

Méthodes d'étude clinique des traumatismes crâniens

L. Kosakevitch-Ricbourg

Correspondance : Service de Chirurgie Maxillo-faciale et Stomatologie, CHU de Besançon.

L. Kosakevitch-Ricbourg,
Anesthésiste-Psychiatre,
Service de Chirurgie Maxillo-faciale
et Stomatologie, CHU de Besançon,
25030 Besançon Cedex.
chir-maxi-fac@chu-besancon.fr

Summary

The development of data processing techniques has enabled the establishment of large databanks on brain injury. Clinical features are described with clinical scoring scales, the main one being the Glasgow Coma Scale. Three types of patient response are analyzed: eye opening, oral answers, active muscular reaction. The advantages and disadvantages of each are presented. Others scales have been proposed but are not in common use. Several classifications have been established combining depth and length of coma. Post-traumatic amnesia, i.e. the period of time running from the injury to recovery of anterograde memory, constitutes the most important parameter in the classification of these injuries. Generally, three gravity grades are used: mild, moderate and severe brain injuries. Knowledge of the prognosis is essential for determining the most appropriate medical care and is directly related to the quality of the collected data. Five outcome categories can be described.

Keywords: Brain injury, Maxillofacial injuries, Amnesia, Glasgow coma scale, Prognosis.

Kosakevitch-Ricbourg L. Clinical scoring scales for brain injury. Rev Stomatol Chir Maxillofac 2006;107:211-217.

Le traumatisme crânien en tant que tel n'existe plus... et le classique TC + PC doit être oublié ! La médecine moderne doit quantifier cette pathologie et doit, pour être universelle, utiliser des outils simples, répétitifs, et validés par des spécialistes rompus à ces problèmes. Ce chapitre s'est inspiré des écrits publiés par François Cohadon, Jean-Pierre Castel, Edwige Richer, Jean Michel Mazaux, Hugues Loiseau [1].

Résumé

L'informatique a permis de colliger un grand nombre de cas de traumatismes crâniens et de réaliser des banques de données sur une grande échelle. Les outils de description des tableaux cliniques comprennent principalement des échelles cliniques. La plus employée est l'échelle de coma de Glasgow qui examine les trois types de réponses cliniques à des stimuli conventionnels : ouverture des yeux, réponse verbale, réponses motrices. Ses avantages et ses limites sont exposés. D'autres échelles anatomiques et physiologiques sont proposées mais elles sont beaucoup moins utilisées. Plusieurs classifications ont été établies combinant profondeur et/ou durée des troubles de la conscience. L'amnésie post-traumatique (APT), c'est-à-dire le temps écoulé entre l'accident et le retour d'une mémoire antérograde, constitue un paramètre essentiel dans la classification de ces traumatismes. D'une façon générale, trois degrés de gravité sont reconnus : traumatismes crâniens graves, modérés et légers.

Le pronostic, élément fondamental de la démarche médicale, est en relation directe avec les données recueillies et cinq catégories de devenir sont décrites.

Mots-clés : Traumatisme crânien, Fracture faciale, Amnésie, Échelle de Glasgow, Pronostic.

Échelles d'évaluation

Échelles cliniques

Troubles de la conscience

Les troubles de la conscience constituent le reflet le plus fidèle du dysfonctionnement global de l'encéphale induit par le trau-

matisme crânien. La profondeur du trouble de la conscience est d'ailleurs corrélée à la sévérité de l'atteinte tissulaire et à son pronostic. De nombreux protocoles d'examen clinique formalisés ont été imaginés pour examiner objectivement et ordonner les troubles de la conscience en échelles progressives [2]. La description simple de la « profondeur » d'un coma en quatre à cinq stades est restée longtemps largement utilisée malgré sa grande imprécision. Par la suite, de nombreux systèmes ont été décrits.

Échelle de Glasgow

Depuis 20 ans, c'est indiscutablement l'échelle de coma de Glasgow (*Glasgow Coma Scale* = GCS) décrite en 1974 par Teasdale et Jennet qui s'est universellement imposée [3]. L'échelle de Glasgow (*tableau I*) examine trois types de réponses cliniques à des stimuli conventionnels : ouverture des yeux, réponse verbale, réponses motrices. Chaque réponse est codifiée en une échelle de quatre niveaux pour l'ouverture des yeux,

cinq pour les réponses *verbales*, six pour les réponses *motrices*. Les trois notes correspondantes totalisées définissent le score de Glasgow (GCS) qui s'étage de 3 à 15. Le score 3 correspond à l'absence de toute réponse, le score 15 aux réponses adaptées d'un sujet conscient.

L'échelle de Glasgow n'a aucune visée théorique. Elle permet simplement une approche de la conscience, au sens commun que le clinicien donne à ce mot, en examinant un traumatisé crânien. Elle recueille des réponses et ainsi ne rend compte que d'un aspect partiel de ce que les neurobiologistes reconnaissent comme activité consciente. L'échelle de Glasgow, malgré sa dénomination courante, *n'est pas une échelle de coma* mais bien *une échelle de conscience*. Le coma, défini par le comité de traumatologie de la fédération mondiale des sociétés de neurochirurgie comme une situation durable de « non-éveil, non-réponse, yeux clos » correspond à un score égal ou inférieur à 8. Un score de 7 correspond dans tous les cas à un état de coma, un score de 8 correspond à un état de coma dans 50 % des cas seulement.

Tableau I
Échelles de Glasgow et de Glasgow-Liège.

↑ Échelle de Glasgow (GCS) note sur 15 ↓	<i>Ouverture des yeux</i>	↑ Échelle de Glasgow-Liège (GLS) note sur 20 ↓	
	Spontanée		4
	à l'appel ou au bruit		3
	à la douleur		2
	aucune		1
	<i>Meilleure réponse motrice</i>		
	- volontaire, sur commande		6
	- adaptée, localisatrice		5
	- retrait, évitement		4
	- flexion stéréotypée (flexion anormale)		3
	- extension stéréotypée		2
	- aucune		1
	<i>Réponse verbale</i>		
	- claire		5
	- confuse		4
	- incohérente		3
	- incompréhensible		2
	- aucune		1
	<i>Réflexes du tronc cérébral</i>		
	- fronto-orbitaire		5
- oculo-céphalique vertical	4		
- photomoteur	3		
- oculo-céphalique horizontal	2		
- oculo-cardiaque	1		

- Avantages : il s'agit d'un instrument de surveillance clinique pratique et fiable utilisable avec une concordance inter-observateurs satisfaisante par des médecins et des personnels soignants relativement peu spécialisés. L'examen est bref, les résultats sans ambiguïté. La codification et l'inscription sur la fiche d'admission sont indispensables. Le GCS s'est avéré en bonne ou très bonne corrélation avec d'autres indices de souffrance encéphalique globale. Le GCS est également corrélé de façon significative avec le pronostic global.

- Limites : le moment et les conditions de recueil de l'information sont essentiels à son interprétation correcte pour le suivi d'un blessé. Or il n'y a pas de règles standardisées généralement acceptées et appliquées dans ce domaine [4] : recueil sur les lieux de l'accident avant toute intervention médicale ? Au moment de l'admission dans une structure médicalisée ? Après les premières mesures de réanimation ? Faut-il tenir compte du meilleur ou du plus mauvais score noté au cours d'une période initiale d'observation, et cela sur 1 heure ? 6 heures ? 24 heures ?

Son évaluation est rendue plus difficile dans les traumatismes faciaux où les yeux sont souvent touchés ou dissimulés par les tissus environnants œdématisés. Peuvent également entrer en ligne de compte des atteintes sensitives et motrices des éléments constitutifs de la face. Un GCS recueilli chez un blessé, alcoolisé voire drogué, sous neurosédation, avec ou sans intubation, peut n'avoir aucun sens. Notons également que les troubles de conscience légers peuvent s'intriquer avec des signes de dissociation psychique du stress traumatique aigu. L'échelle de Glasgow est inutilisable en pratique pédiatrique [5].

Dans leur monographie classique [6], Plum et Posner proposaient un modèle hiérarchique de la souffrance encéphalique globale au cours des comas en général. Les structures encéphaliques sont envisagées, dans une perspective jacksonienne, comme une succession de niveaux fonctionnels allant du cortex cérébral au sommet et en avant jusqu'au niveau le plus bas du tronc cérébral en arrière. L'approfondissement clinique du coma correspondrait à une déstructuration rostro-caudale du fonctionnement encéphalique, descendant progressivement d'un niveau à l'autre. Le niveau de cette déstructuration peut être identifié par la mise en évidence des activités réflexes spécifiques caractérisant ce niveau.

D'autres écoles ont cherché, au cours d'un remarquable ensemble de travaux, à appliquer ce modèle à l'étude de la souffrance axiale au cours des traumatismes cranio-encéphaliques, en particulier dans les situations d'hypertension intracrânienne progressivement décompensées. La formalisation la

plus rigoureuse de cette approche était apportée par Born en 1982. Il propose de prendre en compte la réponse réflexe la meilleure que l'on peut obtenir (niveau le plus rostral) en lui attribuant une note de 1 à 5. Il définit ainsi une nouvelle échelle concernant les réflexes du tronc cérébral et il propose d'ajouter cette cotation aux trois cotations figurant dans la GCS pour définir une *échelle de Liège* ou *échelle de Glasgow-Liège (tableau I)* dont le score s'étage ainsi de 0 à 20 [7].

L'intérêt de cette addition est évident : dans ses niveaux les plus bas, au-dessous de 5, la GCS se réduit à l'enregistrement des réponses motrices. Chez les blessés les plus graves l'exploration de la souffrance encéphalique est ainsi limitée. L'échelle de Liège permet une étude plus fine des niveaux inférieurs de réactivité globale.

Cependant, la définition du niveau de souffrance axiale, lorsqu'elle est possible, apporte à la caractérisation du dysfonctionnement encéphalique global un élément sémiologique important, complémentaire du score de Glasgow.

Imagerie des altérations cérébrales

L'apparition du scanner a constitué un extraordinaire progrès. L'imagerie s'est considérablement améliorée encore devenant fonctionnelle ; elle fait l'objet d'un chapitre à part.

Échelles anatomiques générales

30 % des traumatisés crâniens, et 50 % des traumatisés crâniens victimes d'un accident de la circulation, sont des polytraumatisés. Les classifications et scores d'évaluation prenant en compte toutes les composantes fonctionnelles et lésionnelles crâniennes et extra-crâniennes de la situation traumatique sont donc importants. L'AIS (*Abreviated Injury Scale*) et l'ISS (*Injury Severity Score*) qui en est dérivé sont les instruments les plus utilisés [8].

L'AIS, propose un dictionnaire de 1 200 lésions traumatiques rangées par région anatomique ; chaque lésion possible doit être affectée d'un score de gravité, de 1 (mineur) à 6 (fatal) (*tableau II*).

Tableau II
Score de gravité générale de l'AIS.

1 mineur (minor)
2 moyen (moderate)
3 sérieux (serious)
4 grave (severe)
5 critique (critical)
6 fatal (un survivable)

Échelles physiologiques générales

À côté des scores lésionnels, d'autres instruments cherchent à évaluer la réponse physiologique au traumatisme en prenant en compte différents paramètres. Le RTS (*Revised Trauma Score*), utilise trois échelles de quatre niveaux évaluant le GCS en formule simplifiée, la tension artérielle systolique, la fréquence respiratoire. Ces paramètres ont été retenus parce que les analyses statistiques initiales avaient montré qu'ils ont la meilleure valeur prédictive.

Banques de données

La création d'une banque de donnée est une entreprise lourde qui mobilise pour des années d'importantes ressources techniques et humaines. Deux banques de large ampleur ont permis de nombreux travaux et font référence :

- International Data Bank (IDB) [9],
- Traumatic Coma Data Bank (TCDB) [10].

Classifications

Les classifications actuelles des traumatismes crâniens prennent en compte essentiellement des indices de gravité immédiate du traumatisme ; elles sont orientées vers la prise en charge à la phase aiguë et le pronostic.

Classifications traditionnelles

Les premières tentatives de description et de classification des traumatismes crâniens sont dues aux chirurgiens français du passé. La notion de « commotion cérébrale », désignant de façon globale les altérations fonctionnelles qui suivent le traumatisme, est attribuée à Ambroise Paré. La première classification, d'inspiration anatomo-physiopathologique et de portée pronostique, distinguait *commotio*, *contusio* et *compressio cerebri*. Élaborée à la fin du XVIII^e siècle, cette classification était imposée par Dupuytren en 1835.

Plusieurs approches ensuite utilisées sont devenues classiques : on peut citer trois classifications de ce type :

- Traumatismes crâniens ouverts et fermés : c'est l'effraction de la *dure-mère*, patente dans une plaie cranio-cérébrale, occulte dans une fracture de la base, qui différencie l'ouvert et le fermé. C'est en particulier le problème des fractures du sinus frontal ou de la disjonction orbito-naso-ethmoïdo-frontale (DONEY).

- Traumatismes contondants et traumatismes pénétrants.
- Lésions focales et lésions diffuses : il recouvre des mécanismes physiopathologiques très différents les uns des autres : lésions axonales diffuses, gonflements, œdèmes, ischémies étendues, mécanismes quelquefois mais non toujours associés.

Sur le plan clinique cependant, l'opposition lésions focales/lésions diffuses est indiscutablement pertinente et nous l'utiliserons plus loin pour ordonner la description des tableaux anatomo-cliniques.

Classification par degrés de gravité

Les classifications prenant en compte la gravité globale du traumatisme sont aujourd'hui les plus utilisées. Elles visent à définir des groupes homogènes de blessés posant les mêmes problèmes pratiques d'orientation et de prise en charge, présentant le même pronostic vital et fonctionnel [11].

Le plus souvent ces classifications sont fondées de façon première sur la profondeur et/ou la durée des troubles de la conscience. On tend cependant de plus en plus à combiner ce critère essentiel à d'autres descriptifs du traumatisme crânien lui-même et/ou du traumatisme systémique associé. De façon générale, toutes les classifications reconnaissent trois degrés de gravité :

- traumatismes crâniens *graves*,
- traumatismes crâniens de *gravité moyenne*,
- traumatismes crâniens *légers*.

Le contenu de chacune de ces classes est cependant plus ou moins différent d'un système à l'autre et le niveau de passage de l'une à l'autre des classes encore en discussion.

Durée des troubles de la conscience

La tradition anglaise a beaucoup étudié la durée de l'**amnésie post-traumatique (APT)**. Le temps écoulé entre l'accident et le retour d'une mémoire antérograde est tenu pour indice fiable permettant une évaluation quasi quantitative de la gravité du traumatisme. Cependant il est difficile de déterminer avec précision les limites de l'APT.

Le début pourrait en être fixé au dernier souvenir précis précédent l'accident ou encore au moment de l'accident lui-même. La fin pourrait être fixée au premier jour où le patient est de nouveau capable de mémoriser des événements d'un jour à l'autre.

On a pu repérer les trois classes de gravité sur ce seul critère (*tableau III*).

Tableau III

Classification de la gravité des traumatismes crâniens en fonction de la durée de l'APT.

Traumatismes crâniens graves	APT > 24 h
Traumatismes de gravité moyenne	APT entre 30 min - 1 h et 24 h
Traumatismes crâniens légers	APT < 20-30 min

D'autres auteurs mesurent simplement l'APT en cinq classes de durée, suffisantes à définir la gravité du traumatisme (moins de 5 minutes, moins de 1 heure, 1 heure à 1 jour, 1 jour à 7 jours, 1 semaine à 4 semaines) [5].

L'APT est bien corrélée d'une part avec le score initial de l'échelle de Glasgow, avec d'autre part le devenir fonctionnel et social du blessé évalué par la *Glasgow Outcome Scale* (GOS). La durée de l'APT serait corrélée à l'importance de la commotion cérébrale, plus ou moins assimilée aux altérations axonales diffuses.

L'APT est assez facilement définie pour les traumatismes légers et de gravité moyenne parce que le retour de la mémoire est un événement repérable, avec ou sans l'aide de test. Chez les blessés les plus graves, au-delà de 4 semaines dans la classification de Jennett et Teasdale, le désordre de la mémoire est difficile à isoler de l'ensemble des problèmes neuropsychologiques ; il peut d'ailleurs persister indéfiniment.

Toute évaluation fondée sur la durée – durée des troubles fonctionnels, durée de l'amnésie post-traumatique – donne une valeur particulière au processus de restauration après l'accident. Le traumatisme est finalement jugé d'autant moins grave que la restauration de la fonction intervient plus vite. La valeur d'indice pronostique de la durée est en quelque sorte naturelle... Plus on récupère tôt et vite, plus on récupère complètement. Dans le domaine des traumatismes les plus graves en particulier, cette règle pratique est rarement mise en défaut. La limite de toute classification fondée est qu'elle n'est utilisable que dans l'après-coup, ne permettant qu'une classification a posteriori. Elle n'intéresse ainsi que les procédures associées à la réparation médico-légale.

Niveau des troubles de la conscience

La classification actuellement la plus couramment admise est fondée sur la GCS. Elle reconnaît les trois catégories habituelles (tableau IV).

La classe des traumatismes crâniens graves est bien définie. Le score de 8 comme seuil est évidemment arbitraire et n'est pas toujours accepté dans la littérature récente, où plusieurs travaux préfèrent le score de 7. La définition des traumatismes

Tableau IV

Classification de la gravité des traumatismes crâniens en fonction du GCS.

Traumatismes crâniens graves (severe)	GCS 3-8
Traumatismes de gravité moyenne (moderate)	GCS 9-12
Traumatismes crâniens légers (mild)	GCS 13-15

crâniens légers et d'importance moyenne est discutée. La définition même des traumatismes crâniens légers pose problème : à partir de quels critères, un coup sur la tête, sans altération fonctionnelle particulière, peut-il être qualifié médicalement de « traumatisme crânien » ? On écarte généralement les simples plaies du scalp et les accidents sans aucune atteinte, même transitoire, de la conscience.

Le seuil entre traumatisme crânien modéré et traumatisme crânien léger est controversé. L'étude de l'évolution immédiate établit parmi les traumatismes de gravité moyenne une différence entre, d'une part, les blessés cotés GCS 9 ou 10 qui évoluent peu dans les premières heures et connaissent une mortalité de 7 à 9 % et d'autre part, les blessés cotés 11 et 12 dont le score s'améliore très rapidement, qui ont une mortalité nulle et sont peu différents des blessés cotés 13. Le seuil entre traumatisme crânien léger et modéré pourrait être situé entre GCS 10 et GCS 11.

Pronostic

Certes la préoccupation pronostique est essentielle à toute pratique médicale. Dans une pathologie soudaine, agressive, et toujours potentiellement dangereuse comme celle que nous étudions, le problème d'abord posé est bien celui du pronostic : présence de la mort suspendue et plus encore souci de l'avenir fonctionnel. Sauf dans les situations extrêmes, le pronostic d'un traumatisme crânien n'est jamais évident dans les premiers moments, les premiers jours.

Outils d'évaluation du pronostic

Les méthodologies actuelles du pronostic basées sur l'exploitation statistique des banques de données doivent d'abord caractériser les différentes possibilités de devenir global du blessé.

Taux de mortalité

En traumatologie maxillo-faciale, la mortalité est très faible en dehors de l'association à des traumatismes sévères encéphaliques ou de lésions périphériques majeures.

Échelles d'issues pronostiques

En 1975, Jennett et Bond proposaient une échelle ou score pronostique, le *Glasgow Outcome Score (GOS)*, venant en écho de GCS. Cette systématisation se définit surtout en termes de résultat fonctionnel et de réinsertion sociale des survivants [12]. Cinq catégories de devenir sont décrites :

- la mort ;
- l'état végétatif persistant ;
- un handicap grave, sujet conscient mais dépendant. Ces blessés doivent vivre dans un environnement familial ou institutionnel ;
- un handicap modéré, sujet handicapé mais indépendant. Ces blessés présentent des déficits fonctionnels particuliers (aphasie, hémiplégié...) ou globaux (désordres de la personnalité, de fonctions cognitives...) mais qui permettront une certaine indépendance. Ils peuvent, par exemple, utiliser les transports en commun et éventuellement reprendre une activité salariée, le plus souvent en milieu protégé ;
- une bonne récupération. Ces blessés peuvent présenter tel ou tel handicap fonctionnel résiduel, mais ils sont capables de retrouver une vie sociale normale et en particulier de retrouver une activité professionnelle souvent différente de l'activité antérieure à l'accident.

Le principe même de la classification qui considère la réadaptation à l'environnement social comme un critère décisif peut être discuté.

Moment de l'évaluation

La restauration fonctionnelle à la suite d'un traumatisme crânien est un processus *évolutif* : on peut, par exemple, suivre l'évolution d'une cohorte de patients de 0 à 12 mois à travers les catégories de la GOS (tableau V).

Dans une étude de pronostic, la date de l'évaluation par rapport à la date du traumatisme est donc essentielle à considérer :

Tableau V
Étude prospective de la répartition (en pourcentage) dans les catégories de la GOS d'une cohorte de traumatisés crâniens graves (n = 105) du premier au 12^e mois après l'accident.

	M1 (%)	M3 (%)	M6 (%)	M9 (%)	M12 (%)
Bonne récupération	2	28	39	54	56
Indépendant – Handicapé	13	25	31	25	27
Conscient – Dépendant	55	34	26	17	13
État Végétatif	30	13	4	4	4

GOS à 3 mois, 6 mois, 1 an sont les alternatives le plus souvent choisies.

La GOS a été utilisée dans de nombreux travaux. Ses résultats, en termes de répartition en pourcentage de blessés dans les différentes catégories, sont assez remarquablement constants.

Autres outils pronostiques

Il existe bien entendu de multiples instruments qui permettent l'évaluation du devenir d'un blessé à un moment de son évolution dans des termes différents et plus nuancés que ceux de la GOS.

Facteurs et indicateurs pronostiques

Deux facteurs ont une relation causale déterminante avec le pronostic : l'âge d'une part, l'importance des lésions d'autre part.

Âge

L'âge influence le pronostic d'une façon sensible. La mortalité augmente avec l'âge dans toutes les séries connues.

Importance des lésions

Le mécanisme, la nature, l'étendue et la profondeur des lésions déterminent essentiellement le pronostic.

Échelles cliniques

Les échelles cliniques, les classes de gravité établies en fonction de ces échelles sont fortement liées au pronostic vital et au pronostic fonctionnel.

La relation entre la GCS et la mortalité a une allure quasi exponentielle [13].

La mortalité des traumatisés crâniens graves (GCS < 8) reste actuellement fixée autour de 40 %.

Paramètres physiologiques

De nombreuses indications pronostiques peuvent être tirées des paramètres physiologiques de la phase aiguë qui caractérisent en fait la réponse de l'organisme au traumatisme.

Le niveau de la pression intracrânienne a été très étudié [14]. L'hypertension intracrânienne incontrôlable de la phase aiguë reste une cause essentielle de mortalité précoce. Le seuil de 20 mmHg marque sans doute le niveau au-dessus duquel la PIC est elle-même dangereuse. La mortalité des blessés qui restent en dessous de ce seuil se situe à 19 % contre 50 % pour les blessés qui dépassent ce seuil.

Les paramètres électrophysiologiques ont fait l'objet de travaux systématiques importants. Plus que les enregistrements EEG, et leurs transformations informatisées, on retient l'intérêt de l'étude des potentiels évoqués.

Le taux de certains marqueurs biochimiques dans le LCR et à moindre degré dans le sérum reflète la quantité de destruction du tissu cérébral et est donc également un indicateur pronostique.

Références

1. Cohadon F, Castel JP, Richer E, Mazeau JM, Loiseau H. *In: Les traumatismes crâniens de l'accident à la réinsertion*, Arnette Ed, 1998.
2. Nouailhat F. Étude critique des indices de souffrance cérébrale et de leurs systèmes d'évaluation. *In: Les comas, monographie de la Société de Réanimation de Langue Française*, volume 1. Expansion Scientifique Française 1986:212-39.
3. Teasdale G, Jennett B. Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *Lancet* 1974;2:81-4.
4. Marion D, Carlier P. Problems with initial Glasgow Coma Scale assessment caused by prehospital treatment of patients with head injuries: results of national survey. *J Trauma* 1994; 36:89-95.
5. Simpson D, Cockington R, Hanieh A, Raftos J, Reilly PL. Head injuries in infants and young children: the value of the paediatric coma scale. Review of literature and report on a study. *Child Nerv Syst* 1991;7:183-90.
6. Plum F, Posner J. *The diagnosis of coma and stupeur*. Philadelphia, F.A. Davis, 1966.
7. Born J, Hans P, Dexters G, Kalangu K, Lenelle J, Milbouw G *et al.* Évaluation pratique du dysfonctionnement encéphalique chez le traumatisé crânien. *Neurochirurgie* 1982;28:1-7.
8. The Abbreviated Injury Scale. Revision. Association for the Advancement of Automotive Medicine. 2340 Des Plaines River Road Suite 106, Des Plaines, IL-60018 USA.
9. Jennet B, Teasdale G, Galbraith S, Pickard J, Grant H, Braakman R *et al.* Severe head injuries in three countries. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1977;40:291-8.
10. Rimel RW, Giordani B, Barth JT, Jane JA. Moderate head injury: completing the clinical spectrum of brain trauma. *Neurosurgery* 1982;11:344-51.
11. Gennarelli TA. Head injury in man and experimental animals: clinical aspects. *Acta Neurochir Suppl* 1983;32:1-13.
12. Jennett B, Bond M. Assessment of outcome after severe brain damage. *Lancet* 1975;1:480-4.
13. Jane JA, Rimel RW. Prognosis in head injury. *Clin Neurosurg* 1982;29:346-52.
14. Miller JD, Becker DP, Ward JD, Sullivan HG, Adams WE, Rosner MJ. Significance of intracranial hypertension in severe head injury. *J Neurosurg* 1977;47:503-16.