrotique avec une chute rapide de la pression dans la loge

## TRAUMATISMES VASCULAIRES DES MEMBRRES CHEZ L'ENFANT

### Expérience du service de chirurgie vasculaire de FES

et la récupération de la fonction neuromusculaire. La décision de faire des aponévrotomies est prise le plus souvent sur des arguments cliniques.

Les lésions nerveuses traumatiques relèvent d'un mécanisme de contusion et d'élongation avec arrachement. Leur fréquence est variable et ces traumatismes nerveux sont particulièrement fréquents aux membres supérieurs et particulièrement au niveau de l'artère subclavière et de l'artère axillaire. Ces lésions neurologiques conditionnent le pronostic fonctionnel. Leur existence est un élément de pronostic défavorable. La récupération qui sous-entend la restauration de la continuité nerveuse est toujours longue et la plus souvent incomplète. Malgré les progrès de la microchirurgie qui peut être réalisée secondairement, le pronostic des élongations et des arrachements du plexus brachial demeure mauvais.

**Tableau 9 : Comparatif des différents types d'interventions selon les séries.**

	DEBEUGNY [9]	Evan s[8]	Kirkilas [15]	Jaipuria [10]	Filali [7]	Notre série
S. directe +/- MAP	46 %	-	25 %	55%	6 %	35%
Anastomos e T-T	-	53%	-	-	13 %	25%
Pontage	17 %	15%	40 %	35%	33 %	35%
Ligature	28 %	20 %	-	11%	26,6%	5%
Amputation primaire	1 %	1 %	4 %	7,0%	13 %	Exclu

La surveillance postopératoire par échodoppler est indispensable afin de dépister la survenue de complications précoces pouvant compromettre la revascularisation et la croissance du membre qui sera mesurée par examen radiologique annuel. Les résultats des revascularisations artérielles de l'enfant sont en général bons. Cardneau et al. [40] ont retrouvé des taux de perméabilité primaire de 93 % à 10 ans pour les greffons veineux.

## Conclusion

La diversité des circonstances étiologiques des traumatismes vasculaires des membres est importante. La contusion tissulaire et la sévérité de l'ischémie sont encore aujourd'hui responsables de certains échecs des revascularisations des traumatismes graves des membres. La qualité de la chirurgie artérielle et de son recouvrement tissulaire conditionne en effet le résultat thérapeutique. La surveillance de la nécrose musculaire et son traitement devraient permettre de limiter les amputations secondaires, Chez l'enfant, le pronostic fonctionnel d'un membre revascularisé étant, malgré les séquelles, souvent meilleur que celui d'une amputation.

## REFERENCES

- [1] Rich NM, Baugh JH, Hughes CW. Acute arterial injuries in Vietnam: 1 000 cases. J Trauma 1970;10:359-69.
- [2] Traumatismes vasculaires des membres J.-B. Ricco, G. Fébrer, © 2006 Elsevier Masson SAS.
- [3] Shaker I.J, White J.J, Signer R.D, Golladay E.S, Haller J.A. Special problems of vascular injuries in children J. Trauma 1976 ; 16 : 863-867
- [4] Jaffe D, Wesson D. Emergency management of blunt Trauma in Children. The New England Journal of Medicine 1991; 324:1477-1482.
- [5] Alnot JY. Traumatic paralysis of the brachial plexus in the adult. I. Lesions and their mechanism. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 1977;63:39-43.
- [6] Barmparas G, Inaba K, Talving P, David JS, Lam L, Plurad D, Green D, Demetriades D. Pediatric vs adult vascular trauma: a National Trauma Databank review. J Pediatr Surg. 2010;45(7):1404-12. PMID: 20638516
- [7] THESE PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 21/04/2017 PAR Mlle. FILALI ANSARY Meryem Née le 12 Février 1991 à Meknès.
- [8] WILLIAM E EVANS, DENIS R KING, JAMES P HAYES Traumatismes artériels de l'enfant: diagnostic et traitement. Annales de chirurgie vasculaire, volume 2, N°3, 1988 : 268-270
- [9] DEBEUGNY P, CANARELLI J.P, BONNEVALLE M, LAPASSE L, LUCK H, HUILLET P, BOBOYONO L Traumatismes vasculaires chez l'enfant à propos de 94 observations. Chirpédiatr 1990, 31, 207-216.

## TRAUMATISMES VASCULAIRES DES MEMBRRES CHEZ L'ENFANT

### Expérience du service de chirurgie vasculaire de FES

---

- [10] Jaipuria J, Sagar S, Singhal M, et al. Paediatric extremity vascular injuries – experience from a large urban trauma centre in India. *Injury*. Jan 2014;45(1):176–182.
- [11] M. LACHHAB, H. ZERHOUNI, A. BOUHOUCHE, F. ETTAYEBI, M. BENHAMMOU. Les traumatismes vasculaires des membres chez l'enfant à propos de 30 cas *Medecine de Maghreb* 2000. N° 114.
- [12] LES TRAUMATISMES VASCULAIRES DES MEMBRRES CHEZ L'ENFANT ET L'ADOLESCENT (A propos de 08 cas) THESE PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 27/02/2015 PAR Né le 30 Janvier 1988 à Oujda M. GUEZAR MOHAMMED.
- [13] De Virgilio C, Mercado PD, Arnell T, et al.: Noniatrogenic pediatric vascular trauma:
- [14] Shah SR, Wearden PD, Gaines BA. Pediatric peripheral vascular injuries: a review of our experience. *J Surg Res*. 2009;153(1):162–6. PMID: 18541266.
- [15] Outcomes of Arterial Vascular Extremity Trauma in Pediatric Patients Mary Kirkilas, David M. Notrica, Crystal S. Langlais, Jared T. Muenzer, Jozef Zoldos, Kathleen Graziano
- [16] Lin PH, Dodson TF, Bush RL, Weiss VJ, Conklin BS, Chen C, et al. Surgical intervention for complications caused by femoral artery catheterization in pediatric patients. *J Vasc Surg* 2001;34:1071–8.
- [17] Eren N, Ozgen G, Ener BK, Solak H, Furtun K. Peripheral vascular injuries in children. *J Pediatr Surg* 1991;26:1164–8.
- [18] Mills RP, Robbs JV. Paediatric arterial injury: management options at the time of injury. *J R Coll Surg Edinb* 1991;36:13–7
- [19] Eren N, Ozgen G, Ener BK, Solak H, Furtun K. Peripheral vascular injuries in Children *Journal of Pediatric Surgery*. Oct 1991; 26 (10): 1164–1166

- [20] Perry MO. Complications of missed arterial injuries. *J Vasc Surg* 1993; 17:399–407.
- [21] Toursarkissian B, Allen BT, Petrinesc D, Thompson RW, Rubin BG, Reilly JM, et al. Spontaneous closure of selected iatrogenic pseudoaneurysms and arteriovenous fistulae. *J Vasc Surg* 1997;25: 803–9.
- [22] Melliere D, Durame F, Becquemin J. Fistule artério-veineuse posttraumatique des membres. In: Kieffer E, editor. *Traumatismes artériels*. Paris: AERCv; 1995. p. 293–303.
- [23] Traumatismes vasculaires des membres : techniques chirurgicales et endovasculaires – 21/01/14. Ricco <sup>a</sup>: Professeur des Universités, chirurgien des Hôpitaux, chef de service, F. Schneider, Maître de Conférence des Universités, chirurgien des Hôpitaux <sup>a</sup>
- [24] Goldman MH, Kent S, Schaumburg E. Brachial artery injuries associated with posterior elbow dislocation. *Surg Gynecol Obstet* 1987; 164:95–7
- [25] A. Dua et al. (eds.), *Clinical Review of Vascular Trauma*, 331 DOI 10.1007/978-3-642-39100-2\_26, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014.
- [26 ] Mommsen P, Zeckey C, Hildebrand F, et al. Traumatic extremity arterial injury in children: epidemiology, diagnostics, treatment and prognostic value of Mangled Extremity Severity Score. *Journal of orthopaedic surgery and research*. 2010;5:25.
- [27] Graham JM, Feliciano DV, Mattox KL, Beall Jr. AC, DeBakey ME. Management of subclavian vascular injuries. *J Trauma* 1980;20:537– 44.
- [28] Hamza J, Berg A. L'Enfant Polytraumatisé. *Cahiers d'Anesthésiologie* 1994 ; 42, n°4 :505 516.
- [29] Bergqvist D, Westman B. Traumatismes artériels de l'enfant. In: Kieffer E, editor. *Traumatismes artériels*. Paris: AERCv; 1995. p. 81–94.

- [30] Dalsing MC, Cikrit DF, Sawchuk AP. Open surgical repair of children less than 13 years old with lower extremity vascular injury. *J Vasc Surg* 2005;41:983-7.
- [31] de Virgilio C, Mercado PD, Arnell T, Donayre C, Bongard F, White R. Noniatrogenic pediatric vascular trauma: a ten-year experience at a level I trauma center. *Am Surg* 1997;63:781-4.
- [32] Dennis JW, Frykberg ER, Veldenz HC, Huffman S, Menawat SS. Validation of nonoperative management of occult vascular injuries and accuracy of physical examination alone in penetrating extremity trauma: 5- to 10-year follow-up. *J Trauma* 1998;44:243-53.
- [33] Knudson MM, Lewis FR, Atkinson K, Neuhaus A. The role of duplex ultrasound arterial imaging in patients with penetrating extremity trauma. *Arch Surg* 1993;128:1033-8.
- [34] Feliciano DV, Burch JM, Mattox KL, Bitondo CG, Fields G. Balloon catheter tamponade in cardiovascular wounds. *Am J Surg* 1990;160: 583-7.
- [35] Bryan R.F., Stephan W.A., Soto J.A. CT Angiography of Extremity Trauma. *Tech Vasc Interventional Rad* 9 : 156-166. 2006.
- [36] Rich NM, Mattox KL, Hirshberg A. *Vascular trauma*. Philadelphia: Elsevier-Saunders; 2004.
- [37] Feliciano DV, Burch JM, Mattox KL, Bitondo CG, Fields G. Balloon catheter tamponade in cardiovascular wounds. *Am J Surg* 1990;160: 583-7.
- [38] Rich NM. Principles and indications for primary venous repair. *Surgery* 1982;91:492-6.
- [39] Matsen 3rd FA. Compartmental syndrome. An unified concept. *Clin Orthop Relat Res* 1975;113:8-14.

- [40] Cardneau JD, Henke PK, Upchurch Jr. GR, Wakefield TW, Graham LM, Jacobs LA, et al. Efficacy and durability of autogenous saphenous vein conduits for lower extremity arterial reconstructions in preadolescent children. *J Vasc Surg* 2001;34:34-40.