

Valeur pronostique du shock index ≥ 1 chez les traumatisés graves aux urgences

Predictive value of shock index ≥ 1 in severe trauma patients in emergency department

Sarra Jouini¹, Amina Jebali¹, Hana Hedhli¹, Rym Ben Kaddour¹, Ali Mrabet², Fatma Hebaieb¹

1-Emergency department, Charles Nicolle Hospital ; Tunis; Tunisia / EL Manar University, Faculty of Medicine of Tunis, Tunis, Tunisia,

2- Direction of Military Health ; Tunis; Tunisia / EL Manar University, Faculty of Medicine of Tunis, Tunis, Tunisia,

RÉSUMÉ

Introduction : Le shock index (SI) défini par le ratio de la pression artérielle systolique par la fréquence cardiaque a été démontré comme outil simple dans le triage et l'orientation des traumatisés graves vers les centres de traumatologies.

Objectif : Evaluer la valeur pronostique du shock index ≥ 1 en terme de mortalité chez les traumatisés graves admis en salle d'accueil des urgences vitales (SAUV).

Méthodes : Nous avons mené une étude prospective, observationnelle et descriptive, avec inclusion des traumatisés graves âgés de plus de 18 ans admis en SAUV sur une période de 21 mois. Le SI a été calculé à l'admission : $SI = \text{fréquence cardiaque} / \text{la pression artérielle systolique}$, une valeur seuil du $SI \geq 1$ a été fixée pour différencier deux groupes: groupe $SI < 1$ et groupe $SI \geq 1$.

Résultats : Nous avons inclus 290 traumatisés, 231 appartenant au groupe $SI < 1$ (79%) et 59 traumatisés dans le groupe $SI \geq 1$ (21%). L'âge moyen était de $43,5 \pm 18$ ans avec une prédominance masculine (82%). Il existait une différence significative concernant la mortalité à 7 jours et à 30 jours entre les deux groupes respectivement (groupe $SI < 1$ vs $SI \geq 1$) : [12% vs 40% ; $p < 0,001$ et 15% vs 47% ; $p < 0,001$]. En analyse multivariée, $SI \geq 1$ apparaît comme facteur indépendant de mortalité à 7 jours [OR=2,03; IC95%=1,3-3,3; $p=0,001$] et à 30 jours [OR=2,69; IC95%=1,4 -5; $p=0,002$].

Conclusion : Chez les traumatisés graves admis en SAUV ; un shock index ≥ 1 apparaît comme un facteur prédictif de mortalité intrahospitalière à 7 jours et à 30 jours.

Mots-clés

Shock index, traumatisé grave, salle d'accueil des urgences vitales

SUMMARY

Background: the shock index (SI) defined by the ratio of systolic blood pressure to heart rate was demonstrated as a simple tool in the triage and orientation of severe trauma patients to trauma centers.

Aim: To assess the prognostic value of the $SI \geq 1$ in terms of mortality in severe trauma patients admitted to the emergency room.

Methods: We performed a prospective, observational and descriptive study with the inclusion of severe trauma patients over the age of 18 years admitted to the Vital Emergency Room over a 21-month period. SI was calculated at admission: $SI = \text{heart rate} / \text{systolic blood pressure}$, a SI threshold value ≥ 1 was fixed to define two groups: $SI < 1$ and $SI \geq 1$. Results: A total of 290 trauma patients were included, 231 (79%) had a $SI < 1$, whereas 59 (21%) had an $SI \geq 1$. Mean age was 43.5 ± 18 years, 82% were male. There was a significant difference in hospital mortality at 7 days and at 30 days between the two groups respectively (group $SI < 1$ vs group $SI \geq 1$): [12% vs 40%; $p < 0.001$ and 15% vs 47%; $p < 0.001$]. In multivariate analysis, $SI \geq 1$ appears as an independent factor of hospital mortality at 7 days [OR = 2.03; 95% CI = 1.3-3.3; $p = 0.001$] and at 30 days [OR = 2.69; 95% CI = 1.4- 5; $p = 0.002$].

Conclusion: In severe trauma patients admitted to the emergency department; a $SI \geq 1$ represents a predictive factor of hospital mortality at 7 days and one month.

Key-words

Shock index – severe trauma – emergency department

INTRODUCTION

La mortalité traumatique est l'apanage des adolescents et des adultes jeunes entre l'âge de 15 et 24 ans avec une nette prédominance masculine (1-3). Une ressuscitation précoce basée sur le contrôle de l'hémorragie et la restauration d'un état hémodynamique adéquat pour l'oxygénation des tissus est primordiale afin de réduire cette mortalité. Cette prise en charge est guidée par l'importance de l'hémorragie et les modifications des paramètres hémodynamiques tels que la fréquence cardiaque (FC) et la pression artérielle systolique (PAS) (4). Mais une normalisation de ces paramètres n'est pas un bon indicateur du rétablissement d'un état hémodynamique correct et le patient peut être encore en hypoperfusion tissulaire (4).

Le shock index ; ratio de la de la pression artérielle systolique par la fréquence cardiaque ; a été utilisé depuis 1967 comme indicateur hémodynamique simple et sensible pour l'évaluation des patients en hypovolémie même en l'absence de modification des autres paramètres cliniques tels que la FC ou la PAS (5,6). Il a été démontré aussi comme outil simple dans le triage et l'orientation des traumatisés graves vers les centres de traumatologie de différents niveaux, et comme indicateur de sévérité de traumatisme et indice pronostique chez les patients traumatisés graves (7-10).

L'objectif de notre travail a été d'évaluer la valeur pronostique du shock index ≥ 1 en terme de mortalité chez les traumatisés graves admis en salle d'accueil des urgences vitales dans un service d'accueil des urgences.

MÉTHODES

Il s'agissait d'une étude prospective, observationnelle et descriptive qui s'est déroulée dans un service des urgences sur une période de 22 mois (Mars 2014- Décembre 2015). La définition des traumatisés graves adoptée dans ce travail a été basée sur la présence au moins d'un des critères de Vittel (11). Nous avons inclus tous les traumatisés graves qui ont été admis en SAUV d'âge ≥ 18 ans. Les patients sous bêtabloquant, les femmes enceintes et les traumatisés décédés à l'admission n'ont pas été inclus.

La prise en charge initiale des malades étaient réalisées en salle d'accueil des urgences vitales (SAUV) du service des urgences. La SAUV dispose de quatre postes permettant le conditionnement initial des patients présentant une ou

plusieurs défaillances vitales.

Le Shock index (SI) est défini par le rapport de la fréquence cardiaque (FC) par la pression artérielle systolique (PAS). Une valeur seuil du SI ≥ 1 a été fixée pour différencier deux groupes :

- Groupe shock index SI < 1.
- Groupe shock index SI ≥ 1 .

Nous avons procédé à une mesure du SI et des paramètres vitaux à l'admission, à 15, 30 et à 60 minutes.

Sur le plan thérapeutique la prise en charge des polytraumatisés en SAUV était standardisée selon des protocoles issus des dernières recommandations des sociétés savantes (4).

On a noté :

- L'évolution immédiate en SAUV.
- L'orientation des malades : nécessité d'une chirurgie urgente ou séjour en réanimation.
- Survie à 7 jours et à 30 jours.

Pour chaque polytraumatisé le suivi était réalisé par appel téléphonique. Notre critère de jugement principal était le taux de mortalité à 7 jours et à 30 jours. Les critères de jugement secondaires étaient : décrire le profil épidémiologique des traumatisés graves admis en SAUV, et évaluer la nécessité de recours à des mesures avancées type mise sous drogues vasoactives, recours à l'intubation et la mise sous ventilation mécanique et la nécessité d'une chirurgie d'hémostase.

Analyse statistique :

L'acquisition des données et l'étude statistique ont été réalisées par le logiciel IBM SPSS statistics 20. Nous avons mené une étude descriptive : avec calcul des fréquences simples et des fréquences relatives pour les variables qualitatives. Calcul des moyennes, des médianes, des écarts-types, et de l'étendue pour les variables quantitatives. Une étude analytique avec comparaison des variables quantitatives (test t de Student) ; comparaison des variables qualitatives (le test de chi-deux de Pearson, en cas de non validité de ce test par le test exact bilatéral de Fisher). Nous avons mené une étude univariée avec recherche de facteurs de risque en calculant l'Odds Ratio (OR) et une étude multivariée pour identifier les facteurs de risque indépendant liées à la mortalité. Le seuil de signification « p » a été fixé à 0,05.

RÉSULTATS

Durant la période de l'étude (Mars 2014-Octobre 2015), 290 patients traumatisés graves ont été inclus. Dans 78% des cas il s'agissait d'un accident de la voie publique, 12% accidents domestique et 10% accident de travail. Le transport des malades a été assuré essentiellement par la protection civile dans 73% des cas (transport non médicalisé). Il n'a pas été enregistré de différence statistiquement significative entre les deux groupes Shock index < 1 et shock index ≥ 1 concernant les caractéristiques démographiques ; mais la présentation clinique initiale était plus grave chez le groupe shock index ≥ 1 (tableau 1). Le bilan lésionnel radiologique fait chez les deux groupes a montré la présence de lésions diverses au niveau des différents étages : crânien, thoracique et abdominal plus fréquentes chez le groupe SI ≥ 1 au niveau des étages thoracique et abdominal : présence de pneumothorax

chez 35% du groupe SI ≥ 1 versus 17% du groupe SI < 1 avec $p=0,01$; un épanchement péritonéal chez 22% du SI ≥ 1 versus 7% du groupe SI < 1 avec $p=0,01$; contusion hépatique chez 12% du SI ≥ 1 versus 3 % du groupe SI < 1 avec $p=0,04$. Le volet thérapeutique a été caractérisé par un recours plus fréquent aux procédures invasives et la chirurgie chez le groupe SI ≥ 1 (tableau 2).

Mortalité intrahospitalière :

La mortalité intrahospitalière a été estimée à 22% (63 patients). La médiane de décès à l'hôpital a été de 3 jours avec des extrêmes allant de 1 à 63 jours. Il existait une différence significative entre les deux groupes concernant la mortalité à 7 jours et à 30 jours (tableau 3). En analyse univariée, nous avons identifié les facteurs prédictifs de mortalité à 7 jours et à 30 jours qui sont résumés dans le tableau 4. Les facteurs retrouvés en analyse univariée

Tableau 1 : Caractéristiques générales de la population

	Total (N=290)	Groupe SI<1 (N=231)	Groupe SI ≥ 1 (N=59)	p
Caractéristiques démographiques :				
Age moyen (ans)	43,5 $\pm$ 18	44 $\pm$ 18	43 $\pm$ 18	NS
Sex ratio	4,5	4,9	3,5	NS
Signes vitaux :				
PAS* (mmHg)	120 $\pm$ 28	128 $\pm$ 24	91 $\pm$ 23	$<0,001$
PAD *(mmHg)	72 $\pm$ 17	76 $\pm$ 15	56 $\pm$ 15	$<0,001$
FC * (battements /min)	91 $\pm$ 23	84 $\pm$ 16	121 $\pm$ 20	$<0,001$
FR* (cycles/min)	19 $\pm$ 6	19 $\pm$ 5	22 $\pm$ 8	0,001
SpO2* (% en air ambiant)	95 $\pm$ 6	95 $\pm$ 5	92 $\pm$ 8	0,001
SI* (shock index)	0,8 $\pm$ 0,4	0,64 $\pm$ 0,1	1,4 $\pm$ 0,5	$<0,001$
Scores de sévérité :				
GCS * N (%)	12 $\pm$ 4	12 $\pm$ 3	10 $\pm$ 5	0,009
GCS ≤ 8	61 (21)	43(19)	18 (30)	0,008
ISS**	17 [1-75]	16 [1-75]	27 [6- 75]	$<0,001$
ISS> 16 N (%)	161 (55)	115 (50)	46 (78)	$<0,001$
Biologie et gazométrie :				
Hémoglobine * (g /dL)	13 $\pm$ 2	13,3 $\pm$ 2	12,5 $\pm$ 2	0,002
TP *(%)	80 $\pm$ 16	82 $\pm$ 15	69 $\pm$ 17	$<0,001$
pH*	7,36 $\pm$ 0,1	7,38 $\pm$ 0,1	7,30 $\pm$ 0,1	$<0,001$
Lactatémie * (mmol/L)	2,6 $\pm$ 2,2	2,1 $\pm$ 1,6	4,3 $\pm$ 2	$<0,001$

FR : fréquence respiratoire ; FC : fréquence cardiaque ; GCS : Glasgow coma scale ; ISS : injury severity score ; PAS : pression artérielle systolique ; PAD : pression artérielle diastolique ; SpO2 : saturation pulsée en oxygène.

* moyenne $\pm$ écart type

** : médiane [min-max]

Tableau 2 : Prise en charge thérapeutique chez les traumatisés graves

	Total (N=290)	Groupe SI<1 (N=231)	Groupe SI≥1 (N=59)	p
Plan respiratoire N (%) :				
Ventilation mécanique	119 (41)	86 (37)	32 (54)	0,02
Drainage thoracique	37 (13)	23 (9)	14 (23)	<0,01
Plan hémodynamique N (%) :				
Cathéter veineux central	92 (32)	60(26)	32 (54)	0,001
Norépinephrine®	68 (23)	38 (16)	29 (49)	0,001
Acide Tranéxamique®	37 (13)	18 (7)	19 (32)	0,001
Massage cardiaque externe	12 (5)	6 (3)	6 (10)	0,01
Plan neurologique N (%) :				
Osmothérapie	25 (9)	19 (8)	6 (10)	NS
Analgésie N (%) :				
Titration morphinique	26 (9)	18 (7)	18 (30)	NS
Recours à la chirurgie N (%) :				
Chirurgie viscérale urgente	14 (5)	7 (3)	7 (11)	0,01
Chirurgie viscérale différée	9 (3)	8 (3)	1 (2)	0,01
Neurochirurgie	12 (4)	10 (4)	2 (3)	0,8
Chirurgie orthopédique urgente	11 (4)	5 (2)	6 (10)	0,01
Chirurgie orthopédique différée	81 (28)	65 (28)	16 (27)	0,01

ont été retenus pour mener une régression logistique afin de déterminer les facteurs prédictifs indépendants de mortalité (tableau 5).

Le shock index≥1 a été identifié comme facteur indépendant de mortalité au septième jour [Sensibilité=45%, spécificité=87%, AUC=0,652] ainsi qu'à 30 jours [sensibilité=44%, spécificité=84%, AUC=0,653].

Tableau 3. Mortalité intrahospitalière

Variables N patients (%)	Total N=290	Groupe SI<1 (n=231)	Groupe SI≥1 (n=59)	p
Mortalité en SAUV	8 (3)	5 (2)	3 (5)	0,1
Mortalité à 7 jours	53 (19)	29 (12)	24 (40)	<0,001
Mortalité à 30 jours	63 (22)	35 (15)	28 (47)	<0,001

SI : shock index, SAUV : salle d'accueil des urgences vitales

Tableau 4. Facteurs prédictifs de la mortalité à 7 jours et à 30 jours en analyse univariée

	OR	IC _{95%}	P
Variables cliniques			
PAS≤90 mmHg	7,4	3,4-16	<0,001
GCS≤8	7,1	3,8-13,5	<0,001
ISS>16	4,8	4,2-10,4	<0,001
Shock index≥1	4,7	2,4-9	<0,001
SpO2<90%	4,05	2-8,1	<0,001
Age>50 ans	2,07	1,1-3,6	0,01
Variables radiologiques			
Œdème cérébral	5,9	2,4-14	<0,001
Hémorragie méningée	3,4	1,7-6,7	<0,001
Hémopéritoine	2,3	1-5,5	0,04
Variables biologiques			
Lactate>2 mmol/L	4,3	1,9-9,6	<0,001
pH<7,35	4,2	2,1-8,3	<0,001
Variables thérapeutiques			
Mise sous VM	12,6	5,6-28	<0,001
MCE	6,7	5-8,8	<0,001
Noradrénaline	6,2	3,2-11,8	<0,001
SSH	4,5	1,9-10,6	<0,001
Acide Tranéxamique	2,8	1,3-5,9	0,004

GCS : Glasgow coma scale ; IC : intervalle de confiance ; ISS : Injury severity score ; MCE : massage cardiaque externe ; OR : odds ratio ; PAS : pression artérielle systolique ; SpO2 : saturation pulsée en oxygène ; SSH : sérum salé hypertonique ; VM : ventilation mécanique

Tableau 5. Facteurs prédictifs de mortalité à 7 jours et à 30 jours en analyse multivariée

Mortalité à 7 jours				Mortalité à 30 jours			
variables	OR ajusté	IC _{95%}	p	variables	OR ajusté	IC _{95%}	p
Oedème cérébral	2,47	1,1-5,3	0,02	Shock index ≥ 1	2,69	1,4-5	0,002
shock index ≥ 1	2,03	1,3-3,3	0,001	Mise sous VM	2,6	1,1-6,3	0,02
lactate > 2 mmol/L	1,8	0,97-3,6	0,03	Oedème cérébral	2,2	1,05-4,7	0,03
pH $< 7,35$	1,49	1,01-2,2	0,04	Age > 50 ans	2,07	1,2-3,5	0,008

IC : intervalle de confiance ; OR : odds ratio ; VM : ventilation mécanique

DISCUSSION

Dans cette étude prospective descriptive, incluant les traumatisés graves admis en salle d'accueil des urgences vitales, une valeur du shock index supérieur ou égale à 1 calculée à l'admission apparaît comme facteur indépendant de mortalité à 7 jours (OR=2,03 ; IC_{95%} : [1,3-3,3] ; p=0,001) et à 30 jours (OR=2,69 ; IC_{95%} : [1,4-5] ; p=0,002) chez ces patients.

Les limites de l'étude : La taille de l'échantillon ; 290 patients est un nombre limité de patients en comparaison avec les autres séries en traumatologie. Le caractère monocentrique de l'étude. Notre étude n'avait pas pour objectif de relever un Cut-off du shock index. Mais le caractère prospectif reste un point fort de notre étude.

Les outils de triage et de classification des traumatisés étaient l'objet de plusieurs études menées dans des centres de traumatologie ; basées essentiellement sur les scores de gravité tel que le Glasgow Coma Scale (GCS), l'Abbreviated Injury Score (AIS), l'Injury Severity Score (ISS), l'Emergency Trauma Score (EMTRAS) etc (12). Ces scores associent des paramètres cliniques, biologiques et radiologiques qui sont difficiles à calculer dès l'accueil des traumatisés aux services des urgences.

Le choc hémorragique représente la première cause de mortalité évitable chez les traumatisés graves, ainsi l'évaluation hémodynamique initiale de ces patients est primordiale (13,14). Le Shock index est un outil simple et fiable dans l'évaluation de l'état hémodynamique des traumatisés graves, utilisé en préhospitalier ainsi

qu'au niveau des services des urgences pour prédire la mortalité et guider la prise en charge de ces patients (15-20). L'évaluation initiale des traumatisés à l'arrivée aux urgences représente un challenge pour les praticiens, puisque même avec des paramètres vitaux et un examen clinique rassurant une hémorragie occulte n'est pas exclue. La mesure non invasive de la pression artérielle au niveau des services des urgences se fait à l'aide des moniteurs de pression artérielle non invasifs type Dynamap®, et il a été démontré que cette méthode de mesure surestime la pression artérielle systolique surtout chez les patients en hypovolémie (21). De même, il a été démontré dans la littérature que le recours à la mesure manuelle de la pression artérielle était associé à la sévérité du traumatisme, au degré de l'acidose et au volume de solutés utilisés au cours de la ressuscitation (21).

Plusieurs études ont démontré que les paramètres vitaux usuels ne sont pas un bon reflet de la gravité de l'état hémodynamique du patient et que l'hypotension est le dernier signe de choc qui apparaît en post traumatique (15,22). Par contre le shock index a été bien démontré comme outil diagnostique des états hypovolémiques (23-25), puisque même avec une fréquence cardiaque ou une pression artérielle dans les normes, il est corrélé aux autres marqueurs de l'hypoperfusion tissulaire telle que la saturation veineuse centrale en oxygène et la concentration artérielle de lactate (26).

Nos résultats rejoignent celle de la littérature, ainsi le groupe de patients ayant un SI ≥ 1 étaient plus grave à la présentation et avaient des paramètres cliniques s'écartant de la normale.

Le taux de mortalité hospitalière post traumatique varie dans la littérature entre 15 et 60% (24,26,27). Cette mortalité élevée est dû essentiellement au choc hémorragique et aux hémorragies non contrôlables. Dans notre série le groupe SI ≥ 1 avait plus de lésions au niveau des étages thoracique et abdominal cause principale des états de choc hémorragique post traumatique. Le shock index pourrait servir à l'identification précoce de ces patients candidats éventuelle d'un geste de contrôle de l'hémostase.

La prise en charge des traumatisés graves débute dès la phase pré hospitalière par l'identification des patients instables et le dépistage de ceux susceptibles de s'aggraver en cours du transport par des moyens simples et rentables tel que le SI ; dont la valeur diagnostique et pronostique a été démontrée en préhospitalier ainsi qu'au niveau

des services des urgences dans le triage et l'orientation des traumatisés graves (7,8). Ainsi la recherche des indicateurs de gravité simples et reproductibles est en cesse de progression.

CONCLUSIONS

Le shock index apparait comme un outil clinique simple pour l'évaluation initiale de la gravité des traumatisés admis en Salle d'accueil des urgences vitales. Un $SI \geq 1$ représente un facteur prédictif de mortalité à 7 jours et à 30 jours.

RÉFÉRENCES

1. Les dix principales causes de mortalité dans le monde et en Tunisie entre 2000 et 2011 [En ligne]. Organisation Mondiale de la Santé, 2011 [cité le 18/4/2016]. Disponible à URL : www.realites.com.tn/.../les-dix-principales-causes-de-mortalite-dans-le-monde-et-en-t.
2. Accidents / victimes par mois en 2011 [En ligne]. L'observatoire national de la sécurité routière du ministère de l'Intérieur, 2011 [cité le 11/12/2016]. Disponible à URL : <http://opendata.interieur.gov.tn/ar/catalog/nombre-d-accidents-victimes-par-mois-2011>.
3. Unité de Recherche sur le Vieillessement et les Causes Médicales de Décès. Entraves spécifique, synthèse des principaux résultats de l'année 2013 et perspective [En ligne]. Institut National de Santé Publique (INSP), 2013 [cité le 18/5/2016]. Disponible à URL : www.insp.rns.tn/doc/cause-decede/staitistique-causes-deces2013.doc.
4. Spahn D, Bouillon B, Cerny V, Coats T, Duranteau J, Fernández-Mondéjar E, et al. Management of bleeding and coagulopathy following major trauma: an updated european guideline. *Crit Care*. 2013;17:R76.
5. Birkhahn RH, Gaeta TJ, Terry D, Bove JJ, Tloczkowski J. Shock index in diagnosing early acute hypovolemia. *Am J Emerg Med*. 2005;23:323-6.
6. Allgöwer M, Burri C. Shock index. *Ger Med Mon*. 1968;13(1):14-9.
7. Grimme K, Pape H, Probst C, Seelis M, Sott A, Harwood P, et al. Calculation of different triage scores based on the German trauma registry. *Eur J Trauma*. 2005;31:480-7.
8. King RW, Plewa MC, Buderer NM, Knotts FB. Shock index as a marker for significant injury in trauma patients. *Acad Emerg Med*. 1996;3:1041-5.
9. Balhara K, Hsieh Y, Hamade B, Circh R, Kelen G, Bayram J. Clinical metrics in emergency medicine: the shock index and the probability of hospital admission and inpatient mortality. *J Emerg Med*. 2016.
10. Pandit V, Rhee P, Hashmi A, Kulvatunyou N, Tang A, Khalil M, et al. Shock index predicts mortality in geriatric trauma patients: An analysis of the National Trauma Data Bank. *J Trauma Acute Care Surg*. 2014;76:1111-5.
11. Babauda J, Ridereau-Zinsa C, Bouhoursb G, Lebigota J, Le Gall R, Bertrais S, et al. Intérêt des critères de Vittel pour l'indication d'un scanner corps entier chez un patient traumatisé grave. *J Radiol*. 2012;93:399-407.
12. Garner A, Lee A, Harrison K, Schultz CH. Comparative analysis of multiple-casualty incident triage algorithms. *Ann Emerg Med*. 2001;38:541-8.
13. Gruen RL, Brohi K, Schreiber M, Balogh ZJ, Pitt V, Narayan M, et al. Haemorrhage control in severely injured patients. *Lancet*. 2012;380:1099-108.
14. Sloan EP, Koenigsberg M, Clark JM, Weir WB, Philbin N. Shock index and prediction of traumatic hemorrhagic shock 28-day mortality: Data from the DCLHb resuscitation clinical trials. *West J Emerg Med*. 2014;15:795-802.
15. Rady MY, Smithline HA, Blake H, Nowak R, Rivers E. Comparison of shock index and conventional vital signs to identify acute critical illness in emergency department. *Ann Emerg Med*. 1994;24:685-90.
16. Paladino L, Subramanian RA, Nabors S, Sinert R. The utility of shock index in differentiating major from minor injury. *Eur J Emerg Med*. 2011;18:94-8.
17. Duldner JE, Connelly HE, Rinto EE, Frey M, Williams CJ. The effect of resuscitation on shock index and outcome in adult trauma patients. *Ann Emerg Med*. 2006;48:270-4.
18. McNab A, Burns B, Bhullar I, Chesire D, Kerwin A. Aprehospital shock index for trauma correlates with measures of hospital resource use and mortality. *Surg*. 2012;152:473-6.
19. Singh A, Ali S, Agarwal A, Srivastava R. Correlation of shock index and modified shock index with the outcome of adult trauma patients: A prospective study of 9860 patients. *N Am J Med Sci*. 2014;6:450-2.
20. Montoya KF, Charry JD, Calle-Toro JS, Nuñez LR, Poveda G. Shock index as a mortality predictor in patients with acute polytrauma. *J Acute Dis*. 2015;4(3):202-4.
21. Davis J, Davis I, Bennink L, Bilello J, Kaups K, Parks S. Are automated blood pressure measurements accurate in trauma patients. *J Trauma*. 2003;55:860-3.
22. Parks JK, Elliot AC, Gentilello LM, Shafi S. Systemic hypotension is a late marker of shock after trauma: a validation study of Advanced Trauma Life Support principles in a large national sample. *Am J Surg*. 2006;192:727-31.
23. Vandromme M, Griffin RL, Kerby JD, McGwin G, Rue LW, Weinberg JA. Identifying risk for massive transfusion in the relatively normotensive patient: utility of the prehospital shock index. *J Trauma*. 2011;70:384-8.
24. Rady MY, Nightingale P, Little RA, Edwards JD. Shock index: a reevaluation in acute circulatory failure. *Resusc*. 1992;23:227-34.
25. Mitra B, Fitzgerald M, Chan J. The utility of a shock index ≥ 1 as an indication for pre-hospital oxygen carrier administration in major trauma. *Injury*. 2013;45:61-5.
26. Rady MY, Rivers E, Martin GB, Smithline HA, Appeltton T, Nowak R. Continuous central venous oximetry and shock index in the emergency department: Use in the evaluation of clinical shock. *Am J Emerg Med*. 1992;10:538-41.
27. Cannon M, Braxton C, Kling-Smith M, Mahnken J, Carlton E, Moncure M. Utility of the shock index in predicting mortality in traumatically injured patients. *J Trauma*. 2009;67:1426-30.