

# Prehospital spinal rörelsebegränsning vid trauma

## Nationella rekommendationer 2019



Utgivare: Lof (Landstingens Ömsesidiga Försäkringsbolag)  
Tryck: Ljungbergs Tryckeri AB, 2019

| <b>Innehåll</b>                                    | <b>Sid</b> |
|----------------------------------------------------|------------|
| Prehospital spinal rörelsebegränsning vid trauma   | 5          |
| Medlemmar i arbetsgruppen                          | 6          |
| Behandlingsrekommendationer                        | 7          |
| Algoritm                                           | 8          |
| Bakgrund                                           | 9          |
| Metod                                              | 10         |
| Behandlingsråd och nyttillkommen evidens för råden | 11         |
| Referenser                                         | 20         |



## Prehospital spinal rörelsebegränsning vid trauma

Traumanätverk Sverige samlar yrkesverksamma läkare och sjuksköterskor inom svensk traumavård. Vid sitt möte i Göteborg 1 december 2016 beslutade nätverket att tillsammans med projektet Säker Traumavård ta fram nationella rekommendationer för prehospital spinal rörelsebegränsning av patienter vid trauma. Yrkesföreningarnas styrelser utsåg undertecknade representanter att medverka i arbetet. Lof (Landstingens Ömsesidiga Försäkringsbolag) har via projektet Säker Traumavård bekostat arbetsgruppens arbetstid och resekostnader.

Arbetsgruppen har efter litteratursökning och 5 protokollförda arbetsmöten arbetat fram föreliggande nationella rekommendationer. Samtliga föreningar i Säker Traumavård har efter remissrunda juni – september 2018 ställt sig bakom rekommendationerna och det färdiga resultatet har presenterats för Traumanätverk Sverige den 30 nov 2018.

Rekommendationerna ska ses som en sammanställning och värdering av i dag bästa kända kunskap inom det beskrivna området. Dokumentet har ingen föreskrivande funktion och författarna kan inte i något avseende hållas juridiskt ansvariga för innehållet.

Avsikten är att rekommendationerna ska resultera i ett enhetligt omhändertagande av traumapatienter, där tekniker för prehospital spinal rörelsebegränsning används så att de gör nytta för de patienter som behöver det, men inte används för patienter och i situationer där de inte gör nytta. Syftet med bildmaterialet är att ge exempel på hur prehospital spinal rörelsebegränsning kan utföras.

## Medlemmar i arbetsgruppen

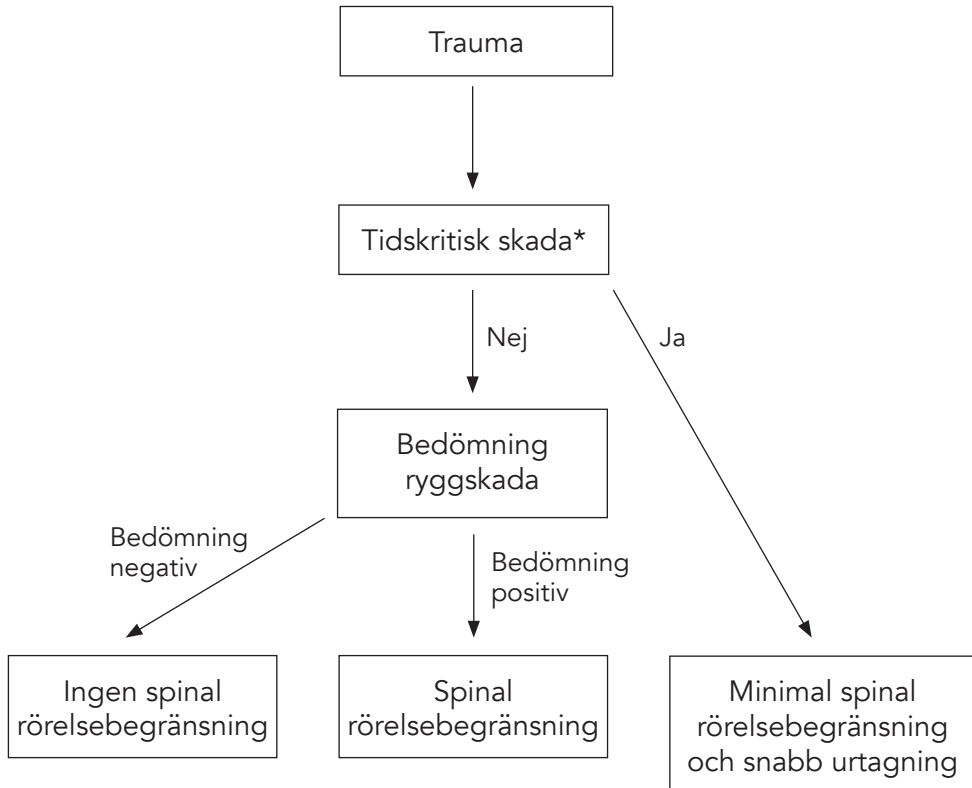
- Riksföreningen för Ambulanssjukvård: Ulf Norling *unorling85@gmail.com*
- Riksföreningen för Akutsjukvård: Kristian Skillborg *kristian@skillborg.se*
- Svensk Förening för Akutsjukvård: Lee Ti Chong  
*lee.ti.chong@regionostergotland.se*
- Svensk Ortopedisk Förening/Svenska Ortopedtraumatologiska Sällskapet:  
Mattias Wahlborg *mattias.wahlborg@akademiska.se*
- Riksföreningen för Sjukvård inom Trauma: Ola Johansson  
*ola@specialistssk.se*
- Svensk Ryggkirurgisk Förening: Anna MacDowall  
*anna.mac.dowall@akademiska.se*
- Svensk Neurokirurgisk Förening: Christian Brandt *christian.brandt@med.lu.se*
- Svensk Kirurgisk Förening - Svensk Förening för akutkirurgi och traumatologi:  
Peter Bartelmess *peter.bartelmess@regionjh.se*
- Svensk Förening för Anestesi och Intensivvård - SFLPA: Daniel Kornhall  
*kornhalldaniel@hotmail.com*
- Föreningen för Ledningsansvariga inom Svensk Ambulanssjukvård - FLISA:  
Bengt Eriksson *bengt.eriksson@ltdalarna.se*
  
- Foton: Sevim Yildiz

## Behandlingsrekommendationer

1. Skadade där spinal skada kan förekomma ska handläggas med spinal rörelsebegränsning.
2. Triageverktyg baserade på kliniska fynd ska användas.
3. Den skadade ska tas omhand på ett sätt så att minsta möjliga förflyttning görs. Den spinala rörelsebegränsningen ska anpassas till den skadade, och inte tvärtom.
4. Spinal rörelsebegränsning får aldrig försena eller förhindra livräddande åtgärder på den kritiskt skadade traumapatienten.
5. Cervikal spinal rörelsebegränsning kan uppnås manuellt eller med extern teknik såsom huvudblock eller motsvarande. Användande av stel halskrage ska begränsas till urtagning/losstagning.
6. Förflyttning av den skadade från marken eller mellan bårar ska idealt ske med scoop-bår.
7. Bårsystem med mjukt underlag rekommenderas vid längre transporter. Bårsystem med hårt underlag ska bara användas vid kortare transporter.
8. Patienter som kan samarbeta ska vägledas till egen urtagning/losstagning.

# Algoritm

## Spinal rörelsebegränsning efter trauma



\*Uppfyller nationella traumalarmskriterierna för nivå 1 larm med undantag för isolerade akuta ryggmärgsskador. Även de är tidskritiska men skadan motiverar spinal rörelsebegränsning.



## Bakgrund

Under 1900-talet har traumavård genomgått en genomgripande utveckling. Under seklets första hälft blev trafikolyckor allt vanligare, vilket ledde till ett organiserat omhändertagande av patienter med allvarliga ryggskador. Betydelsen av korrekt handläggning betonades efter att ett antal patienter utvecklade förflamningsymptom efter initialt omhändertagande [1-3].

Under perioden 1970 – 1990 utvecklades det prehospitala omhändertagandet från huvudsakligen transporterande till allt mer sjukvårdande insatser inklusive spinal rörelsebegränsning (Spinal Motion Restriction, SMR) [4]. Utrustning för SMR är ämnad att förebygga ryggmärgsskador hos patienter med instabila kotfrakturer. Dock saknas data från randomiserade kontrollerade studier som stöder användandet av prehospital SMR [69]. Ryggfrakturernas och ryggmärgsskadornas relativa sällsynthet gör det ytterligare svårare att studera behandlingsmetoder i fält.

Det har påpekats att rutinmässig SMR kan leda till försening av transport till sjukhus och därmed fördröja livsnödvändiga behandlingar [5,6]. Andra nackdelar med SMR, som smärta och obehag av att ligga fastspänd på hårt underlag, ökad svårighet att göra kliniska bedömningar med onödiga röntgenundersökningar som följd, andningsproblem [9,10] och trycksår har alltmer uppmärksammats. Patienter som utsatts för penetrerande våld [11], uppegående patienter samt patienter som riskerar att skadas av ryggbrädan, exempelvis äldre kyfotiska patienter, hör till de grupper för vilka riskerna med prehospital spinal rörelsebegränsning kan överstiga fördelarna [12,13].

Under 2000-talet har ett antal författare pekat på behovet av beslutsstöd för selektiv SMR för att utföra åtgärden endast när den förväntade nyttan är större än de kända nackdelarna [7,8].

Förändringen från rutinmässig prehospital spinal rörelsebegränsning på alla traumapatienter till selektiv SMR för utvalda patientkategorier medför stora konsekvenser för prehospitala teams arbetssätt. Beslutsstöd har utvecklats i form av protokoll som möjliggör mer selektiv användning av prehospital spinal rörelsebegränsning. NEXUS och Canadian C-spine Rule (CCR) är beslutsstöds ursprungligen framtagna för vägledning till vilka patienter som ska genomgå röntgenundersökning av halsrygg på sjukhus. [14,15]. Beslutsstödens användning har validerats av flera författare [16,17]. De har vunnit spridning även som stöd för beslut om prehospital SMR [18,19].

Efter 2010 har flera expertgrupper satts samman för att utveckla beslutsstöd som

kan vägleda prehospitala team som ständigt behöver ta ställning till frågan om SMR. Dessa arbeten har publicerats, bland annat i USA 2014 [13], Storbritannien 2016 [20], Tyskland 2016 [21], Sydafrika 2017 [22] och Norge 2017 [23].

## Metod

De nationella riktlinjer som sedan 2017 används i Norge har vunnit uppmärksamhet för tydlighet i behandlingsrekommendationer, en användarvänlig algoritm och evidensbaserad metodologi. Gruppen valde därför att utgå från dessa och pröva dem mot nyare vetenskaplig litteratur. Litteratursökning i databaserna Medline och Cochrane har utförts för publikationsdatum 2014-01-01 tom 2018-01-01 vilket gav överlappning till det norska arbetet där sökningarna gjordes december 2014 och mars 2015.

Alla medlemmar har medverkat i granskningen av de 6 375 abstracts som hittats. Alla har granskats av MW och en arbetsgruppsmedlem oberoende. Eventuell diskrepans i bedömningen har lösts i en konsensusprocess.

103 nya artiklar har bedömts relevanta att läsas i fulltext. Några referenser ur artiklarna har inkluderats. Av dessa har 39 befunnits ha tillräcklig kvalitet för att användas till grund för att pröva de norska nationella riktlinjerna. De artiklar som bedömts relevanta och rekommendationerna har värderats i evidensgrad med GRADE-instrumentet [70,71]. Vi har valt att använda termen spinal rörelsebegränsning som översättning av den term ”spinal motion restriction” (SMR) som används i ny litteratur, inklusive ATLS 10:e edition 2018.

# Behandlingsrekommendationer och nytillkommen evidens

## 1. Skadade där spinal skada kan förekomma ska handläggas med spinal rörelsebegränsning.

Grundprincipen att patienter med möjlig ryggskada bör skyddas från risken att förvärras i samband med initiala sjukvårdande insatser har stöd även i nyare litteratur.



Exempel på spinal rörelsebegränsning.

## 2. Triageverktyg baserade på kliniska fynd ska användas.

**Table 1. The NEXUS Low-Risk Criteria.\***

Cervical-spine radiography is indicated for patients with trauma unless they meet all of the following criteria:

- No posterior midline cervical-spine tenderness,<sup>†</sup>
- No evidence of intoxication,<sup>‡</sup>
- A normal level of alertness,<sup>§</sup>
- No focal neurologic deficit,<sup>¶</sup> and
- No painful distracting injuries.<sup>||</sup>

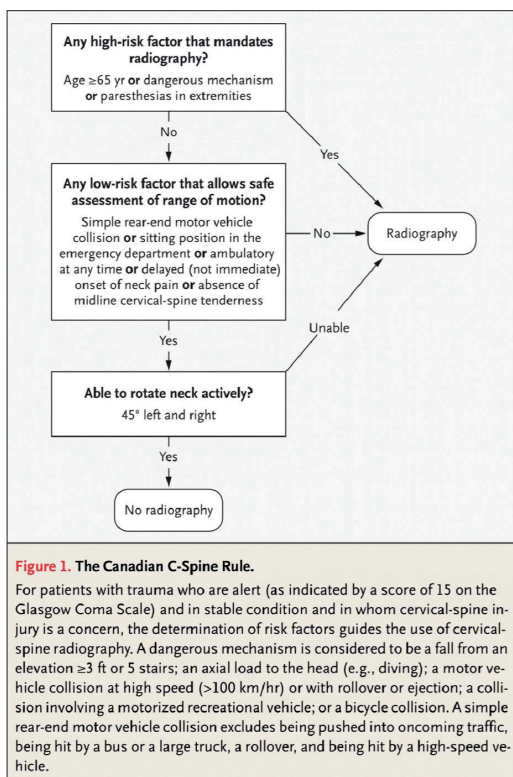
Även i nyare litteratur finns stöd för fördelen av att använda triageverktyg för att avgöra behov av prehospital spinal rörelsebegränsning. De instrument som vunnit störst användning är NEXUS lågriskkriterier först presenterade av Hoffman år 2000 och Canadian C-spine Rule (CCR) presenterat av Stiell år 2001 [14,15]. De togs ursprungligen fram för att avgöra behov av halsryggsröntgen på akutmottagning, men har också legat till grund för utveckling av protokoll som använts för att avgöra behov av prehospital spinal rörelsebegränsning.

CCR uppvisade i Stiell´s jämförande artikel 2003 en högre sensitivitet för kliniskt betydande halsryggsskador, 99,4% jämfört med 90,7% för NEXUS. CCR validerades i Storbritannien 2011 [41] och det sågs då en relativt hög andel icke fullständigt ifyllda protokoll och vissa brister på tilltro till instrumentet.

Betydelsen av utbildningsinsatser och andra strategier för att öka compliance betonades. CCR rekommenderas av den brittiska expertgruppen NICE som prehospitalt triageverktyg [42].

NEXUS-baserade protokoll som prehospitalt triageverktyg används brett [22,23, 43-45]. Instrumentet är enklare än CCR att lära sig använda och har i jämförande studie haft en lägre andel ofullständigt ifyllda protokoll än CCR [46].

Arbetsgruppen tar inte ställning för någotdera protokollet, men ser som viktigt att det är validerat och åtföljs av tillräckliga utbildningsinsatser för att ge hög funktionalitet med hög sensitivitet och specificitet.



### 3. Den skadade ska tas omhand på ett sätt så att minsta möjliga förflyttning görs. Den spinala rörelsebegränsningen ska anpassas till den skadade, och inte tvärtom.

Kadaverstudier har visat att stockvändning medför betydande rörelser i kotpelaren [24-28]. Framstupa sidoläge (Lateral Trauma Position, LTP) har i kadaverstudie visats ge rörelser i ryggen som är jämförbara med de som sker vid stockvändning [29]. Detta bör beaktas om sidoläge övervägs så att patientens rygg så långt möjligt skyddas från rörelser.

Ett flertal nya artiklar visar på den ökade risken för allvarlig rygg- eller ryggmärgsskada hos patienter med Mb Bechterew och DISH [30-33]. Det är viktigt att hänsyn tas till patientens anatomi i samband med prehospital spinal rörelsebegränsning för att inte riskera att åtgärden förvärrar eller orsakar en skada. Grundprincipen bör vara att rörelsebegränsning anpassas till den skadade och inte tvärtom [34].



Exempel på rörelsebegränsning anpassad efter patientens anatomi.



#### **4. Spinal rörelsebegränsning får aldrig försena eller förhindra livräddande åtgärder på den kritiskt skadade traumapatienten.**

Tesen att inte låta prehospital spinal rörelsebegränsning försena eller hindra behandling av livshotande tillstånd finner visst stöd också i nyare litteratur. Det bör beaktas att studier av patienter ofta är retrospektivt insamlade varför kvaliteten på dessa betecknas som låg eller mycket låg.

En välskrivna översiktsartikel sammanfattar fynden i tjugio studier som åskådliggör tidsfaktorns betydelse i traumaomhändertagandet [35]. På grund av materialets heterogenitet ska tolkning göras mycket försiktigt. Visst stöd finns för att kortare responstid och transporttid kan minska mortalitet för traumapatienter. Dock tycks ökad tid på skadeplats och total prehospital tid kunna gynna överlevnad vilket kan kopplas till den vård som ges på skadeplats. Författarna menar att fokus i framtiden bör ligga på vilken vård som ges, snarare än vilken tid som används prehospitalt. Tidig avtransport är sannolikt fördelaktig för patienter med hypotension efter penetrerande våld eller med skallskada då dessa har ett smalt terapeutiskt tidsfönster.

Författargruppen har valt att jämföra kritiska skador av penetrerande våld med övriga kritiska skador. Förekomst av neurologisk påverkan är svår att avgöra i den prehospitla miljön. I ett retrospektivt material med penetrerande skador i



Exempel på uttagning av tidskritiskt skadad. Tredje person kan utnyttjas för manuell spinal rörelsebegränsning.

huvud och hals identifierades patienter med instabila halsryggsskador även utan att neurologisk påverkan kunnat påvisas [36]. Dessa bedömdes kunna ha nytta av prehospital spinal rörelsebegränsning. Det sågs en ökad mortalitet i gruppen som erhållit prehospital spinal rörelsebegränsning, men detta måste tolkas med försiktighet då grupperna uppvisade skillnader i skadornas allvarlighetsgrad.

I en studie från Japan var överlevnad efter traumatiskt hjärtstopp halverad för patienter som erhållit prehospital spinal rörelsebegränsning, varför denna åtgärd ej rekommenderas [37]. Något orsakssamband har ej påvisats, men åtgärden kan medföra oönskade uppehåll i hjärt-lung-räddning. Halskrage har också tidigare visats kunna öka det intrakraniella trycket [38,39].

Nedsatt lungfunktion i liggande har påvisats hos friska försökspersoner som erhållit spinal rörelsebegränsning [40]. Effekten hos patienter är ej studerad men det är rimligt att anta att dessa uppvisar liknande eller större påverkan på andningen jämfört med friska.

**5. Cervikal spinal rörelsebegränsning kan uppnås manuellt eller med extern teknik såsom huvudblock eller motsvarande. Användande av stel halskrage ska begränsas till uttagning/losstagning.**

Prehospital spinal rörelsebegränsning av halsryggen utförs idag på ett stort antal patienter där skada kan misstänkas. En hög andel av dessa erhåller en halskrage trots att metodens negativa effekter har påvisats i ett flertal artiklar. Dessa innefattar patientupplevt obehag och smärta, svårigheter att värdera och behandla luftvägsproblem, utvecklande av trycksår, förhöjt intrakraniellt tryck

hos friska försökspersoner, åtgång av tid och material [7, 38-39, 47-50]. Åtgärden riskerar också försena för patienten viktiga sjukvårdsinsatser. Den rörelseinskränkande effekten av halskrage är också begränsad [51-52]. Halskrage tillförde inte någon rörelsebegränsande effekt när huvudblock användes [53].

Hos friska försökspersoner med halskrage har påvisats en ökad synnervsdiameter vilket är en hos neurokirurger accepterad markör för ökat intrakraniellt tryck (ICP) [54]. Hos friska försökspersoner med halskrage har också en signifikant nedsättning av lungkapaciteten kunnat påvisas [55].

Epidemiologin vid explosionsrelaterade skador är beskriven [56] utan att något fall av neurologisk försämring under vårdtiden kunnat dokumenteras. Den potentiella nyttan med halskrage bedömdes lägre än risken för att maskera en livshotande skada i halsregionen.

Författargruppen gör bedömningen att nyttan med halskrage har svagt vetenskapligt stöd, medan dess negativa effekter är väl dokumenterade. För prehospital rörelsebegränsning av halsrygg rekommenderar vi därför i första hand manuell rörelsebegränsning, alternativt huvudblock eller motsvarande. Med detta kan avses exempelvis hoprullade filter som fästs med kardborreband till bår.

Kortvarig användning av halskrage kan motiveras i urtagningssituationer/ förflyttningar där alternativa tekniker som manuell rörelsebegränsning kan vara svåra att utföra.



Exempel på manuell rörelsebegränsning, huvudblock, rörelsebegränsning där halskragen knäppts upp efter att patienten lagts på ambulansbår.

**6. Förflyttning av den skadade från marken eller mellan bårar ska idealt ske med scoop-bår.**

Någon ny litteratur som värderar scoopbårens användning har inte fångats i litteratursökningen. Vi ansluter oss till slutsatsen som dragits av den norska expertgruppen efter kadaverstudier och studier på friska försökspersoner. Stockvändning ger betydande ryggrorelser och kan i viss mån motverkas genom användning av scoopbår [57-63].



Exempel på användning av scoopbår.

**7. Bårsystem med mjukt underlag rekommenderas vid längre transporter.**

**Bårsystem med hårt underlag ska bara användas vid kortare transporter.** För såväl friska försökspersoner som för sövda patienter har högre tryck vid hudytan och högre frekvens hudrodnad över korsbenet uppmäts vid användning av hård ryggbräda jämfört med mjuk ryggbräda [64]. På liknande vis har lägre tryck vid vävnadsytan uppmäts för vacuummadrass jämfört med ryggbräda [65]. Förhöjt tryck har beskrivits vara en riskfaktor för utvecklande av trycksår [66] och rodnad kan betraktas som ett förstadium till trycksår.

Nackdelen av ökat tryck mot huden kan accepteras i de fall där transporttiden



Exempel på mjukt och hårt bårsystem.



på grund av patientens tillstånd måste minimeras eller där transporttiden är kort tack vare närhet till mottagande enhet. Om patientens tillstånd tillåter och transporttiden är lång, ökar anledningen att utföra omlastning av patienten till mjukare underlag.

Frekvensen trycksår i en traumapopulation har uppmätts till upp till 13 % de första 48 timmarna efter ankomst till sjukhus [67]. Hög ålder, låg GCS och hög skadegrad ISS har identifierats som riskfaktorer.

Ryggläge är naturlig viloposition för många och ger prehospital sjukvårdspersonal tillgång till bedömning och behandling av vitala funktioner. För patientgrupper med Mb Bechterew och DISH kan ryggläget dock vara skadligt eller till och med fatalt [30-33]. Hos medvetandesänkta kan sidoläge under vissa omständigheter ha fördelar. Vi har därför avstått från att rekommendera ett universellt kroppsläge för alla traumapatienter.

#### 8. Patienter som kan samarbeta ska vägledas till egen urtagning/losstagning.



Exempel på självurtagning i situation där patienten ej kunnat frikännas från ryggskada.

I de norska nationella riktlinjerna förespråkas en generös attityd gentemot självurtagning för traumapatienter [73-74]. Vi har inte i den nyare litteraturen

funnit några belägg för att användningen av metoden medfört nackdelar för patienter [75-76]. I jämförande studie med frisk försöksperson uppmättes mindre nackrörelser med enbart halskrage och övervakad självurtagning än med olika traditionella urtagningsmetoder med halskrage och utrustning som lång spineboard eller urtagningsväst [68]. Självurtagning av vakna medverkande patienter kan därför rekommenderas. Prehospital personal ska övervaka processen och instruera patienten, exempelvis enligt den instruktion i sju steg som Dixon formulerat.

Exempel på självurtagning modifierat efter Dixon.

1. Personal ger patientinstruktion: Förstår du vad vi ber dig om? Försök hålla ditt huvud så stilla som möjligt. Stanna om du får ont eller avvikande känsla i kroppen.
2. Flytta sakta din vänstra fot och sätt den på marken utanför bilen.
3. Drag dig framåt med stöd av ratten.
4. Håll höger hand på ratten och ta stöd med vänster hand mot kanten av sätet bakom dig.
5. Vänd dig på sätet sakta utåt och låt höger ben följa med men sitt kvar.
6. När båda fötterna vilar platt mot marken, res dig upp med stöd av armarna.
7. Tag två steg från bilen.

## Översikt över det vetenskapliga stödet för respektive rekommendation

|   | Rekommendation                                                                                                                                                                           | Evidens-<br>kvalitet | Rekammen-<br>dationens<br>styrka | Skäl                                                                                          |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Skadade där spinal skada kan förekomma ska handläggas med spinal rörelsebegränsning                                                                                                      | mycket låg           | stark                            | Försiktighetsprincip råder                                                                    |
| 2 | Triageverktyg baserade på kliniska instrument ska användas                                                                                                                               | medelhög             | stark                            | God sensitivitet och specificitet för validerade instrument                                   |
| 3 | Den skadade ska tas omhand på ett sätt så att minsta möjliga förflyttning görs. Den spinala rörelsebegränsningen ska anpassas till den skadade och inte tvärtom                          | mycket låg           | stark                            | Försiktighetsprincip råder. Dokumenterade fall av försämring när principen ej respekteras     |
| 4 | Spinal rörelsebegränsning får aldrig försena eller förhindra livräddande åtgärder på den kritiskt skadade traumapatienten                                                                | mycket låg           | stark                            | Resuscitering effektivare när den sätts in i tid                                              |
| 5 | Cervikal spinal rörelsebegränsning kan uppnås manuellt eller med extern teknik såsom huvudblock eller motsvarande. Användande av stel halskrage ska begränsas till urtagning/losstagning | medelhög             | stark                            | Goda belägg för begränsning av användning av halskrage föreligger                             |
| 6 | Förflyttning av den skadade från marken eller mellan bårar ska idealt ske med scoop-bår                                                                                                  | mycket låg           | moderat                          | Fåtaliga bevis. Rörelser vid stockvändning kan medföra risk                                   |
| 7 | Bårssystem med mjukt underlag rekommenderas vid längre transporter. Bårssystem med hårt underlag ska bara användas vid kortare transporter                                               | mycket låg           | moderat                          | Vissa belägg för tidsfaktorns och utrustningens betydelse för riskfaktorer för komplikationer |
| 8 | Patienter som kan samarbeta ska vägledas till egen urtagning/losstagning                                                                                                                 | mycket låg           | moderat                          | Vissa belägg för fördel av självurtagning                                                     |

## Referenser

1. 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.
2. Marshall LF, Knowlton S, Garfin SR, et al. Deterioration following spinal cord injury. A multicenter study. *J Neurosurg.* 1987; 66:400–4.
3. 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.
4. Theodore N, Hadley MN, Aarabi B, et al. Prehospital cervical spinal immobilization after trauma. *Neurosurgery.* 2013;72 Suppl 2:22–34.14
5. Hauswald M, Ong G, Tandberg D, et al. Out-of-hospital spinal immobilization: its effect on neurologic injury. *Acad Emerg Med.* 1998; 5:214–9.
6. Abram S, Bulstrode C. Routine spinal immobilization in trauma patients: what are the advantages and disadvantages? *Surgeon.* 2010; 8:218–22.
7. Sundstrom T, Asbjornsen H, Habiba S, et al. Prehospital use of cervical collars in trauma patients: a critical review. *J Neurotrauma.* 2014; 31:531–40.
8. Oteir AO, Smith K, Jennings PA, et al. The prehospital management of suspected spinal cord injury: an update. *Prehosp Disaster Med.* 2014; 29:399–402.
9. Bauer D, Kowalski R. Effect of spinal immobilization devices on pulmonary function in the healthy, nonsmoking man. *Ann Emerg Med.* 1988; 17:915–8..
10. Totten VY, Sugarman DB. Respiratory effects of spinal immobilization. *Prehosp Emerg Care.* 1999; 3:347–52.
11. Haut ER, Kalish BT, Efron DT, et al. Spine immobilization in penetrating trauma: more harm than good? *J Trauma.* 2010; 68:115–20. discussion 120–111.
12. Thumbikat P, Hariharan RP, Ravichandran G, et al. Spinal cord injury in patients with ankylosing spondylitis: a 10-year review. *Spine (Phila Pa 1976).* 2007; 32:2989–95.
13. 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.
14. Hoffman JR, Mower WR, Wolfson AB, et al. 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.
15. Stiell, Canadian C-spine Rule for radiography in alert and stable trauma patients. *JAMA* 2001; 286:1841-1848,.
16. Stiell, The Canadian C-spine Rule versus the NEXUS Low-risk criteria in patients with trauma. *N Engl J Med* 2003; 349:2510-8
17. Michaleff ZA, Maher CG, Verhagen AP, et al. 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.

18. Vaillancourt C, The Out-of-Hospital Validation of the Canadian C-Spine Rule by Paramedics. *Annals of Emergency Medicine*. 2009;54:(5);663-671
19. Hong R, Comparison of Three Prehospital Cervical Spine Protocols for Missed Injuries. *Western Journal of Emergency Medicine*. 2014;15(4):471-479
20. NICE, Spinal Injury: assessment and initial management; NICE guideline 17 february 2016
21. Kreinest M, Development of a new Emergency Medicine Spinal Immobilization Protocol for trauma patients and a test of applicability by German emergency care providers; *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* 2016;24:71
22. Stanton D, Cervical collars and immobilisation: A South African best practice recommendation, *African Journal of Emergency Medicine*, Published Online January 28, 2017
23. Kornhall D, The Norwegian guidelines for the prehospital management of adult trauma patients with potential spinal injury, *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 2017;25:2
24. Suter RE, Tighe TV, Sartori J, et al. Thoraco-Lumbar Spinal Instability during variations of the Log-Roll Maneuver. *Prehosp Disaster Med*. 1992; 7:133–8.
25. McGuire RA, Neville S, Green BA, et al. Spinal instability and the log-rolling maneuver. *J Trauma*. 1987; 27:525–31.
26. Del Rossi G, Horodyski MH, Conrad BP, et al. The 6-plus-person lift transfer technique compared with other methods of spine boarding. *J Athl Train*. 2008; 43:6–13.
27. Horodyski M, DiPaola CP, Conrad BP, et al. Cervical collars are insufficient for immobilizing an unstable cervical spine injury. *J Emerg Med*. 2011; 41:513–9.
28. Del Rossi G, Rehtine GR, Conrad BP, et al. Are scoop stretchers suitable for use on spine-injured patients? *Am J Emerg Med*. 2010; 28:751–6.
29. Hyldmo PK, et al. Does the novel lateral trauma position cause more motion in an unstable cervical spine injury than the logroll maneuver? *American Journal of Emergency Medicine* 2017; <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2017.05.002>
30. Schiefer TK, Milligan BD, Bracken CD, et al. In-Hospital Neurologic Deterioration Following Fractures of the Ankylosed Spine. A Single-Institution Experience Citation. *World Neurosurg*. 2015; 83:5:775-783
31. Maarouf A, McQuown CM, Frey JA, et al. Iatrogenic Spinal Cord Injury in a Trauma Patient with Ankylosing Spondylitis. *Prehospital Emergency Care*. 2017; 21:3:390-394
32. Ahmad K, Matee S, Ayaz SB, et al. Spinal Cord Injury—an Unusual Presentation for Advanced Asymptomatic Ankylosing Spondylitis. *Acta Neurol Taiwan*. 2015; 24:102-105
33. Holmström A, Fridén T, Andrén-Sandberg Å. Halsryggsskador fortfarande ett problem trots välkända risker - En genomgång av fall anmälda till Socialstyrelsen. *Läkartidningen*. 2013;110: CHUT

34. Morrissey JF, Kusel ER, Sporer KA. Spinal Motion Restriction: An Educational and Implementation Program to Redefine Prehospital Spinal Assessment and Care. *Prehospital Emergency Care*. 2014; 18:3:429-432
35. Harmsen AMK, Giannakopoulos GF, Moerbeek PR, et al. The influence of prehospital time on trauma patients outcome. A systematic review *Injury, Int. J. Care Injured* 2015; 46:602–609.
36. Schubl SD, Robitsek RJ, Sommerhalder C, et al. Cervical spine immobilization be of value following firearm injury to the head and neck. *American Journal of Emergency Medicine*. 2016; 34:726–729
37. Tsutsumi Y, Fukuma S, Tsuchiya A, et al. Association between spinal immobilization and survival at discharge for on-scene blunt traumatic cardiac arrest: A nationwide retrospective cohort study, *Injury* 2017; <http://dx.doi.org/10.1016/j.injury.2017.09.005>
38. Kolb JC, Summers RL, Galli RL. Cervical Collar-Induced Changes in Intracranial Pressure; *American Journal of Emergency Medicine*. 1998; 17:135-137
39. Davies G, Deakin C, Wilson A. The effect of a rigid collar on intracranial pressure. *Injury*. 1996; 27:647-649
40. Akkus S, Corbacioglu SK, Cevik Y, et al. Effect of spinal immobilization at 20 degrees on respiratory functions. *American Journal of Emergency Medicine*. 2016; 34:1959-1962
41. Coffey F, Hewitt S, Stiell I, et al. Validation of the Canadian c-spine rule in the UK emergency department setting. *Emerg Med J*. 2011; 28:873-876
42. National Institute for Health and Care Excellence, NICE. Spinal injury; assessment and initial management. 2016
43. Stroh 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.
44. Paykin G, O'Reilly G, Ackland HM, et al. The NEXUS criteria are insufficient to exclude cervical spine fractures in older blunt trauma patients. *Injury. Int J. Care Injured*. 2017;48: 1020-1024.
45. Paterek E, Isenberg DL, Schiffer H. Characteristics of Trauma Patients With Potential Cervical Spine Injuries Underimmobilized by Prehospital Providers. *Spine*. 2015; 40:1898-1902.
46. Benayoun MD, Allen JW, Lovasik BP, et al. Utility of computed tomographic imaging of the cervical spine in trauma evaluation of ground-level fall. *J Trauma Acute Care Surg*. 2016; 81:339-344
47. Lerner EB, Billittier AJ, Moscatti RM. The effects of neutral positioning with and without padding on spinal immobilization of healthy subjects. *Prehospital Emergency Care*. 1998; 2:2:112-116
48. Bruijns SR, Guly HR, Wallis LA. Effect of spinal immobilization on heart rate, blood pressure and respiratory rate. *Prehosp Disaster Med*. 2013; 28:210–4.
49. Raphael JH, Chotai R. Effects of the cervical collar on cerebrospinal fluid pressure. *Anaesthesia*. 1994; 49:437–9

50. Plaisier B, Gabram SG, Schwartz RJ, et al. Prospective evaluation of craniofacial pressure in four different cervical orthoses. *J Trauma*. 1994; 37:714–20.
51. Horodyski M, DiPaola CP, Conrad BP, et al. Cervical collars are insufficient for immobilizing an unstable cervical spine injury. *J Emerg Med*. 2011; 41:513–9.
52. Ben-Galim P, Dreiangel N, Mattox KL, et al. Extrication collars can result in abnormal separation between vertebrae in the presence of a dissociative injury. *J Trauma*. 2010; 69:447–50.
53. Holla M. Value of a rigid collar in addition to head blocks: a proof of principle study. *Emerg Med J*. 2012; 29:104–7.
54. Maissan IM, Ketelaars R, Vlottes B, et al. Increase in intracranial pressure by application of a rigid cervical collar: a pilot study in healthy volunteers. *European Journal of Emergency Medicine*. 2017.
55. Ala A, Shams-Vahdati S, Taghizadieh A, et al. Cervical collar effect on pulmonary volumes in patients with trauma. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2016; 42:657–660.
56. Klein Y, Arieli I, Sagiv S, et al. Cervical spine injuries in civilian victims of explosions: Should cervical collars be used? *J Trauma Acute Care Surg*. 2016; 80:985–988
57. Suter RE, Tighe TV, Sartori J, et al. Thoraco-Lumbar Spinal Instability during Variations of the Log-Roll Maneuver. *Prehosp Disaster Med*. 1992; 7:133–8.
58. McGuire RA, Neville S, Green BA, et al. Spinal instability and the log-rolling maneuver. *J Trauma*. 1987; 27:525–31.
59. Del Rossi G, Horodyski MH, Conrad BP, et al. The 6-plus-person lift transfer technique compared with other methods of spine boarding. *J Athl Train*. 2008; 43:6–13.
60. Horodyski M, Conrad BP, Del Rossi G, et al. 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.
61. Del Rossi G, Horodyski M, Conrad BP, et al. Transferring patients with thoracolumbar spinal instability: are there alternatives to the log roll maneuver? *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008; 33:1611–5.
62. Del Rossi G, Rehtine GR, Conrad BP, et al. Are scoop stretchers suitable for use on spine-injured patients? *Am J Emerg Med*. 2010; 28:751–6.
63. Krell JM, McCoy MS, Sparto PJ, et al. Comparison of the Ferno Scoop Stretcher with the long backboard for spinal immobilization. *Prehosp Emerg Care*. 2006; 10:46–51.
64. Hemmes B, Brink PRG, Poeze M. Effects of unconsciousness during spinal immobilization on tissue-interface pressures: A randomized controlled trial comparing a standard rigid spineboard with a newly developed soft-layered long spineboard. *Injury, Int J Care Injured* 2014;45:1741-1746.
65. Pernik MN, Seidel HH, Blalock RE, et al. Comparison of tissue-interface pressure in healthy subjects lying on two trauma splinting devices: The vacuum mattress splint and long spine board. *Injury, Int J Care Injured* 2016;47:1801-1805.
66. DeFloor T. The risk of pressure sores: a conceptual scheme. *Journal of Clinical Nursing*. 1999; 8:206-216.

67. Ham HW, Schoonhoven L, Schuurmans M, et al. Pressure ulcer development in trauma patients with suspected spinal injury; the influence of risk factors present in the Emergency Department. *International Emergency Nursing*. 2017; 30:13-19.
68. Dixon M, O'Halloran J, Cummins NM. Biomechanical analysis of spinal immobilisation during prehospital extrication: a proof of concept study. *Emerg Med J*. 2014; 31:745-749.
69. Kwan I, Bunn F, Roberts IG. Spinal immobilisation for trauma patients (Review). *The Cochrane Library*, 2009;1.
70. Andrews JC et al. GRADE guidelines: 14. Going from evidence to recommendations: the significance and presentation of recommendations. *J Clin Epidem* 2013; 66:719-725.
71. Andrews JC et al. GRADE guidelines: 15. Going from evidence to recommendation - determinants of a recommendation's direction and strength. *J Clin Epidem* 2013; 66:726-735.
72. Stevens AC, Trammell TR, Billows GL, et al. Radiation exposure as a consequence of spinal immobilization and extrication. *J Emerg Med*. 2015;32;939-945.
73. Shafer JS, Naunheim RS. Cervical spine motion during extrication: a pilot study. *West J Emerg Med*. 2009;10;74-78.
74. Connor D, Greaves I, Porter K, et al. consensus group FoP-HC. Prehospital spinal immobilisation: an initial consensus statement. *Emerg Med J*. 2013;30;1067-1069
75. McCoy CE, Loza-Gomez A, Puckett JL, et al. Quantifying the risk of spinal injury in motor vehicle collisions according to ambulatory status: A prospective analytical study. *J Emerg Med*;2017;52;151-159
76. Morrissey JF, Kusel ER, Sporer KA. Spinal Motion Restriction: An educational and implementation program to redefine prehospital spinal assessment and care. *Prehosp Emerg Care*:2014;18:3;429-432





