

TRAUMATOLOGIE DE L'ENFANT : EPIDEMIOLOGIE ET PRISE EN CHARGE

Gilles ORLIAGUET

*Département d'Anesthésie et SAMU de Paris
Hôpital Necker-Enfants Malades - 75743 PARIS*

1. INTRODUCTION

Les traumatismes de l'enfant ne représentent qu'environ 14 % de l'ensemble des traumatismes. Les traumatismes fermés représentent plus de 90 % des cas, et un traumatisme crânien (TC) est retrouvé dans environ 90 % des cas, soit isolé soit en association avec d'autres lésions extra crâniennes, s'intégrant alors dans un polytraumatisme ^{1,2}. Les traumatismes graves de l'enfant représentent le tiers de la mortalité infantile, et la première cause de décès après 1 an ³. Cette mortalité post-traumatique est habituellement répartie en mortalité immédiate, précoce et tardive. La mortalité immédiate (50 % des décès) se produit sur les lieux même de l'accident, et est en rapport le plus souvent avec des lésions cérébrales ou cardio-vasculaires au-delà de toute ressource thérapeutique. La mortalité tardive (20 % des décès), qui apparaît dans les jours ou semaines suivant l'accident, est en général liée à des problèmes infectieux ou au syndrome de défaillance multiviscérale. La mortalité précoce (30 % des décès) survient dans les premières heures après l'accident, et inclut les décès qualifiés "d'évitables" ⁴. Ces derniers sont habituellement liés à : une détresse respiratoire aiguë non traitée, une lésion hémorragique traitée trop tardivement, ou à une aggravation secondaire de lésions cérébrales ⁴. La prise en charge a pour objectif de détecter et de traiter en urgence les détresses vitales mettant en jeu le pronostic immédiat et doit donc permettre de limiter cette mortalité précoce. L'expérience accumulée chez les adultes polytraumatisés a montré que les meilleures chances de survie étaient obtenues lorsque ces patients bénéficiaient des soins optimaux dans les premières heures après l'accident. Il en est de même pour les enfants polytraumatisés ^{5,6}. Cet exposé va s'attacher à exposer des données épidémiologiques et les grands principes de prise en charge des traumatismes graves de l'enfant.

2. LESIONS TRAUMATIQUES

2.1. Lésions crâniennes

Les TC sont très fréquents chez l'enfant (90 % des cas) et représentent la première cause de mortalité et de handicap sévère, même si leur pronostic est meilleur que chez l'adulte ⁷. Celui-ci est influencé par de nombreux facteurs, dont les agressions cérébrales secondaires d'origine systémiques (ACSOS). La présence d'une hypoxie et/ou d'une hypotension artérielle, ACSOS les plus souvent observées chez l'enfant traumatisé grave, dès la phase préhospitalière ou pendant les 24 premières heures est corrélée à un mauvais pronostic neurologique à distance,

et augmente la mortalité traumatique^{8,9}. Comparativement à l'adulte, l'enfant présente moins d'hématome intracrânien, et plus d'hypertension intracrânienne (HIC). Cette HIC est habituellement secondaire à la lésion la plus fréquemment observée chez l'enfant qui est le gonflement cérébral diffus ("brain swelling").

2.2. Lésions Thoraciques

Les traumatismes du thorax sont également très fréquents chez l'enfant polytraumatisé, pouvant être retrouvés dans près de 50 % des cas³. La plus grande compliance de la cage thoracique de l'enfant explique la moindre fréquence des fractures de côtes, mais lorsqu'elles surviennent, elles sont en général multiples. Les lésions les plus souvent retrouvées sont, par fréquence décroissante : la contusion pulmonaire, le pneumothorax, l'hémithorax et les fractures de côtes. Par contre, le volet thoracique est une éventualité très rare chez l'enfant, de même que les lésions du cœur et des gros vaisseaux.

2.3. Lésions Abdominales

Les traumatismes fermés de l'abdomen, même s'ils sont moins fréquents que les traumatismes crâniens, des membres ou du thorax, représentent la seconde cause de décès évitables. Actuellement, l'attitude devant un traumatisme fermé de l'abdomen, en particulier en cas de lésion splénique, hépatique, rénale ou pelvienne est de plus en plus conservatrice "non opératoire"¹⁰. Cette stratégie, qui nécessite que les signes vitaux et l'hémoglobine soient stables, repose sur une surveillance clinique intensive associée à des examens d'imagerie (échographie abdominale surtout) afin de bien suivre l'évolution.

2.4. Lésions du Rachis

Les lésions du rachis sont rares chez l'enfant, représentant moins de 5 % de l'ensemble des traumatismes du rachis, mais leur pronostic est mauvais, avec environ 60 % de mortalité, en particulier à la phase aiguë¹¹. Chez l'enfant, les lésions prédominent habituellement au niveau cervical (C1-C2), surtout chez le petit enfant, puis au niveau du rachis dorsal (D10). Les particularités anatomiques et biomécaniques du rachis de l'enfant expliquent que plus de 30 % des enfants présentant une lésion médullaire n'ont pas d'anomalies radiologiques associées (SIWORA : Spinal Injury Without Radiological Abnormalities)¹².

2.5. Lésions Osseuses

Ce sont des lésions fréquentes, qui ne mettent que très rarement en jeu le pronostic vital, mais qui ne doivent pas être négligées à la phase aiguë, pour ne pas compromettre le pronostic fonctionnel à distance.

3. PRISE EN CHARGE DE L'ENFANT TRAUMATISÉ GRAVE

La prise en charge d'un enfant atteint d'un traumatisme grave ou potentiellement grave, qu'elle soit débutée en dehors ou à l'hôpital, doit toujours commencer par la recherche, l'évaluation et le traitement des détresses vitales immédiates. Elle ne s'improvise pas et nécessite une équipe rodée fonctionnant suivant un protocole bien établi^{13,14}.

3.1. Evaluation de la Cinétique de l'Accident

Les lésions engendrées dépendent étroitement du mécanisme lésionnel. La première étape de l'évaluation de l'enfant est une analyse aussi précise que possible du mécanisme de l'accident. Des critères de gravité simples, employés sur le terrain, permettent de reconnaître les patients à haut risque et d'effectuer un premier tri¹⁵. Ces facteurs concernent :

- ☛ la cinétique de l'accident : piéton renversé, chute > 3 m, accident de la voie publique à grande vitesse, traumatisme pénétrant ou écrasement ;
- ☛ les circonstances associées : incarceration prolongée, projection, éjection pour un passager de VL, autres blessés graves (voire décès) dans l'accident, explosion ou feu associés ;
- ☛ les lésions prédominantes : TC avec coma d'emblée, lésions multiples, lésion médullaire avec déficit neurologique.

L'existence d'un ou plusieurs de ces facteurs doit déclencher une prise en charge par une équipe préhospitalière médicalisée². Il est souhaitable d'envisager, chaque fois que possible, le transport primaire de ces enfants vers un centre de traumatologie idéalement pédiatrique, permettant une exploration et un traitement en un temps^{5,16,17}.

Comme pour tout traumatisme grave, l'évaluation clinique s'attachera ensuite à reconnaître et à traiter les 3 principales détresses vitales : respiratoire, circulatoire et neurologique, dans cet ordre.

3.2. Détresse Respiratoire

La détresse respiratoire est très fréquente chez l'enfant traumatisé grave. L'obstruction des voies aériennes supérieures (VAS) non diagnostiquée ou mal traitée en est la principale cause, favorisée par les particularités anatomiques des voies aériennes de l'enfant. Les autres causes sont superposables à celles retrouvées chez l'adulte : hém- et/ou pneumothorax, lésions pariétales (fractures de côtes plutôt rares), contusion pulmonaire (fréquente), coma, état de choc (surtout hémorragique). Une autre cause de détresse respiratoire, assez particulière à l'enfant, est celle consécutive à la dilatation gastrique, majorée par les cris ou la ventilation au masque et dont le traitement repose sur la pose d'une sonde orogastrique.

La prise en charge de la détresse respiratoire de l'enfant repose sur des principes simples. Le premier geste consiste à assurer la liberté des VAS. L'administration d'oxygène est systématique chez tout enfant atteint d'un traumatisme grave. Néanmoins, l'intubation oro-trachéale reste le plus sûr moyen d'assurer la protection des voies aériennes¹⁸. Ses indications sont très larges chez l'enfant polytraumatisé, en particulier s'il est incapable de maintenir une ventilation efficace ou en cas d'état de choc, si le Pediatric Trauma Score (PTS) est inférieur à 8 (Tableau 1)¹⁹ ou le Glasgow Coma Score (GCS) inférieur ou égal à 8 (Tableau 2)²⁰. Tout traumatisé grave étant considéré comme un patient à estomac plein, une induction à séquence rapide (ISR), avec manœuvre de Sellick, utilisant un hypnotique (étomidate chez le plus de 2 ans et kétamine chez les moins de 2 ans) et un curare dépolarisant (suxaméthonium) est recommandée¹⁸. La stabilisation axiale en ligne du rachis cervical est systématique du fait de la suspicion de traumatisme du rachis cervical chez tout enfant traumatisé crânien avec coma. Les contre-indications à l'ISR sont les suivantes : arrêt cardio-circulatoire, instabilité hémodynamique majeure et persistante, intubation difficile ou impossible prévisible, allergie connue ou suspectée aux agents utilisés.

En cas d'intubation difficile ou impossible sur le terrain, les techniques habituellement recommandées chez l'adulte restent valables, mais peuvent être difficile à mettre en œuvre.

Elles doivent viserprioritairement à assurer une oxygénation efficace à défaut d'assurer une ventilation efficace. Dans ce contexte, la ventilation au masque, la ponction percutanée de la membrane intercricothyroïdienne (cathlon de 14 G adapté à un embout de sonde d'intubation par une seringue de 2,5 ml) ou la pose d'un masque laryngé permettent l'oxygénation, mais assurer de protection des VAS.

En cas de pneumothorax compressif, complication redoutable pouvant mettre rapidement en jeu le pronostic vital, le geste salvateur consiste à réaliser une exsufflation à l'aide d'un gros cathéter veineux. Le drainage thoracique d'un pneumothorax ou d'un d'hémothorax n'est, sauf exception (ex : plaie pénétrante soufflante du thorax), à réaliser qu'après radiographie de thorax.

3.3. Détresse Circulatoire

3.3.1. Choc hémorragique

La principale de cause de détresse circulatoire chez l'enfant polytraumatisé est le choc hémorragique. Il est important d'évaluer correctement l'état hémodynamique, en gardant à l'esprit le fait que l'hypovolémie s'installe plus vite que chez l'adulte. Néanmoins, la chute de pression artérielle (PA) est plus tardive, grâce à une vasoconstriction plus efficace, en raison d'une meilleure réponse du système nerveux sympathique. Ainsi, la PA peut se maintenir jusqu'à une spoliation sanguine de 30 % du volume sanguin circulant²¹. Cependant, au-delà de la limite de compensation, la chute de PA est brutale, et l'arrêt cardiocirculatoire peut alors survenir très rapidement. La bradycardie paradoxale représente un signe de gravité majeur, annonçant un arrêt cardiocirculatoire imminent (Tableau 3). Les signes cliniques tels que tachypnée, tachycardie, troubles de conscience, allongement du pouls capillaire doivent être des signes d'alarme. Une évaluation fiable de l'état cardio-vasculaire repose sur une parfaite connaissance des valeurs normales de fréquence cardiaque et de pression artérielle en fonction de l'âge de l'enfant. La limite inférieure de la pression artérielle systolique normale peut être déterminée approximativement par la formule suivante : $70 + (2 \times \text{âge en années})$ ²².

Le traitement du choc hémorragique passe d'abord par le contrôle des hémorragies extériorisées. Il faut y associer un remplissage vasculaire rapide, débuté dès la mise en place d'un abord veineux périphérique. Chez le petit enfant, des cathéters de 22 à 20Gauges suffisent en général¹³. La veine fémorale est une très bonne voie d'abord en urgence chez l'enfant, par sa facilité d'accès et le peu de complications associées en urgence²³. La perfusion intraosseuse bénéficie actuellement d'un net regain d'intérêt, et certains la préconisent à la phase préhospitalière en cas d'échec de l'abord fémoral voire directement en situation de sauvetage. Elle permet aussi bien de réaliser une expansion volémique, que d'administrer les médicaments d'urgence²⁴.

En Europe, et en France en particulier, le choix du soluté de remplissage à utiliser en première intention se porte sur les colloïdes (20 ml/kg de colloïdes en 10 minutes, répété 2 fois si besoin)²⁵. Parmi les cristalloïdes, le Ringer-Lactate est le soluté de remplissage de référence. Celui-ci, hypotonique au plasma, est néanmoins contre-indiqué dans les traumatismes crâniens et médullaires, ou lorsqu'une hyperkaliémie est suspectée. Dans ces circonstances, le sérum salé isotonique est indiqué. De même, les solutés glucosés sont contre-indiqués en cas de TC. Le soluté salé hypertonique est intéressant, notamment en cas de traumatisme crânien¹⁷.

Lorsque l'hémorragie se poursuit, il peut devenir difficile de maintenir la PA à un niveau suffisant, malgré un remplissage vasculaire adapté, et c'est alors l'indication d'associer des adjuvants du remplissage, comme le pantalon antichoc (PAC), les amines vasopressives et la transfusion sanguine. Le PAC est disponible en différentes tailles pédiatriques et peut

s'appliquer à des enfants dont le poids est aussi petit que 20 kg. Les amines vasopressives, comme la noradrénaline, sont intéressantes pour passer un cap difficile associé à un risque important de désamorçage cardiaque. L'autotransfusion d'un hémithorax est possible sur le terrain, et a déjà été utilisée chez l'adulte dans ce contexte mais les données chez l'enfant sont limitées.

3.3.2. Autres causes de détresse circulatoire

Il peut exister d'autres causes plus rares de détresse circulatoire que le choc hémorragique, dont le traitement sera le plus souvent symptomatique. La tamponnade cardiaque, lorsqu'elle s'associe à une hypotension majeure avec risque d'arrêt cardiocirculatoire, peut faire poser l'indication d'une ponction péricardique en urgence, suivie à l'hôpital d'un drainage chirurgical. En cas de choc anaphylactique, il faut rechercher le produit en cause pour arrêter immédiatement son administration, et débiter l'adrénaline. Plus rarement, il pourra s'agir d'une détresse circulatoire d'origine neurologique (atteinte centrale des centres régulateurs de la PA, atteinte médullaire haute) ou secondaire à un épanchement pleural (pneumothorax surtout).

3.4 Détresse Neurologique

L'évaluation de la détresse neurologique doit toujours être réalisée après avoir traité une détresse respiratoire et circulatoire, car elles peuvent à elles seules être responsable d'une détresse neurologique. Bien entendu, le TC reste une cause majeure de détresse neurologique, et est très fréquent chez l'enfant traumatisé grave (plus de 90 % des cas)². L'évaluation de la détresse neurologique repose sur la recherche de signes de localisation, l'évaluation de la réactivité pupillaire, des réflexes du tronc, et le calcul du GCS utilisable chez l'enfant²⁰ (Tableau 2). La présence de signes de localisation doit faire immédiatement évoquer la possibilité d'un hématome intracrânien, en fait assez rare chez l'enfant. Un GCS inférieur ou égal à 8 indique un TC grave, et doit faire poser l'indication de l'intubation trachéale et de la ventilation mécanique. Les objectifs sont le maintien d'une normoxie et d'une normocapnie (volume courant de 8 ml/kg, fréquence respiratoire de 20 à 35 selon l'âge de l'enfant). Parmi les autres grands principes de prise en charge de la détresse neurologique, le maintien d'une PA suffisante pour obtenir une Pression de Perfusion Cérébrale (PPC = PAM - PIC) satisfaisante est primordial²⁶. En pratique, on s'efforcera de maintenir une pression artérielle systolique supérieure à $[70+(2 \times \text{âge en années})]$ mmHg. A l'hôpital, l'objectif sera de maintenir la PPC strictement au-dessus de 40 mmHg. Si l'on tient compte de l'âge, 40 mmHg est adapté aux nourrissons alors qu'il faut plutôt viser 60-65 mmHg chez les enfants plus âgés¹⁷.

Le traitement de toute crise comitiale est indispensable. D'autre part, le recours à la sédation (adapté à l'état hémodynamique, un échelle d'analgésie et une échelle de sédation de type COMFORT B scale) joue un rôle important pour parfaitement adapter l'enfant à son respirateur.

4. ORGANISATION

La prise en charge de l'enfant traumatisé grave nécessite une organisation préalable au sein d'une équipe multidisciplinaire. Elle se fait selon une séquence prédéterminée ne laissant aucune place au hasard, et il est donc important d'orienter l'enfant vers un centre spécialisé

^{5,6,17}. De nombreuses études ont montré que le pronostic des patients traumatisés était nettement amélioré quand ils étaient admis directement dans un centre spécialisé de traumatologie pédiatrique plutôt que dans l'hôpital de proximité, en diminuant de manière significative le nombre décès "évitable" ^{5,6,16,17}. En France, le développement des services d'aide médicale urgente a permis une amélioration de la prise en charge préhospitalière des polytraumatisés. Tout un système de scores a été élaboré pour permettre d'évaluer rapidement la sévérité du traumatisme. Les enfants totalisant un GCS ≤ 8 et/ou un PTS ≤ 7 doivent être traités dans des centres de traumatologie pédiatriques ²⁷. D'autre part, quels que soient les scores, les enfants victimes d'un traumatisme avec un mécanisme lésionnel à haute énergie cinétique doivent également être adressés vers un centre de traumatologie pédiatrique, pour y bénéficier du bilan systématique habituellement réalisé chez un enfant polytraumatisé. C'est ici que la notion d'un mécanisme lésionnel susceptible d'engendrer des lésions graves prend toute son importance.

5. CONCLUSION

La prise en charge de l'enfant traumatisé grave repose sur une stratégie dont les grands principes sont maintenant bien définis : reconnaître et traiter les détresses vitales immédiates, et déterminer les principales priorités thérapeutiques. Le but de cette prise en charge est de participer à la réduction du nombre des décès évitables et donc indus, et des séquelles liées au traitement trop tardif. Le principe élémentaire est d'assurer la continuité des soins depuis les lieux de l'accident jusqu'à l'hôpital, où une équipe multidisciplinaire pédiatrique entraînée poursuivra le traitement débuter en dehors de l'hôpital. À la sortie de l'hôpital, l'enfant devra être adressé dans un centre de rééducation pédiatrique spécialisé, dont le rôle est d'évaluer les éventuelles séquelles postraumatiques et de proposer une rééducation et un suivi personnalisé afin de favoriser une réinsertion familiale et scolaire la plus rapide possible.

Tableau 1 : Pediatric Trauma Score. Chaque item reçoit une cotation, dont la valeur va de -1 à +2. Le score total peut donc varier de -6 à +12, un score inférieur ou égal à 7 indique un traumatisme potentiellement grave ²⁷.

Items	+ 2	+ 1	- 1
Poids (kg)	> 20	10-20	< 10
Liberté des voies aériennes	Normale	Maintenue	Non maintenue
PA systolique (mmHg)	> 90	50-90	< 50
État neurologique	Normal	Obnubilation	Coma
Plaie	0	Minime	Majeure
Fracture	0	Fermée	Ouverte

Tableau 2 : Score de Glasgow et sa modification pédiatrique ²⁰.

Échelle adulte		Échelle pédiatrique (< 2ans)	
Ouverture des yeux :		- comme chez l'adulte	
- spontanée	4		
- au bruit	3		
- à la douleur	2		
- aucune	1		
Meilleure réponse verbale :			
- orientée	5	- mots habituels ou babillage	5
- confuse	4	- moins que d'habitude ou cri irritable	4
- mots inappropriés	3	- cris inappropriés	3
- sons incompréhensibles	2	- gémissements, geignements rares	2
- aucune	1	- aucune	1
Meilleure réponse motrice :			
- exécute les ordres	6	- ou mouvements spontanés normaux	6
- localise la douleur	5	- ou évitement à la palpation	5
- évite la douleur	4	- comme chez l'adulte	
- flexion anormale (décortication)	3	- "	
- extension anormale (décérébration)	2	- "	
- aucune	1	- "	

Tableau 3 : Signes cliniques d'hémorragie en fonction du volume de la perte sanguine chez l'enfant.

Signes cliniques	Pertes sanguines		
	< 20 %	25 %	40 %
Cardio-vasculaires	pouls filant tachycardie	pouls filant tachycardie	hypotension, tachy- voire bradycardie
Cutanés	peau froide pouls capillaire 2-3 s	extrémités froides cyanose	pâle froid
Rénaux	oligurie modérée	oligurie nette	anurie
Neuropsychiques	irritable, agressif	confusion, léthargie	coma

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Suominen P, Kivioja A, Ohman J, Korpela R, Rintala R, Olkkola KT: Severe and fatal childhood trauma. *Injury* 1998; 29: 425-30
2. Orliaguet GA, Meyer PG, Blanot S, Jarreau MM, Charron B, Buisson C, Carli PA: Predictive factors of outcome in severely traumatized children. *Anesth Analg* 1998; 87: 537-42
3. Mazurek A: Pediatric injury patterns. *Pediatric Trauma Anesthesia. Intern Anesthesiol Clin* 1994; 32: 11-25
4. Sharples PM, Storey A, Aynsley-Green A, al. e: Avoidable factors contributing to death of children with head injury. *Br Med J* 1990; 300: 87-91
5. Hall JR, Reyes HM, Meller JL, Loeff DS, Dembek R: The outcome for children with blunt trauma is best at a pediatric trauma center. *J Pediatr Surg* 1996; 31: 72-6; discussion 76-7
6. Harris BH: Management of multiple trauma. *Pediatr Clin North Am* 1985; 32: 175-181
7. Orliaguet G, Meyer P: Epidémiologie, physiopathologie et pronostic du traumatisme crânien chez l'enfant, *Médecine d'urgence*. Edited by Conseiller C. Paris, Elsevier, 1996, pp 87-98
8. Pigula FA, Wald SL, Shackford SR, Vane DW: The effect of hypotension and hypoxia on children with severe head injuries. *J Pediatr Surg* 1993; 28: 310-4; discussion 315-6
9. Kokoska ER, Smith GS, Pittman T, Weber TR: Early hypotension worsens neurological outcome in pediatric patients with moderately severe head trauma. *J Pediatr Surg* 1998; 33: 333-8
10. Mendez Gallart R, Gomez Tellado M, Rios Tallon J, Dargallo Carbonell T, Ramil Fraga C, Candal Alonso J: Blunt abdominal trauma. Nonoperative management. *Cir Pediatr* 1996; 9: 60-3
11. Meyer PG, Meyer F, Orliaguet G, Blanot S, Renier D, Carli P: Combined high cervical spine and brain stem injuries: a complex and devastating injury in children. *J Pediatr Surg* 2005; 40: 1637-42
12. Launay F, Leet AI, Sponseller PD: Pediatric spinal cord injury without radiographic abnormality: a meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res* 2005: 166-70
13. Jaffe D, Wesson D: Emergency management of blunt trauma in children. *N Engl J Med* 1991; 324: 1477-1482
14. Ramenowsky ML, Luterman A, Quinden E: Maximum survival in pediatric trauma: the ideal system. *J Trauma* 1984; 24: 818-823
15. Orliaguet G, Carli P: Prise en charge préhospitalière de l'enfant polytraumatisé. *Réanimation Soins Intensifs Médecine d'Urgence* 1995; 11: 222-229
16. Orliaguet G, Meyer P, Blanot S, Schmautz E, Charron B, Riou B, Carli P: Validity of applying TRISS analysis to paediatric blunt trauma patients managed in a French paediatric level I trauma centre. *Intensive Care Med* 2001; 27: 743-50
17. Adelson PD, Bratton SL, Carney NA, Chesnut R, du Coudray HEM, Goldstein B, Kochanek MP, Miller HC, Partington MD, Selden NR, Warden CR, Wright DW: Guidelines for the acute medical management of severe traumatic brain injury in infants, children, and adolescents. *Pediatr Crit Care Med* 2003; 4: S1-S75
18. Sfar : Conférence d'experts. Modalités de la sédation et/ou de l'analgésie en situation extrahospitalière (1999). *Ann Fr Anesth Réanim* 2000; 19: fi 56-62

19. Tepas JJd, Ramenofsky ML, Mollitt DL, Gans BM, DiScala C: The Pediatric Trauma Score as a predictor of injury severity: an objective assessment. *J Trauma* 1988; 28: 425-9
20. Simpson D, Reilly P: Paediatric coma scale. *Lancet* 1982; II: 450
21. Kisson N, Dreyer J, Walia M: Pediatric trauma: differences in pathophysiology, injury patterns and treatment compared with adult trauma. *Can Med Assoc J* 1990; 142: 27-34
22. De Bruin WJ, Greenwald BM, Notterman DA: Fluid resuscitation in pediatrics. *Crit Care Clin* 1992; 8: 423-38
23. Kanter RK, Zimmerman JJ, Strauss RH, Stoeckel KA: Pediatric emergency intravenous access. Evaluation of a protocol. *Am J Dis Child* 1986; 140: 132-4
24. Claudet I, Alberge C, Bloom MC, Lelong-Tissier MC: Voie intraosseuse chez l'enfant. *Ann Fr Anesth Réanim* 1999; 18: 313-318
25. Orliaguet G: Remplissage vasculaire en réanimation pédiatrique, Conférences d'actualisation 1997. Edited by C C. Paris, Elsevier, 1997, pp 619-632
26. Meyer P, Legros C, Orliaguet G: Critical care management of neurotrauma in children: new trends and perspectives. *Childs Nerv Syst* 1999; 15: 732-9
27. Tepas JJd, Mollitt DL, Talbert JL, Bryant M: The pediatric trauma score as a predictor of injury severity in the injured child. *J Pediatr Surg* 1987; 22: 14-8