

Directives norvégiennes pour la prise en charge préhospitalière des patients adultes traumatisés avec une blessure potentielle du rachis

Traduction libre de l'article original « Kornhall DK, Jørgensen JJ, Brommeland T, Hyldmo PK, Asbjørnsen H, Dolven T, Hansen T and Jeppesen E. The Norwegian guidelines for the prehospital management of adult trauma patients with potential spinal injury. Scand J Trauma Resusc Emerg Med (2017) 25:2 ; DOI 10.1186/s13049-016-0345-x »

Résumé

La prise en charge préhospitalière traditionnelle des victimes de traumatismes pouvant entraîner une lésion de la colonne vertébrale est de plus en plus remise en question, car les auteurs et les cliniciens ont exprimé leurs préoccupations concernant le sur-triage et les préjudices subis. Afin de répondre à ces préoccupations, le Service National Norvégien des Compétences en Traumatologie (Norwegian National Competence Service for Traumatology) a chargé une faculté d'élaborer une directive nationale sur l'immobilisation préhospitalière de la colonne vertébrale. Ce travail est basé sur une revue systématique de la littérature disponible et un processus de consensus standardisé. La faculté recommande une approche sélective de l'immobilisation du rachis ainsi que la mise en œuvre d'outils de triage basés sur l'évaluation clinique. Une stratégie de manipulation minimale doit être observée.

Mots-clés : soins préhospitaliers d'urgence, lésion de la moëlle épinière, gestion des voies aériennes, ligne directrice

Contexte

Une lésion traumatique de la moelle épinière ou de la queue de cheval est rare, mais peut avoir des conséquences dévastatrices [1, 2]. L'instabilité rachidienne survient lorsque l'intégrité de la colonne vertébrale est compromise par des fractures et / ou des luxations articulaires, de sorte qu'elle ne peut plus maintenir sa configuration protectrice sous une charge physiologique normale,

prédisposant à de nouvelles blessures [3, 4]. Depuis les années 1960, on pense qu'une mauvaise manipulation de la colonne vertébrale traumatisée peut provoquer une détérioration neurologique et l'immobilisation de la colonne vertébrale sur le terrain a été considérée comme essentielle pour prévenir de telles blessures secondaires [5-15]. En ajoutant des supports externes au corps de la victime avant le dégagement, le traitement et

© Auteur(s). **Libre accès.** Ce texte est une traduction libre de l'article qui est distribué selon les termes de la licence internationale Creative Commons 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fr>), qui permet sans restriction l'utilisation, la distribution, et la reproduction sur tout support, à condition de donner le crédit approprié aux auteurs originaux et à la source, de fournir un lien à la licence Creative Commons, et d'indiquer si des changements ont été faits. Il n'y a pas eu de changement sciemment effectué, en dehors d'une traduction aussi fidèle que possible. La renonciation Creative Commons - Transfert dans le Domaine Public (<https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/deed.fr>) s'applique aux données mises à disposition dans cet article, sauf indication contraire.

le transport à l'hôpital, les cliniciens cherchent à réduire les mouvements de la colonne vertébrale et à prévenir d'autres blessures secondaires [16-19]. La colonne vertébrale doit être immobilisée en position neutre. Bien que cette position soit mal définie et sujette à controverse et variation individuelle, elle est semblable à la position que l'on prend en se tenant debout et en regardant devant [20-24]. Pendant des décennies, la stratégie dominante a été d'assumer généreusement la présence d'une lésion rachidienne instable chez tous les patients présentant un mécanisme de lésion pertinent ou des signes cliniques, puis d'immobiliser à l'aide d'une combinaison d'un collier cervical rigide, de cales-têtes, de sangles et d'un plan rigide [25-32]. Bien que de nombreux autres dispositifs existent, cette combinaison est largement implémentée [33-39].

De nombreux auteurs ont exprimé des inquiétudes à propos de cette stratégie et se sont interrogés sur son efficacité, son sur-triage, ses coûts et ses éventuels effets néfastes [40-45]. En conséquence, plusieurs organisations et auteurs ont préconisé une stratégie plus sélective [2, 44, 46]. Cette controverse a généré des variations régionales dans les stratégies d'immobilisation au sein des services d'ambulances [44]. Afin de répondre à ces préoccupations d'un point de vue national, le Service National Norvégien des Compétences en Traumatologie (Norwegian National Competence Service for Traumatology, NKT-T), en collaboration avec Le Centre de Connaissances Norvégien pour les Services de Santé (The Norwegian Knowledge Centre for the Health Services, NOKC), a chargé une faculté multidisciplinaire de fournir une directive nationale conçue pour faciliter la prise en charge préhospitalière des victimes de traumatismes adultes présentant un risque de blessure à la colonne vertébrale. Le système GRADE (grading of recommendations, assessment, development and evaluation) a été combiné avec les normes pour les directives de pratique clinique et les meilleures preuves disponibles pour améliorer la prise en charge préhospitalière

des patients adultes présentant une lésion médullaire potentielle.

Méthodes

La faculté multidisciplinaire comprenait des membres de tous les organismes de santé norvégiens représentant les spécialités médicales de la neurochirurgie (1), de la chirurgie traumatologique (1), des soins préhospitaliers (3), de l'anesthésiologie (1) et des services d'ambulances (Emergency Medical Services) (1), tous avec une connaissance approfondie de la gestion des traumatismes. En outre, un méthodologiste a dirigé le travail systématique sur les preuves, y compris l'évaluation et la synthèse des preuves. Les normes d'élaboration de lignes directrices pour la pratique clinique à l'aide de l'outil d'évaluation des lignes directrices pour la recherche et l'évaluation (AGREE – Appraisal of Guidelines for Research and Evaluation) ont été suivies [47]. Les questions cliniques clés ont été créées conformément au format PICO (Population, Intervention, Comparaison, Outcome) (Tableau 1). En décembre 2014, un bibliothécaire de recherche a effectué une recherche exploratoire des directives internationales existantes et des revues systématiques [48-52].

En mars 2015, une recherche systématique dans la littérature pour les études primaires a été réalisée sur les bases de données Medline, Embase The Cochrane Library et le registre central d'essais contrôlés Cochrane (the Cochrane Central Register of Controlled Trials, CENTRAL). Les termes de recherche MeSH (Medical Subject Headings) sont répertoriés dans le supplément 1, disponible en tant que matériel supplémentaire en ligne. La recherche a en outre été limitée aux études humaines publiées en langue anglaise.

Deux reviewers ont indépendamment sélectionné les titres et les résumés de toutes les archives identifiées dans les recherches pour l'inclusion. Tout désaccord a été résolu par discussion et consensus au sein de la faculté. Par souci d'exhaustivité, des documents supplémentaires ont été identifiées en parcourant les listes de

références et les auteurs ayant collaboré avec des documents connus. Les articles en texte intégral ont été évalués de manière critique à l'aide de la checklist PRISMA pour les revues systématiques, de la checklist CASP pour les études observationnelles et de l'outil AGREE pour les lignes directrices [47-53]. La qualité des preuves et la force des recommandations ont été décrites à l'aide de l'outil GRADE. Conformément aux principes de la méthodologie GRADE, nous avons dégradé la qualité des preuves d'une intervention pour des risques de biais (qualité méthodologique), d'incohérence, de caractère indirecte, d'imprécision ou de biais de publication identifiés. Les preuves ont été classées parmi l'un des quatre niveaux de qualité (haute, moyenne, basse et très basse). En convenant de la force des recommandations, trois facteurs ont été pris en compte et intégrés dans un processus de consensus de groupe : avantages et inconvénients, qualité des preuves et préférences des patients et des cliniciens. La force des recommandations a été classée comme forte ou conditionnelle. Une recommandation forte indique que les avantages d'une intervention dépassent de loin les inconvénients (ou inversement). Une recommandation conditionnelle dénote une

incertitude quant à la balance des avantages et des inconvénients. Enfin, la faculté a choisi d'employer le terme « bonne pratique clinique » dans les cas où une recommandation était considérée comme étant évidemment rationnelle, mais où la littérature était jugée trop hétérogène pour une méta-analyse.

Résultats

Six lignes directrices ont été identifiées dans la phase exploratoire [2, 19, 46, 54-56]. Une publication était d'une qualité méthodologique particulièrement élevée. En 2013, un comité conjoint de l'Association Américaine des Neurochirurgiens (American Association of Neurological Surgeons, AANS) et du Congrès des Neurochirurgiens (Congress of Neurological Surgeons, CNS) a publié des directives actualisées pour la gestion des lésions aiguës de la colonne cervicale et de la moelle épinière [46]. Ces directives complètes sont basées sur des recherches systématiques entre 1966 et 2011 et ont été considérées à la fois pertinentes et complètes par notre faculté. Par conséquent, nous avons limité nos recherches ultérieures aux documents publiés après 2010, chevauchant les recherches du comité conjoint AANS / CNS de 1 an. Dans leur

Tableau 1 Vue d'ensemble des questions cliniques clés au format PICO

Question clinique	P	I	C	O
Est-ce que l'immobilisation du rachis de routine prévient les lésions neurologiques secondaires ?	Traumatisés	Immobilisation du rachis	Immobilisation vs pas d'immobilisation	Morbidité neurologique
Y a-t-il des alternatives à l'immobilisation de la colonne vertébrale ?	Traumatisés	Immobilisation du rachis	Minerve / maintien manuel / brancard / planche	Morbidité neurologique Douleurs/inconfort
Y a-t-il des preuves d'effets indésirables néfastes causés par les moyens d'immobilisation ?	Traumatisés	Immobilisation du rachis	Immobilisation vs pas d'immobilisation	Morbidité neurologique Douleurs, inconfort, ulcération
Y a-t-il des sous-groupes de patients qui en particulier ne devraient pas être immobilisés ?	Blessures graves Blessures mineures	Pas d'immobilisation du rachis	Immobilisation vs pas d'immobilisation	Morbidité neurologique & mortalité
Comment devraient être évacués et transportés les patients avec une lésion potentielle du rachis ?	Traumatisés	Extraction & transport	Brancard, matelas vacuum, planche	Morbidité neurologique & mortalité Douleurs, inconfort, ulcération

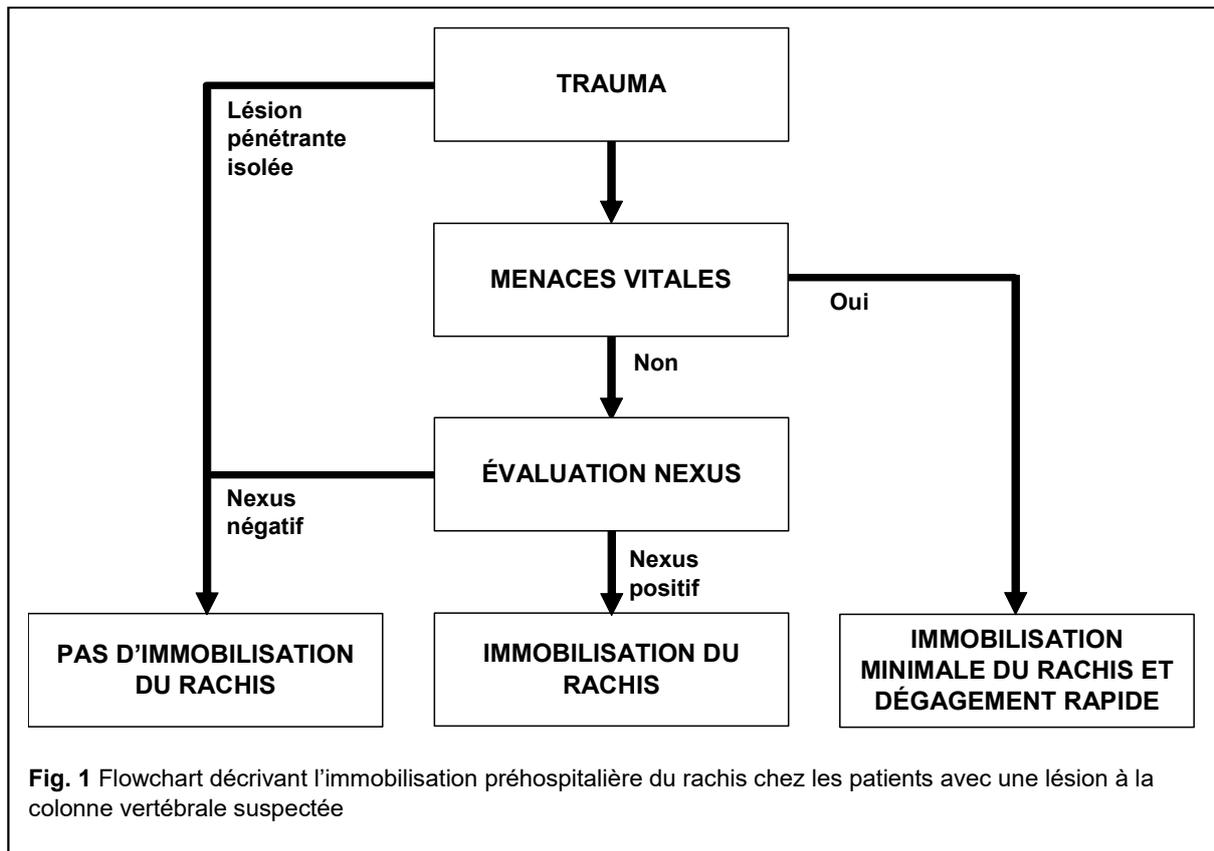
PICO Population, Intervention, Comparateur, Outcome

directive, Theodore et al. ont utilisé 109 documents pour leur revue de la littérature, dont l'un a été exclu, car il a été trouvé comme un doublon parmi nos résultats de recherche. Sur les 108 restants, 93 étaient disponibles en version intégrale pour être inclus dans

notre revue de littérature. Les 15 documents qui n'étaient pas disponibles étaient des articles de magazines non évalués par les pairs, des comptes rendus de réunions, des protocoles ambulanciers locaux et des

Tableau 2 Résumé des recommandations, de la qualité des preuves et de la force de la recommandation

Recommandation	Qualité de preuve	Force de la recommandation	Raisonnement (bénéfices, inconvénients et les préférences des patients et cliniciens)
1 Les victimes potentiellement atteintes de la colonne vertébrale devraient bénéficier d'une immobilisation du rachis.	Très bas	Forte	Manque de littérature soutenant l'immobilisation de la colonne vertébrale. Très peu de littérature documentant un dommage grave. Une lésion de la moelle épinière peut avoir des conséquences dévastatrices. Les avantages potentiels l'emportent sur les inconvénients
2 Une stratégie de manipulation minimale doit être observée.	Très bas	Forte	Manque de littérature soutenant l'immobilisation de la colonne vertébrale. Très peu de littérature documentant un dommage grave. Une lésion de la moelle épinière peut avoir des conséquences dévastatrices. Les avantages potentiels l'emportent sur les inconvénients
3 L'immobilisation du rachis ne devrait jamais retarder ni empêcher une intervention qui sauve des vies chez les victimes grièvement traumatisées.	Très bas	Bonne pratique clinique	La littérature appuyant cette recommandation a été jugée trop hétérogène pour la synthèse. La faculté estime qu'il est logique que l'immobilisation de la colonne vertébrale chez le patient gravement blessé puisse causer des dommages graves
4 Les victimes de blessures pénétrantes isolées ne devraient pas être immobilisées.	Modéré	Forte	Une vaste étude de qualité moyenne appuie directement cette recommandation. Une lésion médullaire chez les patients présentant une lésion pénétrante isolée est rare
5 Les victimes de blessures pénétrantes isolées ne devraient pas être immobilisées.	Modéré	Forte	Preuve cohérente appuyant les outils de tri basés sur les résultats cliniques plutôt que sur le mécanisme. Aucun effet nocif documenté
6 L'immobilisation cervicale peut être réalisé en utilisant une immobilisation manuelle, des cales-têtes, une minerve ou une combinaison de ceux-ci.	Très bas	Conditionnelle	Des preuves expérimentales cohérentes démontrant comment des colliers rigides peuvent immobiliser la colonne cervicale. Cependant, il existe également des preuves suggérant des dommages causés par des colliers rigides. Aucune preuve prouvant la supériorité d'une méthode
7 Les transferts depuis le sol ou entre des brancards devraient être réalisés à l'aide d'une civière à aubes.	Très bas	Conditionnelle	Insuffisance générale de preuves. Quelques preuves d'un mouvement significatif de la colonne vertébrale durant le log-roll. Certaines preuves documentant l'immobilisation améliorée avec les transferts avec la civière à aubes. La sécurité des systèmes de civière à aubes est bonne. Aucun effet nocif documenté.
8 Les patients présentant un risque potentiel de blessure à la colonne vertébrale devraient être transportés en position couchée sur le dos, sur un matelas à dépression ou sur un système de brancard d'ambulance.	Très bas	Conditionnelle	Preuves appuyant des dommages causés par les systèmes de civière à surface dure. Aucune preuve cohérente ne démontrant une stabilité accrue avec l'une ou l'autre méthode. Confort accru associé aux systèmes de surface douce. Aucune preuve n'explorant la stabilité rachidienne des brancards communs
9 Les systèmes de civière à surface dure ne peuvent être utilisés que pour des transports de courte durée.	Très bas	Conditionnelle	Preuves à l'appui des dommages causés par les systèmes de civière à surface dure. Aucune preuve cohérente démontrant une stabilité accrue avec l'une ou l'autre méthode. Augmentation du confort associé aux systèmes de surface douce
10 Dans certaines circonstances, les patients devraient être invités à s'auto-extirper des véhicules.	Très bas	Conditionnelle	Deux études expérimentales ont démontré une stabilité améliorée avec une auto-extirpation des véhicules. Alternative raisonnable et pratique dans la mesure où elle est utilisée avec prudence



chapitres de manuels qui n'étaient plus disponibles ou imprimés.

Notre base de données a généré 9441 résumés et titres. Après revue par un auteur indépendant, 9372 ont été exclus d'après le titre ou le résumé pour des sujets non liés ou pour ne pas être des études primaires ou des revues systématiques. Au total, 69 papiers originaux ont été sélectionnés pour la lecture du texte intégral, dont 16 ont été considérées comme éligibles pour inclusion dans notre base de littérature (supplément 2). En outre, six revues systématiques ont été identifiées et incluses (supplément 3) [42, 44, 45, 57-59].

Au cours de la préparation des directives, 16 autres études originales ont été identifiées à partir des bibliographies et des articles contributifs des auteurs qu'ils connaissent. Au total, nous avons identifié 63 études originales et 6 revues systématiques qui ont généré et soutenu 10 recommandations.

Nos recommandations, la qualité des preuves à l'appui ainsi que la force de la recommandation sont résumées dans le tableau 2. Les études originales soutenant chaque recommandation sont répertoriées et

décrites dans un tableau de preuves séparé, disponible en tant que matériel supplémentaire (supplément 4). Les recommandations ont servi de cadre à un algorithme conçu pour faciliter la prise en charge préhospitalière des adultes traumatisés avec un risque de blessure à la colonne vertébrale (Fig. 1). Une version préliminaire de la directive a été soumise à un processus d'audience publique national impliquant des parties prenantes telles que les services ambulanciers des fonds hospitaliers norvégiens (ambulance services of the Norwegian hospital trusts), les organisations d'ambulances aériennes, les leaders en traumatologie régionaux et les services de soins de santé primaires. La justification et la littérature derrière chaque recommandation sont développées ci-dessous.

La directive est en cours d'application au niveau national, comme elle est appliquée dans les modes opératoires des ambulances, est enseignée dans les programmes e-learning et est intégrée à la formation du nouveau personnel ambulancier. La directive est également largement diffusée dans les

présentations de meetings et dans les publications nationales sur les soins.

Recommandation 1 : Les victimes potentiellement atteintes de la colonne vertébrale devraient bénéficier d'une immobilisation du rachis.

Recommandation 2 : Une stratégie de manipulation minimale doit être observée.

Justification et base de preuves

Des preuves de plus haut niveau soutenant l'immobilisation de la colonne vertébrale font défaut

Bien que l'immobilisation de la colonne vertébrale soit l'une des interventions préhospitalières les plus fréquemment pratiquées, il n'existe pas de données probantes de grade supérieur démontrant les effets bénéfiques [46]. Entre les années 1970 et 1980, l'incidence et la mortalité des lésions complètes de la colonne vertébrale ont diminué de manière significative. Comme cela coïncidait avec l'introduction de stratégies modernes de prise en charge de la colonne vertébrale, les auteurs ont, à des degrés divers, crédité l'immobilisation de cette réduction [46, 60–63]. Outre ces hypothèses, les preuves à l'appui direct de l'immobilisation consistent en des rapports de faible qualité associant un échec de réduction de la mobilité de la colonne vertébrale à une détérioration neurologique [6, 9, 64–67]. En revanche, dans une étude controversée comparant des patients ayant eu une immobilisation de la colonne vertébrale au Nouveau-Mexique, États-Unis, à des patients de Kuala Lumpur, Malaisie, sans immobilisation de la colonne vertébrale, Hauswald et al. n'ont démontré aucun effet protecteur de l'immobilisation [68]. Néanmoins, compte tenu des preuves existantes, de la perspective anatomique et des décennies d'expérience clinique, il est probable que le paradigme actuel de l'immobilisation du rachis a joué un rôle dans la réduction des lésions neurologiques secondaires. La faculté n'a trouvé aucune raison d'abandonner la stratégie d'immobilisation de la colonne vertébrale externe. Pour les mêmes raisons, après avoir

restauré le patient dans une position anatomique, il est recommandé de minimiser les manipulations et les mouvements inutiles du patient. Les auteurs ont fait valoir que le fait de travailler selon une stratégie de manipulation aussi minimale pourrait non seulement réduire le mouvement de la colonne vertébrale, mais également réduire la douleur et favoriser l'hémostase [69].

Recommandation 3 : L'immobilisation du rachis ne devrait jamais retarder ni empêcher une intervention qui sauve des vies chez les victimes grièvement traumatisées.

Justification et base de preuves

Bien que la faculté recommande d'adhérer à la doctrine de l'immobilisation préhospitalière, il faut également reconnaître que les lésions de la moelle épinière sont rares et que l'immobilisation de la colonne vertébrale n'est pas toujours une intervention bénigne [43, 46].

L'immobilisation de la colonne vertébrale peut interférer avec ou retarder une intervention permettant de sauver la vie

L'incidence des lésions de la moelle épinière chez les victimes de traumatismes hospitalisés a été rapportée entre 0,5 et 3% [2]. L'immobilisation de la colonne vertébrale peut empêcher ou retarder la prise en charge efficace de menaces vitales réversibles, tels que voies aériennes compromises, hypoxémie, pneumothorax sous tension, tamponnade cardiaque, hémorragie ou traumatisme cérébral pouvant nécessiter des interventions urgentes avant l'hôpital ou à l'hôpital. L'immobilisation de la colonne vertébrale a été associée à une gestion difficile des voies aériennes, à une fonction thoraco-pulmonaire restreinte et à un retard dans l'intervention [42, 44, 70–74]. À la lumière de cela, l'immobilisation de la colonne vertébrale doit être moins soulignée chez le patient grièvement blessé. Tout en restant importante, l'immobilisation de la colonne vertébrale ne doit jamais interférer avec ou retarder une intervention salvatrice, ni être

autorisée à causer ou à aggraver une blessure critique (Fig. 1).

Reconnaître les blessures critiques

La mise en scène et la définition d'un traumatisme critique sont controversées. L'identification des patients présentant une blessure critique qui ne tolérera probablement pas une désincarcération prolongée et l'immobilisation de la colonne vertébrale appartient en dernier ressort au clinicien traitant. Des paramètres vitaux peuvent appuyer la décision, mais doivent être interprétés avec prudence. Néanmoins, nous avons choisi d'inclure une définition complémentaire de la blessure critique publiée précédemment par la Direction norvégienne de la santé (The Norwegian Directorate of Health) dans une ligne directrice pour la gestion des incidents de masse. Cette définition est conçue pour un triage individuel, est basée sur des résultats cliniques faciles à obtenir et est reconnue au niveau national par nos services médicaux d'urgence [75].

Voies aériennes compromises, fréquence respiratoire inférieure à 10 ou supérieure à 30 respirations par minute, fréquence des pulsations supérieure à 120 battements par minute, absence de pulsations radiales ou absence de réponse motrice aux ordres verbaux sont des signes évocateurs d'une blessure critique. Les patients présentant des lésions désignées comme critiques ne doivent pas subir une désincarcération ou une évacuation prolongée en raison de préoccupations de la colonne vertébrale. Il est important de noter que cela ne signifie pas que les précautions concernant la colonne vertébrale sont entièrement abandonnées, mais seulement appliquées dans une mesure et de manière à ne pas retarder la désincarcération ni l'intervention.

La position latérale traumatique

Historiquement, les premiers intervenants sans compétences avancées de gestion des voies aériennes ont placé les victimes inconscientes ou avec une altération de l'état de conscience en position latérale afin de faciliter le dégagement des liquides et de maintenir la perméabilité des voies aériennes [45]. Malheureusement, cela contredit le principe d'immobilisation de la colonne vertébrale chez les victimes de traumatismes,

car il génère un mouvement vertébral inacceptable [76]. La position latérale traumatique est une variation de la position latérale établie, obtenue à l'aide d'un log-roll modifié pour deux personnes avec maintien manuel de la colonne cervicale et, éventuellement, de couvertures et d'un collier rigide pour l'immobilisation cervicale [77]. Le log-roll impliqué peut générer un mouvement de la colonne vertébrale, mais il peut être compensé par les effets bénéfiques de la perméabilité et de la clairance des voies aériennes. Les cliniciens non formés à la gestion avancée des voies respiratoires doivent être encouragés à prendre en compte la position de traumatisme latéral lors du transport de patients avec un état de conscience altéré.

Recommandation 4 : Les victimes de blessures pénétrantes isolées ne devraient pas être immobilisées.

Justification et base de preuves

Les victimes de traumatismes pénétrants isolés souffrent d'une mortalité accrue lors d'une immobilisation systématique de la colonne vertébrale [57]. Dans une étude rétrospective de 2010 sur les victimes hospitalisées d'un traumatisme pénétrant, Haut et al. ont montré comment les patients présentant des lésions pénétrantes qui ont eu une immobilisation de la colonne vertébrale présentaient un taux de mortalité deux fois supérieur (14,7%) à ceux des patients non immobilisés, probablement en retardant le transport jusqu'à l'intervention chirurgicale. En outre, les auteurs ont constaté que les lésions de la moelle épinière dans les lésions pénétrantes isolées étaient extrêmement rares à un taux de 0,01% des victimes [74].

Recommandation 5 : Des outils de tri basés sur les résultats cliniques doivent être mis en place.

Justification et base de preuves

Outils de tri

Afin de remédier au sur-triage, les auteurs ont préconisé la mise en place d'outils de tri afin d'aider à identifier les patients à faible risque qui ne nécessitent pas d'immobilisation [41, 78-81]. L'étude NEXUS (National Emergency X-Radiography Use Study) et les *Canadian S-Spine Rule Criteria (CCR)* ont été développés à l'origine pour aider les

médecins à déterminer les patients traumatisés qui nécessitaient une imagerie de la colonne cervicale [2, 82, 83]. Des protocoles similaires à NEXUS se sont avérés être des outils de tri utiles pour l'immobilisation préhospitalière de la colonne vertébrale. Depuis le début des années 90, les systèmes de services médicaux d'urgence de Fresno / Kings / Madera en Californie ont mis en place un protocole d'immobilisation sélective semblable à NEXUS. Dans une revue rétrospective de 2001, Stroh et Braude ont rapporté que ce protocole présentait une sensibilité de 99% pour l'immobilisation correcte des patients présentant une lésion cervicale réelle [84]. Dans une étude observationnelle prospective menée auprès du personnel des services médicaux d'urgence du Maine, utilisant également un outil similaire à NEXUS, Burton et al. ont découvert que la sensibilité au protocole pour l'immobilisation de toute fracture de la colonne vertébrale était de 87% avec une valeur prédictive négative de 99,9% [85].

Les outils de tri basés sur les résultats cliniques réduisent le sur-triage

Les auteurs ont recommandé de mettre en œuvre des outils qui, similaires à NEXUS, se reposent principalement sur les résultats cliniques [78, 86, 87]. Les outils qui mettent l'accent sur le mécanisme de la blessure entraînent un sur-triage sans augmenter la précision. Dans une revue prospective de 498 patients traumatisés, Hong et al. ont constaté que 95,4% des patients auraient été immobilisés si le personnel du service médical avait immobilisé conformément aux critères PHTLS de la 7^e édition fondés sur le mécanisme. En revanche, une immobilisation conforme aux protocoles basés sur les résultats cliniques, les protocoles NEXUS ou Hankins, donnerait des taux d'immobilisation de 68,7% et 81,5%, respectivement. Tous les patients avec une lésion médullaire réelle auraient été immobilisés en utilisant n'importe lequel des protocoles [88]. En 1999, Muhr et al. ont rapporté comment la mise en œuvre d'un protocole de dédouanement extrahospitalier basé sur des résultats cliniques réduisait l'immobilisation d'un tiers [87]. Ces rapports, parmi d'autres, montrent que les services médicaux d'urgence peuvent mettre en œuvre avec succès des stratégies

sélectives d'immobilisation préhospitalière étant donné qu'elles sont associées à la formation et à la gouvernance clinique [89–93]. La faculté recommande d'appliquer les critères NEXUS à l'ensemble de la colonne vertébrale pour le triage en milieu préhospitalier. En l'absence de sensibilité médiane, de déficit neurologique focal, d'altération du niveau de conscience, d'intoxication et de lésion distrayante significative, c'est sûr de ne pas immobiliser.

Recommandation 6 : L'immobilisation cervicale peut être réalisée en utilisant une immobilisation manuelle, des cales-têtes, une minerve ou une combinaison de ceux-ci.

Justification et base de preuves

L'approche de l'immobilisation cervicale doit être informée et sélective, en observant les avantages et les inconvénients de plusieurs techniques. L'objectif est de parvenir à l'immobilisation de la colonne cervicale. Les moyens vont varier.

L'efficacité et les inconvénients du collier cervical rigide

Aucune étude de haute qualité n'a identifié la véritable efficacité du collier rigide. Les preuves existantes sont difficiles à comparer en raison des différences de méthodologie et de types de colliers testés [94]. Cependant, de nombreuses études documentent comment l'application d'un collier cervical rigide limitera le mouvement de la colonne cervicale [34, 36, 95-101]. Il ressort également de ces mêmes études que la restriction de mouvement est limitée. De plus, il existe de plus en plus de preuves documentant les dommages. Puisque les colliers rigides parviennent à l'immobilisation cervicale par compression de la mandibule, l'ouverture de la bouche sera réduite. Ainsi, l'application peut gêner la respiration et la gestion des voies aériennes, y compris l'élimination des vomissements ou des sécrétions [43, 102]. Les colliers cervicaux rigides peuvent augmenter la pression intracrânienne en induisant une douleur ou en bloquant le retour veineux crânien [103-105]. Dans une étude sur des cadavres présentant une lésion instable C1-C2 induite artificiellement, Ben-Galim et al. ont démontré comment la traction cervicale à partir d'un collier provoquait une séparation entre C1 et

C2, suggérant un mécanisme pouvant aggraver une blessure [106]. Une détérioration neurologique sévère a été rapportée chez des patients atteints de spondylarthrite ankylosante après triple immobilisation [107, 108]. Enfin, les colliers rigides peuvent induire une douleur ou un inconfort pouvant entraîner une non-observance, une agitation et même une augmentation du mouvement de la colonne vertébrale chez certains patients [109-111]. L'utilisation du collier cervical a également été associée à une ulcération du point de pression, à une nécrose et à une paralysie du nerf mandibulaire lors d'une utilisation prolongée [112-116].

La minerve ne doit pas être appliquée systématiquement

Les rapports susmentionnés soutiennent une approche sélective de l'utilisation de la minerve. Bien que les minerves puissent être utilisés en toute sécurité chez la majorité des patients, elles doivent être utilisés de manière sélective chez les patients présentant une lésion cérébrale traumatique, une atteinte des voies respiratoires, une spondylarthrite ankylosante ou une agitation. Dans de tels cas, la minerve peut ne pas être appliquée ou utilisée par intermittence. Le collier cervical peut servir de support lors de certaines manœuvres, comme lors de transferts du brancard ou lors de l'évacuation d'un véhicule, après quoi le collier cervical peut être ouvert ou retiré [99, 117]. Avec un maintien manuel dans l'axe adéquat, ceci peut être réalisé avec un déplacement minimal de la colonne vertébrale [118]. Le transport peut s'effectuer en utilisant uniquement un maintien manuel dans l'axe et / ou des cales-têtes. Holla et al. ont récemment démontré que l'ajout d'un collier rigide n'avait pas pour effet d'améliorer la restriction de mouvement chez des volontaires déjà sanglés à une civière rigide avec des cales-têtes [102]. Les patients ayant une colonne vertébrale cyphotique, telle que dans la spondylarthrite ankylosante, devraient être immobilisés dans une position similaire à leur courbure rachidienne habituelle [108].

Recommandation 7 : Les transferts depuis le sol ou entre des brancards devraient être réalisés à l'aide d'une civière à aubes.

Justification et base de preuves

Un mouvement significatif de la colonne vertébrale est généré lorsque le patient est transféré du sol sur ou entre des brancards ou des lits. Conformément à une stratégie de manipulation minimale, les cliniciens doivent veiller à minimiser les mouvements de la colonne vertébrale au cours de ces étapes critiques de dégagement.

Le log-roll peut générer un mouvement excessif de la colonne vertébrale et doit être évité au profit de techniques alternatives

Le log-roll est traditionnellement utilisée pour transférer le patient sur ou hors des moyens d'immobilisation ou pour permettre l'accès au dos des patients pour examen, bien que les auteurs aient mis en doute sa sécurité [119]. Le log-roll est une procédure potentiellement dangereuse car il peut provoquer une luxation de la fracture, une douleur, une angoisse ou une rupture du clou plaquettaire chez les patients présentant des fractures du bassin ou d'autres blessures. La valeur diagnostique est limitée [69, 120, 121]. De plus, comme la tête, les hanches et le bassin ont des diamètres différents, le mouvement de la colonne vertébrale est inhérent à la technique, et plusieurs études ont montré comment le log-roll génère plus de mouvement que les techniques alternatives facilement disponibles, telles que les techniques de pont ou d'utilisation de la civière à aubes [122-128]. La faculté est convaincue que le mouvement potentiel de la colonne vertébrale généré par le log-roll peut être encore aggravé dans le contexte préhospitalier, où il est généralement effectué avec du personnel limité et dans des conditions de travail difficiles. L'utilisation de la technique dans le contexte préhospitalier devrait donc être minimisée, sinon abolie.

Pour les transferts depuis le sol ou entre brancards, nous vous recommandons d'utiliser une civière à aubes. Comme la civière à aubes est scindée verticalement puis réassemblée sous le patient, le transfert depuis le sol ou entre des brancards nécessite un roulage minimal ou nul [129]. Il a été démontré que l'immobilisation et le confort sont comparables ou meilleurs que ceux de la planche de sauvetage classique [122, 127, 130].

Recommandation 8 : Les patients présentant un risque potentiel de blessure à la colonne vertébrale devraient être transportés en position couchée sur le dos, sur un matelas à dépression ou sur un brancard d'ambulance.

Recommandation 9 : Les systèmes à surface dure ne peuvent être utilisés que pour des transports de courte durée.

Justification et base de preuves

Nous souhaitons différencier les systèmes de surface dure et douce. Les systèmes à surface dure sont ceux dans lesquels le patient est directement allongé sur du plastique dur ou du métal, tandis que les systèmes à surface douce ont un rembourrage conçu pour améliorer le confort et réduire les points de pression.

Systèmes à surface dure

La planche a été conçue pour faciliter l'extraction, mais elle est utilisée depuis ses débuts comme moyen de transport et est rapidement devenue la référence en matière d'immobilisation de la colonne vertébrale pendant le transport [131, 132]. La littérature, au contraire, suggère que cela n'est pas approprié pour des transports de longue durée. En peu de temps, les patients vont développer une gêne importante et une douleur modérée à sévère [133–135]. Une exposition prolongée peut provoquer des escarres [136, 137]. La douleur et l'inconfort peuvent également entraîner un mouvement spinal volontaire excessif [133]. La civière à aubes, tout comme la planche, présente des surfaces dures pouvant causer de la douleur, de l'inconfort ou des blessures dues à des points de pression. Bien qu'il s'agisse d'un excellent dispositif d'extraction et de moyen de transport adapté aux courtes distances, pour des durées de transports plus longues, il convient de retirer la civière à aubes, comme la planche, après le transfert de la victime sur un matelas à dépression ou sur un brancard d'ambulance standard.

Systèmes à surface douce

Le matelas à dépression, bien qu'il ne soit pas assez rigide pour l'extraction, est un moyen de transport utile. Lorsque le vide est appliqué, le matelas épouse les contours du patient, minimisant ainsi les points de pression, le rendant plus confortable, moins

douloureux et, probablement, moins susceptible de produire une ulcération [73, 138-141]. Il a été démontré que le matelas à dépression offrait un degré d'immobilisation similaire, voire supérieur, à celui de la planche [132, 139, 140, 142].

Recommandation 10 : Dans certaines circonstances, les patients devraient être invités à s'auto-extirper des véhicules.

Justification et base de preuves

L'approche traditionnelle de l'extraction d'un véhicule ou dans d'autres contextes des victimes potentiellement blessées à la colonne vertébrale a consisté à immobiliser la victime avec un collier cervical, puis à transférer soigneusement la victime passive sur une planche pour l'extraction [143].

Auto-extirpation

Au fil des ans, les auteurs ont fait valoir que cette pratique était souvent inutile, entraînant des temps d'extraction prolongés et des complications évitables liées à l'immobilisation de la colonne vertébrale. Les auteurs ont fait valoir que les mouvements de la colonne vertébrale dans l'amplitude normale des mouvements nécessitent si peu d'énergie, d'une magnitude beaucoup moins élevée que l'énergie au moment de l'impact initial, qu'il est très peu probable qu'ils provoquent de nouvelles blessures. De plus, le tonus musculaire de la victime alerte suffira à protéger la colonne vertébrale de toute blessure ultérieure [41, 68, 144]. En 2013, la faculté britannique des soins préhospitaliers l'a reconnu dans un communiqué recommandant d'autoriser le patient totalement alerte ayant une lésion médullaire potentielle et ne présentant pas de lésion distraçante à s'auto-extraire sans immobilisation externe [2]. Malheureusement, une telle position est appuyée par très peu d'études. Shafer et Naunheim, en 2009, ont démontré que des volontaires immobilisés uniquement avec un collier cervical rigide qui sortait d'un véhicule à leur guise, généraient moins de mouvements de la colonne vertébrale que lorsqu'ils étaient extraits à l'aide de techniques traditionnelles [145]. Plus récemment, Dixon et al., dans une étude biomécanique sur des volontaires sains, ont montré que l'auto-extirpation contrôlée sans collier générait moins de mouvement dans la

colonne cervicale par rapport aux techniques d'extraction à l'aide d'équipements [146].

Une approche généreuse de l'auto-extirpation

Malgré le peu de preuves, nous recommandons l'auto-extirpation dans certaines circonstances. Tant que les patients souffrant de douleurs au dos ou à la nuque ne sont pas obnubilés (n'ont pas d'altération de l'état de conscience), ne sont sous l'influence d'aucun toxique et ne présentent pas de lésion significative distrayante, ils devraient être invités à s'auto-extirper vers un système d'immobilisation à proximité. La condition préalable à l'auto-extirpation est que cela se fasse dans des conditions sécuritaires. Si la sécurité suscite des préoccupations, la stratégie revient par défaut aux techniques d'extraction traditionnelles. Après s'être allongés sur le moyen d'immobilisation, les patients doivent bénéficier d'une immobilisation externe complète pour une évacuation et un transport définitifs, car ils peuvent être soumis à une force externe susceptible de dépasser leur protection musculaire.

Résumé

Cette ligne directrice, basée sur des consensus et les meilleures preuves disponibles, est une tentative de répondre aux préoccupations concernant le sur-triage, les préjudices et les coûts associés à la prise en charge traditionnelle de la lésion du rachis potentielle. La faculté n'a trouvé aucune raison d'abandonner la doctrine actuelle de l'immobilisation de la colonne vertébrale chez les patients présentant une potentielle lésion du rachis. Nous recommandons toutefois de mettre en œuvre des outils de tri préhospitaliers ainsi que de maintenir une approche sélective de l'utilisation des divers dispositifs d'immobilisation.

Fichiers supplémentaires

Fichier supplémentaire 1 : vocabulaire des moteurs de recherche. (DOCX 108 kb)

Fichier supplémentaire 2 : tableau S1. Études originales identifiées dans notre recherche de nouvelle littérature. (DOCX 24 kb)

Fichier supplémentaire 3 : tableau S2. Les revues systématiques identifiées dans notre

recherche de nouvelle littérature. (DOCX 23 kb)

Fichier supplémentaire 4 : Tableau S3. Études originales soutenant nos 10 recommandations. (DOCX 44 kb)

Correspondance

Par courriel : l.stuby@gt-ambulances.ch

Références

1. Prasad VS, Schwartz A, Bhutani R, Sharkey PW, Schwartz ML. Characteristics of injuries to the cervical spine and spinal cord in polytrauma patient population: experience from a regional trauma unit. *Spinal Cord*. 1999;37:560–8.
2. Connor D, Greaves I, Porter K, Bloch M, consensus group FoP-HC. Pre-hospital spinal immobilisation: an initial consensus statement. *Emerg Med J*. 2013;30:1067–9.
3. Brunette DD, Rockswold GL. Neurologic recovery following rapid spinal realignment for complete cervical spinal cord injury. *J Trauma*. 1987;27:445–7.
4. Burney RE, Waggoner R, Maynard FM. Stabilization of spinal injury for early transfer. *J Trauma*. 1989;29:1497–9.
5. Kossuth LC. The removal of injured personnel from wrecked vehicles. *J Trauma*. 1965;5:703–8.
6. Geisler WO, Wynne-Jones M, Jousse AT. Early management of the patient with trauma to the spinal cord. *Med Serv J Can*. 1966;22:512–23.
7. Kossuth LC. The initial movement of the injured. *Mil Med*. 1967;132:18–21.
8. Farrington JD. Extrication of victims—surgical principles. *J Trauma*. 1968;8:493–512.
9. Bohlman HH. Acute fractures and dislocations of the cervical spine. An analysis of three hundred hospitalized patients and review of the literature. *J Bone Joint Surg Am*. 1979;61:1119–42.
10. Rimel RW, Jane JA, Edlich RF. An educational training program for the care at the site of injury of trauma to the central nervous system. *Resuscitation*. 1981;9:23–8.
11. Wagner Jr FC, Johnson RM. Cervical bracing after trauma. *Med Instrum*. 1982;16:287–8.
12. Cline JR, Scheidel E, Bigsby EF. A comparison of methods of cervical immobilization used in patient extrication and transport. *J Trauma*. 1985;25:649–53.
13. Moylan JA. Trauma injuries. Triage and stabilization for safe transfer. *Postgrad Med*. 1985;78:166–71, 174–165, 177.
14. Jeanneret B, Magerl F, Ward JC. Overdistraction: a hazard of skull traction in the management of acute injuries of the cervical spine. *Arch Orthop Trauma Surg*. 1991;110:242–5.
15. Farrington JD. Death in a Ditch. 1967. *Bull Am Coll Surg*. 2013;98:44–53. discussion 43.
16. Stauffer ES. Orthotics for spinal cord injuries. *Clin Orthop Relat Res*. 1974;102:92–9.
17. Fenstermaker RA. Acute neurologic management of the patient with spinal cord injury. *Urol Clin North Am*. 1993;20:413–21.

18. Frohna WJ. Emergency department evaluation and treatment of the neck and cervical spine injuries. *Emerg Med Clin North Am.* 1999;17:739–91.
19. White CC, Domeier RM, Millin MG, Standards, Clinical Practice Committee NAOEMSP. EMS spinal precautions and the use of the long backboard - resource document to the position statement of the National Association of EMS Physicians and the American College of Surgeons Committee on Trauma. *Prehosp Emerg Care.* 2014;18:306–14.
20. Schriger DL, Larmon B, LeGassick T, Blinman T. Spinal immobilization on a flat backboard: does it result in neutral position of the cervical spine? *Ann Emerg Med.* 1991;20:878–81.
21. Nypaver M, Treloar D. Neutral cervical spine positioning in children. *Ann Emerg Med.* 1994;23:208–11.
22. Curran C, Dietrich AM, Bowman MJ, Ginn-Pease ME, King DR, Kosnik E. Pediatric cervical-spine immobilization: achieving neutral position? *J Trauma.* 1995;39:729–32.
23. Schriger DL. Immobilizing the cervical spine in trauma: should we seek an optimal position or an adequate one? *Ann Emerg Med.* 1996;28:351–3.
24. Del Rossi G, Rehtine GR, Conrad BP, Horodyski M. Is sub-occipital padding necessary to maintain optimal alignment of the unstable spine in the prehospital setting? A preliminary report. *J Emerg Med.* 2013;45:366–71.
25. Worsing Jr RA. Principles of prehospital care of musculoskeletal injuries. *Emerg Med Clin North Am.* 1984;2:205–17.
26. Swain A, Dove J, Baker H. ABC of major trauma. Trauma of the spine and spinal cord–I. *BMJ.* 1990;301:34–8.
27. McGuire Jr RA. Protection of the unstable spine during transport and early hospitalization. *J Miss State Med Assoc.* 1991;32:305–8.
28. Alexander RH, Proctor HJ, American College of Surgeons, Committee on Trauma. Advanced trauma life support program for physicians : ATLS. 5th edn. Chicago, IL: American College of Surgeons; 1993.
29. Mazolewski P, Manix TH. The effectiveness of strapping techniques in spinal immobilization. *Ann Emerg Med.* 1994;23:1290–5.
30. De Lorenzo RA. A review of spinal immobilization techniques. *J Emerg Med.* 1996;14:603–13.
31. Perry SD, McLellan B, McIlroy WE, Maki BE, Schwartz M, Fernie GR. The efficacy of head immobilization techniques during simulated vehicle motion. *Spine (Phila Pa 1976).* 1999;24:1839–44.
32. Cervical spine immobilization before admission to the hospital. *Neurosurgery* 2002, 50:S7-17.
33. Jones SL. Spinal trauma board. *Phys Ther.* 1977;57:921–2.
34. Graziano AF, Scheidel EA, Cline JR, Baer LJ. A radiographic comparison of prehospital cervical immobilization methods. *Ann Emerg Med.* 1987; 16:1127–31.
35. Cohen J. A new device for the care of acute spinal injuries: the Russel extrication device. *Aeromedical J.* 1988;3:41.
36. Chandler DR, Nemejc C, Adkins RH, Waters RL. Emergency cervical-spine immobilization. *Ann Emerg Med.* 1992;21:1185–8.
37. Carter VM, Fasen JA, Roman Jr JM, Hayes KW, Petersen CM. The effect of a soft collar, used as normally recommended or reversed, on three planes of cervical range of motion. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1996;23:209–15.
38. Tuite GF, Veres R, Crockard HA, Peterson D, Hayward RD. Use of an adjustable, transportable, radiolucent spinal immobilization device in the comprehensive management of cervical spine instability: Technical note. *J Neurosurg.* 1996;85:1177–80.
39. Markenson D, Foltin G, Tunik M, Cooper A, Giordano L, Fitton A, Lanotte T. The Kendrick extrication device used for pediatric spinal immobilization. *Prehosp Emerg Care.* 1999;3:66–9.
40. McHugh TP, Taylor JP. Unnecessary out-of-hospital use of full spinal immobilization. *Acad Emerg Med.* 1998;5:278–80.
41. Orledge JD, Pepe PE. Out-of-hospital spinal immobilization: is it really necessary? *Acad Emerg Med.* 1998;5:203–4.
42. Kwan I, Bunn F. Effects of prehospital spinal immobilization: a systematic review of randomized trials on healthy subjects. *Prehosp Disaster Med.* 2005;20:47–53.
43. Abram S, Bulstrode C. Routine spinal immobilization in trauma patients: what are the advantages and disadvantages? *Surgeon.* 2010;8:218–22.
44. Sundstrom T, Asbjornsen H, Habiba S, Sunde GA, Wester K. Prehospital use of cervical collars in trauma patients: a critical review. *J Neurotrauma.* 2014; 31:531–40.
45. Hyldmo PK, Vist GE, Feyling AC, Rognas L, Magnusson V, Sandberg M, Soreide E. Is the supine position associated with loss of airway patency in unconscious trauma patients? A systematic review and meta-analysis. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2015;23:50.
46. Theodore N, Hadley MN, Aarabi B, Dhall SS, Gelb DE, Hurlbert RJ, Rozzelle CJ, Ryken TC, Walters BC. Prehospital cervical spinal immobilization after trauma. *Neurosurgery.* 2013;72 Suppl 2:22–34.
47. AGREE [<http://www.agreetrust.org>]
48. U.S. Department of Health and Human Services, National Guideline Clearinghouse [<http://www.guideline.gov>]
49. BMJ Best Practice [<http://bestpractice.bmj.com>]
50. UpToDate [<http://www.uptodate.com>]
51. National Institute for Health and Care Excellence [<http://www.nice.org.uk>]
52. Guidelines International Network [<http://www.g-i-n.net>]
53. Critical Appraisal Skills Programme (CASP) [<http://www.casp-uk.net>]
54. Ahn H, Singh J, Nathens A, MacDonald RD, Travers A, Tallon J, Fehlings MG, Yee A. Prehospital care management of a potential spinal cord injured patient: a systematic review of the literature and evidence-based guidelines. *J Neurotrauma.* 2011;28:1341–61.

55. Oteir AO, Smith K, Jennings PA, Stoelwinder JU. The prehospital management of suspected spinal cord injury: an update. *Prehosp Disaster Med.* 2014;29:399–402.
56. Prehospital care of the adult trauma patient [http://www.uptodate.com/contents/prehospital-care-of-the-adult-trauma-patient?source=search_result&search=prehospital+trauma&selectedTitle=1%7E106]
57. Stuke LE, Pons PT, Guy JS, Chapleau WP, Butler FK, McSwain NE. Prehospital spine immobilization for penetrating trauma—review and recommendations from the Prehospital Trauma Life Support Executive Committee. *J Trauma.* 2011;71:763–9. discussion 769–770.
58. Hyldmo PK, Vist GE, Feyling AC, Rognas L, Magnusson V, Sandberg M, Soreide E. Does turning trauma patients with an unstable spinal injury from the supine to a lateral position increase the risk of neurological deterioration?—A systematic review. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2015;23:65.
59. Oteir AO, Smith K, Stoelwinder JU, Middleton J, Jennings PA. Should suspected cervical spinal cord injury be immobilised?: a systematic review. *Injury.* 2015;46:528–35.
60. Green BA, Eismont FJ. Acute spinal cord injury: a systems approach. *Cent Nerv Syst Trauma.* 1984;1:173–95.
61. Olson CM, Jastremski MS, Vilogi JP, Madden CM, Beney KM. Stabilization of patients prior to interhospital transfer. *Am J Emerg Med.* 1987;5:33–9.
62. Garfin SR, Shackford SR, Marshall LF, Drummond JC: Care of the multiply injured patient with cervical spine injury. *Clin Orthop Relat Res* 1989;(239):19–29.
63. Waters RL, Meyer Jr PR, Adkins RH, Felton D. Emergency, acute, and surgical management of spine trauma. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999;80:1383–90.
64. Gunby I. New focus on spinal cord injury. *JAMA.* 1981;245:1201–6.
65. Marshall LF, Knowlton S, Garfin SR, Klauber MR, Eisenberg HM, Kopaniky D, Miner ME, Tabbador K, Clifton GL. Deterioration following spinal cord injury. A multicenter study. *J Neurosurg.* 1987;66:400–4.
66. Toscano J. Prevention of neurological deterioration before admission to a spinal cord injury unit. *Paraplegia.* 1988;26:143–50.
67. Todd NV, Skinner D, Wilson-MacDonald J. Secondary neurological deterioration in traumatic spinal injury: data from medicolegal cases. *Bone Joint J.* 2015;97-B:527–31.
68. Hauswald M, Ong G, Tandberg D, Omar Z. Out-of-hospital spinal immobilization: its effect on neurologic injury. *Acad Emerg Med.* 1998;5:214–9.
69. Moss R, Greaves I. consensus g: Minimal patient handling: a faculty of prehospital care consensus statement. *Emerg Med J.* 2013;30:1065–6.
70. Bauer D, Kowalski R. Effect of spinal immobilization devices on pulmonary function in the healthy, nonsmoking man. *Ann Emerg Med.* 1988;17:915–8.
71. Walsh M, Grant T, Mickey S. Lung function compromised by spinal immobilization. *Ann Emerg Med.* 1990;19:615–6.
72. Schafermeyer RW, Ribbeck BM, Gaskins J, Thomason S, Harlan M, Attkisson A. Respiratory effects of spinal immobilization in children. *Ann Emerg Med.* 1991;20:1017–9.
73. Totten VY, Sugarman DB. Respiratory effects of spinal immobilization. *Prehosp Emerg Care.* 1999;3:347–52.
74. Haut ER, Kalish BT, Efron DT, Haider AH, Stevens KA, Kieninger AN, Cornwell 3rd EE, Chang DC. Spine immobilization in penetrating trauma: more harm than good? *J Trauma.* 2010;68:115–20. discussion 120–111.
75. Masseskadetriage [<https://helsedirektoratet.no/retningslinjer/nasjonale-veileder-formasseskadetriage>]
76. Gunn BD, Eizenberg N, Silberstein M, McMeeken JM, Tully EA, Stillman BC, Brown DJ, Gutteridge GA. How should an unconscious person with a suspected neck injury be positioned? *Prehosp Disaster Med.* 1995;10:239–44.
77. Fattah S, Ekas GR, Hyldmo PK, Wisborg T. The lateral trauma position: what do we know about it and how do we use it? A cross-sectional survey of all Norwegian emergency medical services. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2011;19:45.
78. Domeier RM, Evans RW, Swor RA, Rivera-Rivera EJ, Frederiksen SM. Prehospital clinical findings associated with spinal injury. *Prehosp Emerg Care.* 1997;1:11–5.
79. Lin HL, Lee WC, Chen CW, Lin TY, Cheng YC, Yeh YS, Lin YK, Kuo LC. Neck collar used in treatment of victims of urban motorcycle accidents: over- or underprotection? *Am J Emerg Med.* 2011;29:1028–33.
80. Boland LL, Satterlee PA, Jansen PR. Cervical spine fractures in elderly patients with hip fracture after low-level fall: an opportunity to refine prehospital spinal immobilization guidelines? *Prehosp Disaster Med.* 2014;29:96–9.
81. Morrison J, Jeanmonod R. Imaging in the NEXUS-negative patient: when we break the rule. *Am J Emerg Med.* 2014;32:67–70.
82. Hoffman JR, Mower WR, Wolfson AB, Todd KH, Zucker MI. Validity of a set of clinical criteria to rule out injury to the cervical spine in patients with blunt trauma, National Emergency X-Radiography Utilization Study Group. *N Engl J Med.* 2000;343:94–9.
83. Michaleff ZA, Maher CG, Verhagen AP, Rebbeck T, Lin CW. Accuracy of the Canadian C-spine rule and NEXUS to screen for clinically important cervical spine injury in patients following blunt trauma: a systematic review. *CMAJ.* 2012;184:E867–876.
84. Strohm G, Braude D. Can an out-of-hospital cervical spine clearance protocol identify all patients with injuries? An argument for selective immobilization. *Ann Emerg Med.* 2001;37:609–15.
85. Burton JH, Dunn MG, Harmon NR, Hermanson TA, Bradshaw JR. A statewide, prehospital emergency medical service selective patient spine immobilization protocol. *J Trauma.* 2006;61:161–7.

86. Domeier RM, Evans RW, Swor RA, Hancock JB, Fales W, Krohmer J, Frederiksen SM, Shork MA. The reliability of prehospital clinical evaluation for potential spinal injury is not affected by the mechanism of injury. *Prehosp Emerg Care*. 1999;3:332-7.
87. Muhr MD, Seabrook DL, Wittwer LK. Paramedic use of a spinal injury clearance algorithm reduces spinal immobilization in the out-of-hospital setting. *Prehosp Emerg Care*. 1999;3:1-6.
88. Hong R, Meenan M, Prince E, Murphy R, Tambussi C, Rohrbach R, Baumann BM. Comparison of three prehospital cervical spine protocols for missed injuries. *West J Emerg Med*. 2014;15:471-9.
89. Domeier RM, Evans RW, Swor RA, Rivera-Rivera EJ, Frederiksen SM. Prospective validation of out-of-hospital spinal clearance criteria: a preliminary report. *Acad Emerg Med*. 1997;4:643-6.
90. Brown LH, Gough JE, Simonds WB. Can EMS providers adequately assess trauma patients for cervical spinal injury? *Prehosp Emerg Care*. 1998;2:33-6.
91. Meldon SW, Brant TA, Cydulka RK, Collins TE, Shade BR. Out-of-hospital cervical spine clearance: agreement between emergency medical technicians and emergency physicians. *J Trauma*. 1998;45:1058-61.
92. Domeier RM, Swor RA, Evans RW, Hancock JB, Fales W, Krohmer J, Frederiksen SM, Rivera-Rivera EJ, Schork MA. Multicenter prospective validation of prehospital clinical spinal clearance criteria. *J Trauma*. 2002;53:744-50.
93. Tello RR, Braude D, Fullerton L, Froman P. Outcome of trauma patients immobilized by emergency department staff, but not by emergency medical services providers: a quality assurance initiative. *Prehosp Emerg Care*. 2014;18:544-9.
94. Roozmon P, Gracovetsky SA, Gouw GJ, Newman N. Examining motion in the cervical spine. I: Imaging systems and measurement techniques. *J Biomed Eng*. 1993;15:5-12.
95. Podolsky S, Baraff LJ, Simon RR, Hoffman JR, Larmon B, Ablon W. Efficacy of cervical spine immobilization methods. *J Trauma*. 1983;23:461-5.
96. McCabe JB, Nolan DJ. Comparison of the effectiveness of different cervical immobilization collars. *Ann Emerg Med*. 1986;15:50-3.
97. McGuire RA, Degnan G, Amundson GM. Evaluation of current extrication orthoses in immobilization of the unstable cervical spine. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1990;15:1064-7.
98. Rosen PB, McSwain Jr NE, Arata M, Stahl S, Mercer D. Comparison of two new immobilization collars. *Ann Emerg Med*. 1992;21:1189-95.
99. Del Rossi G, Heffernan TP, Horodyski M, Rehtine GR. The effectiveness of extrication collars tested during the execution of spine-board transfer techniques. *Spine J*. 2004;4:619-23.
100. Horodyski M, DiPaola CP, Conrad BP, Rehtine 2nd GR. Cervical collars are insufficient for immobilizing an unstable cervical spine injury. *J Emerg Med*. 2011;41:513-9.
101. Ivancic PC. Do cervical collars and cervicothoracic orthoses effectively stabilize the injured cervical spine? A biomechanical investigation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013;38:E767-774.
102. Holla M. Value of a rigid collar in addition to head blocks: a proof of principle study. *Emerg Med J*. 2012;29:104-7.
103. Raphael JH, Chotai R. Effects of the cervical collar on cerebrospinal fluid pressure. *Anaesthesia*. 1994;49:437-9.
104. Davies G, Deakin C, Wilson A. The effect of a rigid collar on intracranial pressure. *Injury*. 1996;27:647-9.
105. Kolb JC, Summers RL, Galli RL. Cervical collar-induced changes in intracranial pressure. *Am J Emerg Med*. 1999;17:135-7.
106. Ben-Galim P, Dreiangel N, Mattox KL, Reitman CA, Kalantar SB, Hipp JA. Extrication collars can result in abnormal separation between vertebrae in the presence of a dissociative injury. *J Trauma*. 2010;69:447-50.
107. Podolsky SM, Hoffman JR, Pietrafesa CA. Neurologic complications following immobilization of cervical spine fracture in a patient with ankylosing spondylitis. *Ann Emerg Med*. 1983;12:578-80.
108. Thumbikat P, Hariharan RP, Ravichandran G, McClelland MR, Mathew KM. Spinal cord injury in patients with ankylosing spondylitis: a 10-year review. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32:2989-95.
109. Plaisier B, Gabram SG, Schwartz RJ, Jacobs LM. Prospective evaluation of craniofacial pressure in four different cervical orthoses. *J Trauma*. 1994;37:714-20.
110. Lerner EB, Billittier AJ, Moscati RM. The effects of neutral positioning with and without padding on spinal immobilization of healthy subjects. *Prehosp Emerg Care*. 1998;2:112-6.
111. Buijns SR, Guly HR, Wallis LA. Effect of spinal immobilization on heart rate, blood pressure and respiratory rate. *Prehosp Disaster Med*. 2013;28:210-4.
112. Hewitt S. Skin necrosis caused by a semi-rigid cervical collar in a ventilated patient with multiple injuries. *Injury*. 1994;25:323-4.
113. Liew SC, Hill DA. Complication of hard cervical collars in multi-trauma patients. *Aust N Z J Surg*. 1994;64:139-40.
114. Rodgers JA, Rodgers WB. Marginal mandibular nerve palsy due to compression by a cervical hard collar. *J Orthop Trauma*. 1995;9:177-9.
115. Blaylock B. Solving the problem of pressure ulcers resulting from cervical collars. *Ostomy Wound Manage*. 1996;42:26-8. 30, 32-23.
116. Black CA, Buderer NM, Blaylock B, Hogan BJ. Comparative study of risk factors for skin breakdown with cervical orthotic devices: Philadelphia and Aspen. *J Trauma Nurs*. 1998;5:62-6.
117. Conrad BP, Rehtine G, Weight M, Clarke J, Horodyski M. Motion in the unstable cervical spine during hospital bed transfers. *J Trauma*. 2010;69:432-6.
118. Prasarn ML, Conrad B, Del Rossi G, Horodyski M, Rehtine GR. Motion generated in the unstable cervical spine during the application and removal of cervical immobilization collars. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012;72:1609-13.

119. Conrad BP, Rossi GD, Horodyski MB, Prasarn ML, Alemi Y, Rehtine GR. Eliminating log rolling as a spine trauma order. *Surg Neurol Int.* 2012;3:S188–197.
120. Lee C, Porter K. The prehospital management of pelvic fractures. *Emerg Med J.* 2007;24:130–3.
121. Leech C, Porter K, Bosanko C. Log-rolling a blunt major trauma patient is inappropriate in the primary survey. *Emerg Med J.* 2014;31:86.
122. McGuire RA, Neville S, Green BA, Watts C. Spinal instability and the logrolling maneuver. *J Trauma.* 1987;27:525–31.
123. Suter RE, Tighe TV, Sartori J, Reed K. Thoraco-Lumbar Spinal Instability during Variations of the Log-Roll Maneuver. *Prehosp Disaster Med.* 1992;7:133–8.
124. Conrad BP, Horodyski M, Wright J, Ruetz P, Rehtine 2nd GR. Logrolling technique producing unacceptable motion during body position changes in patients with traumatic spinal cord injury. *J Neurosurg Spine.* 2007;6:540–3.
125. Del Rossi G, Horodyski MH, Conrad BP, Di Paola CP, Di Paola MJ, Rehtine GR. The 6-plus-person lift transfer technique compared with other methods of spine boarding. *J Athl Train.* 2008;43:6–13.
126. Del Rossi G, Horodyski M, Conrad BP, Dipaola CP, Dipaola MJ, Rehtine GR. Transferring patients with thoracolumbar spinal instability: are there alternatives to the log roll maneuver? *Spine (Phila Pa 1976).* 2008;33:1611–5.
127. Del Rossi G, Rehtine GR, Conrad BP, Horodyski M. Are scoop stretchers suitable for use on spine-injured patients? *Am J Emerg Med.* 2010;28:751–6.
128. Horodyski M, Conrad BP, Del Rossi G, DiPaola CP, Rehtine 2nd GR. Removing a patient from the spine board: is the lift and slide safer than the log roll? *J Trauma.* 2011;70:1282–5. discussion 1285.
129. Hachen HJ. Emergency transportation in the event of acute spinal cord lesion. *Paraplegia.* 1974;12:33–7.
130. Krell JM, McCoy MS, Sparto PJ, Fisher GL, Stoy WA, Hostler DP. Comparison of the Ferno Scoop Stretcher with the long backboard for spinal immobilization. *Prehosp Emerg Care.* 2006;10:46–51.
131. Cooke M. Spinal boards. *J Accid Emerg Med.* 1996;13:433.
132. Luscombe MD, Williams JL. Comparison of a long spinal board and vacuum mattress for spinal immobilisation. *Emerg Med J.* 2003;20:476–8.
133. Chan D, Goldberg R, Tascone A, Harmon S, Chan L. The effect of spinal immobilization on healthy volunteers. *Ann Emerg Med.* 1994;23:48–51.
134. Cordell WH, Hollingsworth JC, Olinger ML, Stroman SJ, Nelson DR. Pain and tissue-interface pressures during spine-board immobilization. *Ann Emerg Med.* 1995;26:31–6.
135. Walton R, DeSalvo JF, Ernst AA, Shahane A. Padded vs unpadded spine board for cervical spine immobilization. *Acad Emerg Med.* 1995;2:725–8.
136. Linares HA, Mawson AR, Suarez E, Biundo JJ. Association between pressure sores and immobilization in the immediate post-injury period. *Orthopedics.* 1987;10:571–3.
137. Mawson AR, Biundo Jr JJ, Neville P, Linares HA, Winchester Y, Lopez A. Risk factors for early occurring pressure ulcers following spinal cord injury. *Am J Phys Med Rehabil.* 1988;67:123–7.
138. Chan D, Goldberg RM, Mason J, Chan L. Backboard versus mattress splint immobilization: a comparison of symptoms generated. *J Emerg Med.* 1996;14:293–8.
139. Hamilton RS, Pons PT. The efficacy and comfort of full-body vacuum splints for cervical-spine immobilization. *J Emerg Med.* 1996;14:553–9.
140. Johnson DR, Hauswald M, Stockhoff C. Comparison of a vacuum splint device to a rigid backboard for spinal immobilization. *Am J Emerg Med.* 1996;14:369–72.
141. Mok JM, Jackson KL, Fang R, Freedman BA. Effect of vacuum spine board immobilization on incidence of pressure ulcers during evacuation of military casualties from theater. *Spine J.* 2013;13:1801–8.
142. Mahshidfar B, Mofidi M, Yari AR, Mehrsorosh S. Long backboard versus vacuum mattress splint to immobilize whole spine in trauma victims in the field: a randomized clinical trial. *Prehosp Disaster Med.* 2013;28:462–5.
143. Dick T. Comparing the short-board technique. *Ann Emerg Med.* 1989;18:115–6.
144. Stevens AC, Trammell TR, Billows GL, Ladd LM, Olinger ML. Radiation exposure as a consequence of spinal immobilization and extrication. *J Emerg Med.* 2015;48:172–7.
145. Shafer JS, Naunheim RS. Cervical spine motion during extrication: a pilot study. *West J Emerg Med.* 2009;10:74–8.
146. Dixon M, O'Halloran J, Hannigan A, Keenan S, Cummins NM. Confirmation of suboptimal protocols in spinal immobilisation? *Emerg Med J.* 2015;32:939–45.