

Réseaux de soins en traumatologie

Network for Severe Trauma Patients

P Bouzat [1], FX Ageron [2], F Thony [3], C Arvieux [4]

1. Pôle Anesthésie Réanimation - CHU de Grenoble - Université Grenoble Alpes, Grenoble.

2. Département de médecine d'urgence - CH d'Annecy-Genevois, Annecy.

3. Département de radiologie - CHU de Grenoble, Grenoble.

4. Département de chirurgie digestive et de l'urgence - CHU de Grenoble - Université de Grenoble Alpes, Grenoble.

Mots clés

- ◆ Trauma system
- ◆ Réseau de soins
- ◆ Traumatologie sévère

Points essentiels

Le concept de « trauma centre » et de réseau en traumatologie dénommé « trauma system » a émergé dans les années soixante aux États-Unis.

Les réseaux de soins sont basés sur le triage des blessés et l'orientation vers des hôpitaux spécialisés dans le domaine de la traumatologie.

Le triage des victimes de traumatisme sur le terrain repose sur l'évaluation de la gravité afin d'orienter les patients dans des trauma centres adaptés.

La désignation et la classification des centres hospitaliers en niveau en fonction de leurs ressources constituent le socle de ces organisations.

La valeur ajoutée d'un trauma system est de permettre l'accès à ressources hautement spécialisées pour les patients les plus graves.

Les réseaux de soins en traumatologie ont fait la preuve de leur efficacité en réduisant la mortalité consécutive aux traumatismes depuis trente ans.

Keywords

- ◆ Trauma system
- ◆ Network
- ◆ Severe trauma

Keypoints

The concept of trauma system was born in the sixties in the USA.

These systems are based upon adequate triage and direct admission of severe trauma patients to labeled trauma centers.

Triage depends on initial severity in the field to facilitate direct admission in the correct trauma center.

Classification of trauma center is the cornerstone of a trauma system.

Trauma system allows the most severe patients to be treated appropriately in dedicated trauma center to decrease in-hospital mortality.

La mortalité associée aux traumatismes graves et l'impact socio-économique des lésions consécutives à des blessures représentent un fléau mondial avec plus de deux millions de décès par an dans le monde (1). Dans les pays industrialisés, ils représentent la première cause de décès avant 45 ans. Aux États-Unis, on estime à 10 millions le nombre de patients par an porteur d'un handicap pour un coût annuel de 180 milliards de dollars. Ce problème majeur de santé publique représente un challenge pour l'organisation de nos systèmes de soins. Depuis plus un demi-siècle, les autorités sanitaires des pays industrialisés ont développé des systèmes de soins structurellement différents (2). La prise en charge initiale des traumatisés sur le lieu de l'accident et leur orientation vers un centre hospitalier adapté représentent le premier maillon de la chaîne de survie. Depuis une trentaine d'année, le triage pré-hospitalier est un élément essentiel de l'amélioration de la qualité des soins. Le développement de techniques chirurgicales et radiologiques en traumatologie a pour conséquence des ressources hospitalières de plus en plus spécialisés et en même temps plus rares, confirmant la nécessité d'une organisation précise des systèmes de soins. Le concept de « trauma

system » ou de réseaux régionaux de soins organisant de façon formelle l'orientation des traumatisés graves s'est imposé comme un standard dans les pays anglo-saxons. Il s'agit de faire un triage des patients à partir de leur évaluation sur les lieux de l'accident pour les orienter vers un centre hospitalier en capacité de traiter définitivement les lésions. L'objectif de cet article est de décrire le concept et l'efficacité attendue d'un trauma system.

Le concept de trauma system

Les différents conflits armés du vingtième siècle ont permis de réaliser des progrès dans la prise en charge des traumatisés. À la fin des années soixante, l'Académie des sciences américaine publie un rapport sur les traumatismes indiquant que la qualité des soins dispensée aux blessés dans les grandes agglomérations est inférieure aux soins en zone de combat pendant les guerres de Corée et du Vietnam. Les États-Unis décident d'adopter l'organisation militaire à la vie civile. Au Vietnam le temps d'évacuation des blessés, n'excé-

Correspondance :

Pr Pierre Bouzat

Pôle d'Anesthésie-Réanimation - CHU Grenoble Alpes - 38000 Grenoble.

Tel : 04 76 76 92 88 / Fax : 04 76 76 51 83 / E-mail : PBouzat@chu-grenoble.fr

Disponible en ligne sur www.acad-chirurgie.fr

1634-0647 - © 2017 Académie nationale de chirurgie. Tous droits réservés.

DOI : 10.14607/emem.2017.1.025

Création d'une agence chargée de la supervision et de la gestion administrative composée d'un comité administrative (gestion, financement, développement et vérification), et d'un comité médical (recommandations, protocole, audit). Validation des décisions par les autorités légales.
Désignation des Trauma centres de référence par l'agence (validation par l'autorité légale = administration de l'état)
Procédure de certification et de vérification des « trauma centres » selon les standards de l'American college (visite)
Processus de limitation du nombre de « trauma centre » dans une région donnée
Intégration des autres centres hospitaliers dans un système de soin inclusif
Obligation de participer à un réseau hospitalier avec un programme d'amélioration de la qualité (trauma plan)
Obligation de formation continue
Procédure de triage écrite afin d'éviter les admissions dans les centres non adaptés
Création de centre de réhabilitation
Investissement dans des programmes de prévention
Mise en place d'un système d'évaluation permanente de la qualité des soins (Registre)
Mise en place de plan catastrophe intégrant le préhospitalier et l'hospitalier
Développement de recherches dans les domaines de la prévention, de la qualité des soins et de la recherche clinique

Tableau 1. Principales caractéristiques d'un Trauma System américain.

daît pas 35 minutes, et l'environnement hostile des zones de combat rendait la médicalisation précoce des victimes inadaptees. Le système civil mise en place aux États-Unis reprend à son compte ce principe jugeant que le temps d'évacuation prime sur tout autre paramètre, et que l'accueil des blessés doit être réalisé dans un centre capable de traiter de façon définitive les lésions. Ce concept est conforté par l'inadéquation entre le nombre peu important de médecins et un territoire très vaste. En 1976, l'American College of Surgeon (ACS) édite un référentiel comprenant les critères de désignation des trauma centers, ainsi que son articulation au niveau régional avec la création de réseaux de soins appelés Trauma system. Cette organisation repose sur la classification des centres hospitaliers en fonction de leurs plateaux techniques, leur désignation officielle en tant que trauma centre et l'orientation directe des patients les plus graves vers ceux-ci (Tableau 1). Entre la fin des années 70 et le début des années 2000, la mise en place d'un trauma system dans chaque état américain fut progressive (3). De nombreux pays anglo-saxons décident d'adopter le concept de trauma system américain dans les années 90. En Europe, la médicalisation des soins pré-hospitaliers s'est imposée dans une grande partie des pays européens (4,5). Malgré l'opposition entre le « scoop and run » américain et le « stay and play » européen, la grande partie des pays européens ont construit des systèmes de soins de type trauma system reposant sur l'orientation vers des trauma centres spécialisés (6). Récemment, une évaluation européenne a été développée avec l'EuroTARN (7), incluant 14 pays européens dotés d'un trauma system avec la tenue d'un registre des traumatisés graves. Cette évaluation montre une forte variation de la mortalité entre les différents pays européens. En France, la prise en charge des traumatisés graves dans le cadre d'un réseau de soins n'est pas uniforme. Sur l'Île-de-France, le triage de ces patients repose uniquement sur une médicalisation préhospitalière (8). La région du Nord des Alpes françaises a adopté depuis des années une organisation de type trauma system avec le Réseau Nord Alpin des Urgences (RENAU) (9).

Soins pré-hospitaliers et évaluation de la gravité

La première étape d'une organisation formalisée des soins repose sur l'évaluation de la gravité des lésions traumatiques. Cette évaluation doit être la plus précoce possible afin d'anticiper les ressources hospitalières nécessaires et de traiter les détresses vitales sur les lieux de l'accident ou pendant le transport. Deux systèmes pré-hospitaliers s'opposent, celui de la médicalisation par des médecins spécialisé en médecine d'urgence en Europe, et celui de la paramédicalisation en Amérique du Nord. La comparaison entre les deux systèmes est difficile tant les contraintes géographiques et organisa-

tionnelles sont différentes. Toutefois, la médicalisation pré-hospitalière semble montrer une réduction de la mortalité de 30 % pour les traumatisés graves (10). L'utilisation d'hélicoptère médicalisé (Helicopter Emergency Medical Service : HEMS) a montré une augmentation de la survie de 15 % pour les traumatisés graves en Europe et aussi en Amérique du Nord (11).

Quel que soit le système pré-hospitalier, l'évaluation de la gravité repose sur l'analyse des paramètres physiologiques, de lésions anatomiques particulières, et des mécanismes responsables des blessures.

L'hypotension artérielle est un élément prédictif de la mortalité pour les traumatisés. Une pression artérielle systolique (PAS) en permanence inférieure à 90 mmHg définit l'état de choc, et est associée à un recours plus important à la chirurgie et à un décès précoce (12). Une PAS inférieure à 90 mmHg est considérée comme un critère physiologique de gravité dans de nombreux algorithmes de triage dont celui de l'ACS (13). Toutefois, une PAS supérieure à 90 mmHg ne doit pas exclure une gravité potentielle (14). Chez la personne âgée de plus de 65 ans une PAS inférieure à 110 mmHg est associée à une augmentation de la mortalité (15). La détresse respiratoire identifiée par une tachypnée (fréquence respiratoire (FR) supérieure à 29/min) ou à une bradypnée (FR inférieure à 10/min) est associée chez le traumatisé à une augmentation de la mortalité (16). Toutefois cette variable est souvent manquante. L'utilisation de la saturation pulsée en oxygène est une alternative avec un seuil à 90 % (17). L'état de conscience représente le troisième paramètre vital à évaluer sur les lieux de l'accident, grâce à l'échelle de Glasgow. Son association à la mortalité a été décrite depuis de nombreuses années (18). Une échelle de Glasgow inférieure ou égale à 13 est utilisée comme critère de triage (13).

L'évaluation de lésions anatomiques représente la deuxième étape de l'évaluation de la gravité. En cas de détresse vitale, elle permet de cibler les thérapeutiques immédiates à réaliser. De plus, cette évaluation permet de déterminer la gravité potentielle de certaines lésions. Ainsi les traumatismes pénétrants de la tête, du cou, du thorax, de l'abdomen et des racines des membres sont à considérer comme des éléments de gravité du fait de leur potentiel hémorragique. Les traumatismes vertébro-médullaires symptomatiques, les amputations des extrémités, les dégâtages et les ischémies de membres nécessitant des prises en charges spécialisées sont à prendre en compte. Les fractures du bassin présentent une augmentation de la mortalité et doivent être évaluées sur le terrain (19). La recherche d'une instabilité de la paroi thoracique ou d'un volet costal est aussi un élément important du triage (20).

En l'absence de critères physiologiques et anatomiques de gravité, l'évaluation doit prendre en compte le mécanisme lésionnel. Certains mécanismes, tels que les chutes de grande hauteur, l'éjection d'un occupant d'un véhicule, le choc laté-

Description d'un trauma centre de niveau I	
Description générale	Centre régional de référence le plus souvent dans une grande agglomération. Activité minimum annuelle de 1200 trauma graves ou 240 patients avec ISS >15 ou en moyenne 35 patients avec ISS > 15 par trauma team leader.
Ressources disponibles	<ul style="list-style-type: none"> • Chirurgien général certifié en trauma dans le service des urgences à l'arrivée du patient 24h/24 • Anesthésiste et infirmière anesthésiste 24h/24 • Bloc opératoire avec salle de réveil disponible 24h/24 avec personnel sur place • Radiologie conventionnelle, Echographie, Scanner, IRM, et radiologie vasculaire interventionnelle disponible 24h/24. Radiologue sur place • Service de réanimation chirurgicale 24h/24 • Monitoring de la Pression intra crânienne • Hémodialyse • Laboratoire 24h/24 • Banque de sang (culot globulaire, PFC, Plaquettes, facteurs de coagulation) 24h/24
Chirurgie spécialisée	Chirurgie orthopédique, Neurochirurgie, Chirurgie thoracique, Chirurgie cardiaque, Chirurgie de la main, Micro chirurgie vasculaire, Chirurgie plastique, Obstétrique et chirurgie gynécologique, Ophtalmologie, ORL, Urologie
Description d'un trauma centre de niveau II	
Description générale	Centre hospitalier capable de fournir des soins définitifs situé dans de large agglomération en complément d'un centre de niveau I ou dans des zones de moindre densité lorsque le centre de niveau I est éloigné géographiquement. Il sert dans ce cas de centre de référence.
Ressources disponibles	<ul style="list-style-type: none"> • Chirurgien général certifié en trauma dans le service des urgences à l'arrivée du patient 24h/24 • Anesthésiste et infirmière anesthésiste 24h/24 • Bloc opératoire avec salle de réveil disponible 24h/24 avec personnel disponible rapidement • Radiologie conventionnelle, Echographie, Scanner et radiologie vasculaire interventionnelle disponible 24h/24. Radiologue sur place • Service de réanimation polyvalente 24h/24 • Monitoring de la pression intra crânienne • Hémodialyse (sinon procédure de transfert conventionnée avec un niveau I) • Laboratoire 24h/24 • Banque de sang (culot globulaire, PFC, Plaquettes, facteur de coagulation) 24h/24
Chirurgie spécialisée	Chirurgie orthopédique, Neurochirurgie, Chirurgie thoracique, Chirurgie plastique, Obstétrique et chirurgie gynécologique, Ophtalmologie, ORL, Urologie
Description d'un trauma centre de niveau III	
Description générale	Centre hospitalier en capacité d'initier le management de la majorité des traumatismes avec des procédures de transferts inter hospitaliers privilégiés avec un centre de niveau I ou II.
Ressources disponibles	<ul style="list-style-type: none"> • Chirurgien général certifié en trauma dans le service des urgences à l'arrivée du patient 24h/24 ou disponible dans les 30 minutes • Anesthésiste 24h/24 disponible rapidement • Bloc opératoire avec salle de réveil disponible 24h/24 avec personnel disponible rapidement • Radiologie conventionnelle, Scanner disponible 24h/24. Radiologue disponible sur place ou téléradiologie • Service de soins intensifs ou réanimation avec garde rapidement disponible • Si accueil de neurotraumatisme, monitoring de la pression intra crânienne obligatoire • Laboratoire 24h/24 • Banque de sang (culot globulaire, PFC, Plaquettes, facteur de coagulation) 24h/24
Chirurgie spécialisée	Chirurgie orthopédique (Autres spécialités chirurgicales non obligatoire, mais conseillé)

Tableau 2. Niveau des centres hospitaliers désignés pour accueillir un traumatisme grave. Selon l'American College of Surgeon.

ral sont particulièrement associés à la mortalité (21). L'intégration de l'ensemble de ces éléments dans une procédure de triage propre au trauma system permet de stratifier les patients en fonction de leur gravité. Nous avons montré récemment que cette évaluation pré-hospitalière dans le cadre du TRENAU était étroitement corrélée à l'Injury Severity Score (ISS) et à la mortalité.

En plus de ces critères, de nombreux scores ont été développés pour évaluer la gravité. Le Revised Trauma Score (RTS) est le plus anciennement utilisé. Il est associé à la mortalité et sa déclinaison pour le triage (T-RTS) est utilisé par les paramédics américain pour l'orientation en trauma centre. Plus récemment un score de triage (MGAP) associant le mécanisme lésionnel, l'âge, l'échelle de Glasgow, et la PAS a été validé dans un système pré-hospitalier médicalisé (22).

Orientation des patients et Trauma centre

Après la phase d'évaluation de la gravité et le traitement des détresses vitales, les patients doivent être orientés dans un centre hospitalier capable de traiter définitivement l'ensemble des lésions traumatiques. Le concept de trauma centre décrit plus haut comprend des établissements de santé présentant des plateaux techniques complets, des équipes spécialisées dans la prise en charge des traumatisés, un volume d'admission important garantissant l'expertise de ces

équipes. Le cahier des charges de ces centres dédié à la traumatologie a été décrit pour la première fois en 1976 par l'ACS (23). Le bénéfice de l'admission des traumatisés dans ces centres a été démontré dans de nombreuses publications. Mackenzie et al a mis en évidence une diminution de la mortalité de 20 % en cas d'admission dans un trauma centre pour l'ensemble des patients traumatisés, et de 30 % pour les patients les plus graves (24). La totalité des patients traumatisés ne peut pas être admis en trauma centre en raison de l'éloignement géographique en région rurale et en raison de la saturation du plateau technique que cela engendrerait. Pour cette raison, la mise en place de réseau à un niveau régional formalisant les relations inter-établissements permet de répondre à ces problématiques. L'ACS a décrit les ressources des établissements de santé participant au trauma system, allant du niveau I au niveau IV (Tableau 2). Les trauma centres présentant toutes les ressources et en capacité de traiter définitivement toutes les lésions sont désignés en niveau I. Les niveaux II présentent un plateau technique similaire au niveau I en termes de ressources chirurgicales et radiologiques et ont pour rôle de suppléer les trauma centres niveau I dans des zones à forte densité de population. Le niveau III et IV sont capables de réaliser un bilan lésionnel et de stabiliser un blessé en zone rurale avant son transfert en trauma centre de niveau I. Si l'admission directe en trauma centre niveau I a montré un bénéfice dans les zones urbaines, le transport direct en niveau I ou l'admission initiale en ni-

veau III avant transfert en niveau I reste controversé en milieu rural. Harrington et al ont montré une différence en termes de mortalité entre les patients admis directement en trauma centre et ceux admis après transfert (25). A l'opposé, Barringer et al ont montré un bénéfice des centres niveau III intégrés en réseau avec le trauma centre de référence par rapport à des centres non désignés à plateau technique équivalent (26). Un trauma system a pour objectif dans ce cadre de formaliser le type de patient à orienter en niveau I, II ou III en fonction des contraintes géographiques locales. Le rôle des centres niveau III est ainsi valorisé et permet de maintenir des compétences locales. Ce type d'organisation est nommé trauma system inclusif et correspond à un maillage de trauma centre de niveau différent sur l'ensemble du territoire. La coordination du trauma system permet d'optimiser les besoins et les ressources en fonction de la population. Le point essentiel dans ces traumas system est l'organisation des transferts inter-hospitaliers avec des procédures formalisées à l'avance entre les différents centres et le trauma centre de référence. Les traumas system inclusifs ont montré une réduction de la mortalité (27). Il faut cependant noter que dans le cas des traumatismes crâniens graves, l'admission directe en trauma centre niveau I est une nécessité (28). Le volume d'admission des traumatisés par centre hospitalier est un point essentiel afin de désigner des trauma centres garantissant une expertise et une sécurité des soins pour les patients. Plusieurs études ont montré une réduction de la mortalité en faveur des trauma centres présentant un fort volume d'activité (29).

Trauma system actuel et évaluation

Un trauma system ou réseau régional de traumatologie représente une organisation formalisée des soins intégrant toutes les phases allant de la prise en charge pré-hospitalière et hospitalière jusqu'à la rééducation. Durant les 30 dernières années, de nombreuses études ont montré une réduction de la mortalité en faveur des traumas system (30). Une diminution de la mortalité évitable a aussi été démontrée (31). L'amélioration des techniques de réanimation, de chirurgie et de radiologie a conduit à adapter ces réseaux afin d'intégrer les nouveaux outils technologiques. Les caractéristiques d'un trauma system actuel reposent sur le triage pré-hospitalier comprenant l'évaluation de la gravité, un protocole d'activation des équipes hospitalières spécialisées, la désignation officiel des trauma centres et leur limitation le cas échéant pour maintenir des volumes d'admission garantissant la sécurité des patients, des procédures de transfert inter hospitalier écrites à l'avance, des formations spécialisés en traumatologie (urgence, réanimation, chirurgie, radiologie), des référentiels de soins régionaux, des systèmes d'information partagés entre les établissements et notamment la transmission d'image sécurisée. La prise en compte des techniques de radiologie interventionnelle doit être intégrée dans les algorithmes de triage notamment pour les traumatismes abdomino-pelviens (32). Il n'existe pas un seul modèle de trauma system. Les traumas system sont des programmes de santé publique et en tant que tel doivent intégrer la politique régionale de santé. Enfin, l'évaluation de ces dispositifs est essentielle et comprend la mise en place de registre permanent. Le choix des variables à utiliser doit comporter un minimum commun à tous les traumas system afin de permettre des comparaisons inter system (33). Le suivi de la mortalité, du taux d'adhésion au protocole de triage, le sous triage et le sur triage sont autant d'indicateurs qui permettent d'évaluer les traumas system et d'adapter les procédures. Le sous triage correspond à un traumatisé grave (ISS ≥ 16) admis dans un centre inapproprié à sa prise en charge (trauma centre niveau III ou non désigné). Le sur triage correspond à un traumatisé non grave (ISS < 16) admis dans un trauma centre I ou II et consommant des ressources de soins spécialisées.

Conclusion

L'association de l'évaluation préhospitalière de la gravité, du triage des patients, et de l'orientation dans le trauma centre adapté constitue le socle d'un trauma system régional. Il permet de faire bénéficier aux traumatisés les plus graves des ressources les plus spécialisés des trauma centres de référence en évitant de saturer ces derniers avec des patients plus léger pouvant être traités en toute sécurité dans des centres de niveau inférieur. Le bénéfice sur la mortalité est démontré dans de nombreuses études permettant de définir les réseaux de soins en traumatologie comme une référence dans l'organisation des soins.

Discussion en séance

Question d'Y Chapuis

Quelle influence de l'alcoolémie aigue sur les lésions ?

Réponse

Aucune.

Question de J de Saint Julien

Qui assure la régulation dans votre système ?

Réponse

Un senior 24h/24h au téléphone et la régulation du SAMU

Références

1. Krug EG, Sharma GK, Lozano R. The global burden of injuries. *Am J Public Health.* 2000;90:523-6
2. Nathens AB, Brunet FP, Maier RV. Development of trauma systems and effect on outcomes after injury. *Lancet.* 2004;363:1794-1801
3. MacKenzie EJ, Hoyt DB, Sacra JC, Jurkovich GJ, Carlini AR, Teitelbaum SD, Teter H, Jr. National inventory of hospital trauma centers. *JAMA.* 2003;289:1515-22
4. Roessler M, Zuzan O. Ems systems in germany. *Resuscitation.* 2006;68:45-9
5. Langhelle A, Lossius HM, Silfvast T, Bjornsson HM, Lippert FK et al. International ems systems: The nordic countries. *Resuscitation.* 2004;61:9-21
6. van Laarhoven JJ, Lansink KW, van Heijl M, Lichtveld RA, Leenen LP. Accuracy of the field triage protocol in selecting severely injured patients after high energy trauma. *Injury.* 2014;45:869-73
7. Edwards A, Di Bartolomeo S, Chierigato A, Coats T, Della Corte F et al. A comparison of european trauma registries. The first report from the eurotra group. *Resuscitation.* 2007;75:286-97
8. Hamada SR, Gauss T, Duchateau FX, Truchot J, Harrois A et al. Evaluation of the performance of french physician-staffed emergency medical service in the triage of major trauma patients. *J Trauma Acute Care Surg.* 2014;76:1476-83
9. Bouzat P, Broux C, Ageron FX, Thony F, Arvieux C et al. Trauma network for severely injured patients. *Annales françaises d'anesthésie et de réanimation.* 2013;32:531-4
10. Botker MT, Bakke SA, Christensen EF. A systematic review of controlled studies: Do physicians increase survival with prehospital treatment? *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2009;17:2
11. Galvagno SM, Jr., Haut ER, Zafar SN, Millin MG, Efron DT, Koenig GJ, Jr. et al. Association between helicopter vs ground emergency medical services and survival for adults with major trauma. *JAMA.* 2012;307:1602-10
12. Lipsky AM, Gausche-Hill M, Henneman PL, Loffredo AJ, Eckhardt PB et al. Prehospital hypotension is a predictor of the need for an emergent, therapeutic operation in trauma patients with normal systolic blood pressure in the emergency department. *J Trauma.* 2006;61:1228-33
13. Sasser SM, Hunt RC, Faul M, Sugerman D, Pearson WS et al. Guidelines for field triage of injured patients: Recommendations of the national expert panel on field triage, 2011. *MMWR Recomm Rep.* 2012;61:1-20
14. Edelman DA, White MT, Tyburski JG, Wilson RF. Post-traumatic hypotension: Should systolic blood pressure of 90-109 mmhg be included? *Shock.* 2007;27:134-8
15. Heffernan DS, Thakkar RK, Monaghan SF, Ravindran R, Adams CA, Jr. et al. Normal presenting vital signs are unreliable in geriatric

- blunt trauma victims. *J Trauma*. 2010;69:813-20
16. Cherry RA, King TS, Carney DE, Bryant P, Cooney RN. Trauma team activation and the impact on mortality. *J Trauma*. 2007;63:326-30
 17. Mackenzie CF, Wang Y, Hu PF, Chen SY, Chen HH et al. Automated prediction of early blood transfusion and mortality in trauma patients. *J Trauma Acute Care Surg*. 2014;76:1379-85
 18. Teasdale G, Jennett B. Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *Lancet*. 1974;2:81-4
 19. Hauschild O, Strohm PC, Culemann U, Pohlemann T, Suedkamp NP et al. Mortality in patients with pelvic fractures: Results from the German pelvic injury register. *J Trauma*. 2008;64:449-55
 20. Borman JB, Aharonson-Daniel L, Savitsky B, Peleg K. Unilateral flail chest is seldom a lethal injury. *Emerg Med J*. 2006;23:903-5
 21. Boyle MJ, Smith EC, Archer F. Is mechanism of injury alone a useful predictor of major trauma? *Injury*. 2008;39:986-92
 22. Sartorius D, Le Manach Y, David JS, Rancurel E, Smail N et al. Mechanism, Glasgow coma scale, age, and arterial pressure (mgap): A new simple prehospital triage score to predict mortality in trauma patients. *Critical care medicine*. 2010;38:831-7
 23. ACSCOT. Optimal hospital resources for care of seriously injured patient. *Bull Am Coll Surg*. 1976;15:22
 24. MacKenzie EJ, Rivara FP, Jurkovich GJ, Nathens AB, Frey KP et al. A national evaluation of the effect of trauma-center care on mortality. *N Engl J Med*. 2006;354:366-78
 25. Harrington DT, Connolly M, Biff WL, Majercik SD, Cioffi WG. Transfer times to definitive care facilities are too long: A consequence of an immature trauma system. *Ann Surg*. 2005;241:961-8
 26. Barringer ML, Thomason MH, Kilgo P, Spallone L. Improving outcomes in a regional trauma system: Impact of a level III trauma center. *Am J Surg*. 2006;192:685-9
 27. Utter GH, Maier RV, Rivara FP, Mock CN, Jurkovich GJ, Nathens AB. Inclusive trauma systems: Do they improve triage or outcomes of the severely injured? *J Trauma*. 2006;60:529-37
 28. Hartl R, Gerber LM, Iacono L, Ni Q, Lyons K, Ghajar J. Direct transport within an organized state trauma system reduces mortality in patients with severe traumatic brain injury. *J Trauma*. 2006;60:1250-6
 29. Minei JP, Fabian TC, Guffey DM, Newgard CD, Bulger EM et al. Increased trauma center volume is associated with improved survival after severe injury: Results of a resuscitation outcomes consortium study. *Ann Surg*. 2014;260:456-65
 30. Celso B, Tepas J, Langland-Orban B, Pracht E, Papa L et al. A systematic review and meta-analysis comparing outcome of severely injured patients treated in trauma centers following the establishment of trauma systems. *J Trauma*. 2006;60:371-8
 31. Gruen RL, Jurkovich GJ, McIntyre LK, Foy HM, Maier RV. Patterns of errors contributing to trauma mortality: Lessons learned from 2,594 deaths. *Ann Surg*. 2006;244:371-80
 32. Frandon J, Rodiere M, Arvieux C, Michoud M, Vendrell A et al. Blunt splenic injury: Outcomes of proximal versus distal and combined splenic artery embolization. *Diagn Interv Imaging*. 2014;95:825-31
 33. Ringdal KG, Coats TJ, Lefering R, Di Bartolomeo S, Steen PA et al. The Utstein template for uniform reporting of data following major trauma: A joint revision by Scantem, TARN, Dgu-tr and Ritg. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2008;16:7