



Federatie
**Medisch
Specialisten**

Acute Traumatische Wervelletsels

Inhoudsopgave

Acute Traumatische Wervelletsels	1
Inhoudsopgave	2
Startpagina - Acute traumatische wervelletsels	3
Indicatie immobilisatie en beeldvorming bij acute traumatische wervelletsels	5
Methode immobilisatie acute fase	22
Het neurologisch onderzoek van patiënten met traumatische wervelletsels	29
Prognose en prognosegesprek met patiënten met traumatische wervelletsels	32
Het radiologisch onderzoek bij patiënten met traumatische wervelletsels	34
Radiologische screening voor traumatische afwijkingen van de cervicale wervelkolom met behulp van conventionele röntgenfoto's of CT	35
Indicaties voor CT na screenend conventioneel onderzoek van de cervicale wervelkolom	44
Aanvullende conventionele opnamen na een CT (thorax en/of abdomen) met reconstructies van de thoracale en/of lumbale wervelkolom	49
De indicaties voor een MRI van de wervelkolom	53
De plaats van flexie en extensie foto's van de wervelkolom	60
Classificatie van acute traumatische wervelletsels	65
Timing operatie bij acuut traumatisch wervelkolom schade met neurologische uitval	69
Behandeling van odontoid (dens) type 2 fracturen	80
Behandeling van A3/A4 fracturen	85
Regulatie bloeddruk/ spinale perfusiedruk bij acute traumatische wervelletsels	92
Postoperatieve immobilisatie	97
Organisatie van zorg bij acute traumatische wervelletsels	100

Startpagina - Acute traumatische wervelletfels

Waar gaat deze richtlijn over?

Acute traumatische wervelletfels zijn letsels van zowel benige als weke delen van de wervelkolom die het gevolg zijn van een duidelijk omschreven traumatisch incident. Deze letsels kunnen gepaard gaan met neurologische uitval. Wervelbreuken ten gevolge van pathologische processen zoals tumoren, infecties of metabole aandoeningen, of spontane fracturen bij osteoporose vallen buiten het bereik van deze richtlijn.

De richtlijn richt zich specifiek op volwassen traumapatiënten (16 jaar of ouder), zodat er aansluiting is voor wat betreft de leeftijdsgrens met de richtlijn algemene traumapatiënten. Bij jongere patiënten met een volgroeid skelet zouden de aanbevelingen uit deze richtlijn eventueel gevolgd kunnen worden.

In deze richtlijn wordt zowel de zorg in de prehospitalale als hospitalale fase beschreven. Specifiek komen de volgende onderdelen aan bod:

- Het uitsluiten dan wel vaststellen van wervelkolomletsels bij traumapatiënten;
- Het immobiliseren van patiënten die verdacht zijn voor een acuut traumatisch wervelletfel;
- De behandeling van acute traumatisch wervelletfels.

Deze richtlijn is bedoeld voor alle professionele hulpverleners in Nederland die betrokken zijn bij opvang, diagnostiek en behandeling van patiënten met (een verdenking op) een traumatisch letsel aan de wervelkolom met of zonder begeleidend neurologisch letsel. Dit betreft in eerste instantie ambulancezorgverleners, het Mobiel Medisch Team, spoedeisende hulp verpleegkundigen en -artsen, radiologen, orthopeden, neurologen, neurochirurgen, traumachirurgen, intensivisten, klinisch geriaters en revalidatieartsen.

Voor patiënten

Een acuut traumatisch wervelletfel is een ernstige beschadiging van de wervelkolom. Daarbij zijn één of meerdere wervels gebroken of verschoven. Dit kan ter hoogte van de nek, borst of onderrug zijn gebeurd. Een beschadiging van de wervelkolom kan ook gevolgen hebben voor het zenuwstelsel. In de wervelkolom loopt het ruggenmerg met de zenuwen en die kunnen door het wervelletfel zijn beschadigd. Daardoor kunnen er verlamingsverschijnselen of andere verschijnselen van zenuwuitval optreden. Traumatische letsels aan de wervelkolom komen minder vaak voor dan letsels aan andere botten en gewrichten.

Voor deze richtlijn zal informatie op Thuisarts.nl worden ontwikkeld.

Hoe is de richtlijn tot stand gekomen?

Het initiatief voor deze richtlijn is afkomstig van de Nederlandse Orthopaedische Vereniging (NOV). De eerste versie van de richtlijn is verschenen in 2009. In 2016 is een herzieningstraject gestart, welke in 2019 is afgerond. Tijdens het herzieningstraject bleek dat de aanbevelingen van een aantal modules uit 2009 nog up-to-date te zijn. De geldigheid van de volgende modules is daarom verlengd:

- Neurologisch onderzoek bij wervelletfels;
- Prognose en prognosegesprek;
- Screening met röntgenfoto's of CT;
- Indicaties voor CT na screenend onderzoek;

- Conventionele opname na CT;
- Indicatie voor MRI van wervelkolom;
- Plaats van flexie en extensie foto's.

In 2019 zijn daarnaast nieuwe modules ontwikkeld. Deze nieuwe modules diende ter vervanging van de overige modules uit 2009, welke daarmee kwamen te vervallen.

De herziening van de richtlijn in 2019 is uitgevoerd door een multidisciplinaire commissie bestaande uit afgevaardigden van de Nederlandse Orthopedische Vereniging, Nederlandse Vereniging voor Neurologie, Nederlandse Vereniging voor Heelkunde, Nederlandse Vereniging voor Neurochirurgie, Nederlandse Vereniging voor Radiologie, Nederlandse Vereniging voor Revalidatieartsen, Ambulancezorg Nederland, Nederlandse Vereniging Spoedeisende Hulp Verpleegkundigen, Nederlandse Vereniging van Spoedeisende Hulp Artsen, Nederlandse Vereniging voor Intensive Care, Dwarslaesie Organisatie Nederland en de Nederlandse Vereniging voor Klinische Geriatrie.

Verantwoording

Laatst beoordeeld : 15-11-2019

Laatst geautoriseerd : 15-11-2019

Voor de volledige verantwoording, evidence tabellen en eventuele aanverwante producten raadpleegt u de Richtlijnen database.

Indicatie immobilisatie en beeldvorming bij acute traumatische wervelletsels

Uitgangsvraag

Welke traumapatiënten zijn verdacht voor acuut traumatisch wervelletsel, en zouden moeten worden geïmmobiliseerd voorafgaand aan beeldvorming?

Aanbeveling

Cervicale wervelkolom

Immobiliseer een patiënt die verdacht wordt van het hebben van een cervicaal acuut traumatisch wervelletsel. Gebruik het stroomschema om te bepalen er sprake is van een verdenking op een acuut traumatisch cervicaal wervelletsel.

Bij twijfel, verdenk de patiënt van het hebben van een cervicaal acuut traumatische wervelletsel.

Verkrijg beeldvorming indien de verdenking (na eventuele herbeoordeling) op de SEH persisteert. Voor de keuze met betrekking tot de beeldvorming kan de module 'Screening met röntgenfoto's of CT' worden geraadpleegd.

Immobiliseer een patiënt met een scherp, penetrerend hals-/nekletsel niet.

Thoracolumbale wervelkolom

Immobiliseer elke patiënt bij wie er een verdenking is op een thoracolumbaal acuut traumatisch wervelletsel (zie ook onderstaand).

Verdenk patiënten van een thoracolumbaal acuut traumatisch wervelletsel indien er sprake is van relevant trauma en één van de volgende factoren:

- ≥ 65 jaar en pijn in TWK/LWK;
- verminderd bewustzijn;
- neurologische uitval;
- pijn of neurologische verschijnselen bij mobiliseren;
- drukpijn TWK/LWK;
- percussie pijn over de wervelkolom;
- pijn rug bij hoesten, niesen, persen;
- verdenking op een wervelfractuur in ander deel van de wervelkolom;
- bekende risicofactoren:
 - langdurig gebruik steroïden;
 - osteoporose;
 - ankyloserende wervelkolom;
 - operatieve ingreep wervelkolom in de voorgeschiedenis, tenzij het een enkelvoudige lumbale HNP operatie betrof.
- een gevaarlijk traumamechanisme, zoals
 - val van $> 3m$ hoogte;

- axiaal trauma (duik of zwaar voorwerp op hoofd);
- ongeval met motorvoertuig met hoge snelheid;
- uit voertuig geslingerd of voertuig over de kop geslagen;
- relevante aanrijding tweewielers;
- ongeval waarbij iemand een 2 punts gordel draagt;
- in aanraking gekomen met groot dier; bijvoorbeeld een val van een paard, trap van een koe en beklemming door een groot dier.

Verkrijg beeldvorming indien de verdenking (na eventuele herbeoordeling) op de SEH persisteert.

Inleiding

In de vorige richtlijn staan de criteria voor het verkrijgen van beeldvorming - en daarbij dus voor immobilisatie - van de (cervicale) wervelkolom beschreven (NOV, 2009). Deze richtlijn wordt in het ziekenhuis gehanteerd bij een verdenking acuut traumatisch wervelletsel. Veranderingen in het Landelijk Protocol Ambulancezorg (LPA; 2014) zorgen voor een discrepantie in strategie en indicatiestelling van de zorgprofessionals binnen en buiten het ziekenhuis omtrent de immobilisatie van de (cervicale) wervelkolom. Op het moment van schrijven is LPA 8.1. (Ambulancezorg Nederland, 2016) van kracht. De vraag naar uniformiteit en eenduidigheid in de te volgen strategie heeft geleid tot de revisie van de richtlijn(module). Dit is voor patiënt en zorgprofessional van belang.

Conclusies

PICO 1: Cervical spine (C-spine) injury

Very Low GRADE	<p>It is not clear whether the NEXUS-criteria are sufficiently sensitive to be used as a decision tool.</p> <p><i>References: (Benayoun, 2017; Dahlquist, 2015; Denver, 2015; Duane, 2011a, Duane, 2013; Goode, 2014; Griffith, 2011; Griffith, 2013; Hoffman, 1992, Hoffman, 2000; Rose, 2012; Touger, 2002)</i></p>
-----------------------	---

Low GRADE	<p>There are indications that the CCR is sufficiently sensitive to be used as a decision tool. However, there are also indications that its specificity is very low.</p> <p><i>References: (Benayoun, 2017; Duane, 2011b, Duane, 2013; Griffith, 2013)</i></p>
------------------	--

PICO 2: Thoracolumbar spine (TL-spine) injury

Very Low GRADE	<p>It is unclear whether the decision tool as presented by Inaba, is sufficiently sensitive to diagnose a TL-spine fracture.</p> <p><i>References: (Inaba, 2015)</i></p>
-----------------------	--

Samenvatting literatuur

PICO 1: Cervical spine (C-spine) injury

Description of included studies

NICE guideline

Chapter 7 of the NICE guideline (NICE Guideline NG41; National Clinical Guideline Centre, 2016) explores the diagnostic evidence of the tools used to predict spinal injury. The authors focused on spinal cord injury and spinal column injury in children, young adults and adults. The search was performed in March 2015.

Seven of the 13 included studies in the NICE guideline were also included in this literature analysis. One of these studies was described in two publications (Hoffman, 2000 Tougher, 2002). The remaining six studies were excluded because their study population consisted of children (Ehrlich, 2009, Viccellio, 2001) or telephone follow-up was used as the reference test in a part of the population (Coffey, 2011, Dickinson, 2004, Stiell, 2001, Stiell, 2003).

See table 1 for the study characteristics of the included studies. In the NICE guideline risk of bias was assessed using the QUADAS-2 criteria, but the risk of bias table was not published. We therefore decided to evaluate the risk of bias of the studies using the original papers.

In contrast to what is mentioned in the NICE guideline, the included study of Duane, 2011a did not evaluate the diagnostic accuracy of the CCR, but determined the diagnostic accuracy of the NEXUS-criteria. This group had, however, also published a study on the diagnostic accuracy of the CCR (Duane, 2011b), and this study was separately included in this literature review, see below.

Other studies

Benayoun (2017) reviewed in a retrospective cross-sectional study the data of 3753 patients who received a C-spine CT scan. 760 of these patients had a history of a ground level fall (< 3ft or 5 stairs). A secondary aim of this study was to evaluate the appropriateness of imaging by NEXUS and CCR criteria. The endpoint of this study was the presence of a C-spine fracture.

There were seven C-spine fractures, one of these fractures was unstable. There was insufficient documentation of the indication of imaging for the NEXUS-criteria in 9.3% of the patients and in 29.9% for the CCR of the patients. This might influence the results presented.

Dhalquist (2015) evaluated in a retrospective cohort study whether the NEXUS-criteria remained sensitive if a femur fracture is no longer considered as a distracting injury and thus no longer as an absolute indication for diagnostic imaging. In total, the data of 566 blunt trauma patients with at least one femur fracture and who were evaluated for C-spine injury with imaging were included. In 98% of the patients a C-spine CT scan had been made. The patients had on average a score of 18.5 on the Injury Severity Score. The authors presented the diagnostic accuracy of the test in predicting cervical spine injury, although they previously defined the presence of C-spine injury warranting an operative intervention and eventual other interventions to be the primary outcome measure.

Denver (2017) evaluated in a cohort of 169 elderly with low-mechanism injuries the diagnostic accuracy of the NEXUS-criteria. Patients were categorized as NEXUS negative or NEXUS positive based on information on a data collection sheet. This sheet was filled out if it was decided to conduct a CT scan to rule out intracranial

injury. The primary outcome measure was a significant cervical spine injury. Thirty patients were screened but excluded from the analyses because of incomplete data/imaging or because they were not eligible. The authors noted that serious selection bias may be present: "A review of medical records during the study period revealed that 46 eligible patients underwent CT imaging of the brain only, and another 22 patients had undergone CT imaging of both the brain and C-spine, but data forms were not filled-out."

Duane (2011b) was a prospective cohort study evaluating the diagnostic accuracy of the CCR when applied in severe (meeting trauma team activation criteria) blunt trauma patients. The data of 3201 patients were included in the analyses. The complete C-spine CT-scan was used as the reference test. One hundred ninety-two patients suffered at least one fracture (incidence of 6%). The study sample comprised for a major part the same patients as the study sample included in Duane (2011a), and the data of this study were likely also included in their 2013 publication.

Goode (2014) was a prospective cohort study evaluating the diagnostic accuracy of the NEXUS tool applied in severe (meeting trauma team activation criteria) blunt trauma elderly and nonelderly patients. In total, the data of 320 elderly and 2465 nonelderly were included.

Rose (2012) evaluated in a prospective cohort study the diagnostic accuracy of cervical spine injury in awake and alert (GCS \geq 14) blunt trauma patients (> 13 years; n=761) with distracting injuries. Patients were included regardless of ethanol level. When patients did not have neurological deficits, neck pain or neck tenderness, also during flexion, extension and rotation, they were clinically cleared. Still all patients underwent CT scanning of the entire spine. Distraction injuries were categorized as 'head injuries', 'torso injuries' and 'long bone fractures'. Two-hundred ninety-seven (39%) had a positive C-spine clinical examination and 85 of these patients (29%) and one patients that had been clinical cleared (0.2%) were diagnosed with C-spine injury.

Results

A short overview of the results is provided in table 1 and the results of the individual studies for the outcome measures 'sensitivity' and 'specificity' are also presented in the forests plots (figure 2 and 3).

Table 1 Results of the individual studies

Study reference	Study design	Nr. of patients	Patient population	Name test	Reference test	Outcome	Sens (%),	Spec (%)
NEXUS-criteria								
Dahlquist, 2015	Retrospective cohort	N=566 (children and adults)	Blunt trauma patients with \geq one femur fracture	NEXUS criteria - femur fracture considered not a distracting injury	Diagnostic imaging, (CT-scan in 98.4% of the patients)	Cervical spine injury	96.2 (85.9-99.3)	63.0 (58.6-67.1)

Denver, 2015	Prospective cohort	169 patients (>65 years of age)	Elderly patients after a fall from standing height or less.	NEXUS ("patients who could not be assessed for midline C-spine tenderness were considered positive")	CT-scan	Clinically significant CSI (all injuries not deemed insignificant by NEXUS study)	88.9 (50.7-99.4)	30
Goode, 2014	Prospective cohort	2785 (320 ≥ 65 years of age and 2465 between 16 to 65 years of age)	Severe blunt trauma patients (trauma team activation)	NEXUS	CT	C-spine fracture	Non-elderly: 84.2	Non-elderly: 42.6
							Elderly: 65.9	Elderly: 59.5
Griffith, 2011 (NICE, 2016)	Retrospective cohort	1589 (age > 18 years)	Patients with C-spine CT examinations, documented trauma (level 1 trauma centrum)	NEXUS	CT or medical records	Cervical spine injury (fracture, dislocation or subluxation)	90.2	24

Hoffman, 1992 (NICE 2016)	Prospective cohort	974 (adults and children)	Blunt trauma patients	Pilot NEXUS (midline neck tenderness, altered level of alertness, severely painful injury, intoxication, midline neck pain)	Radiography and possibly CT	Fractures	100 (87 to 100)	12.5 (10 to 14.7)
Hoffman, 2000 (NICE 2016)	Prospective validation cohort	31004 (adults ≥18 years only)	Blunt trauma patients	NEXUS	Plain film radiography, possibly CT and/or MRI	Fractures and cord injuries (clinical significant)	99	12
Touger, 2002 (NICE, 2016)	Prospective validation cohort	2943 (age ≥65 years)	Blunt trauma patients	NEXUS	Plain film radiography, possibly CT and/or MRI	Fractures and cord injuries (clinical significant)	100 (97.1 to 100)	14.7 (14 to 14.7) or 14.1 according NCGC
Duanne, 2011 a (NICE, 2016)	Prospective cohort	2606 (age >16 years)	Blunt trauma patients (trauma team activation).	NEXUS	Complete C-spine CT	Fractures	82.8	45.7

Rose, 2012	Prospective cohort	761 (age>13 years)	Awake and alert blunt trauma patients. (trauma team activation)	Adapted NEXUS (intoxication and distracting injury not included in tool). Furthermore, flexion/extension and rotation included.	CT scanning of entire spine	Cervical spine injury	98.8	68.6
CCR								
Duanne, 2011 b	Prospective cohort	3201 (age>16 years)	Blunt trauma patients (Trauma team activation)	CCR	Complete C-spine CT	Fractures	100	0.6
Both								
Duanne, 2013 (NICE, 2016)	Prospective cohort Also included a deviation study	5182 (age>16 years)	Blunt trauma patients (trauma team activation)	NEXUS CCR (Active rotation of the neck was excluded)	Complete C-spine CT	Fractures	NEXUS: 81.2	NEXUS: 45.8
							CCR: 100	CCR: 1

Benayoun, 2017	Retrospective cohort	N=760 (age≥16 years)	Patients with history of ground level fall (<3ft or 5 stairs)	NEXUS CCR	CT-scans	c-spine fractures	NEXUS: 100	NEXUS: 24 (21.9;31)
							CCR: 100	CCR: 29.8 (20.8;51)
Griffith, 2013 (NICE 2016)	Prospective cohort	507 (age≥18 years)	Blunt trauma patients (level 1 trauma center)	NEXUS Abbreviated CCR (>65 years old, dangerous mechanism, paraesthesia in extremities, inability to rotate neck)	CT	Cervical spine injury (fracture, dislocation, subluxation)	NEXUS: 100	NEXUS: 16
							CCR: 100	CCR: 29
							Combi: 100	Combi: 8

Sensitivity

The reported sensitivity of the NEXUS criteria ranged from 65.9 (Goode, 2014) to 100% (Touger, 2002; Benayoun, 2017 and Griffith, 2013). The heterogeneity in the included patient populations might have influenced the results, with a lower sensitivity for patients meeting the criteria for trauma team activation (range: 65.9% in the elderly to 84.2 in nonelderly, Goode, 2014). Inconclusive results for the elderly have been reported (65.9% in the elderly meeting the criteria for trauma team activation, and 88.9 and 100% in the studies of Denver (2015) and Touger (2002), respectively).

Two studies (Rose, 2012; Dahlquist, 2015) focused on distraction injury, either only femur fractures (Dahlquist, 2015) or head injuries, torso injuries and/or long bone injuries (Rose, 2012). The sensitivity in these studies was relatively high (Dahlquist, 2015: 96.2%, Rose, 2012: 98.9%).

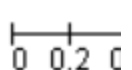
The reported sensitivity of the CCR was 100% (Benayoun, 2017; Duane, 2011; Duane, 2013; Griffith, 2013). Interesting is the difference found between the sensitivity for the NEXUS criteria and the CCR in the studies of Duane (2011a, 2011b and 2013), but it should be noted that the high sensitivity of the CCR also results in a very low specificity.

Specificity

The reported specificity of the NEXUS criteria ranged from 12% in the study of Hofmann (2002) to 63% in the retrospective cohort study of Dahlquist (2015). The reported specificity of the CCR ranged from 1-29%.

Figure 2 Sensitivity and specificity of the NEXUS criteria

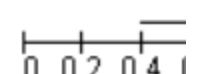
Study	TP	FP	FN	TN	Sensitivity (95% CI)	Specificity (95% CI)	Sensit
Benayoun, 2017	7	515	0	167	1.00 [0.59, 1.00]	0.24 [0.21, 0.28]	
Dahlquist, 2015	51	190	2	323	0.96 [0.87, 1.00]	0.63 [0.59, 0.67]	
Denver, 2015	8	111	1	47	0.89 [0.52, 1.00]	0.30 [0.23, 0.38]	
Duane, 2011a (NICE, 2016)	130	1331	27	1118	0.83 [0.76, 0.88]	0.46 [0.44, 0.48]	
Duane, 2013 (NICE, 2016)	263	2633	61	2225	0.81 [0.76, 0.85]	0.46 [0.44, 0.47]	
Goode, 2014a	27	113	14	166	0.66 [0.49, 0.80]	0.59 [0.53, 0.65]	
Goode, 2014b	155	1310	29	971	0.84 [0.78, 0.89]	0.43 [0.41, 0.45]	
Griffith, 2011 (NICE, 2016)	37	1180	4	368	0.90 [0.77, 0.97]	0.24 [0.22, 0.26]	
Griffith, 2013 (NICE, 2016)	5	421	0	81	1.00 [0.48, 1.00]	0.16 [0.13, 0.20]	
Hoffman, 1992 (NICE, 2016)	0	0	0	0	Not estimable	Not estimable	
Hoffman, 2000 (NICE, 2016)	780	2651	8	3698	0.99 [0.98, 1.00]	0.58 [0.57, 0.59]	
Rose, 2012	85	212	1	463	0.99 [0.94, 1.00]	0.69 [0.65, 0.72]	
Touger, 2002 (NICE, 2016)	135	2395	2	411	0.99 [0.95, 1.00]	0.15 [0.13, 0.16]	



Note that the patients included in Duane (2011a) were likely also included in Duane (2013). The study population described by Touger (2002) was a subsample of Hoffman (2000)

Figure 3 Sensitivity and specificity of the CCR criteria

Study	TP	FP	FN	TN	Sensitivity (95% CI)	Specificity (95% CI)	Sensitivity
Benayoun, 2017	7	369	0	157	1.00 [0.59, 1.00]	0.30 [0.26, 0.34]	
Duane, 2011b	192	2991	0	18	1.00 [0.98, 1.00]	0.01 [0.00, 0.01]	
Duane, 2013 (NICE, 2016)	324	4828	0	30	1.00 [0.99, 1.00]	0.01 [0.00, 0.01]	
Griffith, 2013 (NICE, 2016)	4	293	0	119	1.00 [0.40, 1.00]	0.29 [0.25, 0.34]	



Note that the patients included in Duane (2011a) were likely also included in Duane (2013)

PPV

See table 1.

NPV

See table 1.

Level of evidence – NEXUS-criteria

The level of evidence for the outcome measure diagnostic accuracy was downgraded by three levels due to the high risk of bias in the majority of studies (possible bias in patient selection, as in most studies only patients that underwent imaging were included), the inconsistency in results (which were probably also due to the variability in

outcome measures and populations studied), and the imprecision (the wide confidence intervals, overlapping the boarder of clinical relevance).

Level of evidence - CCR

The level of evidence for the outcome measure diagnostic accuracy was downgraded by two levels due to the high risk of bias in the majority of studies (possible bias in patient selection) and the inconsistency in the results for specificity (which were probably also due to the variability in outcome measures and populations studied).

PICO 2: Thoracolumbar spine (TL-spine) injury

Description of included studies

Inaba (2015) performed a derivation study and developed a clinical decision rule for the thoracolumbar spine. Prospectively collected data of 3065 alert and eligible blunt trauma patients were included in the analyses. The endpoints were a TL-spine fracture requiring an orthoses or surgical stabilization. The reference test was a CT in the majority of the patients (93.3%), and plain films (6.3%) or MRI (0.2%) in the remaining patients. Possible components of the decision rule included clinical examination (positive in case of pain, midline tenderness to palpation, bony deformities and/or neurological deficits), injury mechanism (high risk mechanisms included falls, crush, motor vehicle collision with rollover and/or ejection, unenclosed vehicle crash and automobile versus pedestrian) and age (cut-off point: 60 years). Inaba (2015) reported that of the 3065 patients, 264 were diagnosed with a clinically significant TL-spine injury (29.2% required surgery).

Results

Sensitivity

Inaba (2015) reported a sensitivity of the physical examination of 78.4% for all clinical significant injuries. Adding the factor age ≥ 60 years and a high-risk mechanism to the rule resulted in a sensitivity of 98.8%. The specificity of this tool to predict injuries requiring surgery was 100%.

Specificity

Inaba (2015) reported a specificity of the physical examination of 72.9% for all clinical significant injuries. Adding the factor age ≥ 60 years and a high-risk mechanism to the decision rule resulted in a sensitivity of 29.0%. The later decision rule resulted in a specificity 27.3% for all injuries requiring surgery.

Positive predictive value

Inaba (2015) reported that when the decision rule included the factors physical examination, age and the risk mechanism, this results in a PPV of 11.6% for all clinical significant injuries. The PPV for injuries requiring surgery was 3.4%.

Negative predictive value

Inaba (2015) reported that inclusion of the factors physical examination, age and the risk mechanism resulted in a NPV for all clinical significant injuries of 99.6% and of 100% for injuries requiring surgery.

Level of evidence

The level of evidence for the outcome measure diagnostic accuracy was downgraded by three levels due to the high risk of bias (possible bias in patient selection) and the inclusion of a derivation study with a limited number of cases (imprecision, downgraded with two levels).

Zoeken en selecteren

A systematic review of the literature was performed to answer the following question:

What is the diagnostic accuracy of the Canadian C-Spine Rule, the National emergency X-Radiography Utilization Study (NEXUS), Australian SPINEX card, the REMSSAP or a tool relevant to the thoracic or lumbosacral spine in adults (≥ 16 years or older) experiencing a traumatic incident?

PICO 1: Cervical spine injury

P: adults (≥ 16 years of age) experiencing a traumatic incident;

I: one of the following: Canadian C-Spine Rule (CCR), National emergency X-Radiography Utilization Study (NEXUS)-criteria, Australian SPINEX card or REMSSAP;

C: no test or one of the other test described above;

R: findings from imaging (X-ray, CT, MRI);

O: diagnostic accuracy.

PICO 2: Thoracolumbar injury

P: adults (≥ 16 years of age) experiencing a traumatic incident;

I: any tool relevant to the thoracic or lumbosacral spine;

C: no test or another test;

R: findings from imaging (X-ray, CT, MRI);

O: diagnostic accuracy.

Relevant outcome measures

The working group considered sensitivity a critical outcome measure for the decision-making, and the other diagnostic accuracy measures as important outcome measures for the decision-making.

The working group considered 90% as the lower limit of adequate sensitivity and strived toward a maximal specificity.

Search and select (method)

In February 2016 The National Clinical Guideline Centre published the NICE guideline 'Spinal injury: assessment and initial management' (NICE Guideline NG41; National Clinical Guideline Centre, 2016). One of the chapters in this guideline focusses on the diagnostic accuracy of the spinal injury assessment risk tools, and includes a review question that was similar to ours. Therefore, we decided to update the search presented in the NICE guideline, although some minor adaptations to the search strategy were made. The databases Medline (OVID) and Embase (via Embase.com) were searched for publications published between March 2015 to January 2017.

During the development of this guideline, we noticed that we had missed some possible relevant articles. After reviewing the search strategy, we noticed that we didn't include search terms for tools relevant to the thoracic or lumbosacral spine. In August 2017 Medline (OVID) and Embase (via Embase.com) were searched with an

additional search strategy for articles published between 1990 and August 2017. Both search strategies are shown under the tab Methods.

Studies were selected based on the following criteria:

- Systematic reviews of diagnostic studies or a diagnostic study.
- Inclusion of adults (at least 85% of the sample had to be ≥ 16 years of age) who experienced a traumatic incident.
- Description of the findings from imaging.
- Report of the diagnostic accuracy (reporting at least the sensitivity and the specificity) of a tool to predict the presence of spinal injury. If a tool resembled the NEXUS or CCR, the study was included.

Studies that (partly) included follow-up by telephone as reference test or did not describe the method used for clinical clearance of the patients were excluded.

Of the 13 studies included in the NICE guideline, six studies (one of these studies was described in two publications) could be included in our systematic literature analysis. The two additional search strategies resulted in 61 and 264 hits, respectively. Based on the titles and abstracts, 53 studies were selected for further screening. After examination of the full text articles, a total of 46 studies were excluded. One additional study was identified after reading the full text articles included in the NICE guideline. Finally, 14 studies (six of the studies included in the NICE guideline, seven resulting from the literature study, and one additional study) were included in the literature summary.

Fourteen studies were included in the literature analysis. Most studies focused on suspected cervical spine (C-spine) injury. Only one study evaluated the diagnostic accuracy of a tool that focusses on suspected injury of the thoracolumbar spine, this study is described in the second part of this systematic literature analysis.

The most important study characteristics and results were included in the evidence tables. The assessment of the individual study quality (risk of bias) is included in the risk of bias tables.

Overwegingen

Cervicale wervelkolom

Acute, traumatische, cervicale wervelletsels zijn relatief zeldzaam, maar dragen het risico op significante morbiditeit in zich (Nijendijk, 2010). De algemene aanname is dat immobilisatie verdere neurologische schade voorkomt of vermindert. Het immobiliseren van de CWK geeft, afhankelijk van techniek en situatie, echter ook risico op complicaties (White, 2013; Sundstrøm, 2014). De patiëntvertegenwoordiger in de werkgroep heeft zich bovenal voor veiligheid uitgesproken. De overige werkgroepleden delen deze mening.

Uit de literatuursamenvatting blijkt dat het onduidelijk is of de NEXUS-criteria voldoende sensitief zijn om als beslisregel te hanteren. Er zijn aanwijzingen dat de Canadian C-spine rules (CCR) voldoende sensitief zijn, maar dat dit wel ten koste gaat van de specificiteit. De wetenschappelijke onderbouwing over dit onderwerp blijkt

summier. Het risico op significante morbiditeit in ogenschouw genomen en met de CCR als startpunt, heeft de werkgroep de volgende overwegingen en aanbevelingen geformuleerd.

Men moet bij elke ongevalspatiënt te allen tijde bedacht zijn op een acuut traumatisch wervelletsel. De NEXUS en CCR zijn beide klinische beslisregels die niet gebruikt mogen worden bij patiënten met een verminderd bewustzijn (EMV <15). De werkgroep beschouwt deze patiëntengroep dus als hoogrisico patienten.

De hoogrisicofactoren voor acuut traumatisch cervicaal wervelletsel zoals beschreven in de CCR zijn 1) een leeftijd van 65 jaar of ouder; 2) neurologische uitval of 3) een gevaarlijk traumamechanisme (Stiell, 2001).

De leeftijdsgrens van 65 jaar, zonder enige nuancering, wordt door de werkgroep als niet werkbaar geacht. Daarbij wil de werkgroep niet zeggen dat er bij deze patiënten geen verhoogd risico is op acuut traumatisch CWK-letsel. Dat heeft deze patiëntcategorie wel. Echter de werkgroep acht leeftijd als opzichzelfstaand criterium om patiënten te immobiliseren en zodoende te presenteren in het ziekenhuis ongeschikt. De werkgroep heeft gekozen om 'acute pijn in de nek en/of ossale drukpijn' te koppelen aan de leeftijdsgrens. Is er geen acute pijn in de nek en/of ossale drukpijn? Dan doorloopt de (medisch) professional de overige stappen van de CCR.

In de CCR is een aantal gevaarlijke traumamechanismen geformuleerd: 1) een val van > 1m; 2) axiaal trauma; 3) een ongeval met een motorrijtuig met hoge snelheid, waarbij het voertuig over de kop geslagen is of waarbij de patiënt uit het voertuig is geslingerd; 4) een aanrijding op de fiets; en 5) een ongeval met een camper (Stiell, 2001). Deze mechanismen worden door de werkgroep geschikt geacht om grofweg te bepalen of er aanleiding is voor een verdenking op acuut traumatisch cervicaal wervelletsel en immobilisatie. Er is hier echter wel een nadere toelichting nodig. Als eerste is de genoemde hoge snelheid niet nader gespecificeerd. Hoewel de werkgroep inziet dat hier een grensgetal wenselijk is, heeft ze ervoor gekozen om dit aan de beoordeling van de (medisch) professional over te laten. Als tweede is een aanrijding op de fiets niet verder geformuleerd. Ook hier moet de relevantie ingeschat worden. Twee fietsen met de sturen in elkaar betreft een andere situatie dan een aanrijding van een fietser door een auto. Als derde wil de werkgroep benadrukken dat deze opsomming niet exclusief is. Denk bijvoorbeeld aan een aanrijding van een voetganger, een val van de 2^e trede van de trap met het hoofd tegen een kastje, een ongeval met andere voertuigen (of hulpmiddelen), zoals met brommers, snorfietsen, e-bikes en/of speed pedelecs en een direct inwerkend trauma op de wervelkolom. De werkgroep wil benadrukken dat de (medisch) professional een inschatting moet maken van de relevantie van het trauma voor het risico op traumatisch CWK-letsel. Een klinische beslisregel kan nooit alle relevante traumamechanismen opsommen.

Bij aanwezigheid van één van de hoogrisicofactoren, waarbij bovenstaande nuancerings en toelichtingen gelden, is immobilisatie geïndiceerd.

In de CCR worden naast hoogrisicofactoren ook laagrisicofactoren benoemd, dit zijn: 1) betrokkenheid in een kop-staart botsing met lage snelheid; 2) comfortabel in een zittende positie; 3) gelopen heeft na het ongeval; 4) geen ossale drukpijn en 5) later ontstane, dus niet direct na het trauma, nekpijn.

Bij afwezigheid van al deze vijf laagrisicofactoren is immobilisatie geïndiceerd. Bij afwezigheid van de hoogrisicofactoren maar aanwezigheid van tenminste één van deze laagrisicofactoren persisteert het risico op een acute traumatisch wervelletfel als de patiënt de nek niet zelf 45 graden kan roteren in beide richtingen. Immobilisatie is dan dus geïndiceerd. Is rotatie wel mogelijk dan kan de immobilisatie en beeldvorming achterwegen gelaten worden.

Intoxicatie is niet opgenomen in de CCR. De NEXUS criteria benoemen dit wel als hoogrisicofactor. Er is gekozen om de CCR te volgen, maar de relevantie van dit criterium wordt door de werkgroep onderschreven. Denk hierbij overigens ook aan een significante intoxicatie met voorgeschreven medicijnen. Een duidelijke definitie van intoxicatie, en zodoende veranderde pijnbeleving van de patiënt, is moeilijk te geven. De werkgroep heeft er daarom voor gekozen dit te formuleren als significante intoxicatie. De werkgroep is zich er van bewust dat dit een inschatting van de (medisch) professional is, maar wil deze factor niet onbenoemd laten.

Bovenstaande wordt ook schematisch weergegeven in het stroomschema. Bij twijfel raadt de werkgroep aan om de patiënt wel te immobiliseren.

Nota bene: Bij een patiënt met een penetrerend letsel kan er sprake zijn van pijn in de nek, maar dit betreft een belangrijke uitzondering. Deze patiënten dienen - zonder immobilisatie - zo spoedig mogelijk vervoerd te worden naar een, bij voorkeur voor dit letsel geëquipeerd, ziekenhuis (Velopoulos, 2017, Haut, 2010).

Indien de indicatie immobilisatie CWK (na eventuele herbeoordeling) persisteert op de SEH, is het geïndiceerd beeldvorming te laten vervaardigen. Hierbij is er, conform de vorige richtlijn (NOV, 2009), een absolute indicatie voor CT. Deze aanbevelingen zullen vermoedelijk leiden tot een lichte stijging in het aantal CT-scans. Het uiteindelijk effect op kosten is hierbij onbekend.

Denk bij het aanvragen van de CT-scan ook aan de criteria voor het vervaardigen van een CT-hersenen zoals beschreven in de richtlijn licht traumatisch hoofd/hersenletsel (LTH; NVN, 2010). Omgekeerd moet er bij een LTH ook altijd gedacht worden aan acuut traumatisch wervelletfel met bijzonder aandacht voor de CWK.

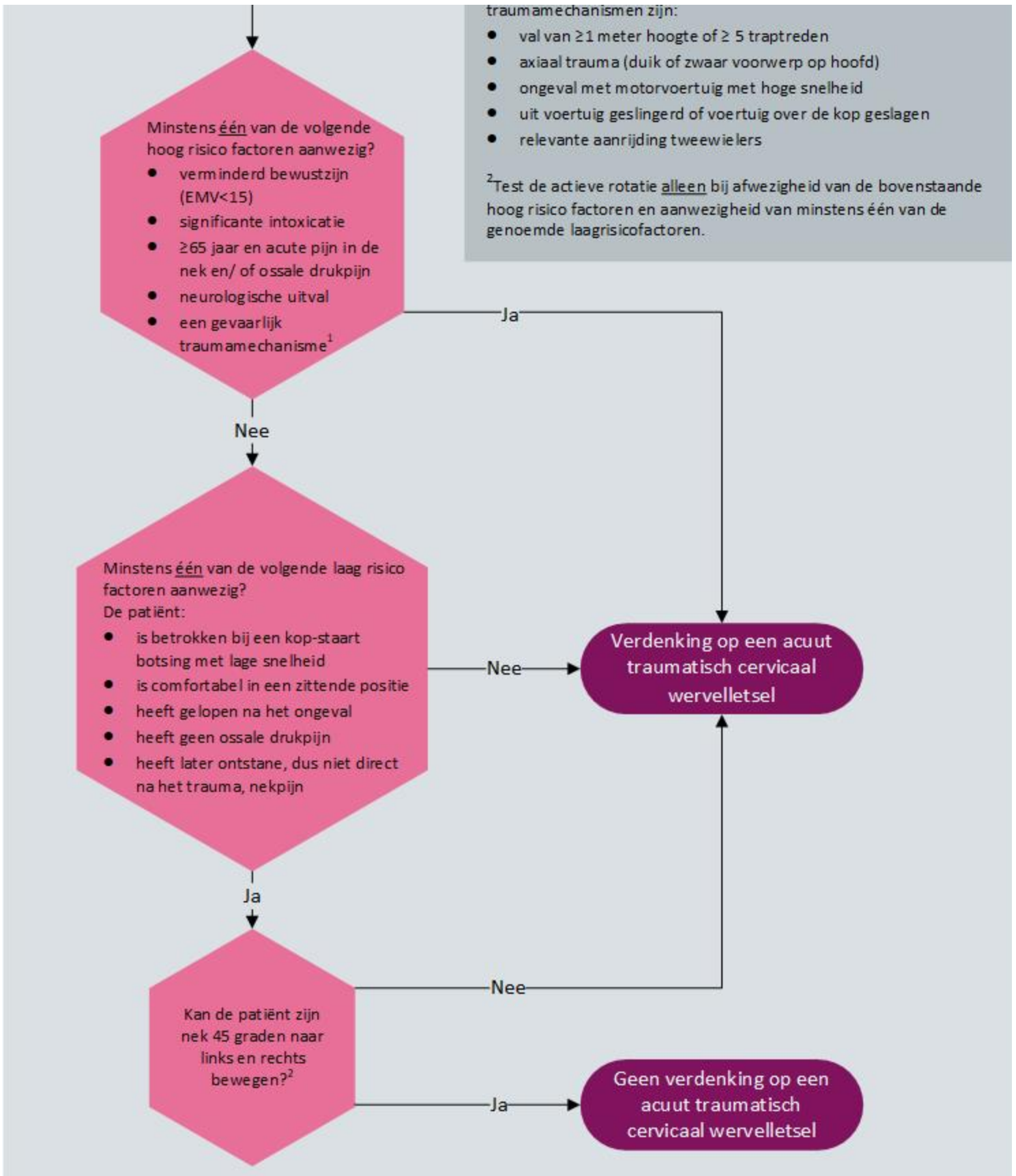
Thoracolumbale wervelkolom

In onze literatuursamenvatting is slechts één studie gevonden die zich heeft gericht op de thoracolumbale wervelkolom, en de bewijskracht is zeer laag. Zodoende volgt de werkgroep wat betreft de verdenking op acuut traumatisch wervelletfel van de thoracolumbale wervelkolom de aanbevelingen in de NICE-richtlijn (NICE Guideline NG41; National Clinical Guideline Centre, 2016). Wel is de werkgroep van mening dat de risicofactor "val van paard" algemener geformuleerd dient te worden in Nederlandse context, en stelt voor om "in aanraking gekomen met groot dier, bijvoorbeeld een val van een paard, trap van een koe en beklemming door een groot dier" op te nemen. Ook bij de beoordeling van het risico op acuut traumatisch letsel van de thoracolumbale wervelkolom is het goed om te bedenken of het gaat om een relevant mechanisme. Een oudere die op de billen valt heeft net zo'n relevant mechanisme als een 30 jarige die van hoogte valt.

Figuur 1 Indicatie verdenking acuut traumatisch cervicaal wervelletfel

Patiënt met een relevant trauma

¹De relevantie moet bij elk ongeval ingeschat worden door de (medisch) professional, maar voorbeelden van dergelijke



NB1: Dit stroomschema hoort bij de module 'Indicatie immobilisatie en beeldvorming' van richtlijn 'Acute traumatische wervelletsels'. Lees altijd de aanvullingen en aanbevelingen.



Initiatiefnemende vereniging

Lees altijd de overwegingen en aanbevelingen van de betreffende module voor nuances, eventuele afwijkende situaties en extra achtergrondinformatie.

NB2: Dit stroomschema is gebaseerd op Stiell, Ian G., et al. "The Canadian C-spine rule for radiography in alert and stable trauma patients." *Jama* 286.15 (2001): 1841-1848.



Ontwikkeld door het
Kennisinstituut van de Federatie
Medisch Specialisten

©2019 Versie 1 (31-7-2019)

Verantwoording

Laatst beoordeeld : 15-11-2019

Laatst geautoriseerd : 15-11-2019

Voor de volledige verantwoording, evidence tabellen en eventuele aanverwante producten raadpleegt u de Richtlijndatabase.

Referenties

- Ambulancezorg Nederland. (2016). Landelijke Protocol Ambulancezorg, versie 8.1. Zwolle.
- Benayoun MD, Allen JW, Lovasik BP, Uriell ML, Spandorfer RM, Holder CA. Utility of computed tomographic imaging of the cervical spine in trauma evaluation of ground-level fall. *J Trauma Acute Care Surg.* 2016 Aug;81(2):339-44. doi: 10.1097/TA.0000000000001073. PubMed PMID: 27454805.
- Dahlquist RT, Fischer PE, Desai H, Rogers A, Christmas AB, Gibbs MA, Sing RF. Femur fractures should not be considered distracting injuries for cervical spine assessment. *Am J Emerg Med.* 2015 Dec;33(12):1750-4. doi:10.1016/j.ajem.2015.08.009. Epub 2015 Aug 10. PubMed PMID: 26346048.
- Denver D, Shetty A, Unwin D. Falls and Implementation of NEXUS in the Elderly (The FINE Study). *J Emerg Med.* 2015 Sep;49(3):294-300. doi: 10.1016/j.jemermed.2015.03.005. Epub 2015 May 26. PubMed PMID: 26022935.
- Duane TM, Wilson SP, Mayglothling J, Wolfe LG, Aboutanos MB, Whelan JF, Malhotra AK, Ivatury RR. Canadian Cervical Spine rule compared with computed tomography: a prospective analysis. *J Trauma.* 2011 Aug;71(2):352-5; discussion 355-7. doi: 10.1097/TA.0b013e318220a98c. PubMed PMID: 21825938.
- Goode T, Young A, Wilson SP, Katzen J, Wolfe LG, Duane TM. Evaluation of cervical spine fracture in the elderly: can we trust our physical examination? *Am Surg.* 2014 Feb;80(2):182-4. PubMed PMID: 24480220.
- Haut ER, Kalish BT, Efron DT, Haider AH, Stevens KA, Kieninger AN, Cornwell EE 3rd, Chang DC. Spine immobilization in penetrating trauma: more harm than good? *J Trauma.* 2010 Jan;68(1):115-20; discussion 120-1. doi:10.1097/TA.0b013e3181c9ee58. PubMed PMID: 20065766.
- Inaba K, Nosanov L, Menaker J, Bosarge P, Williams L, Turay D, Cachecho R, de Moya M, Bukur M, Carl J, Kobayashi L, Kaminski S, Beekley A, Gomez M, Skiada D; AAST TL-Spine Multicenter Study Group. Prospective derivation of a clinical decision rule for thoracolumbar spine evaluation after blunt trauma: An American Association for the Surgery of Trauma Multi-Institutional Trials Group Study. *J Trauma Acute Care Surg.* 2015 Mar;78(3):459-65; discussion 465-7. doi: 10.1097/TA.0000000000000560. PubMed PMID: 25710414.
- Nederlandse Orthopaedische Vereniging. (2009). Richtlijn Acute traumatisch wervelletfelsels. 's-Hertogenbosch: NOV.
- Nederlandse Vereniging voor Neurologie. (2010). Richtlijn Licht traumatisch hoofd/hersenletsel. Utrecht: NVN.
- National Clinical Guideline Centre. (2016) NICE guideline NG41: Spinal injury: assessment and initial management. London: National Institute for Health and Care Excellence.
- Nijendijk JH, Post MW, van Asbeck FW. Epidemiology of traumatic spinal cord injuries in The Netherlands in 2010. *Spinal Cord.* 2014;52(4):258-63. doi:10.1038/sc.2013.180. Epub 2014 Jan 21. PubMed PMID: 24445971.
- Rose MK, Rosal LM, Gonzalez RP, Rostas JW, Baker JA, Simmons JD, Frotan MA, Brevard SB. Clinical clearance of the cervical spine in patients with distracting injuries: It is time to dispel the myth. *J Trauma Acute Care Surg.* 2012 Aug;73(2):498-502. PubMed PMID: 23019677.
- Stiell IG, Wells GA, Vandemheen KL, et al. The Canadian C-spine rule for radiography in alert and stable trauma patients.

JAMA. 2001 Oct 17;286(15):1841-8. PubMed PMID: 11597285.

Sundstrøm T, Asbjørnsen H, Habiba S, et al. Prehospital Use of Cervical Collars in Trauma Patients: A Critical Review. Journal of Neurotrauma. 2014;31(6):531-540. doi:10.1089/neu.2013.3094.

Velopulos CG, Shihab HM, Lottenberg L, Feinman M, Raja A, Salomone J, Haut ER. Prehospital spine immobilization/spinal motion restriction in penetrating trauma: A practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma (EAST). J Trauma Acute Care Surg. 2018 May;84(5):736-744. doi:10.1097/TA.0000000000001764. PubMed PMID: 29283970.

White CC 4th, Domeier RM, Millin MG; Standards and Clinical Practice Committee, National Association of EMS Physicians. 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(2):306-14. doi:10.3109/10903127.2014.884197. Epub 2014 Feb 21. PubMed PMID: 24559236.

Methodie immobilisatie acute fase

Uitgangsvraag

Hoe zouden patiënten verdacht voor een acuut traumatisch wervelletsel in de acute fase bij voorkeur geïmmobiliseerd moeten worden?

Aanbeveling

Overweeg een onrustige patiënt die niet-meewerkt met de immobilisatie te sederen. Indien de sedatie niet mogelijk is, laat de patiënt zelf een positie aannemen en probeer vervolgens zoveel mogelijk onderstaande aanbeveling te volgen.

Immobiliseer een patiënt met indicatie tot immobilisatie ten minste met manuele in-line spinal immobilisation, met indien mogelijk head blocks.

Gebruik de harde kraag alleen tijdens extricatie van een niet mobiele patiënt en/of transfer van de patiënt naar een vacuüm matras of ambulancebrancard. Gebruik de wervelplank uitsluitend voor extricatie. Indien het ongewenst is dat de wervelplank op de plaats incident wordt verwijderd, kan deze ook tijdens aansluitend transport gebruikt worden (behandeling ter plaatse plus transport maximaal 30 minuten). De extricatie kan op een andere wijze dan met behulp van de wervelplank en harde kraag uitgevoerd worden, indien de patiënt ernstig en aanhoudend/toenemend ABCD-instabiel is en een zo kort mogelijk verblijf op de plaats van hulpverlening geïndiceerd is. Het is daarbij wel belangrijk om het hoofd zoveel als mogelijk manueel te stabiliseren.

Transporteer de patiënt in een vacuüm matras, op een schepbrancard (behandeling ter plaatse plus transport maximaal 30 minuten) of op de ambulancebrancard.

Kies voor *self extrication* (*zichzelf bevrijden/uitstappen*):

- bij rug- of nekpijn zonder verminderd bewustzijn; en
- indien de patiënt niet onder de invloed is van alcohol of verdovende middelen; en
- indien de patiënt geen significant afleidend letsel heeft.

Inleiding

Wervelimmobilisatie in de acute fase kan op verschillende wijze uitgevoerd worden. Op dit moment is het onduidelijk wat de beste strategie is. Voor de immobilisatie van de cervicale wervelkolom bestaan grofweg vier methoden:

- harde kraag plus headblocks op de ambulancebrancard;
- harde kraag plus eventueel headblocks, patient in vacuüm spalk op ambulancebrancard;
- headblocks, patient op ambulancebrancard;
- headblocks, patient in vacuüm spalk op ambulancebrancard.

In deze module wordt onderzocht hoe de immobilisatie bij voorkeur plaats zou moeten vinden. De focus zal in de literatuursamenvatting in eerste instantie op het wel of niet gebruiken van de harde kraag liggen.

Conclusies

Very Low GRADE	<p>It is unclear whether spinal immobilisation affects the risk of mortality in patients suspected of having an acute traumatic spine injury and an indication for immobilisation.</p> <p><i>References: (Haut, 2010; Schubl, 2016; Vanderlan, 2009b)</i></p>
Very Low GRADE	<p>It is unclear whether spinal immobilisation affects the risk of neurological injuries in patients suspected of having an acute traumatic spine injury and an indication for immobilisation.</p> <p><i>References: (Haut, 2010; Lin, 2010; Schubl, 2016)</i></p>
- GRADE	<p>As no data concerning the effectiveness of immobilisation using a cervical collar was found, it is not possible to draw a conclusion with respect to the following outcomes: quality of life, adverse events, pain/discomfort, and psychological problems.</p>

Samenvatting literatuur

Description of included studies

Four retrospective cohort studies that studied one or more of the outcomes of interest were included in the literature analyses. It is important to note on forehand that only one of the four studies (Lin, 2010) compared patients with and without a neck collar with respect to our outcomes. The other three studies (Haut, 2010; Schubl, 2016; and Vanderlan, 2009b) compared patients with and without spinal immobilisation without a clear definition of the immobilisation method. Moreover, in the study by Haut (2010) spinal immobilisation was defined as the application of a cervical collar and/or spine backboard, which does not exclude the possibility that patients solely treated with a spine backboard were considered to be 'spine immobilized'. Furthermore, it is important to note the heterogeneous nature of the study populations, i.e. low-speed motor cycle victims (Lin, 2010) and patients with penetrating trauma (gun or stab wounds) (Haut, 2010; Schubl, 2016; and Vanderlan, 2009b).

Haut (2010) performed a retrospective cohort study on data included in a large national trauma database. Patient characteristics were compared between US patients with or without spinal immobilisation after a stab or gun-wound. In total, 45284 patients (mean age 31.4 years (\pm 13.3)) with presumably complete data were included. Spinal immobilisation was performed in 1947 patients (4.3%). Spinal immobilisation was defined as the application of a cervical collar and/or spine backboard. Mortality and neurological injuries were studied as outcomes of interest. Multiple logistic regression analyses were corrected for gender, race, age, ISS, revised trauma score, insurance status, year of admission, endotracheal intubation, military anti-shock trousers, IV fluids, splinting, and chest decompression.

Lin (2010) performed a retrospective cohort study where patient characteristics were compared between Taiwanese patients with and without neck collar immobilisation after low-speed motor cycle crashes. In total, 5139 patients (mean age 38 years (10 to 96)) with complete data were included. Neck collars were placed in 2605 patients (50.7%). Neurological injury was studied as outcome of interest. Analyses were not corrected for confounders.

Schubl (2016) performed a retrospective cohort study where patient characteristics were compared between US patients with or without spinal immobilisation after a stab or gun-wound of the head and/or neck. In total, 156 patients (mean age 34.5 years (± 15.1)) with presumably complete data were included. Spinal immobilisation was performed in 58 patients (37.2%). Type of spinal immobilisation was not specified in the study. Mortality and neurological injuries were studied as outcomes of interest. Analyses were not corrected for confounders.

Vanderlan (2009b) performed a retrospective cohort study where patient characteristics were compared between US patients with or without cervical spine immobilisation after penetrating cervical trauma. In total, 188 patients (mean age unknown) with complete data were included. The exact number of patients with cervical spine immobilisation was not reported. Type of cervical spine immobilisation was not specified in the study. Mortality was studied as outcome of interest. Analyses were not corrected for confounders.

Results

Mortality

Based on descriptive statistics, Haut (2010) showed that spine immobilisation was associated with death ($P < 0.001$) and death on arrival ($P < 0.001$). In multiple logistic regression analyses, the OR for mortality was 2.06 (95% CI 1.35 to 3.13; $P = 0.001$) in patients with spinal immobilisation compared to those without. When studied in specific subgroups of patients, the OR for mortality between patients with spinal immobilisation compared to those without was reported for the following respective subgroups: patient who had an injury severity score of < 15 (OR 3.4 (95% CI 1.48 to 7.81)), > 15 (not significant), > 25 (not significant), hypotensive patients (systolic blood pressure < 90 mmHg) (OR 2.42 (95% CI 1.37 to 4.27)), normotensive patients (not significant), gun-shot wounds (OR 2.12 (95% CI 1.33 to 3.37)), stab wounds (not significant), hypotensive patients with severe thoracic injury (not significant), hypotensive patients with severe abdominal injury (not significant), hypotensive patients with gun-shot wound (OR 3.19 (95% CI 1.62 to 6.28)), and hypotensive patients with stab-wound (not significant). The OR for death on arrival was not studied in multiple logistic regression analyses. Finally, Haut (2010) reported that the number needed to treat with spine immobilisation to potentially benefit one penetrating trauma patient was 1032. In addition, the number needed to harm with spine immobilisation to potentially contribute to one death was 66.

Schubl (2016) showed that the OR for mortality was 5.07 (95% CI 1.06 to 24.3) in patients with spinal immobilisation compared to those without.

Vanderlan (2009b) showed that the OR for mortality was 2.77 (95% CI 1.18-6.49; $P = 0.016$) in patients with cervical spine immobilisation compared to those without. In patients with isolated penetrating cervical trauma, the OR for mortality was 8.82 (95% CI 1.09 to 194.19; $P = 0.038$) in with cervical spine immobilisation compared to those without. In patients with multiple penetrating injuries, cervical spine immobilisation was not associated with mortality ($P = 0.65$).

Quality of life

This outcome was not studied.

Adverse events

This outcome was not studied.

Pain/discomfort

This outcome was not studied.

Psychological problems

This outcome was not studied.

Neurological injuries

Haut (2010) reported that spine immobilisation was associated with complete spine injury ($P < 0.001$) and with spine surgery ($P = 0.011$).

Lin (2010) reported that there was no significant correlation between cervical spine injury and the application of a neck collar or not ($P = 0.896$). Of the patients with cervical spine injuries ($N = 63$), 51 (80.9%) had a neck collar.

Schubl (2016) reported that all patients with neurological deficiencies ($N = 5$) had spinal immobilisation.

Level of evidence

Observational studies start at a low level of evidence. The level of evidence for the outcome measure mortality was downgraded by one level due risk of bias (selection bias; it is possible that the patients that were immobilized were the patients that performed already worse at the side of injury). The provided level of evidence was therefore considered to be very low.

The evidence for the outcome measure neurological injuries was downgraded by one level due to risk of bias (selection bias; it is possible that the patients that were immobilized were the patients that performed already worse at the side of injury). The provided level of evidence was therefore considered to be very low.

The level of evidence for the outcome measures quality of life, adverse events, pain/discomfort, and psychological problems was not evaluated due to lack of data.

Zoeken en selecteren

A systematic review of the literature was conducted to answer the following research question:
What are the favourable and unfavourable effects of immobilisation without cervical collar versus immobilisation with cervical collar in patients ≥ 16 years of age with an indication for immobilisation?

P: patients ≥ 16 years of age suspected of having an acute traumatic spine injury and an indication for immobilization;

I: immobilisation on a stretcher/vacuum mattress with or without headblocks and without cervical collar;

C: immobilisation on a stretcher/vacuum mattress with or without headblocks and with cervical collar;

O: mortality, quality of life, adverse events (decubitus), pain/discomfort, psychological problems, aggravation or emergence of neurological injury.

Relevant outcome measures

The working group considered mortality and aggravation or emergence of neurological injury critical outcome measures for decision-making, and quality of life, adverse events (decubitus), pain/discomfort and psychological problems important outcome measures for the decision-making.

The working group did not define the outcome measures a priori, but applied the definitions used in the articles.

The working group considered any statistical significant difference in mortality/survival and aggravation or emergence of neurological injury as clinically important.

Search and select (Method)

The databases Medline (via OVID) and Embase (via Embase.com) were searched for studies published between 1990 and March 2017 using relevant search terms for systematic reviews (SRs), randomized controlled trials (RCTs) and observational studies. After the first title-abstract selection it was concluded that some search terms concerning immobilisation were missing in the search strategy. The search strategy was therefore revised (April 2017). The final detailed search strategy is depicted under the tab Methods.

The literature search procured 903 hits. Studies were selected based on the following criteria: Systematic reviews (detailed search strategy, evidence tables and risk of bias evaluation available), RCT's or observational studies evaluating the effectiveness of immobilisation without a cervical collar versus immobilisation with cervical collar in patients ≥ 16 years of age suspected of having an acute traumatic spine injury and an indication for immobilisation. Furthermore, at least one of the defined outcome measures had to be documented.

Initially, 29 studies were selected based on title and abstract. After examination of full text, a total of 26 studies were excluded and three studies included. A fourth study was identified in the reference lists of selected studies and included.

Four studies were included in the literature analyses. The most important study characteristics and results are depicted in the evidence tables. The assessment of the risk of bias is depicted in the risk of bias tables.

Overwegingen

Uit de knelpuntanalyse bleek dat er behoefte was aan duidelijke aanbevelingen voor het wel of niet gebruiken van een harde kraag. Uit de literatuursamenvatting blijkt echter dat er momenteel geen evidentie is die het gebruik van de harde kraag - maar zeer waarschijnlijk ook niet voor een bepaalde immobilisatietechniek in zijn algemeenheid - onderbouwd. Wel zijn er enkele studies (niet opgenomen in de literatuursamenvatting) beschikbaar die wijzen op potentiële nadelen van immobilisatie door middel van een harde kraag en de wervelplank. Zo zou de harde kraag kunnen zorgen voor een verhoging van de intracraniale druk van ongeveer 4,5 mmHg door compressie van de veneuze afvloed en een verminderde mondopening wat de airway management bemoeilijkt (Sundtrøm, 2014). De wervelplank zou kunnen zorgen voor pijn (White, 2013), en zowel de wervelplank als de harde kraag zouden decubitus plekken kunnen veroorzaken en de ademhaling kunnen

bemoeilijken (Sundstrøm, 2014; White, 2013). Daarnaast kan er aan het beoogde werkingsmechanisme getwijfeld worden, in het artikel van Holla (2012) wordt bijvoorbeeld aangetoond dat de toevoeging van een harde kraag in combinatie met headblocks geen meerwaarde heeft om de beweeglijkheid van de cervicale wervelkolom te beperken.

Voor de patiënt is het enerzijds belangrijk dat het risico op verdere schade zo veel mogelijk voorkomen wordt, maar dat ook de immobilisatiemethode zelf zo min mogelijk belastend en schadelijk is. Gezien de schaarsheid aan vergelijkende studies heeft de werkgroep een vergelijking gemaakt van internationale richtlijnen. De volgende richtlijnen zijn hierbij bekeken:

- National Association of EMS Physicians and the American college of Surgeons Committee on Trauma. Position Statement (2013).
- Landelijk Protocol Ambulancezorg 8.1 (Ambulancezorg Nederland, 2016).
- Pre-hospital spinal immobilisation: an initial consensus (Royal College of Surgeons of Edinburgh; Connor 2013).
- NICE guideline NG41: Spinal injury: assessment and initial management (National Clinical Guideline Centre, 2016).
- The Norwegian guidelines for the prehospital management of adult trauma patients with potential spinal injury (Kornhall, 2017).

De onderlinge verschillen tussen deze richtlijnen bleken niet groot te zijn. Binnen de werkgroep is besloten om qua aanbevelingen aan te sluiten bij de Noorse richtlijn (Kornhall, 2016), daar deze enerzijds het uitgebreidst waren en anderzijds aansluiten bij de reeds gangbare praktijk in Nederland. Daarnaast wordt er zo ook rekening gehouden met de boven beschreven nadelen van de harde kraag en wervelplank en de voorkeuren van de patiënten.

Als aandachtspunt wil de werkgroep meegegeven dat, wanneer een vacuummatras wordt gebruikt bij immobilisatie, het belangrijk is dat bij het modelleren van het matras om de patiënt rekening wordt gehouden met de pre-existente deformiteit (bijv. bij ziekte van Bechterew). Daarnaast behoeven een tweetal aanbevelingen mogelijk nog toelichting. Als eerste geldt het statement '*don't fight te patient*'. Het idee hierachter is dat de schade die het 'vechten' met de patiënt kan opleveren groter is dan de potentiële schade door spontane bewegingen van de patiënt. Sedatie door een daartoe bekwame zorgverlener kan bij de onrustige patiënt die niet meewerkt met de immobilisatie overwogen worden. Wanneer dit niet mogelijk is raadt de werkgroep aan om de patiënt zelf een positie aan te laten nemen en de patiënt vervolgens zoveel mogelijk te immobiliseren. Hiernaast kiest de werkgroep analoog aan de Noorse richtlijn (Kornhall, 2016) ervoor om patiënten waarbij er sprake is van volledig bewustzijn - waar mogelijk - zelf uit het voertuig te laten stappen. Men neemt aan dat spinale bewegingen binnen de normale beweeglijkheid veel minder impact hebben dan het oorspronkelijke trauma, en dat daarnaast de spierspanning de wervelkolom verder zal beschermen. Het wordt daarmee onwaarschijnlijk geacht dat *self extrication* na het oorspronkelijke ongeval nog verdere schade zal veroorzaken.

Verantwoording

Laatst beoordeeld : 15-11-2019

Laatst geautoriseerd : 15-11-2019

Voor de volledige verantwoording, evidence tabellen en eventuele aanverwante producten raadpleegt u de Richtlijndatabase.

Referenties

Ambulancezorg Nederland. (2016). Landelijke Protocol Ambulancezorg, versie 8.1. Zwolle.

Connor D, Greaves I, Porter K, Bloch M; consensus group, Faculty of Pre-Hospital Care. Pre-hospital spinal immobilisation: an initial consensus statement. *Emerg Med J.* 2013;30(12):1067-9. doi: 10.1136/emered-2013-203207. Review. PubMed PMID: 24232011.

Haut ER, Kalish BT, Efron DT, et al., Cornwell EE 3rd, Chang DC. Spine immobilization in penetrating trauma: more harm than good? *J Trauma.* 2010 Jan;68(1):115-20; discussion 120-1. doi: 10.1097/TA.0b013e3181c9ee58. PubMed PMID: 20065766.

Holla M. Value of a rigid collar in addition to head blocks: a proof of principle study. *Emerg Med J.* 2012;29(2):104-7. doi: 0.1136/emj.2010.092973.Epub 2011 Feb 18. PubMed PMID: 21335583.

Kornhall DK, Jørgensen JJ, Brommeland T, et al. The Norwegian guidelines for the prehospital management of adult trauma patients with potential spinal injury. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2017 Jan 5;25(1):2. doi: 10.1186/s13049-016-0345-x. Review. PubMed PMID:28057029; PubMed Central PMCID: PMC5217292.

Lin HL, Lee WC, Chen CW, et al. Neck collar used in treatment of victims of urban motorcycle accidents: over- or underprotection? *Am J Emerg Med.* 2011 Nov;29(9):1028-33. doi: 10.1016/j.ajem.2010.06.003. Epub 2010 Oct 15. PubMed PMID: 20951529.

National Clinical Guideline Centre. (2016) NICE guideline NG41: Spinal injury: assessment and initial management. London: National Institute for Health and Care Excellence.

Schubl SD, Robitsek RJ, Sommerhalder C, et al. Ho VP. Cervical spine immobilization may be of value following firearm injury to the head and neck. *Am J Emerg Med.* 2016;34(4):726-9. doi: 10.1016/j.ajem.2016.01.014. Epub 2016 Jan 21. PubMed PMID: 26873409.

Sundstrøm T, Asbjørnsen H, Habiba S, et al. Prehospital Use of Cervical Collars in Trauma Patients: A Critical Review. *Journal of Neurotrauma.* 2014;31(6):531-540. doi:10.1089/neu.2013.3094.

Vanderlan WB, Tew BE, McSwain NE Jr. Increased risk of death with cervical spine immobilisation in penetrating cervical trauma. *Injury.* 2009 Aug;40(8):880-3. doi: 10.1016/j.injury.2009.01.011. Epub 2009 Jun 12. PubMed PMID: 19524236. EMS spinal precautions and the use of the long backboard. *Prehosp Emerg Care.* 2013 Jul;17(3):392-3. doi: 10.3109/10903127.2013.773115. Epub 2013 Mar 4. PubMed PMID: 23458580.

Het neurologisch onderzoek van patiënten met traumatische wervelletfels

Uitgangsvraag

Het neurologisch onderzoek bij patiënten met traumatische wervelletfels.

Aanbeveling

Na zekerstelling van de ABC-functies dient op de Spoedeisende Hulp door een specialisme met neurologische expertise een (hetero) anamnese (zo mogelijk) afgenomen te worden en een volledig (in coöperatieve patiënten) neurologisch onderzoek verricht te worden om te bepalen of er sprake is van incompleet of compleet ruggenmergletsel en een neurologische syndromale diagnose te stellen (dwarslaesie, 'central cord syndrome', Brown Sequard-hemi-beeld, 'anterior cord syndrome', 'posterior cord syndrome', conus medullaris syndroom, cauda equina syndroom).

Om te bepalen of er sprake is van een complete dwarslaesie dient de sacrale sensibiliteit en de willekeurige activiteit van de anale sfincter nauwkeurig geëvalueerd te worden.

De werkgroep beveelt aan om het neurologisch letsel volgens het systeem van de American Spinal Injury Association (ASIA) te bepalen en de ASIA Impairment Scale (AIS) vast te stellen. De mate van sensibele en motorische uitval dient tevens kwantitatief bepaald en vastgelegd te worden met behulp van het standaard formulier: 'Neurological Classification of Spinal Cord Injury' van de ASIA. Voorwaarde hiervoor is een coöperatieve patient (bijlage 3).

Herhaling van het neurologisch onderzoek dient rond 72 uur na het ongeval te geschieden ter inschatting van de prognose. Het moet ook altijd postoperatief gedaan worden.

Over de frequentie van controleren in patiënten die conservatief behandeld worden kan geen concreet advies afgegeven worden. Om neurologische achteruitgang in deze patiënten te constateren, lijkt op z'n minst dagelijkse controle nodig en is laagdrempelige neurologische consultatie van belang bij iedere verdenking op neurologische verslechtering.

Inleiding

Doel van het neurologisch onderzoek is:

- het correct stellen van de neurologische (syndromale) diagnose, die het niveau en de compleetheid van de laesie bevat;
- het zo precies mogelijk vast stellen/objectiveren van de uitval;
- het geven van een prognose;
- eventueel het evalueren van behandelingen (chirurgisch en/of medicamenteus).

Conclusies

Niveau 3	<p>Voor het op de spoedeisende hulp stellen van een diagnose betreffende de neurologische schade bij patiënten met een wervelletsel is volledig neurologisch onderzoek, met speciale aandacht voor de motoriek en de sensibiliteit, noodzakelijk.</p> <p><i>C Burns, 2001</i></p>
-----------------	---

Niveau 3	<p>Voor het voorspellen van de lange termijn functionele uitkomst is neurologisch onderzoek van de sensibiliteit en motoriek, inclusief pijnzin, scherp-stompdiscriminatie, fijne tastzin, krachtmetingen (MRC-schaal) uitgevoerd rond 72 uur na het letsel, en op grond daarvan het vaststellen van de ASIA impairment scale, het meest zinvol.</p> <p><i>C Brown 1991, Maynard 1979, Burns 2001, Ditunno 1999, Devivo 2007</i></p>
-----------------	--

Samenvatting literatuur

Vroeg uitgevoerd neurologisch onderzoek is belangrijk om de correcte klinisch neurologische diagnose te stellen. Om de diagnose 'dwarslaesie' met zekerheid te kunnen stellen, klinisch te classificeren en de omvang van de sensibele en motorische uitval te kwantificeren, dient de patiënt maximaal coöperatief te zijn. Echter, het neurologisch onderzoek op de spoedeisende hulp kan lastig zijn bij niet-coöperatieve patiënten en dan gemakkelijk tot foutieve beoordeling leiden. Daarom is herhaling van het neurologisch onderzoek van belang (Burns 2001). Bovendien lijkt het neurologisch onderzoek naar pijnzin, discriminatie scherp-stomp, fijne tastzin en krachtmeting (volgens de MRC-schaal), dat wordt uitgevoerd rond 72 uur na het letsel ten behoeve van het stellen van de uiteindelijke prognose, beter geschikt dan het neurologisch onderzoek dat op de eerste dag wordt uitgevoerd (Brown 1991, Maynard 1979). Indien bij neurologisch onderzoek, dat rond 72 uur na het ongeval wordt uitgevoerd, een motorisch en sensibel compleet letsel gevonden wordt, is de kans groot dat de patiënt niet meer zal kunnen lopen (Burns 2001). Na een motorisch incompleet letsel zijn de kracht, gemeten met behulp van de MRC-schaal, en de leeftijd voorspellend voor de uitkomst (Ditunno 1999); helaas is een prognose voor het lopen veel moeilijker te geven.

Voor het vaststellen van de neurologische uitval wordt sinds 1992 internationaal bij voorkeur de 'International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury' gebruikt (Maynard 1997).

De prognose van een dwarslaesie wordt bepaald door de compleetheid van de laesie, zoals aangegeven door de 'ASIA impairment scale' (zie hoofdstuk 4.3 en bijlage 3). De volgende tabel geeft het percentage aan van de verandering van de ASIA impairment scale tussen opname en ontslag na de primaire revalidatie volgens de gegevens van de Amerikaanse 'model systems' over de jaren 2002-2006 (Devivo 2007).

AIS	%	%	%	%	%
	A ontsl.	B ontsl.	C ontsl.	D ontsl.	E ontsl.
A opn.	84.9	8.2	4.6	2.1	0.2
B opn.	6.7	48.1	25.9	19.3	0.0
C opn.	2.7	3.3	39.6	53.8	0.5
D opn.	0.0	1.0	1.0	93.2	4.7

In de Nederlandse en Vlaamse situatie liggen de percentages voor de impairment scales die gelijk blijven over het algemeen iets hoger, mogelijk omdat de eerste meting iets later gebeurt. Verder zijn de gegevens vergelijkbaar.

Verantwoording

Laatst beoordeeld : 15-11-2019

Laatst geautoriseerd : 15-11-2019

Voor de volledige verantwoording, evidence tabellen en eventuele aanverwante producten raadpleegt u de Richtlijndatabase.

Referenties

- Brown PJ, Marino RJ, Herbison GJ, Ditunno JF, Jr. (1991). The 72-hour examination as a predictor of recovery in motor complete quadriplegia. *Arch Phys Med Rehabil*, 72, 546-8.
- Burns AS, Ditunno JF. (2001). Establishing prognosis and maximizing functional outcomes after spinal cord injury: a review of current and future directions in rehabilitation management. *Spine*, 26, S137-145.
- Devivo MJ (2007). Trends in spinal cord injury rehabilitation outcomes from model systems in the United States: 1973-2006. *Spinal Cord*, 45, 713-721.
- Ditunno JF, Jr. (1999). The John Stanley Coulter Lecture. Predicting recovery after spinal cord injury: a rehabilitation imperative. *Arch Phys Med Rehabil*, 80 (4), 361-4.
- Maynard FM, Jr., Bracken MB, Creasey G, Ditunno JF, Jr., Donovan WH, Ducker TB, et al. (1997). International standards for neurological and functional classification of spinal cord injury. American Spinal Injury Association. *Spinal Cord*, 35 (5), 266-74.
- Maynard FM Jr, Reynolds GG, Foutain S, Wilmot C, Hamilton R. (1979). Neurological prognosis after traumatic quadriplegia. Three-year experience of California Regional Spinal Cord Injury Care System. *J. Neurosurg*, 50, 611-6.

Prognose en prognosegesprek met patiënten met traumatische wervelletfels

Uitgangsvraag

De prognose en het prognosegesprek met patiënten met traumatische wervelletfels.

Aanbeveling

Onderstaande aanbevelingen betreffen het prognosegesprek tijdens de ziekenhuis-fase en hebben betrekking op de coöperatieve, niet farmacologisch beïnvloede patiënt.

Vlak voor een prognosegesprek dient de patiënt neurologisch onderzocht te worden.

Een neurologisch onderzoek dient rond 72 uur na het ongeval herhaald te worden bij een (in)complete dwarslaesie bij een coöperatieve patiënt. Deze uitkomst (in combinatie met alle voorgaande bevindingen) kan gebruikt worden om uitspraken te doen over functie(herstel) en verdere prognose.

Indien mogelijk dient vanaf ongeveer de derde dag na het letsel met de patiënt en een relevante naaste op basis van de op dat moment bekende neurologische situatie een gesprek gevoerd te worden over prognose en behandelplan.

Inleiding

Het mededelen van een individuele prognose is een zorgvuldig proces waarvoor men genoeg tijd moet nemen. De patiënt wordt vlak voor het gesprek opnieuw nagekeken zodat recent neurologisch herstel in de prognose betrokken kan worden. Bij voorkeur is een partner of familielid bij het gesprek aanwezig. Degene die dit gesprek voert is op de hoogte van het revalidatieprogramma en de uiteindelijke functionele mogelijkheden bij deze neurologische uitval. Zowel bij een complete als bij een incomplete laesie gaat het revalidatieprogramma uit van de op dat moment vastgestelde neurologische uitval en de daarbij behorende functionele mogelijkheden en niet van een eventueel mogelijk neurologisch herstel. Indien er neurologisch herstel optreedt wordt het revalidatieprogramma aangepast.

Leidraad is: 'We gaan uit van wat we zien en niet van wat u en ik hopen.'

Het prognosegesprek omvat meer dan alleen de prognose ten aanzien van het lopen of de arm/hand functie. Het blaasbeleid, het darmbeleid, het antidecubitus-beleid zijn op zichzelf staande onderwerpen. Het moment waarop een (prognose)gesprek met de patiënt gevoerd kan worden, is mede afhankelijk van bijkomend ander (hersens)letsel, pijn en of de patiënt gesedeerd wordt of niet.

Conclusies

Onderstaande conclusies betreffen het prognosegesprek tijdens de ziekenhuis-fase en hebben betrekking op de coöperatieve, niet farmacologisch beïnvloede patiënt.

Niveau 4	<p>Het is aannemelijk dat een gesprek over prognose en behandelplan ten aanzien van het functionele herstel met de patiënt goed gevoerd kan worden op grond van de informatie verkregen uit neurologisch onderzoek ongeveer drie dagen na het letsel, mits dit gedaan wordt door een in het algemeen én specifiek goed geïnformeerde persoon. Hierbij dient uitgegaan te worden van de actueel bestaande neurologische uitval en niet van een eventueel mogelijk herstel. Dit gesprek dient bij voorkeur in aanwezigheid van een partner of familielid gevoerd te worden.</p> <p><i>D Mening van de werkgroep</i></p>
-----------------	---

Overwegingen

De werkgroepleden voeren het beleid de waarheid te vertellen en dit al vanaf de eerste dag. Ook als er (nog) onzekerheid is, wordt dat dan verteld. Het is de mening van de werkgroepleden dat een meevaller beter te verwerken is dan een tegenvaller. Dus als er een acute complete dwarslaesie is, wordt dezelfde dag meegedeeld dat de patiënt niet meer zal kunnen lopen. Vanuit revalidatie-oogpunt wordt ook liever direct de waarheid gezegd; dit omdat patiënten, die vanaf het eerste begin duidelijkheid kregen, hun situatie eerder en beter lijken te accepteren en beter lijken te revalideren.

Verantwoording

Laatst beoordeeld : 15-11-2019

Laatst geautoriseerd : 15-11-2019

Voor de volledige verantwoording, evidence tabellen en eventuele aanverwante producten raadpleegt u de Richtlijnendatabase.

Het radiologisch onderzoek bij patiënten met traumatische wervelletsels

Er bestaan veel controverses over de indicaties voor de verschillende vormen van diagnostische beeldvorming van de wervelkolom bij patiënten die al dan niet verdacht worden van een traumatisch wervelletsel.

Verantwoording

Laatst beoordeeld : 15-11-2019

Laatst geautoriseerd : 15-11-2019

Voor de volledige verantwoording, evidence tabellen en eventuele aanverwante producten raadpleegt u de Richtlijndatabase.

Radiologische screening voor traumatische afwijkingen van de cervicale wervelkolom met behulp van conventionele röntgenfoto's of CT

Uitgangsvraag

Bij welke patiënten vindt radiologische screening voor traumatische afwijkingen van de cervicale wervelkolom plaats met behulp van conventionele röntgenfoto's en bij welke patiënten wordt direct een CT gemaakt?

Aanbeveling

In verband met de lage sensitiviteit van het conventionele röntgenonderzoek van de cervicale wervelkolom adviseert de werkgroep om bij alle patiënten na een ongeval, en met een indicatie voor beeldvormende diagnostiek van de cervicale wervelkolom, een MDCT te maken.

Wanneer bij patiënten na een ongeval, om welke reden dan ook, de bovenstaande regel niet gevolgd kan worden, gelden de volgende aanbevelingen:

- Het wordt aanbevolen bij alle patiënten met een verminderd bewustzijn (Glasgow Coma Scale <15) na een ongeval een MDCT van de cervicale wervelkolom te verrichten als screeningstest.
- Het wordt aanbevolen om ook bij andere patiënten met een hoog risico op een traumatische afwijking van de cervicale wervelkolom, geselecteerd met behulp van het traumamechanisme en lichamelijk onderzoek, een CT van de cervicale wervelkolom te verrichten.
- Het wordt aanbevolen om bij ouderen een CT van de cervicale wervelkolom te verrichten.
- Het wordt aanbevolen om bij neurologische klachten, herleidbaar tot de wervelkolom, een CT van de cervicale wervelkolom te verrichten.
- Het wordt aanbevolen om bij veel pijn een CT van de cervicale wervelkolom te verrichten.
- Het wordt aanbevolen om bij patiënten, die een CT krijgen van een ander deel van het lichaam, een CT van de cervicale wervelkolom te verrichten.
- Het wordt aanbevolen om de scanprotocollen te optimaliseren om een zo laag mogelijke stralingsdosis te gebruiken.

Conclusies

Niveau 1	<p>Bij patiënten met een verminderd bewustzijn is een CT van de CWK een betere screeningstest dan conventionele röntgenfoto's voor het aantonen en uitsluiten van letsel van de cervicale wervelkolom.</p> <p><i>A1 Holmes 2005</i></p>
-----------------	---

Niveau 2	<p>Bij patiënten met een indicatie voor beeldvormende diagnostiek van de cervicale wervelkolom is de sensitiviteit van de conventionele röntgenfoto, vergeleken met CT, laag, ongeveer 50%.</p> <p><i>B Mathen 2007, Daffner 2006</i></p>
Niveau 2	<p>Bij patiënten met een hoog en matig risico (> 4%) op traumatisch letsel van de CWK, is screenen op letsel van de CWK met behulp van een CT kosteneffectief.</p> <p><i>A Blackmore 1999</i> <i>B Grogan 2005</i></p>
Niveau 2	<p>Patiënten met een risico >5% op letsel van de CWK kunnen worden geselecteerd met behulp van een klinische beslisregel.</p> <p><i>A2 Hanson 2000</i></p>
Niveau 3	<p>Er zijn aanwijzingen dat screenen op traumatisch letsel van de CWK met behulp van CT minder tijd kost en niet duurder is dan screenen met behulp van conventionele röntgenfoto's.</p> <p><i>B Daffner 2000</i> <i>C Antevil, 2006, Daffner 2001</i></p>
Niveau 3	<p>CT van de CWK geeft een grotere stralenbelasting dan conventionele röntgenfoto's.</p> <p><i>C Antevil 2006, Rybicki 2002, Hidajat 1999, Origgi 2005</i></p>
Niveau 3	<p>De effectieve dosis van een CT van de cervicale wervelkolom varieert. Dit is afhankelijk van de CT scanner en het gebruikte scanprotocol en is ongeveer even hoog als tot enkele malen hoger dan de achtergrondstraling in Nederland per jaar.</p> <p><i>C Hidajat 1999, Origgi 2000, Winslow 2008, Brix 2008</i> <i>D VROM 2007</i></p>

Samenvatting literatuur

Volgens de laatste editie van de American College of Radiologist 'ACR Appropriateness Criteria[®]' betreffende verdenking op traumatisch letsel van de CWK, is bij alle patiënten met een indicatie voor beeldvormende diagnostiek van de CWK een CT geïndiceerd en is er alleen nog ruimte voor conventionele röntgenfoto's van de CWK wanneer er geen CT- scanner beschikbaar is (Daffner 2007).

Diagnostische waarde CT versus conventionele röntgenfoto

Er zijn over dit onderwerp geen gerandomiseerde onderzoeken beschikbaar. Wel zijn er vergelijkende onderzoeken (McCulloch 2005, Widder 2004, Diaz 2003, Griffen 2003, Schenarts 2001, Berne 1999, Daffner 2006, Mathen 2007).

In deze onderzoeken zijn conventionele röntgenfoto's van de CWK vergeleken met CT-scan van de CWK. In 2005 is een meta-analyse gepubliceerd. (Holmes 2005). De onderzoeken, die in deze meta-analyse zijn opgenomen, betreffen een subgroep van ernstig gewonde patiënten met een verminderd bewustzijn en vaak na intubatie. De incidentie van cervicaal traumatisch letsel in deze patiëntengroep varieerde in de verschillende onderzoeken van 5% tot 34%. In al deze onderzoeken was de sensitiviteit van de conventionele röntgenfoto's laag, hij varieerde van 40% tot 80%. Er werd een gepoolde sensitiviteit berekend waarbij, in verband met de heterogeniteit van de onderzoeken, de studies met de laagste kwaliteit buiten beschouwing werden gelaten. Deze was 54% (95% CI 48-59%). De gepoolde sensitiviteit van de CT was 98% (95% CI: 96-99%). De conclusie van deze meta-analyse is dat CT van de CWK significant beter presteert als screeningstest bij patiënten met een hoog risico op letsel van de cervicale wervelkolom en dat CT de screeningstest van keuze is bij patiënten met een significant verminderd bewustzijn.

In een prospectieve vergelijkende studie is CT vergeleken met conventioneel radiologisch onderzoek van de CWK bij 667 patiënten die, na het toepassen van de NEXUS-criteria bij 1511 opvolgende patiënten, een indicatie hadden voor beeldvormende diagnostiek van de CWK (Mathen 2007). Van deze 667 patiënten hadden 60 patiënten (9%) letsel van de CWK op CT. Drieëndertig (55%) van deze letsels werden niet gezien op de conventionele röntgenopnamen. De sensitiviteit van de conventionele röntgenfoto in deze studie was 45%. De specificiteit was 97,4%, de PPV 62,8% en de NPV 94,7%. Van de 33, met conventionele foto's, gemiste letsels waren er 15 klinisch relevant. Vijf patiënten zijn geopereerd en 10 patiënten werden langdurig geïmmobiliseerd met behulp van kraag- of halo-stabilisatie. Een beperking van de studie is dat de CT niet onafhankelijk van de conventionele röntgenfoto werd beoordeeld.

In een retrospectief onderzoek werden de conventionele röntgenfoto's en de CT vergeleken van 245 patiënten met cervicaal letsel, die zowel een CT als een conventionele röntgenfoto hadden ondergaan (Daffner 2006). De reden dat deze patiënten een CT hadden gekregen wordt uit het artikel niet geheel duidelijk en de omvang van de verificatiebias kan daardoor niet worden geschat. De sensitiviteit van de conventionele röntgenfoto was in deze studie 44,1%.

Kosteneffectiviteit onderzoeken

In een kosteneffectiviteitsstudie is door Blackmore onderzocht bij welke patiëntengroepen het kosteneffectief is om een CT in plaats van een conventionele röntgenfoto te maken als screenend onderzoek voor traumatische afwijkingen van de cervicale wervelkolom (Blackmore 1999). De verdeling in risicogroepen vond plaats met behulp van een klinische beslisregel (tabel 2).

Tabel 2.: Screening met behulp van CT; risicogradatie voor letsel van de cervicale wervelkolom

Hoog risico

Focale neurologische uitval

Ernstig hoofdletsel*

Hoog energetisch traumamechanisme** en leeftijd > 50 jaar

Matig risico

Hoog energetisch traumamechanisme* en leeftijd ≤ 50 jaar

Matig energetisch traumamechanisme*** en leeftijd > 50 jaar

Laag risico

Matig energetisch traumamechanisme*** en leeftijd ≤ 50 jaar

Laag energetisch trauma mechanisme****

Legenda bij tabel 2:

* Ernstig hoofdletsel: schedelfractuur, intracraniele bloeding, buiten bewustzijn.

** Hoog energetisch traumamechanisme: motorvoertuig ongeval met > 48,28 km/h (30 mph), voetganger geraakt door auto.

*** Matig energetisch traumamechanisme: motorvoertuig ongeval met lage of onbekende snelheid, val, fietsongeval.

**** Laag energetisch trauma mechanisme: stomp object trauma, ander of onbekend traumamechanisme.

Uit deze studie blijkt dat bij patiënten met een hoog risico op traumatische afwijkingen van de CWK een CT-scan als screenend onderzoek goedkoper is dan conventionele röntgenfoto's. Dit is het gevolg van de lage sensitiviteit, voor de berekeningen in deze studie geschat op 92-96%, van de conventionele röntgenfoto's wat kan leiden tot hoge kosten bij een secundair ontwikkelende dwarslaesie. Daarnaast leidt de lage specificiteit, in deze studie geschat op 80-98%, van de conventionele röntgenfoto's, onder andere door onvolledige afbeelding van de CWK en slecht beoordeelbare foto's, tot veel aanvullende beeldvormende diagnostiek. Voor patiënten met een matig risico is een CT als screenend onderzoek duurder, maar nog wel kosteneffectief. Bij patiënten met een laag risico is screenen met behulp van CT-scan niet kosteneffectief.

Samenvattend: wanneer de a-priori kans op een fractuur groter is dan 4%, is screenen met behulp van CT, volgens dit onderzoek, kosteneffectief. In deze studie werden gedeelde inkomsten van de patiënt en aansprakelijkheidskosten van het ziekenhuis niet meegenomen.

Wanneer, in de Verenigde Staten, aansprakelijkheidskosten worden meegewogen, is screenen voor traumatische afwijkingen van de CWK met behulp CT kosteneffectief bij een a-priori kans op letsel van 0,9% (Grogan 2005).

In een, interne, validatiestudie is een klinische beslisregel geëvalueerd waaruit bleek dat patiënten met een risico > 5% op traumatisch letsel van de cervicale wervelkolom met behulp van hoog risicocriteria kunnen worden geselecteerd (Hanson 2000) (zie hiervoor Tabel 1 in hoofdstuk 2.2.2).

Uit een 'registry based review' blijkt dat het maken van een CT-scan van de CWK minder tijd kost dan een volledige conventionele serie (Antevil 2006). In dezelfde studie blijkt dat de totale kosten voor beeldvormende diagnostiek per patiënt hetzelfde zijn wanneer er gescreend wordt met behulp van conventionele röntgenfoto's als bij het screenen met behulp van CT.

In een andere tijdsduur studie werd gemeten dat CT van de cervicale wervelkolom 11 tot 12 minuten duurt. Dit was in dit onderzoek de helft van een conventioneel radiologische onderzoek van de CWK. Hierbij moet worden aangetekend dat het conventionele onderzoek opnamen in 6 richtingen betrof in plaats van de in Nederland meer gebruikelijke 3 richtingen. (Daffner 2000, Daffner 2001)

Stralingsbelasting

Antevil heeft de stralingsdosis voor CT en conventionele röntgenfoto's van de cervicale wervelkolom uitgerekend. Voor CT komt de berekening uit op een equivalente dosis van 26 mSv en 4 mSv voor conventionele röntgenfoto's (Antevil 2006). Wanneer de stralingsdosis op de huid over de schildklier wordt gemeten, zijn de equivalente dosis voor de schildklier respectievelijk 26,0 mGy en 1,8 mGy (Rybicki 2002). Een equivalente dosis is nog niet gecorrigeerd voor de stralingsgevoeligheid van organen. Na correctie voor de stralingsgevoeligheid van organen wordt gesproken over effectieve dosis. Risicoschattingen voor patiënten zijn gebaseerd op effectieve dosis. In andere studies werd de effectieve dosis van CT van de cervicale wervelkolom bepaald (Hidajat 1999, Origgi 2005). Hidajat vond een effectieve dosis van 1,95 mSv en Origgi in een survey van scanprotocollen in 29 ziekenhuizen in Italië een effectieve dosis die varieerde van 0,4 tot 3,8 mSv. In een recente studie met een 64 slice MDCT scanner werd een grote variatie gevonden in effectieve dosis gebruikt voor CT van de CWK. (Winslow 2008) In deze studie, met 82 patiënten, was de mediane effectieve dosis 4.9 mSv met een range van 3.5-16.0 mSv.

In een nationale survey in Duitsland waaraan 113 centra deelnamen bleek de mean effectieve dosis van de CT van de cervicale wervelkolom 2,9 mSv. (Brix 2003)

Ter vergelijking, in Nederland is de achtergrondstraling waar iedereen aan bloot staat, uitgedrukt in effectieve dosis, ongeveer 2 mSv (VROM 2007).

Overwegingen

Bij de kosteneffectiviteitsstudie van Blackmore (1999) is bij de berekeningen uitgegaan van een sensitiviteit van conventionele röntgenfoto's van 94%. Uit later gepubliceerde studies blijkt de sensitiviteit van conventionele röntgenfoto's lager te zijn. Daarnaast zijn de technische ontwikkelingen, sinds de publicatie van deze kosteneffectiviteitsstudie, met de ontwikkeling van de MultiDetectorCT (MDCT) zodanig dat de snelheid en sensitiviteit van CT is toegenomen. Met deze nieuwe inzichten en ontwikkelingen is het aannemelijk dat MDCT als eerste en enige screenend onderzoek voor cervicale wervelletsel kosteneffectief is bij een lagere, dan de in de studie genoemde 4%, a priori kans op letsel.

De gevolgen van een gemist letsel van de cervicale wervelkolom kunnen voor de patiënt zeer ernstig zijn. De werkgroep vindt de sensitiviteit van ongeveer 50% van de conventionele opname van de cervicale wervelkolom, voor het aantonen van traumatisch letsel van de cervicale wervelkolom, om die reden, onvoldoende.

Bovenop de hierboven genoemde argumenten geldt dat de conventionele röntgenopnamen van ouderen in verband met degeneratieve afwijkingen moeilijker en dientengevolge nog minder betrouwbaar te beoordelen zijn dan de foto's van jonge mensen. Daarnaast zijn de risico's van röntgenstralen bij ouderen kleiner dan bij jongeren. Om deze redenen is het aan te raden, zeker bij oudere patiënten met een indicatie voor beeldvormende diagnostiek van de CWK, altijd een CT scan te verrichten.

Hoewel het risico op kanker, ten gevolge van CT-scans, per individu laag is, kan de toegenomen blootstelling aan straling van de populatie in de toekomst een volks-gezondheidsprobleem worden (Brenner 2007). Omdat de stralingsbelasting sterk varieert is het belangrijk om scanprotocollen te optimaliseren en maximaal gebruik te

maken van dosisreducerende technieken.

Verantwoording

Laatst beoordeeld : 15-11-2019

Laatst geautoriseerd : 15-11-2019

Voor de volledige verantwoording, evidence tabellen en eventuele aanverwante producten raadpleegt u de Richtlijndatabase.

Referenties

- Ackland HM, Cooper DJ, Malham GM, Stuckey SL. (2006). Magnetic resonance imaging for clearing the cervical spine in unconscious intensive care trauma patients. *J Trauma*, 60, 668-73.
- Albrecht RM, Kingsley D, Schermer CR, Demarest GB, Benzel EC, Hart BL. (2001). Evaluation of cervical spine in intensive care patients following blunt trauma. *World J Surg*, 25 (8), 1089-96.
- American College of Radiology (2007). ACR Appropriateness Criteria, Suspected Cervical Spine Trauma. http://acr.org/SecondaryMainMenuCategories/quality_safety/app_criteria/pdf/Expert_0_0-
- American College of Surgeons Committee on trauma (2004). Advanced Trauma Life Support Program for Doctors. 7 ed, 0, 0-.
- Anglen J, Metzler M, Bunn P, Griffiths H. (2002). Flexion and extension views are not cost-effective in a cervical spine clearance protocol for obtunded trauma patients. *J Trauma*, 52, 54-9.
- Antevil JL, Sise MJ, Sack DI, Kidder B, Hopper A, Brown CV. (2006). Spiral computed tomography for the initial evaluation of spine trauma: A new standard of care. *J Trauma*, 61, 382-7.
- Barrett TW, Mower WR, Zucker MI, Hoffman JR. (2006). Injuries missed by limited computed tomographic imaging of patients with cervical spine injuries. *Ann Emerg Med*, 47, 129-33.
- Benzel EC, Hart BL, Ball PA, Baldwin NG, Orrison WW, Espinosa MC. (1996). Magnetic resonance imaging for the evaluation of patients with occult cervical spine injury. *J Neurosurg*, 85 (5), 824-9.
- Berne JD, Velmahos GC, El-Tawil Q, Demetriades D, Asensio JA, Murray JA, et al. (1999). Value of complete cervical helical computed tomographic scanning in identifying cervical spine injury in the unevaluable blunt trauma patient with multiple injuries: a prospective study. *J Trauma*, 47, 896-902.
- Berry GE, Adams S, Harris MB, Boles CA, McKernan MG, Collinson F, et al. (2005). Are plain radiographs of the spine necessary during evaluation after blunt trauma? Accuracy of screening torso computed tomography in thoracic/lumbar spine fracture diagnosis. *J Trauma*, 59, 1410-3.
- Blackmore CC, Ramsey SD, Mann FA, Deyo RA. (1999). Cervical spine screening with CT in trauma patients: a cost-effectiveness analysis. *Radiology*, 212, 117-25.
- Brenner DJ, Hall EJ. (2007). Computed tomography—an increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med*, 357 (22), 2277-84.
- Brix G, Nagel HD, Stamm G, Veit R, Lechel U, Griebel J, et al. (2003). Radiation exposure in multi-slice versus single-slice spiral CT: results of a nationwide survey. *Eur Radiol*, 13 (8), 1979-91.
- Brown T, Reitman CA, Nguyen L, Hipp JA. (2005). Intervertebral motion after incremental damage to the posterior structures of the cervical spine. *Spine*, 30, E503-E508.
- Como JJ, Thompson MA, Anderson JS, Shah RR, Claridge JA, Yowler CJ, et al. (2007). Is magnetic resonance imaging essential in clearing the cervical spine in obtunded patients with blunt trauma. *J Trauma*, 63 (3), 544-9.
- Contractor N, Thomas M. (2002). Towards evidence based emergency medicine: best BETs from Manchester Royal Infirmary. Swimmers view or supine oblique views to visualise the cervicothoracic junction.. *Emerg Med J*, 19, 550-1.
- Daffner RH, Hackney DB. (2007). ACR Appropriateness Criteria on suspected spine trauma. *J Am Coll Radiol*, 4 (11), 762-75.
- Daffner RH, Sciulli RL, Rodriguez A, Protetch J. (2006). Imaging for evaluation of suspected cervical spine trauma: a 2-year analysis. *Injury*, 37 (7), 652-8.

- Daffner RH (2000). Cervical radiography for trauma patients: a time-effective technique. *AJR Am J Roentgenol*, 175 (5), 1309-11.
- Daffner RH (2001). Helical CT of the cervical spine for trauma patients: a time study. *AJR Am J Roentgenol*, 177 (3), 677-9.
- D'Alise MD, Benzel EC, Hart BL. (1999). Magnetic resonance imaging evaluation of the cervical spine in the comatose or obtunded trauma patient. *J Neurosurg*, 91, 54-9.
- Diaz JJ, Jr, Aulino JM, Collier B, Roman C, May AK, Miller RS, et al. (2005). The early work-up for isolated ligamentous injury of the cervical spine: does computed tomography scan have a role?. *J Trauma*, 59 (4), 897-.
- Diaz JJ, Jr, Gillman C, Morris JA, Jr., May AK, Carrillo YM, Guy J (2003). Are five-view plain films of the cervical spine unreliable? A prospective evaluation in blunt trauma patients with altered mental status.. *J Trauma*, 55, 658-63.
- Gestring ML, Gracias VH, Feliciano MA, Reilly PM, Shapiro MB, Johnson JW, et al. (2002). Evaluation of the lower spine after blunt trauma using abdominal computed tomographic scanning supplemented with lateral scanograms. *J Trauma*, 53, 9-14.
- Griffen MM, Frykberg ER, Kerwin AJ, Schinco MA, Tepas JJ, Rowe K, et al. (2003). Radiographic clearance of blunt cervical spine injury: plain radiograph or computed tomography scan. *J Trauma*, 55, 222-6.
- Grogan EL, Morris JA, Jr, Dittus RS, Moore DE, Poulouse BK, Diaz JJ, et al. (2005). Cervical spine evaluation in urban trauma centers: lowering institutional costs and complications through helical CT scan. *J Am Coll Surg*, 200, 160-5.
- Hanson JA, Blackmore CC, Mann FA, Wilson AJ. (2000). Cervical spine injury: a clinical decision rule to identify high-risk patients for helical CT screening. *AJR Am J Roentgenol*, 174, 713-7.
- Hauser CJ, Visvikis G, Hinrichs C, Eber CD, Cho K, Lavery RF, et al. (2003). Prospective validation of computed tomographic screening of the thoracolumbar spine in trauma. *J Trauma*, 55, 228-34.
- Hidajat N, Maurer J, Schroder RJ, Nunnemann A, Wolf M, Pauli K, et al. (1999). Relationships between physical dose quantities and patient dose in CT. *Br J Radiol*, 72 (858), 556-.
- Hoffman JR, Mower WR, Wolfson AB, Todd KH, Zucker MI. (2000). 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*, 343, 94-9.
- Hogan GJ, Mirvis SE, Shanmuganathan K, Scalea TM. (2005). Exclusion of unstable cervical spine injury in obtunded patients with blunt trauma: is MR imaging needed when multi-detector row CT findings are normal. *Radiology*, 237 (1), 106-13.
- Holmes JF, Akkinepalli R. (2005). Computed tomography versus plain radiography to screen for cervical spine injury: a meta-analysis. *J Trauma*, 58, 902-5.
- Holmes JF, Panacek EA, Miller PQ, Lapidis AD, Mower WR. (2003). Prospective evaluation of criteria for obtaining thoracolumbar radiographs in trauma patients. *J Emerg Med*, 24, 1-7.
- Inaba K, Munera F, McKenney M, Schulman C, de MM, Rivas L, et al. (2006). Visceral torso computed tomography for clearance of the thoracolumbar spine in trauma: a review of the literature. *J Trauma*, 60, 915-20.
- Insko EK, Gracias VH, Gupta R, Goettler CE, Gaieski DF, Dalinka MK. (2002). Utility of flexion and extension radiographs of the cervical spine in the acute evaluation of blunt trauma. *J Trauma*, 53, 426-9.
- Keiper MD, Zimmerman RA, Bilaniuk LT. (1998). MRI in the assessment of the supportive soft tissues of the cervical spine in acute trauma in children. *Neuroradiology*, 40 (6), 359-63.
- Kirshblum SC, O'Connor KC. (1998). Predicting neurologic recovery in traumatic cervical spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*, 79, 1456-66.
- Mathen R, Inaba K, Munera F, Teixeira PG, Rivas L, McKenney M, et al. (2007). Prospective evaluation of multislice computed tomography versus plain radiographic cervical spine clearance in trauma patients. *J Trauma*, 62 (6), 1427-31.
- McCulloch PT, France J, Jones DL, Krantz W, Nguyen TP, Chambers C, et al. (2005). Helical computed tomography alone compared with plain radiographs with adjunct computed tomography to evaluate the cervical spine after high-energy trauma. *J Bone Joint Surg Am*, 87, 2388-94.
- Menaker J, Philp A, Boswell S, Scalea TM. (2008). Computed tomography alone for cervical spine clearance in the unreliable patient—are we there yet. *J Trauma*, 64 (4), 898-903.
- Miyajiri F, Furlan JC, Aarabi B, Arnold PM, Fehlings MG. (2007). Acute cervical traumatic spinal cord injury: MR imaging findings correlated with neurologic outcome—prospective study with 100 consecutive patients. *Radiology*, 243, 820-7.
- Morris CG, McCoy E. (2004). Clearing the cervical spine in unconscious polytrauma victims, balancing risks and effective screening. *Anaesthesia*, 59, 464-82.

- Muchow RD, Resnick DK, Abdel MP, Munoz A, Anderson PA. (2008). Magnetic resonance imaging (MRI) in the clearance of the cervical spine in blunt trauma: a meta-analysis. *J Trauma*, 64 (1), 179-89.
- Origgi D, Vigorito S, Villa G, Bellomi M, Tosi G. (2006). Survey of computed tomography techniques and absorbed dose in Italian hospitals: a comparison between two methods to estimate the dose-length product and the effective dose and to verify fulfilment of the diagnostic reference levels. *Eur Radiol*, 16 (1), 227-37.
- Padayachee L, Cooper DJ, Irons S, Ackland HM, Thomson K, Rosenfeld J, et al. (2006). Cervical spine clearance in unconscious traumatic brain injury patients: dynamic flexion-extension fluoroscopy versus computed tomography with three-dimensional reconstruction. *J Trauma*, 60, 341-5.
- Panacek EA, Mower WR, Holmes JF, Hoffman JR. (2001). Test performance of the individual NEXUS low-risk clinical screening criteria for cervical spine injury. *Ann Emerg Med*, 38, 22-5.
- Rhea JT, Sheridan RL, Mullins ME, Noveline RA. (2001). Can chest and abdominal trauma CT eliminate the need for plain films of the spine. Experience with 329 multiple trauma patients. *Emerg Radiol*, 8, 99-104.
- Rybicki F, Nawfel RD, Judy PF, Ledbetter S, Dyson RL, Halt PS, et al. (2002). Skin and thyroid dosimetry in cervical spine screening: two methods for evaluation and a comparison between a helical CT and radiographic trauma series. *AJR Am J Roentgenol*, 179, 933-7.
- Sarani B, Waring S, Sonnad S, Schwab CW. (2007). Magnetic resonance imaging is a useful adjunct in the evaluation of the cervical spine of injured patients. *J Trauma*, 63 (3), 637-40.
- Schenarts PJ, Diaz J, Kaiser C, Carrillo Y, Eddy V, Morris JA, Jr. (2001). Prospective comparison of admission computed tomographic scan and plain films of the upper cervical spine in trauma patients with altered mental status. *J Trauma*, 51, 663-8.
- Schoenwaelder M, Maclaurin W, Varma D. (2009). Assessing potential spinal injury in the intubated multitrauma patient: does MRI add value. *Emerg Radiol*, 16 (2), 129-32.
- Schuster R, Waxman K, Sanchez B, Becerra S, Chung R, Conner S, et al. (2005). Magnetic resonance imaging is not needed to clear cervical spines in blunt trauma patients with normal computed tomographic results and no motor deficits. *Arch Surg*, 140, 762-6.
- Sheridan R, Peralta R, Rhea J, Ptak T, Novelline R. (2003). Reformatted visceral protocol helical computed tomographic scanning allows conventional radiographs of the thoracic and lumbar spine to be eliminated in the evaluation of blunt trauma patients. *J Trauma*, 55, 665-9.
- Sliker CW, Mirvis SE, Shanmuganathan K. (2005). Assessing cervical spine stability in obtunded blunt trauma patients: review of medical literature. *Radiology*, 234, 733-9.
- Spiteri V, Kotnis R, Singh P, Elzein R, Madhu R, Brooks A, et al. (2006). Cervical dynamic screening in spinal clearance: now redundant. *J Trauma*, 61 (5), 1171-7.
- Stassen NA, Williams VA, Gestrung ML, Cheng JD, Bankey PE. (2006). Magnetic resonance imaging in combination with helical computed tomography provides a safe and efficient method of cervical spine clearance in the obtunded trauma patient. *J Trauma*, 60 (1), 171-7.
- Steigelman M, Lopez P, Dent D, Myers J, Corneille M, Stewart R, et al. (2008). Screening cervical spine MRI after normal cervical spine CT scans in patients in whom cervical spine injury cannot be excluded by physical examination. *Am J Surg*, 196 (6), 857-62.
- Stiell IG, Clement CM, McKnight RD, Brison R, Schull MJ, Rowe BH, et al. (2003). The Canadian C-spine rule versus the NEXUS low-risk criteria in patients with trauma. *N Engl J Med*, 349, 2510-8.
- Stiell IG, Wells GA, Vandemheen KL, Clement CM, Lesiuk H, De Maio VJ, et al. (2001). The Canadian C-spine rule for radiography in alert and stable trauma patients. *JAMA*, 286, 1841-8.
- Subramanian N, Reitman CA, Nguyen L, Hipp JA. (2007). Radiographic assessment and quantitative motion analysis of the cervical spine after serial sectioning of the anterior ligamentous structures. *Spine*, 32 (5), 518-26.
- Tomycz ND, Chew BG, Chang YF, Darby JM, Gunn SR, Nicholas DH, et al. (2008). MRI is unnecessary to clear the cervical spine in obtunded/comatose trauma patients: the four-year experience of a level I trauma center. *J Trauma*, 64 (5), 1258-63.
- Touger M, Gennis P, Nathanson N, Lowery DW, Pollack CV, Jr, Hoffman JR, et al. (2002). Validity of a decision rule to reduce cervical spine radiography in elderly patients with blunt trauma. *Ann Emerg Med*, 40, 287-93.
- VROM (2008). Dossier straling. <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=9394#3,0,0->.

- Wang JC, Hatch JD, Sandhu HS, Delamarter RB. (1999). Cervical flexion and extension radiographs in acutely injured patients. *Clin Orthop Relat Res*, 365, 111-6.
- Widder S, Doig C, Burrowes P, Larsen G, Hurlbert RJ, Kortbeek JB. (2004). Prospective evaluation of computed tomographic scanning for the spinal clearance of obtunded trauma patients: preliminary results. *J Trauma*, 56, 1179-84.
- Winslow JE, Hinshaw JW, Hughes MJ, Williams RC, Bozeman WP. (2008). Quantitative assessment of diagnostic radiation doses in adult blunt trauma patients. *Ann Emerg Med*, 52 (2), 93-7.
- Wintermark M, Mouhsine E, Theumann N, Mordasini P, van Melle G, Leyvraz PF, et al. (2003). Thoracolumbar spine fractures in patients who have sustained severe trauma: depiction with multi-detector row CT. *Radiology*, 227, 681-9.

Indicaties voor CT na screenend conventioneel onderzoek van de cervicale wervelkolom

Uitgangsvraag

Wanneer screenend conventioneel onderzoek is verricht, wat zijn dan de indicaties voor CT?

Aanbeveling

Wanneer niet direct een CT is verricht, adviseert de werkgroep aanvullend een CT van de **gehele** cervicale wervelkolom te verrichten:

- wanneer er op de conventionele röntgenopnamen van de cervicale wervelkolom een afwijking zichtbaar is;
- wanneer de cervicale wervelkolom niet volledig is afgebeeld met behulp van conventioneel röntgenonderzoek, of wanneer het conventionele onderzoek onvoldoende beoordeelbaar is;
- wanneer er een discrepantie is tussen het lichamelijk onderzoek en de conventionele röntgenfoto's.

Conclusies

Niveau 3	<p>Er zijn aanwijzingen dat er geen verschil is in sensitiviteit tussen gepaarde oblique-opnamen en een zwimmersopname voor het afbeelden van de cervico-thoracale overgang.</p> <p><i>C Contractor 2002</i></p>
Niveau 4	<p>De werkgroep is van mening dat zowel gepaarde oblique-opnamen als de zwimmersopname inferieur zijn ten opzichte van CT voor het uit-sluiten van fracturen van de CWK.</p> <p><i>D Mening van de werkgroep</i></p>
Niveau 3	<p>Bij patiënten met een fractuur van de CWK, gediagnosticeerd met behulp van conventioneel röntgenonderzoek, zijn additionele fracturen van de CWK op diezelfde conventionele röntgenfoto vaak niet zichtbaar.</p> <p><i>C Barrett 2006</i></p>

Samenvatting literatuur

In de meeste ziekenhuizen is het gebruikelijk om standaard bij de vraagstelling 'cervicaal wervelletsel?' conventionele opnamen van de CWK, bestaande uit een anterior - posterior, laterale en open-mond-dens-opnamen te maken. Wanneer C7 of de bovenrand van de eerste thoracale wervel niet is afgebeeld, worden er regelmatig gepaarde oblique-opnamen of een zwimmersopname verricht. Er is een systematische review over de vergelijking tussen oblique-opnamen en de zwimmersopnamen gepubliceerd (Contractor 2002). Er was

slechts één niet-vergelijkende, twee-fasen prospectieve, studie beschikbaar, waarbij geen verschil werd gevonden tussen de diagnostische waarde van oblique- en zwemmers- opnamen. Van beide aanvullende opnamen is de sensitiviteit ten opzichte van CT niet bekend.

Uit een studie die uit het NEXUS-onderzoek is voortgekomen, blijkt dat bij eenderde van de patiënten met een cervicale fractuur, geïdentificeerd met behulp van conventioneel radiologisch onderzoek, een additionele fractuur van de cervicale wervelkolom met behulp van CT werd gediagnosticeerd die niet zichtbaar was op de conventionele röntgenfoto (Barrett 2006).

Overwegingen

Bij veel patiënten is het niet mogelijk om de cervicale wervelkolom volledig af te beelden met behulp van conventioneel röntgenonderzoek. Hoewel er geen vergelijkende studie is, waarin gepaarde oblique-opnamen of zwemmersopnamen met CT is vergeleken, is de werkgroep van mening dat de diagnostische waarde van deze aanvullende conventionele opnamen onvoldoende is om een fractuur uit te sluiten. De werkgroep geeft er voorkeur aan om, bij onvolledige afbeelding van de cervicale wervelkolom, de gehele cervicale wervelkolom af te beelden met behulp van CT en niet slechts het niet afgebeelde gedeelte.

Bij een discrepantie tussen het lichamelijk onderzoek en de conventionele röntgenfoto wordt, gezien de lagere sensitiviteit van de conventionele röntgenfoto ten opzichte van CT, geadviseerd een CT-scan te verrichten van de gehele cervicale wervelkolom.

Verantwoording

Laatst beoordeeld : 15-11-2019

Laatst geautoriseerd : 15-11-2019

Voor de volledige verantwoording, evidence tabellen en eventuele aanverwante producten raadpleegt u de Richtlijndatabase.

Referenties

- Ackland HM, Cooper DJ, Malham GM, Stuckey SL. (2006). Magnetic resonance imaging for clearing the cervical spine in unconscious intensive care trauma patients. *J Trauma*, 60, 668-73.
- Albrecht RM, Kingsley D, Schermer CR, Demarest GB, Benzel EC, Hart BL. (2001). Evaluation of cervical spine in intensive care patients following blunt trauma. *World J Surg*, 25 (8), 1089-96.
- American College of Radiology (2007). ACR Appropriateness Criteria, Suspected Cervical Spine Trauma. http://acr.org/SecondaryMainMenuCategories/quality_safety/app_criteria/pdf/Expert_0_0-
- American College of Surgeons Committee on trauma (2004). *Advanced Trauma Life Support Program for Doctors*. 7 ed, 0, 0-.
- Anglen J, Metzler M, Bunn P, Griffiths H. (2002). Flexion and extension views are not cost-effective in a cervical spine clearance protocol for obtunded trauma patients. *J Trauma*, 52, 54-9.
- Antevil JL, Sise MJ, Sack DI, Kidder B, Hopper A, Brown CV. (2006). Spiral computed tomography for the initial evaluation of spine trauma: A new standard of care. *J Trauma*, 61, 382-7.
- Barrett TW, Mower WR, Zucker MI, Hoffman JR. (2006). Injuries missed by limited computed tomographic imaging of patients with cervical spine injuries. *Ann Emerg Med*, 47, 129-33.
- Benzel EC, Hart BL, Ball PA, Baldwin NG, Orrison WW, Espinosa MC. (1996). Magnetic resonance imaging for the evaluation of patients with occult cervical spine injury. *J Neurosurg*, 85 (5), 824-9.
- Berne JD, Velmahos GC, El-Tawil Q, Demetriades D, Asensio JA, Murray JA, et al. (1999). Value of complete cervical helical computed tomographic scanning in identifying cervical spine injury in the unevaluable blunt trauma patient with

- multiple injuries: a prospective study. *J Trauma*, 47, 896-902.
- Berry GE, Adams S, Harris MB, Boles CA, McKernan MG, Collinson F, et al. (2005). Are plain radiographs of the spine necessary during evaluation after blunt trauma? Accuracy of screening torso computed tomography in thoracic/lumbar spine fracture diagnosis. *J Trauma*, 59, 1410-3.
- Blackmore CC, Ramsey SD, Mann FA, Deyo RA. (1999). Cervical spine screening with CT in trauma patients: a cost-effectiveness analysis. *Radiology*, 212, 117-25.
- Brenner DJ, Hall EJ. (2007). Computed tomography—an increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med*, 357 (22), 2277-84.
- Brix G, Nagel HD, Stamm G, Veit R, Lechel U, Griebel J, et al. (2003). Radiation exposure in multi-slice versus single-slice spiral CT: results of a nationwide survey. *Eur Radiol*, 13 (8), 1979-91.
- Brown T, Reitman CA, Nguyen L, Hipp JA. (2005). Intervertebral motion after incremental damage to the posterior structures of the cervical spine. *Spine*, 30, E503-E508.
- Como JJ, Thompson MA, Anderson JS, Shah RR, Claridge JA, Yowler CJ, et al. (2007). Is magnetic resonance imaging essential in clearing the cervical spine in obtunded patients with blunt trauma. *J Trauma*, 63 (3), 544-9.
- Contractor N, Thomas M. (2002). Towards evidence based emergency medicine: best BETs from Manchester Royal Infirmary. Swimmers view or supine oblique views to visualise the cervicothoracic junction.. *Emerg Med J*, 19, 550-1.
- Daffner RH, Hackney DB. (2007). ACR Appropriateness Criteria on suspected spine trauma. *J Am Coll Radiol*, 4 (11), 762-75.
- Daffner RH, Sciulli RL, Rodriguez A, Protetch J. (2006). Imaging for evaluation of suspected cervical spine trauma: a 2-year analysis. *Injury*, 37 (7), 652-8.
- Daffner RH (2000). Cervical radiography for trauma patients: a time-effective technique. *AJR Am J Roentgenol*, 175 (5), 1309-11.
- Daffner RH (2001). Helical CT of the cervical spine for trauma patients: a time study. *AJR Am J Roentgenol*, 177 (3), 677-9.
- D'Alise MD, Benzel EC, Hart BL. (1999). Magnetic resonance imaging evaluation of the cervical spine in the comatose or obtunded trauma patient. *J Neurosurg*, 91, 54-9.
- Diaz JJ, Jr, Aulino JM, Collier B, Roman C, May AK, Miller RS, et al. (2005). The early work-up for isolated ligamentous injury of the cervical spine: does computed tomography scan have a role?. *J Trauma*, 59 (4), 897-.
- Diaz JJ, Jr, Gillman C, Morris JA, Jr., May AK, Carrillo YM, Guy J (2003). Are five-view plain films of the cervical spine unreliable? A prospective evaluation in blunt trauma patients with altered mental status.. *J Trauma*, 55, 658-63.
- Gestring ML, Gracias VH, Feliciano MA, Reilly PM, Shapiro MB, Johnson JW, et al. (2002). Evaluation of the lower spine after blunt trauma using abdominal computed tomographic scanning supplemented with lateral scanograms. *J Trauma*, 53, 9-14.
- Griffen MM, Frykberg ER, Kerwin AJ, Schinco MA, Tepas JJ, Rowe K, et al. (2003). Radiographic clearance of blunt cervical spine injury: plain radiograph or computed tomography scan. *J Trauma*, 55, 222-6.
- Grogan EL, Morris JA, Jr, Dittus RS, Moore DE, Poulouse BK, Diaz JJ, et al. (2005). Cervical spine evaluation in urban trauma centers: lowering institutional costs and complications through helical CT scan. *J Am Coll Surg*, 200, 160-5.
- Hanson JA, Blackmore CC, Mann FA, Wilson AJ. (2000). Cervical spine injury: a clinical decision rule to identify high-risk patients for helical CT screening. *AJR Am J Roentgenol*, 174, 713-7.
- Hauser CJ, Visvikis G, Hinrichs C, Eber CD, Cho K, Lavery RF, et al. (2003). Prospective validation of computed tomographic screening of the thoracolumbar spine in trauma. *J Trauma*, 55, 228-34.
- Hidajat N, Maurer J, Schroder RJ, Nunnemann A, Wolf M, Pauli K, et al. (1999). Relationships between physical dose quantities and patient dose in CT. *Br J Radiol*, 72 (858), 556-.
- Hoffman JR, Mower WR, Wolfson AB, Todd KH, Zucker MI. (2000). 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*, 343, 94-9.
- Hogan GJ, Mirvis SE, Shanmuganathan K, Scalea TM. (2005). Exclusion of unstable cervical spine injury in obtunded patients with blunt trauma: is MR imaging needed when multi-detector row CT findings are normal. *Radiology*, 237 (1), 106-13.
- Holmes JF, Akkinepalli R. (2005). Computed tomography versus plain radiography to screen for cervical spine injury: a meta-analysis. *J Trauma*, 58, 902-5.
- Holmes JF, Panacek EA, Miller PQ, Lapidis AD, Mower WR. (2003). Prospective evaluation of criteria for obtaining

- thoracolumbar radiographs in trauma patients. *J Emerg Med*, 24, 1-7.
- Inaba K, Munera F, McKenney M, Schulman C, de MM, Rivas L, et al. (2006). Visceral torso computed tomography for clearance of the thoracolumbar spine in trauma: a review of the literature. *J Trauma*, 60, 915-20.
- Insko EK, Gracias VH, Gupta R, Goettler CE, Gaijeski DF, Dalinka MK. (2002). Utility of flexion and extension radiographs of the cervical spine in the acute evaluation of blunt trauma. *J Trauma*, 53, 426-9.
- Keiper MD, Zimmerman RA, Bilaniuk LT. (1998). MRI in the assessment of the supportive soft tissues of the cervical spine in acute trauma in children. *Neuroradiology*, 40 (6), 359-63.
- Kirshblum SC, O'Connor KC. (1998). Predicting neurologic recovery in traumatic cervical spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*, 79, 1456-66.
- Mathen R, Inaba K, Munera F, Teixeira PG, Rivas L, McKenney M, et al. (2007). Prospective evaluation of multislice computed tomography versus plain radiographic cervical spine clearance in trauma patients. *J Trauma*, 62 (6), 1427-31.
- McCulloch PT, France J, Jones DL, Krantz W, Nguyen TP, Chambers C, et al. (2005). Helical computed tomography alone compared with plain radiographs with adjunct computed tomography to evaluate the cervical spine after high-energy trauma. *J Bone Joint Surg Am*, 87, 2388-94.
- Menaker J, Philp A, Boswell S, Scalea TM. (2008). Computed tomography alone for cervical spine clearance in the unreliable patient—are we there yet. *J Trauma*, 64 (4), 898-903.
- Miyajiri F, Furlan JC, Aarabi B, Arnold PM, Fehlings MG. (2007). Acute cervical traumatic spinal cord injury: MR imaging findings correlated with neurologic outcome—prospective study with 100 consecutive patients. *Radiology*, 243, 820-7.
- Morris CG, McCoy E. (2004). Clearing the cervical spine in unconscious polytrauma victims, balancing risks and effective screening. *Anaesthesia*, 59, 464-82.
- Muchow RD, Resnick DK, Abdel MP, Munoz A, Anderson PA. (2008). Magnetic resonance imaging (MRI) in the clearance of the cervical spine in blunt trauma: a meta-analysis. *J Trauma*, 64 (1), 179-89.
- Origi D, Vigorito S, Villa G, Bellomi M, Tosi G. (2006). Survey of computed tomography techniques and absorbed dose in Italian hospitals: a comparison between two methods to estimate the dose-length product and the effective dose and to verify fulfilment of the diagnostic reference levels. *Eur Radiol*, 16 (1), 227-37.
- Padayachee L, Cooper DJ, Irons S, Ackland HM, Thomson K, Rosenfeld J, et al. (2006). Cervical spine clearance in unconscious traumatic brain injury patients: dynamic flexion-extension fluoroscopy versus computed tomography with three-dimensional reconstruction. *J Trauma*, 60, 341-5.
- Panacek EA, Mower WR, Holmes JF, Hoffman JR. (2001). Test performance of the individual NEXUS low-risk clinical screening criteria for cervical spine injury. *Ann Emerg Med*, 38, 22-5.
- Rhea JT, Sheridan RL, Mullins ME, Novelline RA. (2001). Can chest and abdominal trauma CT eliminate the need for plain films of the spine. Experience with 329 multiple trauma patients. *Emerg Radiol*, 8, 99-104.
- Rybicki F, Nawfel RD, Judy PF, Ledbetter S, Dyson RL, Halt PS, et al. (2002). Skin and thyroid dosimetry in cervical spine screening: two methods for evaluation and a comparison between a helical CT and radiographic trauma series. *AJR Am J Roentgenol*, 179, 933-7.
- Sarani B, Waring S, Sonnad S, Schwab CW. (2007). Magnetic resonance imaging is a useful adjunct in the evaluation of the cervical spine of injured patients. *J Trauma*, 63 (3), 637-40.
- Schenarts PJ, Diaz J, Kaiser C, Carrillo Y, Eddy V, Morris JA, Jr. (2001). Prospective comparison of admission computed tomographic scan and plain films of the upper cervical spine in trauma patients with altered mental status. *J Trauma*, 51, 663-8.
- Schoenwaelder M, Maclaurin W, Varma D. (2009). Assessing potential spinal injury in the intubated multitrauma patient: does MRI add value. *Emerg Radiol*, 16 (2), 129-32.
- Schuster R, Waxman K, Sanchez B, Becerra S, Chung R, Conner S, et al. (2005). Magnetic resonance imaging is not needed to clear cervical spines in blunt trauma patients with normal computed tomographic results and no motor deficits. *Arch Surg*, 140, 762-6.
- Sheridan R, Peralta R, Rhea J, Ptak T, Novelline R. (2003). Reformatted visceral protocol helical computed tomographic scanning allows conventional radiographs of the thoracic and lumbar spine to be eliminated in the evaluation of blunt trauma patients. *J Trauma*, 55, 665-9.
- Sliker CW, Mirvis SE, Shanmuganathan K. (2005). Assessing cervical spine stability in obtunded blunt trauma patients: review of medical literature. *Radiology*, 234, 733-9.

- Spiteri V, Kotnis R, Singh P, Elzein R, Madhu R, Brooks A, et al. (2006). Cervical dynamic screening in spinal clearance: now redundant. *J Trauma*, 61 (5), 1171-7.
- Stassen NA, Williams VA, Gestring ML, Cheng JD, Bankey PE. (2006). Magnetic resonance imaging in combination with helical computed tomography provides a safe and efficient method of cervical spine clearance in the obtunded trauma patient. *J Trauma*, 60 (1), 171-7.
- Steigelman M, Lopez P, Dent D, Myers J, Corneille M, Stewart R, et al. (2008). Screening cervical spine MRI after normal cervical spine CT scans in patients in whom cervical spine injury cannot be excluded by physical examination. *Am J Surg*, 196 (6), 857-62.
- Stiell IG, Clement CM, McKnight RD, Brison R, Schull MJ, Rowe BH, et al. (2003). The Canadian C-spine rule versus the NEXUS low-risk criteria in patients with trauma. *N Engl J Med*, 349, 2510-8.
- Stiell IG, Wells GA, Vandemheen KL, Clement CM, Lesiuk H, De Maio VJ, et al. (2001). The Canadian C-spine rule for radiography in alert and stable trauma patients. *JAMA*, 286, 1841-8.
- Subramanian N, Reitman CA, Nguyen L, Hipp JA. (2007). Radiographic assessment and quantitative motion analysis of the cervical spine after serial sectioning of the anterior ligamentous structures. *Spine*, 32 (5), 518-26.
- Tomycz ND, Chew BG, Chang YF, Darby JM, Gunn SR, Nicholas DH, et al. (2008). MRI is unnecessary to clear the cervical spine in obtunded/comatose trauma patients: the four-year experience of a level I trauma center. *J Trauma*, 64 (5), 1258-63.
- Touger M, Gennis P, Nathanson N, Lowery DW, Pollack CV, Jr, Hoffman JR, et al. (2002). Validity of a decision rule to reduce cervical spine radiography in elderly patients with blunt trauma. *Ann Emerg Med*, 40, 287-93.
- VROM (2008). Dossier straling. <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=9394#3,0,0->.
- Wang JC, Hatch JD, Sandhu HS, Delamarter RB. (1999). Cervical flexion and extension radiographs in acutely injured patients. *Clin Orthop Relat Res*, 365, 111-6.
- Widder S, Doig C, Burrowes P, Larsen G, Hurlbert RJ, Kortbeek JB. (2004). Prospective evaluation of computed tomographic scanning for the spinal clearance of obtunded trauma patients: preliminary results. *J Trauma*, 56, 1179-84.
- Winslow JE, Hinshaw JW, Hughes MJ, Williams RC, Bozeman WP. (2008). Quantitative assessment of diagnostic radiation doses in adult blunt trauma patients. *Ann Emerg Med*, 52 (2), 93-7.
- Wintermark M, Mouhsine E, Theumann N, Mordasini P, van Melle G, Leyvraz PF, et al. (2003). Thoracolumbar spine fractures in patients who have sustained severe trauma: depiction with multi-detector row CT. *Radiology*, 227, 681-9.

Aanvullende conventionele opnamen na een CT (thorax en/of abdomen) met reconstructies van de thoracale en/of lumbale wervelkolom

Uitgangsvraag

Wanneer er al een CT (thorax en / of abdomen) met reconstructies van de thoracale en/of lumbale wervelkolom is verricht, zijn er dan nog conventionele opnamen nodig?

Aanbeveling

De werkgroep adviseert om, wanneer uit de data van een MDCT van thorax en abdomen diagnostische Multi Planar Reconstruction (MPR's) van de thoracale en lumbale wervelkolom gemaakt kunnen worden, geen conventionele röntgenfoto's van de thoracale en lumbale wervelkolom meer te maken omdat deze geen aanvullende diagnostische waarde hebben na een MDCT scan.

Wanneer met behulp van MDCT een fractuur gevonden is.

Conclusies

Niveau 1	<p>Uit de scandata van een CT van thorax en/of abdomen gereconstrueerde afbeeldingen van de thoracale en/of lumbale wervelkolom hebben een hogere sensitiviteit voor het aantonen van traumatische afwijkingen van de wervelkolom dan conventionele röntgenfoto's.</p> <p>A1 <i>Inaba, 2006</i> A2 <i>Berry, 2005</i></p>
-----------------	---

Samenvatting literatuur

In een systematische review is aangetoond dat gereformateerde afbeeldingen van de wervelkolom, verkregen uit een CT van thorax en/of abdomen een superieure sensitiviteit voor het aantonen van fracturen van de thoracale en lumbale wervelkolom hebben ten opzichte van conventionele röntgenfoto's (Inaba 2006). Deze systematische review bevatte meerdere onderzoeken met bewijskracht A2 en B (Wintermark 2003, Sheridan 2002, Rhea 2001, Gestring 2002, Hauser 2003). Na deze systematische review is nog een vergelijkende studie verschenen met dezelfde conclusie (Berry, 2005).

Overwegingen

Geen overige overwegingen.

Verantwoording

Laatst beoordeeld : 15-11-2019

Laatst geautoriseerd : 15-11-2019

Voor de volledige verantwoording, evidence tabellen en eventuele aanverwante producten raadpleegt u de

Richtlijndatabase.

Referenties

- Ackland HM, Cooper DJ, Malham GM, Stuckey SL. (2006). Magnetic resonance imaging for clearing the cervical spine in unconscious intensive care trauma patients. *J Trauma*, 60, 668-73.
- Albrecht RM, Kingsley D, Schermer CR, Demarest GB, Benzel EC, Hart BL. (2001). Evaluation of cervical spine in intensive care patients following blunt trauma. *World J Surg*, 25 (8), 1089-96.
- American College of Radiology (2007). ACR Appropriateness Criteria, Suspected Cervical Spine Trauma. http://acr.org/SecondaryMainMenuCategories/quality_safety/app_criteria/pdf/Expert_0_0-
- American College of Surgeons Committee on trauma (2004). Advanced Trauma Life Support Program for Doctors. 7 ed, 0, 0-.
- Anglen J, Metzler M, Bunn P, Griffiths H. (2002). Flexion and extension views are not cost-effective in a cervical spine clearance protocol for obtunded trauma patients. *J Trauma*, 52, 54-9.
- Antevil JL, Sise MJ, Sack DI, Kidder B, Hopper A, Brown CV. (2006). Spiral computed tomography for the initial evaluation of spine trauma: A new standard of care. *J Trauma*, 61, 382-7.
- Barrett TW, Mower WR, Zucker MI, Hoffman JR. (2006). Injuries missed by limited computed tomographic imaging of patients with cervical spine injuries. *Ann Emerg Med*, 47, 129-33.
- Benzel EC, Hart BL, Ball PA, Baldwin NG, Orrison WW, Espinosa MC. (1996). Magnetic resonance imaging for the evaluation of patients with occult cervical spine injury. *J Neurosurg*, 85 (5), 824-9.
- Berne JD, Velmahos GC, El-Tawil Q, Demetriades D, Asensio JA, Murray JA, et al. (1999). Value of complete cervical helical computed tomographic scanning in identifying cervical spine injury in the unevaluable blunt trauma patient with multiple injuries: a prospective study. *J Trauma*, 47, 896-902.
- Berry GE, Adams S, Harris MB, Boles CA, McKernan MG, Collinson F, et al. (2005). Are plain radiographs of the spine necessary during evaluation after blunt trauma? Accuracy of screening torso computed tomography in thoracic/lumbar spine fracture diagnosis. *J Trauma*, 59, 1410-3.
- Blackmore CC, Ramsey SD, Mann FA, Deyo RA. (1999). Cervical spine screening with CT in trauma patients: a cost-effectiveness analysis. *Radiology*, 212, 117-25.
- Brenner DJ, Hall EJ. (2007). Computed tomography—an increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med*, 357 (22), 2277-84.
- Brix G, Nagel HD, Stamm G, Veit R, Lechel U, Griebel J, et al. (2003). Radiation exposure in multi-slice versus single-slice spiral CT: results of a nationwide survey. *Eur Radiol*, 13 (8), 1979-91.
- Brown T, Reitman CA, Nguyen L, Hipp JA. (2005). Intervertebral motion after incremental damage to the posterior structures of the cervical spine. *Spine*, 30, E503-E508.
- Como JJ, Thompson MA, Anderson JS, Shah RR, Claridge JA, Yowler CJ, et al. (2007). Is magnetic resonance imaging essential in clearing the cervical spine in obtunded patients with blunt trauma. *J Trauma*, 63 (3), 544-9.
- Contractor N, Thomas M. (2002). Towards evidence based emergency medicine: best BETs from Manchester Royal Infirmary. Swimmers view or supine oblique views to visualise the cervicothoracic junction.. *Emerg Med J*, 19, 550-1.
- Daffner RH, Hackney DB. (2007). ACR Appropriateness Criteria on suspected spine trauma. *J Am Coll Radiol*, 4 (11), 762-75.
- Daffner RH, Sciulli RL, Rodriguez A, Protetch J. (2006). Imaging for evaluation of suspected cervical spine trauma: a 2-year analysis. *Injury*, 37 (7), 652-8.
- Daffner RH (2000). Cervical radiography for trauma patients: a time-effective technique. *AJR Am J Roentgenol*, 175 (5), 1309-11.
- Daffner RH (2001). Helical CT of the cervical spine for trauma patients: a time study. *AJR Am J Roentgenol*, 177 (3), 677-9.
- D'Alise MD, Benzel EC, Hart BL. (1999). Magnetic resonance imaging evaluation of the cervical spine in the comatose or obtunded trauma patient. *J Neurosurg*, 91, 54-9.
- Diaz JJ, Jr, Aulino JM, Collier B, Roman C, May AK, Miller RS, et al. (2005). The early work-up for isolated ligamentous injury of the cervical spine: does computed tomography scan have a role?. *J Trauma*, 59 (4), 897-.
- Diaz JJ, Jr, Gillman C, Morris JA, Jr., May AK, Carrillo YM, Guy J (2003). Are five-view plain films of the cervical spine

- unreliable? A prospective evaluation in blunt trauma patients with altered mental status.. *J Trauma*, 55, 658-63.
- Gestring ML, Gracias VH, Feliciano MA, Reilly PM, Shapiro MB, Johnson JW, et al. (2002). Evaluation of the lower spine after blunt trauma using abdominal computed tomographic scanning supplemented with lateral scanograms. *J Trauma*, 53, 9-14.
- Griffen MM, Frykberg ER, Kerwin AJ, Schinco MA, Tepas JJ, Rowe K, et al. (2003). Radiographic clearance of blunt cervical spine injury: plain radiograph or computed tomography scan. *J Trauma*, 55, 222-6.
- Grogan EL, Morris JA, Jr, Dittus RS, Moore DE, Poulouse BK, Diaz JJ, et al. (2005). Cervical spine evaluation in urban trauma centers: lowering institutional costs and complications through helical CT scan. *J Am Coll Surg*, 200, 160-5.
- Hanson JA, Blackmore CC, Mann FA, Wilson AJ. (2000). Cervical spine injury: a clinical decision rule to identify high-risk patients for helical CT screening. *AJR Am J Roentgenol*, 174, 713-7.
- Hauser CJ, Visvikis G, Hinrichs C, Eber CD, Cho K, Lavery RF, et al. (2003). Prospective validation of computed tomographic screening of the thoracolumbar spine in trauma. *J Trauma*, 55, 228-34.
- Hidajat N, Maurer J, Schroder RJ, Nunnemann A, Wolf M, Pauli K, et al. (1999). Relationships between physical dose quantities and patient dose in CT. *Br J Radiol*, 72 (858), 556-.
- Hoffman JR, Mower WR, Wolfson AB, Todd KH, Zucker MI. (2000). 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*, 343, 94-9.
- Hogan GJ, Mirvis SE, Shanmuganathan K, Scalea TM. (2005). Exclusion of unstable cervical spine injury in obtunded patients with blunt trauma: is MR imaging needed when multi-detector row CT findings are normal. *Radiology*, 237 (1), 106-13.
- Holmes JF, Akkinepalli R. (2005). Computed tomography versus plain radiography to screen for cervical spine injury: a meta-analysis. *J Trauma*, 58, 902-5.
- Holmes JF, Panacek EA, Miller PQ, Lapidis AD, Mower WR. (2003). Prospective evaluation of criteria for obtaining thoracolumbar radiographs in trauma patients. *J Emerg Med*, 24, 1-7.
- Inaba K, Munera F, McKenney M, Schulman C, de MM, Rivas L, et al. (2006). Visceral torso computed tomography for clearance of the thoracolumbar spine in trauma: a review of the literature. *J Trauma*, 60, 915-20.
- Insko EK, Gracias VH, Gupta R, Goettler CE, Gaijeski DF, Dalinka MK. (2002). Utility of flexion and extension radiographs of the cervical spine in the acute evaluation of blunt trauma. *J Trauma*, 53, 426-9.
- Keiper MD, Zimmerman RA, Bilaniuk LT. (1998). MRI in the assessment of the supportive soft tissues of the cervical spine in acute trauma in children. *Neuroradiology*, 40 (6), 359-63.
- Kirshblum SC, O'Connor KC. (1998). Predicting neurologic recovery in traumatic cervical spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*, 79, 1456-66.
- Mathen R, Inaba K, Munera F, Teixeira PG, Rivas L, McKenney M, et al. (2007). Prospective evaluation of multislice computed tomography versus plain radiographic cervical spine clearance in trauma patients. *J Trauma*, 62 (6), 1427-31.
- McCulloch PT, France J, Jones DL, Krantz W, Nguyen TP, Chambers C, et al. (2005). Helical computed tomography alone compared with plain radiographs with adjunct computed tomography to evaluate the cervical spine after high-energy trauma. *J Bone Joint Surg Am*, 87, 2388-94.
- Menaker J, Philp A, Boswell S, Scalea TM. (2008). Computed tomography alone for cervical spine clearance in the unreliable patient—are we there yet. *J Trauma*, 64 (4), 898-903.
- Miyajiri F, Furlan JC, Aarabi B, Arnold PM, Fehlings MG. (2007). Acute cervical traumatic spinal cord injury: MR imaging findings correlated with neurologic outcome—prospective study with 100 consecutive patients. *Radiology*, 243, 820-7.
- Morris CG, McCoy E. (2004). Clearing the cervical spine in unconscious polytrauma victims, balancing risks and effective screening. *Anaesthesia*, 59, 464-82.
- Muchow RD, Resnick DK, Abdel MP, Munoz A, Anderson PA. (2008). Magnetic resonance imaging (MRI) in the clearance of the cervical spine in blunt trauma: a meta-analysis. *J Trauma*, 64 (1), 179-89.
- Origi D, Vigorito S, Villa G, Bellomi M, Tosi G. (2006). Survey of computed tomography techniques and absorbed dose in Italian hospitals: a comparison between two methods to estimate the dose-length product and the effective dose and to verify fulfilment of the diagnostic reference levels. *Eur Radiol*, 16 (1), 227-37.
- Padayachee L, Cooper DJ, Irons S, Ackland HM, Thomson K, Rosenfeld J, et al. (2006). Cervical spine clearance in unconscious traumatic brain injury patients: dynamic flexion-extension fluoroscopy versus computed tomography with three-dimensional reconstruction. *J Trauma*, 60, 341-5.

- Panacek EA, Mower WR, Holmes JF, Hoffman JR. (2001). Test performance of the individual NEXUS low-risk clinical screening criteria for cervical spine injury. *Ann Emerg Med*, 38, 22-5.
- Rhea JT, Sheridan RL, Mullins ME, Noveline RA. (2001). Can chest and abdominal trauma CT eliminate the need for plain films of the spine. Experience with 329 multiple trauma patients. *Emerg Radiol*, 8, 99-104.
- Rybicki F, Nawfel RD, Judy PF, Ledbetter S, Dyson RL, Halt PS, et al. (2002). Skin and thyroid dosimetry in cervical spine screening: two methods for evaluation and a comparison between a helical CT and radiographic trauma series. *AJR Am J Roentgenol*, 179, 933-7.
- Sarani B, Waring S, Sonnad S, Schwab CW. (2007). Magnetic resonance imaging is a useful adjunct in the evaluation of the cervical spine of injured patients. *J Trauma*, 63 (3), 637-40.
- Schenarts PJ, Diaz J, Kaiser C, Carrillo Y, Eddy V, Morris JA, Jr. (2001). Prospective comparison of admission computed tomographic scan and plain films of the upper cervical spine in trauma patients with altered mental status. *J Trauma*, 51, 663-8.
- Schoenwaelder M, Maclaurin W, Varma D. (2009). Assessing potential spinal injury in the intubated multitrauma patient: does MRI add value. *Emerg Radiol*, 16 (2), 129-32.
- Schuster R, Waxman K, Sanchez B, Becerra S, Chung R, Conner S, et al. (2005). Magnetic resonance imaging is not needed to clear cervical spines in blunt trauma patients with normal computed tomographic results and no motor deficits. *Arch Surg*, 140, 762-6.
- Sheridan R, Peralta R, Rhea J, Ptak T, Novelline R. (2003). Reformatted visceral protocol helical computed tomographic scanning allows conventional radiographs of the thoracic and lumbar spine to be eliminated in the evaluation of blunt trauma patients. *J Trauma*, 55, 665-9.
- Sliker CW, Mirvis SE, Shanmuganathan K. (2005). Assessing cervical spine stability in obtunded blunt trauma patients: review of medical literature. *Radiology*, 234, 733-9.
- Spiteri V, Kotnis R, Singh P, Elzein R, Madhu R, Brooks A, et al. (2006). Cervical dynamic screening in spinal clearance: now redundant. *J Trauma*, 61 (5), 1171-7.
- Stassen NA, Williams VA, Gestring ML, Cheng JD, Bankey PE. (2006). Magnetic resonance imaging in combination with helical computed tomography provides a safe and efficient method of cervical spine clearance in the obtunded trauma patient. *J Trauma*, 60 (1), 171-7.
- Steigelman M, Lopez P, Dent D, Myers J, Corneille M, Stewart R, et al. (2008). Screening cervical spine MRI after normal cervical spine CT scans in patients in whom cervical spine injury cannot be excluded by physical examination. *Am J Surg*, 196 (6), 857-62.
- Stiell IG, Clement CM, McKnight RD, Brison R, Schull MJ, Rowe BH, et al. (2003). The Canadian C-spine rule versus the NEXUS low-risk criteria in patients with trauma. *N Engl J Med*, 349, 2510-8.
- Stiell IG, Wells GA, Vandemheen KL, Clement CM, Lesiuk H, De Maio VJ, et al. (2001). The Canadian C-spine rule for radiography in alert and stable trauma patients. *JAMA*, 286, 1841-8.
- Subramanian N, Reitman CA, Nguyen L, Hipp JA. (2007). Radiographic assessment and quantitative motion analysis of the cervical spine after serial sectioning of the anterior ligamentous structures. *Spine*, 32 (5), 518-26.
- Tomycz ND, Chew BG, Chang YF, Darby JM, Gunn SR, Nicholas DH, et al. (2008). MRI is unnecessary to clear the cervical spine in obtunded/comatose trauma patients: the four-year experience of a level I trauma center. *J Trauma*, 64 (5), 1258-63.
- Touger M, Gennis P, Nathanson N, Lowery DW, Pollack CV, Jr, Hoffman JR, et al. (2002). Validity of a decision rule to reduce cervical spine radiography in elderly patients with blunt trauma. *Ann Emerg Med*, 40, 287-93.
- VROM (2008). Dossier straling. <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=9394#3,0,0->
- Wang JC, Hatch JD, Sandhu HS, Delamarter RB. (1999). Cervical flexion and extension radiographs in acutely injured patients. *Clin Orthop Relat Res*, 365, 111-6.
- Widder S, Doig C, Burrowes P, Larsen G, Hurlbert RJ, Kortbeek JB. (2004). Prospective evaluation of computed tomographic scanning for the spinal clearance of obtunded trauma patients: preliminary results. *J Trauma*, 56, 1179-84.
- Winslow JE, Hinshaw JW, Hughes MJ, Williams RC, Bozeman WP. (2008). Quantitative assessment of diagnostic radiation doses in adult blunt trauma patients. *Ann Emerg Med*, 52 (2), 93-7.
- Wintermark M, Mouhsine E, Theumann N, Mordasini P, van Melle G, Leyvraz PF, et al. (2003). Thoracolumbar spine fractures in patients who have sustained severe trauma: depiction with multi-detector row CT. *Radiology*, 227, 681-9.

De indicaties voor een MRI van de wervelkolom

Uitgangsvraag

Wat zijn de indicaties voor MRI?

Aanbeveling

Wanneer het voor de behandeling van de patiënt van belang is te weten of er ligamenteair letsel, een discus hernia of een epiduraal hematoom aanwezig is, wordt geadviseerd, aanvullend op de MDCT, een MRI te verrichten.

Bij patiënten met een complete of incomplete dwarslaesie wordt geadviseerd een MRI te verrichten omdat de afwijkingen van het myelum, naast het lichamelijk onderzoek, een voorspellende waarde hebben voor de prognose.

Bij patiënten, met pijn in de nek en een normale MDCT van de cervicale wervelkolom, acht de werkgroep een aanvullende MRI niet nodig.

De werkgroep is van mening dat bij patiënten, met een GCS <9 en een normale MDCT van de cervicale wervelkolom, een aanvullende MRI van de cervicale wervelkolom niet nodig is.

Conclusies

Niveau 1	<p>Afwijkingen van het myelum op MRI hebben, naast het lichamelijk onderzoek, een voorspellende waarde voor de prognose van patiënten met een dwarslaesie.</p> <p><i>A2 Miyanji 2007, Kirshblum 1998</i></p>
Niveau 2	<p>Het is niet aangetoond dat, bij patiënten met een verminderd bewustzijn, een normale motoriek van armen en benen, zonder neurologische uitvalsverschijnselen en een normale CT van de cervicale wervelkolom, klinisch relevant cervicaal ligamenteair letsel zal worden aangetoond met behulp van MRI.</p> <p><i>B Hogan 2005, Schuster 2005, Stassen 2006, Tomycz 2006, Sarani 2007, Menaker 2008, Como 2007, Stiegelman 2008, Schoenwaelder 2009</i></p>
Niveau 3	<p>Er is geen vergelijkend onderzoek beschikbaar, en daarmee onvoldoende bewijs, om voor het aantonen van ligamenteair letsel, MRI superieur te achten boven flexie- en extensieopnamen.</p> <p><i>C Sliker 2005, Morris 2004, Ackland 2004</i></p>

Niveau 3	<p>Met MRI worden meer ligamentaire afwijkingen gevonden dan met flexie- en extensieopnamen (FE). De klinische relevantie van ligamentaire afwijkingen, zichtbaar op MRI, is onbekend. Er is geen vergelijkend onderzoek beschikbaar, en daarmee onvoldoende bewijs, om voor het aantonen van klinisch relevant ligamenteair letsel, MRI superieur te achten boven flexie- en extensieopnamen.</p> <p><i>C Sliker 2005, Morris 2004, Ackland 2004</i></p>
-----------------	---

Niveau 3	<p>Het is aanemelijk dat, bij patiënten met een verminderd bewustzijn, die een normale motoriek van armen en benen hebben zonder neurologische uitvalsverschijnselen en een normale CT van de cervicale wervelkolom geen klinisch relevant cervicaal ligamenteair letsel kan worden aangetoond met MRI.</p> <p><i>B Hogan 2005, Schuster 2005</i></p>
-----------------	---

Niveau 4	<p>MRI wordt door de werkgroepleden beschouwd als het aangewezen onderzoek voor het aantonen van traumatische discus hernia en epiduraal hematoom.</p> <p><i>D Mening van de werkgroep</i></p>
-----------------	--

Samenvatting literatuur

In een systematische review uit 1998 wordt al geconcludeerd dat het lichamelijk onderzoek de meest accurate methode is om de prognose van het 'spinal cord injury' te voorspellen, maar dat MRI hierbij een toegevoegde waarde kan hebben (Kirshblum 1998). Uit een recente studie blijkt dat ook de uitgebreidheid van afwijkingen op MRI, zoals maximale myelum compressie, bloeding in het myelum en myelum zwelling, een voorspellende waarde hebben voor de prognose (Miyanski 2007).

Hoewel algemeen wordt aangenomen dat met MRI andere weke-delenafwijkingen, zoals discuspathologie en epiduraal hematoom, goed kunnen worden gediagnosticeerd, zijn hierover geen publicaties gevonden.

Ligamenteair letsel

Er zijn meerdere systematische reviews betreffende de beeldvormende diagnostiek voor ligamenteair letsel van de cervicale wervelkolom (Sliker 2005, Morris 2004, Ackland, 2004). Zuiver ligamenteair letsel van de cervicale wervelkolom, leidend tot abnormale beweeglijkheid van de cervicale wervelkolom met het risico op neurologische schade, zonder ossale afwijkingen, is zeldzaam. In deze systematische reviews is geen vergelijkend onderzoek gevonden waarin flexie- en extensieopnamen (FE) bij dezelfde patiënten met MRI worden vergeleken. Er is daardoor geen overtuigend statistisch bewijs dat de ene modaliteit beter zou zijn dan de andere.

Met MRI worden meer ligamentaire afwijkingen gevonden dan met FE. De klinische relevantie van de afwijkingen, gevonden met MRI, is vooralsnog onduidelijk. Gesuggereerde frequenties van ligamenteair letsel van 20-25% lijken in strijd met de klinische praktijk. Waarschijnlijk hebben veel ligamentaire afwijkingen geen abnormale beweeglijkheid tot gevolg.

In een meta-analyse van Muchow zijn 5 studies, waarin MRI van de cervicale wervelkolom werd vergeleken met klinische follow up, geanalyseerd. (Muchow 2008) (Albrecht 2001; Benzel 1996; D'Alize 1999, Keiper 1998; Schuster 2005) Het doel van deze studie was om te kwantificeren wat de mogelijkheid van MRI om accuraat de CWK te beoordelen bij patiënten die klinisch verdacht zijn voor cervicaal letsel of klinisch onvoldoende beoordeeld kunnen worden. In alle geïnccludeerde studies is de negatief voorspellende waarde van MRI, vergeleken met klinische follow-up, 100%. De positief voorspellende waarde van MRI is wel uitgerekend, maar deze is niet betrouwbaar omdat, zoals de auteurs zelf al in de conclusie vermelden, de referentie standaard (klinische follow-up) niet onafhankelijk is van de indextest (MRI). Over de aanvullende waarde van MRI na CT kan geen uitspraak worden gedaan omdat niet bij alle patiënten geïnccludeerd in de studies een CT van de CWK was gemaakt. Bij alle 15 patiënten die in de studies chirurgie ondergingen waren afwijkingen op X CWK of op CT CWK zichtbaar.

Schuster heeft bij 93 patiënten met een negatieve CT en een normale motoriek van armen en benen, zonder neurologische uitvalsverschijnselen, maar met persisterende pijn in de nek, aanvullend een MRI verricht om occult ligamentair letsel uit te sluiten (Schuster, 2005). Hierbij werden op MRI geen afwijkingen gevonden. Bij 12 patiënten met een Glasgow Coma Scale < 9, met een normale motoriek van armen en benen en een normale CT, werden met MRI eveneens geen afwijkingen gevonden.

In een retrospectieve studie werd bij 366 patiënten, met een verminderd bewustzijn en een normale CT van de cervicale wervelkolom, een MRI gemaakt voor het uitsluiten van ligamentair letsel (Hogan, 2005). In deze studie had CT een negatief voorspellende waarde van 98,9% voor ligamentair letsel en een negatief voorspellende waarde van 100% voor instabiel letsel van de cervicale wervelkolom.

In een prospectieve studie zijn bij 1577 patiënten zowel een CT als conventionele opnamen van de CWK verricht (Diaz 2005). Bij 85 patiënten werd ook een MRI verricht. De indicaties voor MRI waren: afwijkingen op de CT, neurologische afwijkingen, pijn of klinisch niet beoordeelbare patiënt. Op de MRI werd bij 21 patiënten ligamentair letsel gevonden. Bij 14 van deze 21 patiënten was de CT normaal. Bij 1 van de 21 patiënten met ligamentair letsel werd een operatie verricht. De conclusie van dit onderzoek is dat MRI superieur is voor het aantonen van ligamentair letsel ten opzichte van CT. Een bezwaar van deze studie is dat slechts bij 85 van de 1577 patiënten een MRI werd verricht. Van de 1299 patiënten met een normale CT werd bij 14 patiënten ligamentair letsel op MRI aangetoond. Dit is 1,1%.

In een retrospectief onderzoek heeft ook Stassen CT van de CWK vergeleken met MRI bij patiënten met een verminderd bewustzijn. (Stassen 2006) In totaal werden 52 patiënten geanalyseerd. 13 patiënten (25%) hadden een normale CT maar wel afwijkingen op de MRI. Deze patiënten werden geïmmobiliseerd met een halskraag. Geen van de patiënten werd geopereerd. Een beperking van deze studie is dat MRI als positief werd beschouwd bij elk ligamentair letsel waarbij niet werd gekeken naar instabiliteit. Daarnaast was de referentie test, verandering van klinisch beleid, niet onafhankelijk van de bevindingen bij MRI.

Tomycz onderzocht retrospectief de aanvullende waarde van MRI na een normale CT van de CWK bij 180 patiënten zonder neurologische uitval en een Glasgow coma score ≤ 13 . (Tomycz 2006) Bij 38 (21,1%) patiënten werden acute posttraumatische afwijkingen gevonden op de MRI. Geen van de patiënten had een instabiel letsel en geen van de patiënten werden geopereerd of ontwikkelde late instabiliteit. Uit deze studie werd geconcludeerd dat bij patiënten met een verminderd bewustzijn, zonder neurologische uitval en een normale CT van de CWK het onwaarschijnlijk is dat met MRI instabiel letsel zal worden gevonden.

In een retrospectief onderzoek van Sarani werden 254 patiënten onderzocht die zowel een CT als een MRI van de CWK hadden ondergaan omdat ze of niet beoordeelbaar waren ten gevolge van een verminderd bewustzijn of symptomatisch waren. (Sarani 2007) 90 patiënten hadden afwijkingen op de CT en deze patiënten werden geëxcludeerd. Van de 164 geïncludeerde patiënten hadden 46 patiënten een verminderd bewustzijn. Van deze 46 patiënten met een verminderd bewustzijn en een normale CT van de CWK hadden 5 patiënten afwijkingen op de MRI. Bij 4 patiënten waren dit ligamentaire afwijkingen en hoewel de afwijkingen slecht 1 pijler betroffen werden deze patiënten behandeld met een kraag. 1 patiënt had een discushernia.

Eveneens in een retrospectief onderzoek heeft Menaker gekeken naar eventuele afwijkingen op MRI bij klinisch onbetrouwbaar beoordeelbare patiënten na stomp trauma met een normale CT van de CWK. (Menaker 2008) Van de 203 patiënten die werden geanalyseerd hadden 18 patiënten (8.9%) afwijkingen op de MRI. Van deze 18 patiënten werden er 2 geopereerd, 14 kregen een halskraag en 2 kregen geen verdere behandeling.

Como analyseerde in een prospectieve studie patiënten na stomp trauma met een verminderd bewustzijn zonder neurologische uitval en een normale CT van de CWK. (Como 2007) Dit betrof 115 patiënten. 6 patiënten (5,2%) hadden afwijkingen op de MRI. Bij geen van deze 6 patiënten veranderde het klinische beleid naar aanleiding van de afwijkingen op de MRI.

Stiegelman onderzocht retrospectief de aanvullende waarde van MRI na een normale CT van de CWK bij patiënten die klinisch niet goed beoordeelbaar waren. (Stiegelman 2008) Slechts een klein deel van de niet beoordeelbare patiënten ondergingen een MRI. Van de 120 geïncludeerde patiënten hadden 7 patiënten (5%) afwijkingen op de MRI passend bij acuut letsel. 3 van deze 7 patiënten werden geïmmobiliseerd met behulp van een kraag gedurende 6 weken. Op het totaal van patiënten met een verminderd bewustzijn werden afwijkingen op MRI na een normale CT gevonden bij 0,04% van de patiënten. Deze incidentie veranderde niet met de toename van het aantal MRI's van 1% naar 18% in deze patiëntengroep over de 5 jaarsperiode die deze studie omvatte.

In een retrospectief onderzoek van Schoenwaelder werden CT met MRI vergeleken bij geïntubeerde, niet beoordeelbare, IC patiënten na trauma met een normale CT van de CWK die ook een MRI van de cervicale wervelkolom hadden ondergaan. (Schoenwaelder 2009) Er werden 55 patiënten geïncludeerd. Van deze 55 patiënten hadden 10 patiënten (18%) afwijkingen op de MRI. Geen van deze 10 patiënten had een instabiel letsel en geen van deze patiënten werd geopereerd of langdurig geïmmobiliseerd.

Overwegingen

Geen overige overwegingen.

Verantwoording

Laatst beoordeeld : 15-11-2019

Laatst geautoriseerd : 15-11-2019

Voor de volledige verantwoording, evidence tabellen en eventuele aanverwante producten raadpleegt u de Richtlijndatabase.

Referenties

Ackland HM, Cooper DJ, Malham GM, Stuckey SL. (2006). Magnetic resonance imaging for clearing the cervical spine in unconscious intensive care trauma patients. *J Trauma*, 60, 668-73.

- Albrecht RM, Kingsley D, Schermer CR, Demarest GB, Benzel EC, Hart BL. (2001). Evaluation of cervical spine in intensive care patients following blunt trauma. *World J Surg*, 25 (8), 1089-96.
- American College of Radiology (2007). ACR Appropriateness Criteria, Suspected Cervical Spine Trauma. http://acr.org/SecondaryMainMenuCategories/quality_safety/app_criteria/pdf/Expert_0_0-.
- American College of Surgeons Committee on trauma (2004). Advanced Trauma Life Support Program for Doctors. 7 ed, 0, 0-.
- Anglen J, Metzler M, Bunn P, Griffiths H. (2002). Flexion and extension views are not cost-effective in a cervical spine clearance protocol for obtunded trauma patients. *J Trauma*, 52, 54-9.
- Antevil JL, Sise MJ, Sack DI, Kidder B, Hopper A, Brown CV. (2006). Spiral computed tomography for the initial evaluation of spine trauma: A new standard of care. *J Trauma*, 61, 382-7.
- Barrett TW, Mower WR, Zucker MI, Hoffman JR. (2006). Injuries missed by limited computed tomographic imaging of patients with cervical spine injuries. *Ann Emerg Med*, 47, 129-33.
- Benzel EC, Hart BL, Ball PA, Baldwin NG, Orrison WW, Espinosa MC. (1996). Magnetic resonance imaging for the evaluation of patients with occult cervical spine injury. *J Neurosurg*, 85 (5), 824-9.
- Berne JD, Velmahos GC, El-Tawil Q, Demetriades D, Asensio JA, Murray JA, et al. (1999). Value of complete cervical helical computed tomographic scanning in identifying cervical spine injury in the unevaluable blunt trauma patient with multiple injuries: a prospective study. *J Trauma*, 47, 896-902.
- Berry GE, Adams S, Harris MB, Boles CA, McKernan MG, Collinson F, et al. (2005). Are plain radiographs of the spine necessary during evaluation after blunt trauma? Accuracy of screening torso computed tomography in thoracic/lumbar spine fracture diagnosis. *J Trauma*, 59, 1410-3.
- Blackmore CC, Ramsey SD, Mann FA, Deyo RA. (1999). Cervical spine screening with CT in trauma patients: a cost-effectiveness analysis. *Radiology*, 212, 117-25.
- Brenner DJ, Hall EJ. (2007). Computed tomography—an increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med*, 357 (22), 2277-84.
- Brix G, Nagel HD, Stamm G, Veit R, Lechel U, Griebel J, et al. (2003). Radiation exposure in multi-slice versus single-slice spiral CT: results of a nationwide survey. *Eur Radiol*, 13 (8), 1979-91.
- Brown T, Reitman CA, Nguyen L, Hipp JA. (2005). Intervertebral motion after incremental damage to the posterior structures of the cervical spine. *Spine*, 30, E503-E508.
- Como JJ, Thompson MA, Anderson JS, Shah RR, Claridge JA, Yowler CJ, et al. (2007). Is magnetic resonance imaging essential in clearing the cervical spine in obtunded patients with blunt trauma. *J Trauma*, 63 (3), 544-9.
- Contractor N, Thomas M. (2002). Towards evidence based emergency medicine: best BETs from Manchester Royal Infirmary. Swimmers view or supine oblique views to visualise the cervicothoracic junction. *Emerg Med J*, 19, 550-1.
- Daffner RH, Hackney DB. (2007). ACR Appropriateness Criteria on suspected spine trauma. *J Am Coll Radiol*, 4 (11), 762-75.
- Daffner RH, Sciulli RL, Rodriguez A, Protetch J. (2006). Imaging for evaluation of suspected cervical spine trauma: a 2-year analysis. *Injury*, 37 (7), 652-8.
- Daffner RH (2000). Cervical radiography for trauma patients: a time-effective technique. *AJR Am J Roentgenol*, 175 (5), 1309-11.
- Daffner RH (2001). Helical CT of the cervical spine for trauma patients: a time study. *AJR Am J Roentgenol*, 177 (3), 677-9.
- D'Alise MD, Benzel EC, Hart BL. (1999). Magnetic resonance imaging evaluation of the cervical spine in the comatose or obtunded trauma patient. *J Neurosurg*, 91, 54-9.
- Diaz JJ, Jr, Aulino JM, Collier B, Roman C, May AK, Miller RS, et al. (2005). The early work-up for isolated ligamentous injury of the cervical spine: does computed tomography scan have a role?. *J Trauma*, 59 (4), 897-.
- Diaz JJ, Jr, Gillman C, Morris JA, Jr., May AK, Carrillo YM, Guy J (2003). Are five-view plain films of the cervical spine unreliable? A prospective evaluation in blunt trauma patients with altered mental status. *J Trauma*, 55, 658-63.
- Gestring ML, Gracias VH, Feliciano MA, Reilly PM, Shapiro MB, Johnson JW, et al. (2002). Evaluation of the lower spine after blunt trauma using abdominal computed tomographic scanning supplemented with lateral scanograms. *J Trauma*, 53, 9-14.
- Griffen MM, Frykberg ER, Kerwin AJ, Schinco MA, Tepas JJ, Rowe K, et al. (2003). Radiographic clearance of blunt cervical spine injury: plain radiograph or computed tomography scan. *J Trauma*, 55, 222-6.

- Grogan EL, Morris JA, Jr, Dittus RS, Moore DE, Poulouse BK, Diaz JJ, et al. (2005). Cervical spine evaluation in urban trauma centers: lowering institutional costs and complications through helical CT scan. *J Am Coll Surg*, 200, 160-5.
- Hanson JA, Blackmore CC, Mann FA, Wilson AJ. (2000). Cervical spine injury: a clinical decision rule to identify high-risk patients for helical CT screening. *AJR Am J Roentgenol*, 174, 713-7.
- Hauser CJ, Visvikis G, Hinrichs C, Eber CD, Cho K, Lavery RF, et al. (2003). Prospective validation of computed tomographic screening of the thoracolumbar spine in trauma. *J Trauma*, 55, 228-34.
- Hidajat N, Maurer J, Schroder RJ, Nunnemann A, Wolf M, Pauli K, et al. (1999). Relationships between physical dose quantities and patient dose in CT. *Br J Radiol*, 72 (858), 556-.
- Hoffman JR, Mower WR, Wolfson AB, Todd KH, Zucker MI. (2000). 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*, 343, 94-9.
- Hogan GJ, Mirvis SE, Shanmuganathan K, Scalea TM. (2005). Exclusion of unstable cervical spine injury in obtunded patients with blunt trauma: is MR imaging needed when multi-detector row CT findings are normal. *Radiology*, 237 (1), 106-13.
- Holmes JF, Akkinepalli R. (2005). Computed tomography versus plain radiography to screen for cervical spine injury: a meta-analysis. *J Trauma*, 58, 902-5.
- Holmes JF, Panacek EA, Miller PQ, Lapidis AD, Mower WR. (2003). Prospective evaluation of criteria for obtaining thoracolumbar radiographs in trauma patients. *J Emerg Med*, 24, 1-7.
- Inaba K, Munera F, McKenney M, Schulman C, de MM, Rivas L, et al. (2006). Visceral torso computed tomography for clearance of the thoracolumbar spine in trauma: a review of the literature. *J Trauma*, 60, 915-20.
- Insko EK, Gracias VH, Gupta R, Goettler CE, Gaieski DF, Dalinka MK. (2002). Utility of flexion and extension radiographs of the cervical spine in the acute evaluation of blunt trauma. *J Trauma*, 53, 426-9.
- Keiper MD, Zimmerman RA, Bilaniuk LT. (1998). MRI in the assessment of the supportive soft tissues of the cervical spine in acute trauma in children. *Neuroradiology*, 40 (6), 359-63.
- Kirshblum SC, O'Connor KC. (1998). Predicting neurologic recovery in traumatic cervical spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*, 79, 1456-66.
- Mathen R, Inaba K, Munera F, Teixeira PG, Rivas L, McKenney M, et al. (2007). Prospective evaluation of multislice computed tomography versus plain radiographic cervical spine clearance in trauma patients. *J Trauma*, 62 (6), 1427-31.
- McCulloch PT, France J, Jones DL, Krantz W, Nguyen TP, Chambers C, et al. (2005). Helical computed tomography alone compared with plain radiographs with adjunct computed tomography to evaluate the cervical spine after high-energy trauma. *J Bone Joint Surg Am*, 87, 2388-94.
- Menaker J, Philp A, Boswell S, Scalea TM. (2008). Computed tomography alone for cervical spine clearance in the unreliable patient—are we there yet. *J Trauma*, 64 (4), 898-903.
- Miyajiri F, Furlan JC, Aarabi B, Arnold PM, Fehlings MG. (2007). Acute cervical traumatic spinal cord injury: MR imaging findings correlated with neurologic outcome—prospective study with 100 consecutive patients. *Radiology*, 243, 820-7.
- Morris CG, McCoy E. (2004). Clearing the cervical spine in unconscious polytrauma victims, balancing risks and effective screening. *Anaesthesia*, 59, 464-82.
- Muchow RD, Resnick DK, Abdel MP, Munoz A, Anderson PA. (2008). Magnetic resonance imaging (MRI) in the clearance of the cervical spine in blunt trauma: a meta-analysis. *J Trauma*, 64 (1), 179-89.
- Origgi D, Vigorito S, Villa G, Bellomi M, Tosi G. (2006). Survey of computed tomography techniques and absorbed dose in Italian hospitals: a comparison between two methods to estimate the dose-length product and the effective dose and to verify fulfilment of the diagnostic reference levels. *Eur Radiol*, 16 (1), 227-37.
- Padayachee L, Cooper DJ, Irons S, Ackland HM, Thomson K, Rosenfeld J, et al. (2006). Cervical spine clearance in unconscious traumatic brain injury patients: dynamic flexion-extension fluoroscopy versus computed tomography with three-dimensional reconstruction. *J Trauma*, 60, 341-5.
- Panacek EA, Mower WR, Holmes JF, Hoffman JR. (2001). Test performance of the individual NEXUS low-risk clinical screening criteria for cervical spine injury. *Ann Emerg Med*, 38, 22-5.
- Rhea JT, Sheridan RL, Mullins ME, Noveline RA. (2001). Can chest and abdominal trauma CT eliminate the need for plain films of the spine. Experience with 329 multiple trauma patients. *Emerg Radiol*, 8, 99-104.
- Rybicki F, Nawfel RD, Judy PF, Ledbetter S, Dyson RL, Halt PS, et al. (2002). Skin and thyroid dosimetry in cervical spine screening: two methods for evaluation and a comparison between a helical CT and radiographic trauma series. *AJR Am J*

Roentgenol, 179, 933-7.

Sarani B, Waring S, Sonnad S, Schwab CW. (2007). Magnetic resonance imaging is a useful adjunct in the evaluation of the cervical spine of injured patients. *J Trauma*, 63 (3), 637-40.

Schenarts PJ, Diaz J, Kaiser C, Carrillo Y, Eddy V, Morris JA, Jr. (2001). Prospective comparison of admission computed tomographic scan and plain films of the upper cervical spine in trauma patients with altered mental status. *J Trauma*, 51, 663-8.

Schoenwaelder M, Maclaurin W, Varma D. (2009). Assessing potential spinal injury in the intubated multitrauma patient: does MRI add value. *Emerg Radiol*, 16 (2), 129-32.

Schuster R, Waxman K, Sanchez B, Becerra S, Chung R, Conner S, et al. (2005). Magnetic resonance imaging is not needed to clear cervical spines in blunt trauma patients with normal computed tomographic results and no motor deficits. *Arch Surg*, 140, 762-6.

Sheridan R, Peralta R, Rhea J, Ptak T, Novelline R. (2003). Reformatted visceral protocol helical computed tomographic scanning allows conventional radiographs of the thoracic and lumbar spine to be eliminated in the evaluation of blunt trauma patients. *J Trauma*, 55, 665-9.

Sliker CW, Mirvis SE, Shanmuganathan K. (2005). Assessing cervical spine stability in obtunded blunt trauma patients: review of medical literature. *Radiology*, 234, 733-9.

Spiteri V, Kotnis R, Singh P, Elzein R, Madhu R, Brooks A, et al. (2006). Cervical dynamic screening in spinal clearance: now redundant. *J Trauma*, 61 (5), 1171-7.

Stassen NA, Williams VA, Gestring ML, Cheng JD, Bankey PE. (2006). Magnetic resonance imaging in combination with helical computed tomography provides a safe and efficient method of cervical spine clearance in the obtunded trauma patient. *J Trauma*, 60 (1), 171-7.

Steigelman M, Lopez P, Dent D, Myers J, Corneille M, Stewart R, et al. (2008). Screening cervical spine MRI after normal cervical spine CT scans in patients in whom cervical spine injury cannot be excluded by physical examination. *Am J Surg*, 196 (6), 857-62.

Stiell IG, Clement CM, McKnight RD, Brison R, Schull MJ, Rowe BH, et al. (2003). The Canadian C-spine rule versus the NEXUS low-risk criteria in patients with trauma. *N Engl J Med*, 349, 2510-8.

Stiell IG, Wells GA, Vandemheen KL, Clement CM, Lesiuk H, De Maio VJ, et al. (2001). The Canadian C-spine rule for radiography in alert and stable trauma patients. *JAMA*, 286, 1841-8.

Subramanian N, Reitman CA, Nguyen L, Hipp JA. (2007). Radiographic assessment and quantitative motion analysis of the cervical spine after serial sectioning of the anterior ligamentous structures. *Spine*, 32 (5), 518-26.

Tomycz ND, Chew BG, Chang YF, Darby JM, Gunn SR, Nicholas DH, et al. (2008). MRI is unnecessary to clear the cervical spine in obtunded/comatose trauma patients: the four-year experience of a level I trauma center. *J Trauma*, 64 (5), 1258-63.

Touger M, Gennis P, Nathanson N, Lowery DW, Pollack CV, Jr, Hoffman JR, et al. (2002). Validity of a decision rule to reduce cervical spine radiography in elderly patients with blunt trauma. *Ann Emerg Med*, 40, 287-93.

VROM (2008). Dossier straling. <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=9394#3>, 0, 0-.

Wang JC, Hatch JD, Sandhu HS, Delamarter RB. (1999). Cervical flexion and extension radiographs in acutely injured patients. *Clin Orthop Relat Res*, 365, 111-6.

Widder S, Doig C, Burrowes P, Larsen G, Hurlbert RJ, Kortbeek JB. (2004). Prospective evaluation of computed tomographic scanning for the spinal clearance of obtunded trauma patients: preliminary results. *J Trauma*, 56, 1179-84.

Winslow JE, Hinshaw JW, Hughes MJ, Williams RC, Bozeman WP. (2008). Quantitative assessment of diagnostic radiation doses in adult blunt trauma patients. *Ann Emerg Med*, 52 (2), 93-7.

Wintermark M, Mouhsine E, Theumann N, Mordasini P, van Melle G, Leyvraz PF, et al. (2003). Thoracolumbar spine fractures in patients who have sustained severe trauma: depiction with multi-detector row CT. *Radiology*, 227, 681-9.

De plaats van flexie en extensie foto's van de wervelkolom

Uitgangsvraag

Wat is de plaats van de flexie en extensie foto's?

Aanbeveling

Er is geen plaats voor flexie- en extensieopnamen in de diagnostiek van acute traumatische cervicale wervelletsels.

Conclusies

Niveau 2	<p>Uit kadaverstudies blijkt dat, ook bij uitgebreid ligamenteair letsel, de sensitiviteit van flexie- en extensieopnamen laag is.</p> <p><i>A2 Brown 2005</i> <i>B Subramanian 2006</i></p>
Niveau 3	<p>Er zijn aanwijzingen dat flexie- en extensieopnamen in 30% van de gevallen niet conclusief zijn.</p> <p><i>B Insko 2002</i> <i>C Wang 1999, Anglen 2002</i></p>
Niveau 3	<p>Er zijn aanwijzingen dat flexie- en extensieopnamen door manipulatie van de CWK potentieel kunnen leiden tot morbiditeit.</p> <p><i>C Sliker 2005</i></p>
Niveau 3	<p>Er zijn aanwijzingen dat bij patiënten met een GCS <9 en een normale CT geen ligamenteair letsel zal worden aangetoond met FE.</p> <p><i>B Padayachee 2006</i></p>
Niveau 3	<p>Er zijn aanwijzingen dat flexie- en extensieopnamen geen aanvullende waarde hebben na een CT-scan.</p> <p><i>B Spiteri 2006</i></p>

Samenvatting literatuur

Een groot nadeel van flexie-extensieopnamen is dat dit onderzoek in ongeveer 30% van de gevallen, ten gevolge van onvoldoende beweging, niet-conclusief is (Wang 1999, Anglen 2002, Insko 2002). Uit twee kadaverstudies komt naar voren dat ook bij uitgebreid ligamenteair letsel van de cervicale wervelkolom de

sensitiviteit van flexie-extensieopnamen laag is (Brown 2005, Subramanian 2006). Omdat op de laterale opname de laag cervicale wervelkolom vaak niet is afgebeeld, kan een letsel met abnormale beweeglijkheid op dit niveau niet zichtbaar zijn, hetgeen morbiditeit kan veroorzaken, zeker wanneer wordt gemanipuleerd om dit deel van de CWK toch in beeld te krijgen (Sliker 2005).

In een studie van Padayachee waren bij 276 comateuze patiënten met een normale CT van de cervicale wervelkolom de flexie- en extensieopnamen bijna altijd normaal (n=261), vals positief (n=6), inadequaaf bij 9 patiënten en in slechts 1 geval (0,4%) vals negatief (Padayachee 2006).

In een retrospectieve studie van 87 patiënten, met een instabiele cervicale wervelkolom na trauma, werd CT met flexie- en extensieopnamen vergeleken (Spiteri 2006). Hieruit bleek flexie-extensie een veilige procedure, maar had geen toegevoegde waarde ten opzichte van CT.

Overwegingen

Geen overige overwegingen.

Verantwoording

Laatst beoordeeld : 15-11-2019

Laatst geautoriseerd : 15-11-2019

Voor de volledige verantwoording, evidence tabellen en eventuele aanverwante producten raadpleegt u de Richtlijnendatabase.

Referenties

- Ackland HM, Cooper DJ, Malham GM, Stuckey SL. (2006). Magnetic resonance imaging for clearing the cervical spine in unconscious intensive care trauma patients. *J Trauma*, 60, 668-73.
- Albrecht RM, Kingsley D, Schermer CR, Demarest GB, Benzel EC, Hart BL. (2001). Evaluation of cervical spine in intensive care patients following blunt trauma. *World J Surg*, 25 (8), 1089-96.
- American College of Radiology (2007). ACR Appropriateness Criteria, Suspected Cervical Spine Trauma. http://acr.org/SecondaryMainMenuCategories/quality_safety/app_criteria/pdf/Expert_0_0-
- American College of Surgeons Committee on trauma (2004). Advanced Trauma Life Support Program for Doctors. 7 ed, 0, 0-.
- Anglen J, Metzler M, Bunn P, Griffiths H. (2002). Flexion and extension views are not cost-effective in a cervical spine clearance protocol for obtunded trauma patients. *J Trauma*, 52, 54-9.
- Antevil JL, Sise MJ, Sack DI, Kidder B, Hopper A, Brown CV. (2006). Spiral computed tomography for the initial evaluation of spine trauma: A new standard of care. *J Trauma*, 61, 382-7.
- Barrett TW, Mower WR, Zucker MI, Hoffman JR. (2006). Injuries missed by limited computed tomographic imaging of patients with cervical spine injuries. *Ann Emerg Med*, 47, 129-33.
- Benzel EC, Hart BL, Ball PA, Baldwin NG, Orrison WW, Espinosa MC. (1996). Magnetic resonance imaging for the evaluation of patients with occult cervical spine injury. *J Neurosurg*, 85 (5), 824-9.
- Berne JD, Velmahos GC, El-Tawil Q, Demetriades D, Asensio JA, Murray JA, et al. (1999). Value of complete cervical helical computed tomographic scanning in identifying cervical spine injury in the unevaluable blunt trauma patient with multiple injuries: a prospective study. *J Trauma*, 47, 896-902.
- Berry GE, Adams S, Harris MB, Boles CA, McKernan MG, Collinson F, et al. (2005). Are plain radiographs of the spine necessary during evaluation after blunt trauma? Accuracy of screening torso computed tomography in thoracic/lumbar spine fracture diagnosis. *J Trauma*, 59, 1410-3.
- Blackmore CC, Ramsey SD, Mann FA, Deyo RA. (1999). Cervical spine screening with CT in trauma patients: a cost-

- effectiveness analysis. *Radiology*, 212, 117-25.
- Brenner DJ, Hall EJ. (2007). Computed tomography—an increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med*, 357 (22), 2277-84.
- Brix G, Nagel HD, Stamm G, Veit R, Lechel U, Griebel J, et al. (2003). Radiation exposure in multi-slice versus single-slice spiral CT: results of a nationwide survey. *Eur Radiol*, 13 (8), 1979-91.
- Brown T, Reitman CA, Nguyen L, Hipp JA. (2005). Intervertebral motion after incremental damage to the posterior structures of the cervical spine. *Spine*, 30, E503-E508.
- Como JJ, Thompson MA, Anderson JS, Shah RR, Claridge JA, Yowler CJ, et al. (2007). Is magnetic resonance imaging essential in clearing the cervical spine in obtunded patients with blunt trauma. *J Trauma*, 63 (3), 544-9.
- Contractor N, Thomas M. (2002). Towards evidence based emergency medicine: best BETs from Manchester Royal Infirmary. Swimmers view or supine oblique views to visualise the cervicothoracic junction.. *Emerg Med J*, 19, 550-1.
- Daffner RH, Hackney DB. (2007). ACR Appropriateness Criteria on suspected spine trauma. *J Am Coll Radiol*, 4 (11), 762-75.
- Daffner RH, Sciulli RL, Rodriguez A, Protetch J. (2006). Imaging for evaluation of suspected cervical spine trauma: a 2-year analysis. *Injury*, 37 (7), 652-8.
- Daffner RH (2000). Cervical radiography for trauma patients: a time-effective technique. *AJR Am J Roentgenol*, 175 (5), 1309-11.
- Daffner RH (2001). Helical CT of the cervical spine for trauma patients: a time study. *AJR Am J Roentgenol*, 177 (3), 677-9.
- D'Alise MD, Benzel EC, Hart BL. (1999). Magnetic resonance imaging evaluation of the cervical spine in the comatose or obtunded trauma patient. *J Neurosurg*, 91, 54-9.
- Diaz JJ, Jr, Aulino JM, Collier B, Roman C, May AK, Miller RS, et al. (2005). The early work-up for isolated ligamentous injury of the cervical spine: does computed tomography scan have a role?. *J Trauma*, 59 (4), 897-.
- Diaz JJ, Jr, Gillman C, Morris JA, Jr., May AK, Carrillo YM, Guy J (2003). Are five-view plain films of the cervical spine unreliable? A prospective evaluation in blunt trauma patients with altered mental status.. *J Trauma*, 55, 658-63.
- Gestring ML, Gracias VH, Feliciano MA, Reilly PM, Shapiro MB, Johnson JW, et al. (2002). Evaluation of the lower spine after blunt trauma using abdominal computed tomographic scanning supplemented with lateral scanograms. *J Trauma*, 53, 9-14.
- Griffen MM, Frykberg ER, Kerwin AJ, Schinco MA, Tepas JJ, Rowe K, et al. (2003). Radiographic clearance of blunt cervical spine injury: plain radiograph or computed tomography scan. *J Trauma*, 55, 222-6.
- Grogan EL, Morris JA, Jr, Dittus RS, Moore DE, Poulouse BK, Diaz JJ, et al. (2005). Cervical spine evaluation in urban trauma centers: lowering institutional costs and complications through helical CT scan. *J Am Coll Surg*, 200, 160-5.
- Hanson JA, Blackmore CC, Mann FA, Wilson AJ. (2000). Cervical spine injury: a clinical decision rule to identify high-risk patients for helical CT screening. *AJR Am J Roentgenol*, 174, 713-7.
- Hauser CJ, Visvikis G, Hinrichs C, Eber CD, Cho K, Lavery RF, et al. (2003). Prospective validation of computed tomographic screening of the thoracolumbar spine in trauma. *J Trauma*, 55, 228-34.
- Hidajat N, Maurer J, Schroder RJ, Nunnemann A, Wolf M, Pauli K, et al. (1999). Relationships between physical dose quantities and patient dose in CT. *Br J Radiol*, 72 (858), 556-.
- Hoffman JR, Mower WR, Wolfson AB, Todd KH, Zucker MI. (2000). 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*, 343, 94-9.
- Hogan GJ, Mirvis SE, Shanmuganathan K, Scalea TM. (2005). Exclusion of unstable cervical spine injury in obtunded patients with blunt trauma: is MR imaging needed when multi-detector row CT findings are normal. *Radiology*, 237 (1), 106-13.
- Holmes JF, Akkinepalli R. (2005). Computed tomography versus plain radiography to screen for cervical spine injury: a meta-analysis. *J Trauma*, 58, 902-5.
- Holmes JF, Panacek EA, Miller PQ, Lapidis AD, Mower WR. (2003). Prospective evaluation of criteria for obtaining thoracolumbar radiographs in trauma patients. *J Emerg Med*, 24, 1-7.
- Inaba K, Munera F, McKenney M, Schulman C, de MM, Rivas L, et al. (2006). Visceral torso computed tomography for clearance of the thoracolumbar spine in trauma: a review of the literature. *J Trauma*, 60, 915-20.
- Insko EK, Gracias VH, Gupta R, Goettler CE, Gaieski DF, Dalinka MK. (2002). Utility of flexion and extension radiographs of the cervical spine in the acute evaluation of blunt trauma. *J Trauma*, 53, 426-9.

- Keiper MD, Zimmerman RA, Bilaniuk LT. (1998). MRI in the assessment of the supportive soft tissues of the cervical spine in acute trauma in children. *Neuroradiology*, 40 (6), 359-63.
- Kirshblum SC, O'Connor KC. (1998). Predicting neurologic recovery in traumatic cervical spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*, 79, 1456-66.
- Mathen R, Inaba K, Munera F, Teixeira PG, Rivas L, McKenney M, et al. (2007). Prospective evaluation of multislice computed tomography versus plain radiographic cervical spine clearance in trauma patients. *J Trauma*, 62 (6), 1427-31.
- McCulloch PT, France J, Jones DL, Krantz W, Nguyen TP, Chambers C, et al. (2005). Helical computed tomography alone compared with plain radiographs with adjunct computed tomography to evaluate the cervical spine after high-energy trauma. *J Bone Joint Surg Am*, 87, 2388-94.
- Menaker J, Philp A, Boswell S, Scalea TM. (2008). Computed tomography alone for cervical spine clearance in the unreliable patient—are we there yet. *J Trauma*, 64 (4), 898-903.
- Miyajima F, Furlan JC, Aarabi B, Arnold PM, Fehlings MG. (2007). Acute cervical traumatic spinal cord injury: MR imaging findings correlated with neurologic outcome—prospective study with 100 consecutive patients. *Radiology*, 243, 820-7.
- Morris CG, McCoy E. (2004). Clearing the cervical spine in unconscious polytrauma victims, balancing risks and effective screening. *Anaesthesia*, 59, 464-82.
- Muchow RD, Resnick DK, Abdel MP, Munoz A, Anderson PA. (2008). Magnetic resonance imaging (MRI) in the clearance of the cervical spine in blunt trauma: a meta-analysis. *J Trauma*, 64 (1), 179-89.
- Origi D, Vigorito S, Villa G, Bellomi M, Tosi G. (2006). Survey of computed tomography techniques and absorbed dose in Italian hospitals: a comparison between two methods to estimate the dose-length product and the effective dose and to verify fulfilment of the diagnostic reference levels. *Eur Radiol*, 16 (1), 227-37.
- Padayachee L, Cooper DJ, Irons S, Ackland HM, Thomson K, Rosenfeld J, et al. (2006). Cervical spine clearance in unconscious traumatic brain injury patients: dynamic flexion-extension fluoroscopy versus computed tomography with three-dimensional reconstruction. *J Trauma*, 60, 341-5.
- Panacek EA, Mower WR, Holmes JF, Hoffman JR. (2001). Test performance of the individual NEXUS low-risk clinical screening criteria for cervical spine injury. *Ann Emerg Med*, 38, 22-5.
- Rhea JT, Sheridan RL, Mullins ME, Novelline RA. (2001). Can chest and abdominal trauma CT eliminate the need for plain films of the spine. Experience with 329 multiple trauma patients. *Emerg Radiol*, 8, 99-104.
- Rybicki F, Nawfel RD, Judy PF, Ledbetter S, Dyson RL, Halt PS, et al. (2002). Skin and thyroid dosimetry in cervical spine screening: two methods for evaluation and a comparison between a helical CT and radiographic trauma series. *AJR Am J Roentgenol*, 179, 933-7.
- Sarani B, Waring S, Sonnad S, Schwab CW. (2007). Magnetic resonance imaging is a useful adjunct in the evaluation of the cervical spine of injured patients. *J Trauma*, 63 (3), 637-40.
- Schenarts PJ, Diaz J, Kaiser C, Carrillo Y, Eddy V, Morris JA, Jr. (2001). Prospective comparison of admission computed tomographic scan and plain films of the upper cervical spine in trauma patients with altered mental status. *J Trauma*, 51, 663-8.
- Schoenwaelder M, Maclaurin W, Varma D. (2009). Assessing potential spinal injury in the intubated multitrauma patient: does MRI add value. *Emerg Radiol*, 16 (2), 129-32.
- Schuster R, Waxman K, Sanchez B, Becerra S, Chung R, Conner S, et al. (2005). Magnetic resonance imaging is not needed to clear cervical spines in blunt trauma patients with normal computed tomographic results and no motor deficits. *Arch Surg*, 140, 762-6.
- Sheridan R, Peralta R, Rhea J, Ptak T, Novelline R. (2003). Reformatted visceral protocol helical computed tomographic scanning allows conventional radiographs of the thoracic and lumbar spine to be eliminated in the evaluation of blunt trauma patients. *J Trauma*, 55, 665-9.
- Sliker CW, Mirvis SE, Shanmuganathan K. (2005). Assessing cervical spine stability in obtunded blunt trauma patients: review of medical literature. *Radiology*, 234, 733-9.
- Spiteri V, Kotnis R, Singh P, Elzein R, Madhu R, Brooks A, et al. (2006). Cervical dynamic screening in spinal clearance: now redundant. *J Trauma*, 61 (5), 1171-7.
- Stassen NA, Williams VA, Gestring ML, Cheng JD, Bankey PE. (2006). Magnetic resonance imaging in combination with helical computed tomography provides a safe and efficient method of cervical spine clearance in the obtunded trauma patient. *J Trauma*, 60 (1), 171-7.

- Steigelman M, Lopez P, Dent D, Myers J, Corneille M, Stewart R, et al. (2008). Screening cervical spine MRI after normal cervical spine CT scans in patients in whom cervical spine injury cannot be excluded by physical examination. *Am J Surg*, 196 (6), 857-62.
- Stiell IG, Clement CM, McKnight RD, Brison R, Schull MJ, Rowe BH, et al. (2003). The Canadian C-spine rule versus the NEXUS low-risk criteria in patients with trauma. *N Engl J Med*, 349, 2510-8.
- Stiell IG, Wells GA, Vandemheen KL, Clement CM, Lesiuk H, De Maio VJ, et al. (2001). The Canadian C-spine rule for radiography in alert and stable trauma patients. *JAMA*, 286, 1841-8.
- Subramanian N, Reitman CA, Nguyen L, Hipp JA. (2007). Radiographic assessment and quantitative motion analysis of the cervical spine after serial sectioning of the anterior ligamentous structures. *Spine*, 32 (5), 518-26.
- Tomycz ND, Chew BG, Chang YF, Darby JM, Gunn SR, Nicholas DH, et al. (2008). MRI is unnecessary to clear the cervical spine in obtunded/comatose trauma patients: the four-year experience of a level I trauma center. *J Trauma*, 64 (5), 1258-63.
- Touger M, Gennis P, Nathanson N, Lowery DW, Pollack CV, Jr, Hoffman JR, et al. (2002). Validity of a decision rule to reduce cervical spine radiography in elderly patients with blunt trauma. *Ann Emerg Med*, 40, 287-93.
- VROM (2008). Dossier straling. <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=9394#3,0,0->
- Wang JC, Hatch JD, Sandhu HS, Delamarter RB. (1999). Cervical flexion and extension radiographs in acutely injured patients. *Clin Orthop Relat Res*, 365, 111-6.
- Widder S, Doig C, Burrowes P, Larsen G, Hurlbert RJ, Kortbeek JB. (2004). Prospective evaluation of computed tomographic scanning for the spinal clearance of obtunded trauma patients: preliminary results. *J Trauma*, 56, 1179-84.
- Winslow JE, Hinshaw JW, Hughes MJ, Williams RC, Bozeman WP. (2008). Quantitative assessment of diagnostic radiation doses in adult blunt trauma patients. *Ann Emerg Med*, 52 (2), 93-7.
- Wintermark M, Mouhsine E, Theumann N, Mordasini P, van Melle G, Leyvraz PF, et al. (2003). Thoracolumbar spine fractures in patients who have sustained severe trauma: depiction with multi-detector row CT. *Radiology*, 227, 681-9.

Classificatie van acute traumatische wervelletfels

Uitgangsvraag

Hoe kunnen wervelletfels het beste geclassificeerd worden in de acute fase?

Aanbeveling

Classificeer wervelletfels met behulp van de AOSpine classificatie.

Inleiding

Classificatiesystemen worden beschouwd als noodzakelijke instrumenten voor het conceptuele raamwerk van diagnose en behandeling. Tevens zijn het communicatiemiddelen ten behoeve van de ernst van de letsels en de resultaten van verschillende behandelingen. Men dient zich echter te realiseren dat een classificatiesysteem een gereedschap is dat bij intelligent gebruik alleen een 'educated guess' mogelijk maakt over de gevolgen van het letsel. Wervelfracturen zijn complexe letsels, en een simpele indeling is daarom vaak niet haalbaar. Een indeling van traumatische wervelletfels in 'stabiele' en 'instabiele' letsels heeft vaak tot verwarringen geleid en wordt afgeraden.

Samenvatting literatuur

No literature search was performed for this chapter as the nature of the clinical question does not lend itself for a literature search.

Overwegingen

Historisch is er een aantal systemen gebruikt voor classificatie van verschillende letsels van verschillende regio's. De meest systematische benadering was de 'Comprehensive Classification' van de thoracale en lumbale wervelkolom door Magerl en collega's, ook bekend als AO-classificatie (Magerl, 1994). Voor de cervicale wervelkolom werden diverse, meestal beschrijvende classificatiesystemen gebruikt. Zo ontwikkelde een internationale groep het concept van *spinal injury severity scoring* met TLICS (*thoracolumbar injury classification and severity scoring*) en SLIC (*Subaxial Injury Classification*) (Vaccaro, 2005, Vaccaro, 2007). Dit waren meer behandelalgoritmes, grotendeels gebaseerd op de Magerl-classificatie.

De internationale non-profit organisatie AOSpine heeft afgelopen jaren de classificatie van wervelletfels systematisch beoordeeld en een moderne synthese van de Magerl en TLICS-/ SLIC-concepten ontwikkeld. Het resultaat, het AOSpine classificatiesysteem, is een compleet classificatiesysteem geworden voor alle traumatische letsels van de gehele wervelkolom, gebaseerd op dezelfde basisconcepten (Vaccaro, 2013; Vaccaro, 2016). De werkgroep is van mening dat het goed is om dit classificatiesysteem aan te houden om zo aan te sluiten bij de internationale ontwikkelingen en omdat dit classificatiesysteem momenteel het meest gebruikt wordt.

Het classificatiesysteem wordt hieronder kort toegelicht. Voor een grafische weergave wordt verwezen naar de AO Surgery Reference website: (<https://www2.aofoundation.org/wps/portal/surgery?showPage=diagnosis&bone=Spine&segment=Overview>) en de Surgery Reference app voor smartphones.

Verder is er een AOSpine classificatie toolkit beschikbaar:

<https://aospine.aofoundation.org/Structure/education/online-education/classifications/Pages/classifications.aspx>.

AOSpine classificatie

Bij deze AOSpine classificatie worden drie items separaat beoordeeld: Morfologie van letsels, neurologisch status, en klinische modifiers.

Morfologie van letsels

Bij een letsel van de wervelkolom kunnen laesies ontstaan van het corpus vertebrae, de intervertebrale discus, de facetgewrichten, de lamina en de anterieure en posterieure ligamenten. Voor een beter begrip van de gevolgen van de letsels kunnen we gebruikmaken van het hijskraanmodel. Bij letsels van de corpus en disci met intacte posterieure ligamentair complex (PLC) is de hijskraan relatief stabiel. Maar bij letsels van het PLC kunnen zelfs relatief simpelere breuken van het corpus grote gevolgen hebben. Bij ernstige letsels van beide structuren is er sprake van een ineenzakking.

- type A - compressieletsels: hierbij ontstaan compressie-, slijtings- en 'burst'-fracturen van het corpus onder axiale compressiekrachten, bij intact gebleven PLC;
- type B - distractieletsels: hierbij is er letsel van de posterieur of anterieur ligamentencomplexen, meestal in combinatie met een type-A-fractuur;
- type C - verplaatsingsletsels: letsels van alle elementen waarbij een (laterale en/of rotatoire) verplaatsing (fractuurdislocatie) optreedt.

In deze classificatie zijn de fracturen zodanig gerangschikt dat ze in ernst en mate van instabiliteit en de kans op neurologische schade toenemen; type C is het ernstigst wat betreft graad van mechanische instabiliteit en kans op neurologisch letsel. Deze basis indeling is aangepast voor de verschillende onderdelen van de wervelkolom.

Type A: compressieletsels

Deze letsels zijn het gevolg van axiaal-compressieve krachten met intact posterieur en anterieur ligamentencomplexen. Bij de compressieletsels worden drie typen beschreven: de compressie-, de slijtings- en de verbrijzelings- of 'burst'-fracturen.

Het meest voorkomende letsel is de compressiefractuur (type A1). Bij dit letsel ontstaat een laesie van de voorzijde van het corpus zonder betrokkenheid van de achterste cortex. Het wervellichaam is wigvormig gedeformeerd, maar het spinale kanaal blijft intact. De fractuur wordt als stabiel beschouwd. Bij iets groter geweld of zwakte van het corpus ten gevolge van osteoporose kan het wervellichaam worden gespleten. Hierbij ontstaat een slijtingsfractuur, waarbij de bovenliggende discus in het wervellichaam wordt geperst en de ruimte tussen de fractuurfragmenten opvult (type A2). Dit verhoogt het risico op het ontstaan van een pseudoartrose of een avasculaire necrose van de ventrale fragmenten. Bij 'burst'-fracturen is een laesie van de dekplaat opgetreden waarbij ook de achterste cortex van het corpus is gefractureerd. Aangezien de dekplaat de zwakste structuur is binnen het bewegingssegment, zal deze onder axiale druk en bij een intacte discus als eerste bezwijken (*burst out*). Bij toenemende axiale druk ontstaan verschillende vormen 'burst'-fracturen. Meestal is er sprake van een dorsoapicaal botfragment van het corpus, dat door dorsale verplaatsing de inhoud van het

wervelkanaal kan comprimeren. In ongeveer 50% van de gevallen ontstaat een begeleidend neurologisch letsel. Bij betrokkenheid van enkele dek- of sluitplaten spreken we van type A3. Bij betrokkenheid van zowel de dek- als sluitplaat, dus het gehele corpus, van type A4.

Deze subverdeling in types (1, 2, 3 en 4) wordt ook in subaxiaal CWK, TWK, TLWK en LWK-letsels en type B en C-letsels gebruikt (zie ook de volgende paragraaf) om de mate van betrokkenheid van de anterieure column aan te duiden.

Type B: distractieletsels

Bij een type B-letsel heeft een flexie of extensiekracht distractieletsel veroorzaakt. Dit type fractuur in flexie werd vroeger vaak gezien bij gebruik van tweepuntsautogordels. Bij een botsing wordt de bestuurder en/of de passagier met zijn bekken door de gordel aan zijn stoel vastgehouden, terwijl de romp naar voren doorvliegt. Zo ontstaat naast de compressie op het corpus ook een distractiekracht op de achterste structuren van de wervelkolom. Daardoor ontstaat een letsel in het transversale vlak in het corpus van anterieur naar de achterste elementen van de wervelkolom (Type B1). Bij andere typen hoogenergetische letsels kunnen ook verschillende soorten letsels van het PLC ontstaan in combinatie met fracturen van het corpus (Type B2). Bij dit soort letsels komt vooral een verscheuring voor van het achterste ligamentcomplex, in combinatie met een (sub)luxatie of fractuur van de facetgewrichten. Deze letsels gaan vaak samen met een type-A-fractuur van het corpus. Deze letsels worden als instabiel beschouwd en gaan vaak gepaard met neurologisch letsel. Bij ankylotische wervelkolom, bij bijvoorbeeld Bechterew of diffuse idiopathische skeletale hyperostosis (DISH) kan een soortgelijk letsel ook ontstaan in hyperextensie (Type B3) waarbij een verscheuring van anterieure ligamenten plaats vindt.

Type C: fractuurdislocatie

Bij een type C-letsel treedt een grove verplaatsing van de wervels op, zowel rotatoir als naar lateraal. Bij dit type letsel zijn alle structuren van de wervelkolom ernstig beschadigd. Dit fractuurtype wordt als zeer instabiel beschouwd. Het letsel gaat meestal gepaard met ernstige neurologische schade en soms met letsels van de grote vaten en viscerale organen.

Deze morfologische indeling wordt kort samengevat in een figuur.

Neurologische status

Naast de radiologische diagnose is het neurologisch onderzoek van belang om de ernst van een eventueel begeleidend neurologisch letsel te classificeren. Uiteindelijke neurologische functioneren van een patiënt wordt geclassificeerd volgens de ASIA-schaal (American Spinal Injury Association; <http://www.asia-spinalinjury.org>). Maar in de acute fase is het niet mogelijk met zekerheid de score op deze schaal vast te stellen. Daarom heeft de AOSpine een indeling geïntroduceerd voor de neurologische status in de acute fase die gebruikt kan worden als onderdeel van de classificatie van alle wervelletsels:

- N0: Geen neurologie.
- N1: Passegere (anamnestisch) uitval volledig hersteld ten tijde van onderzoek.
- N2: Betrokkenheid van alleen zenuwwortels.
- N3: Incomplete ruggenmerg letsel of complete of incomplete cauda equina letsel.
- N4: Volledig motor en sensorisch uitval.

- NX: Neurologie onbekend / niet te onderzoeken.

Klinische modifiers

Deze modifiers zijn de specifieke aspecten, zoals polytrauma, ankylose, osteoporose die belangrijk kunnen zijn in besluitvorming over behandeling. Voor elke aparte onderdeel van de wervelkolom zijn deze modifiers verschillend en beschreven in de classificatie.

In de aanverwante producten zijn de letsels van de subaxiale cervicale wervelkolom, de letsels van de hoogcervicale wervelkolom en de letsels van de thoracale en lumbale wervelkolom verder beschreven.

Verantwoording

Laatst beoordeeld : 15-11-2019

Laatst geautoriseerd : 15-11-2019

Voor de volledige verantwoording, evidence tabellen en eventuele aanverwante producten raadpleegt u de Richtlijndatabase.

Referenties

Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, et al. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *Eur Spine J.* 1994;3(4):184-201. PubMed PMID: 7866834.

Vaccaro AR, Lehman RA Jr, Hurlbert RJ, et al. A new classification of thoracolumbar injuries: the importance of injury morphology, the integrity of the posterior ligamentous complex, and neurologic status. *Spine (Phila Pa 1976).* 2005 Oct 15;30(20):2325-33. PubMed PMID: 16227897.

Vaccaro AR, Hurlbert RJ, Patel AA, et al; Spine Trauma Study Group. The subaxial cervical spine injury classification system: a novel approach to recognize the importance of morphology, neurology, and integrity of the disco-ligamentous complex. *Spine (Phila Pa 1976).* 2007 Oct 1;32(21):2365-74. Review. PubMed PMID: 17906580.

Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK, et al.; AOSpine Spinal Cord Injury & Trauma Knowledge Forum. AOSpine thoracolumbar spine injury classification system: fracture description, neurological status, and key modifiers. *Spine (Phila Pa 1976).* 2013 Nov 1;38(23):2028-37. doi:10.1097/BRS.0b013e3182a8a381. PubMed PMID: 23970107.

Vaccaro AR, Koerner JD, Radcliff KE, et al. AOSpine subaxial cervical spine injury classification system. *Eur Spine J.* 2016 Jul;25(7):2173-84. doi: 10.1007/s00586-015-3831-3. Epub 2015 Feb 26. PubMed PMID: 25716661.

Timing operatie bij acuut traumatisch wervelkolomschade met neurologische uitval

Uitgangsvraag

Wat is de optimale timing van operatie bij patiënten met een acute traumatische wervelkolomschade met neurologische uitval?

Aanbeveling

Opereer een patiënt met acuut traumatisch wervelkolomschade met progressieve neurologische uitval binnen 8 uur na indicatiestelling (categorie 2).

Opereer een patiënt met acuut traumatische wervelkolomschade met neurologische uitval (zonder progressie) bij voorkeur op de dag van indicatiestelling, of in ieder geval de volgende kalenderdag (categorie 3).

Inleiding

Er blijkt nog veel variatie te zijn in de timing van operatie bij patiënten met een acuut traumatisch wervelletsel (Ter Wengel, 2018). Doel van deze module is om te komen tot een evidence-based advies met betrekking tot de optimale timing van de operatie bij patiënten met een traumatische dwarslaesie, en zo ook bij te kunnen dragen aan een zo groot mogelijke kans op herstel van de patiënt.

Nb. De indicatie tot een operatieve behandeling zal altijd genomen moeten worden op basis van de operabiliteit van de patiënt. Indien op basis van de lichamelijke conditie van de patiënt een operatie mogelijk is, dan is het advies van de werkgroep om deze richtlijnmodule te volgen.

Conclusies

PICO 1: Surgery within 24 hours after injury versus surgery between 24 and 72 hours

<p>Very Low GRADE</p>	<p>The effectiveness of surgery within 24h after injury when compared to surgery between 24 to 72h after trauma in patients with traumatic spinal cord injury on mortality is unclear.</p> <p><i>References: (Bourassa-Moreau, 2013; Sohail umerani, 2013; Rahimi-Movaghar, 2014; Fehlings, 2012)</i></p>
<p>- GRADE</p>	<p>None of the studies did evaluate the effectiveness of early surgery (<24h) when compared with late surgery (24 to 72h) with respect to quality of life in patients with acute traumatic spinal cord injury. Hence no conclusion can be drawn.</p>

Very Low GRADE	<p>The effectiveness of early (< 24h) when compared with late (between 24 and 72h) surgery with respect to the number of complications in patients with traumatic spinal cord injury is unclear.</p> <p><i>References: (Rahimi-Movaghar, 2014; Fehlings, 2012; Bourassa-Moreau, 2012)</i></p>
---------------------------	--

Very Low GRADE	<p>The effectiveness of early (<24h) when compared with late (between 24 and 72h) surgery with respect to the neurological recovery in patients with traumatic spinal cord injury is unclear.</p> <p><i>References: (Bourassa-Moreau, 2016; McKinley, 2004; Battistuzzo, 2016; Rahimi-Movaghar, 2014; Fehlings, 2012; Sohail Umerani, 2013)</i></p>
---------------------------	--

PICO 2: Surgery within 8 hours after injury versus surgery between 8 and 72 hours.

- GRADE	<p>Due to the small number of cases, no conclusion can be drawn about the effectiveness of early surgery (<8h) compared with late (between 24 and 72h) surgery with respect to mortality in patients with acute traumatic spinal cord injury.</p> <p><i>References: (Jug, 2015)</i></p>
--------------------	--

- GRADE	<p>Due to absence of data, no conclusion can be drawn about the effectiveness of early surgery (< 8h) compared with late (between 8 and 72h) surgery with respect to quality of life in patients with traumatic spinal cord injury.</p>
--------------------	--

Very low GRADE	<p>It is unclear whether early surgery (within 8h after the injury) when compared to later surgery (between 8 and 72h) improves or causes a deterioration in length of hospital stay, the number of complications and neurological recovery in patients with traumatic spinal cord injury.</p> <p><i>References: (Jug, 2015)</i></p>
---------------------------	--

Samenvatting literatuur

PICO 1: Surgery within 24 hours after injury versus surgery between 24 and 72 hours

Description of included studies

Seven studies answered our first research question, one RCT and six observational studies. In total 1168 patients were included.

Randomized controlled trials

Rahimi-Movaghar (2014) was a single blind RCT. Thirty-five patients with traumatic thoracolumbar injury (between T1 and L1) were included and the data of 15 patients treated within 24h and of 18 patients treated between 24 and 72h could be analyzed (two patients died). Patient recruitment was still ongoing (target study

size of 328 patients). Reported outcome measures included the results of neurological examination, complications, length of hospital stay and mortality. There were slightly more patients with AIS-grade B (26 versus 6%) and less patients with grade C (5 versus 25%) in the late surgery group. Furthermore, more patients from the late group had been involved in an automobile crash (74 versus 25%) and there had been less falls in this group.

Observational studies - with adjusted analyses

Bourassa-Moreau (2013) evaluated retrospectively the benefits of an early (< 24h) versus late (> 24h, mean 67.3h) surgical intervention in patients with complete traumatic spinal cord injury with respect to non-neurological complications (total, pneumonia, pressure ulcer and urinary tract infection). Data of 197 patients were included. Multivariate binary logistic regression analyses using a backward elimination method was used to adjust for potential confounding variables.

Fehlings (2012; STASCIS) was a prospective multicenter cohort study in which 313 patients with acute cervical spinal cord injury participated. The primary outcome was the change in AIS grade at 6 months follow-up. Patients were treated early (< 24h, n=182) or late (> 24h, mean 48.3±29.3h, n=131), depending on the time elapsed post injury at patients' hospital arrival, the time required to obtain diagnostic investigations, and the discretion of the attending spinal surgeon. At 6 months, 5 patients had died, 86 patients were lost to follow-up and 222 patients were evaluable. The groups were not comparable: patients in the early surgery cohort were younger and AIS grades A's and B's were more present, while C' and D's were more present in the late group. The analysis for the outcome 'AIS grade' was adjusted for preoperative neurologic status and steroid administration (after eliminators of predictors with p-values >0.05).

Observational studies - analyses unadjusted or unclear analyses

Bourassa-Moreau (2016) was a prospective study evaluating the impact of early surgical decompression (< 24h) on neurological recovery in patients with complete cervical or thoracolumbar spinal cord injury (AIS A). In total, 53 consecutive patients could be included in the study, 38 patients were treated within 24h, and 15 between 24 and 72h. Neurological recovery (improvement in AIS) was determined at rehabilitation discharge. The authors mentioned that they constructed a regression model adjusted for potential confounders, but it is not clear whether the final analyses were indeed adjusted, as only p-values and the results of some stratified analyses were provided.

McKinley (2004) was a retrospective case series comparing early, late and no surgery. The patient sample consisted of patients with nonpenetrating traumatic SCI who completed an inpatient rehabilitation program. Patients were included based on injury type and completeness of data. For our research question, only the comparisons between the patients who were operated on the same day of the injury (within 24h, n=73), the day hereafter (n=143) and the second day after injury (n=91) were of interest. Loss to follow-up was substantial, ~55% in the patients treated on the day of injury, 37 to 48% in the patients treated on the first day after injury and 37 to 49% in the patients treated on the second day after injury. For these subgroups, only the results on neurologic recovery were reported. The AIS injury level categories were recoded into numeric format to compute changes scores. The authors unfortunately did not present the number of patients that improved one or more Asia grades, but reported the mean change. Here, we present these changes in scores between admission and one-year follow-up.

Sohail Umerani (2014) was a prospective study evaluating the effects of early (< 24h) versus late (> 24h, mean 52.7h, range 31 to 124h) decompressive surgery in 98 patients (18 to 65 years) with cervical SCI (grade AIS A to D). The AIS was determined on admission and after 6 months.

Battistuzzo (2016) was a retrospective study among patients aged between 15 and 70 years with isolated spinal cord injury (C3-T1). The scope of this article was different from the scope of this literature summary: the main objectives of the study were 1) to determine the time until decompression and 2) to identify the substantial delays until decompression. The authors, however, also report the results of their analyses focusing on the optimal timing of early decompression. No upper limit was defined for the late group, although from figure 2 it is clear that most patients were treated within 72h. Data of 165 patients (86% of complete sample) could be included in the analysis.

Results

Mortality

Bourassa-Moreau (2016), McKinley (2004) and Battistuzzo (2016) did not report data on mortality.

Rahimi-Movaghar (2014) reported that two patients died, one in each group.

Bourassa-Moreau (2013) reported that six patients had died, two (4%) patients in the early group and four (3%) in the late group, $p=0.672$.

Fehlings (2012) reported that in both the early and late surgery group one patient died within 30 days after injury. Three patients from the early group died at a later time point in the study period.

Sohail umerani (2014) reported that five patients died during the study period; one patient from the early group and four in the delayed group.

In total, the studies reported that eight out of 287 patients in the early surgery groups (2.7%) and ten out of 349 patients in the late surgery groups (2.9%) died. We decided not to pool the data as the number of cases per study was small, and it is not possible to adjust for possible confounders.

Quality of life

None of the included studies reported data on quality of life.

Start of rehabilitation/length of hospitalization

Bourassa-Moreau (2016), Bourassa-Moreau (2013), McKinley (2004), Battistuzzo (2016), Fehlings (2012) and Sohail Umerani (2014) did not report data on the length of hospitalization.

Rahimi-Movaghar (2014) reported that the mean length of hospital stay was 7 ± 7.13 days in the early group and 9.7 ± 8.28 days in the late surgery group, the difference was not statistically significant.

Complications (infection, bleeding, exaggeration of neurological complains)

Bourassa-Moreau (2016), McKinley (2004) and Battistuzzo (2016) did not report data on complications.

Rahimi-Movaghar (2014) reported that two patients (one in each group) experienced a deep vein thrombosis. Furthermore, in the late group there were two wound infections, one CSF leak, one meningitis and one decubitus ulcer. There was one unilateral T6 revision and one bilateral T9 revision in the early surgery group, and unilateral revisions of T12, T9 and T7 (latter in the same patient). There was also one rod fracture in the late surgery group one year after surgery.

Bourassa-Moreau (2013) reported that 42% of the patients treated within 24h and 63% of the patients treated after 24h had at least one non-neurological complication, Adj OR = 2.39, 95% CI=1.24 to 4.63 (model with tetraplegia and ISS). Surgical timing was also a predictor of pneumonia (Adj OR=2.28, 95% CI=1.02 to 5.08) and urinary tract infection (Adj OR= 2.69, 95% CI=1.16 to 6.25), but not for pressure ulcers.

Fehlings (2012) reported 48 complications (n=44) in the early group and 49 complications (n=40) in the late group, the between-group difference in the number of patients with at least one complication was not statistically different, p=0.21.

Sohail Umerani (2014) reported a complication rate of 11%, four in the early group and seven in the delayed group.

Neurologic recovery

Bourassa-Moreau (2013) did not report on the neurological recovery.

Rahimi-Movaghar (2014) reported that 53% of the patients with thoracolumbar spinal cord injury in the early surgery group and 44% of the patients in the late surgery group had improved at least one AIS grade. Three patients from the early surgery group and one patient from the late surgery group improved two AIS grades. The ASIA motor scores did not progress in patients with complete spinal cord injury, while patients with incomplete SCI did improve (early: from 77±22 to 92±12; late: from: 68±22 to 82±16). Statistical analyses were not performed.

Fehlings (2012) reported that 74 (56.5%) of the patients with cervical spinal cord injury in the early surgery group and 45 (49%) in the late surgery group improved at least one AIS grade, Adj OR =1.4, 95%CI=0.8 to 2.57. Twenty-six (19.8%) of the patients in the early surgery group and eight (8.8%) in the late surgery group improved more than two AIS grades, Adj OR = 2.8, 95%CI=1.1 to 7.28.

Battistuzzo (2016) reported that there was no difference between the number of patients in the group decompressed ≤ 24h and the group decompressed > 24h that improved 2 or 3 AIS-grades between surgical hospital admission and rehabilitation discharge, p=0.35. However, the authors mention that "A relationship between the time of spinal decompression and the proportion of patients improving by 2 to 3 AIS-grades was evident when the data were divided by time." And "A progressive lower proportion of patients improved by 2 to 3 AIS-grades as the time to decompression increased (Fisher's exact test, p<0.005).

Bourassa-Moreau (2016) reported that 13/38 patients (34%) treated <24h post-injury improved from complete spinal cord injury to AIS B, AIS C or AIS D, while only 2/15 patients (13%) treated \geq 24h improved. This difference was not significant, $p=0.18$. In the subgroup analysis, neurological recovery was not associated with surgical delay in thoracolumbar injury, $p=0.99$ (but only 6 of 33 patients improved). In patients with complete cervical spinal cord injury early surgery (< 24h; 9 of 14 patients (64%) was significantly associated with neurological improvement, when compared with late surgery (\geq 24h; 0 of 6 patients), $p=0.008$.

McKinley (2004) reported that the change scores in ASIA motor index from acute care to 1-year follow-up were not significantly different between the three groups, $X^2=3.87$, $p=0.144$. There was however a significant difference between groups in change in AIS-score, $X^2=6.61$, $p=0.037$, mean day 1 =0.74, standard deviation (SD)=0.96, day 2: mean=0.59, SD=1.08; day 3: mean 0.28, SD=0.86.

Sohail Umerani (2014) reported that 18/34 (53%) of the patients with cervical spinal cord injury in the early group and 25/64 (39%) of the patients in the late group improved at least one AIS grade, and the difference between these groups was statistical significant: OR=3.12, 95% CI=1.21 to 8.02. An improvement of at least 2 ASIA grades was seen in 7/34 (23%) of the patients in the early group and 5/64 (9%) of the patients in the late group, the differences was not significant: OR=3.05, 95% CI=0.89 to 10.51.

We did not pool the data as the studies are quite heterogeneous and most studies did not properly or clearly adjust the analyses for potential confounders.

Level of evidence

RCTs start at high level of evidence and observational studies start at a low level of evidence. The level of evidence for the outcome measure 'mortality' was downgraded by three levels due to small number of cases (imprecision) and the inability to perform an adjusted analysis. The provided quality of the evidence is very low.

The level of evidence for the outcome measure 'quality of life' cannot be determined as none of the studies included this outcome measure.

The level of evidence for the outcome measure 'length of hospital stay' was downgraded by 3 levels due to the inclusion of only one underpowered RCT (imprecision) with incomparable groups with respect to AIS grade (risk of bias). The final level of the quality of the evidence is very low.

The level of evidence for the outcome measure 'complications' is downgraded to the level 'very low'. This outcome measure was included in 3 studies (Bourassa-Moreau, 2013; Rahimi-Movaghar, 2014; Fehlings, 2012). Rahimi-Movaghar (2014) was a small underpowered RCT, and no statistical analyses for this specific outcome measure were performed. The results of Bourassa-Moreau (2013) and Fehlings (2012) are heterogeneous and the total number of cases is relatively small (imprecision). In the study of Fehlings (2012) the specific analysis was likely not adjusted for confounders.

If we would restrict study inclusion to studies with adjusted analyses (i.e. Bourassa-Moreau, 2013), this would not have changed the level of evidence or the formulation of the conclusion, as we would still have to downgrade for imprecision (inclusion of only one study with a limited sample size).

The level of evidence for the outcome measure 'neurological recovery' is downgraded to the level 'very low'. We included a small underpowered RCT, but no statistical analyses for this specific outcome measure were performed in this study. The remaining studies varied in design, the included population and results. Most of these studies did not properly adjust for potential confounders, hence pooling was considered inappropriate.

If we would restrict study inclusion to studies with adjusted analyses (i.e. Fehlings, 2011), this would not have changed the level of the evidence or the formulation of the conclusion as we would still have to downgrade for the risk of bias (substantial loss-to-follow-up) and the imprecision (inclusion of only one study with a limited sample size).

PICO 2: Surgery within 8 hours after injury versus surgery between 8 and 72 hours.

Description of the included study

Jug (2015) was a prospective study evaluating the impact of early (< 8h) versus late (8 to 24h) surgical decompression in a consecutive sample of 48 patients with a fracture or dislocation between C3 and C7 and an AIS-grade A, B or C. Six patients were lost to follow-up: three patients died (two in early group and one in the late group), in two patients the decompression was inadequate (one in each group), and one patient in the early group was lost to follow-up and no reason was provided. Outcome measures included the neurological outcome (AIS-grade and Asia Motor score) at six months and complications, but length of hospital stay and mortality were also reported. Groups were not completely comparable: More patients from the control condition were transferred from other hospitals ($p < 0.001$) and there were more patients with grade AIS B in the early group (23 versus 5%, not statistically different). The analysis for neurological outcome (at least two-grade AIS improvement) was adjusted for pre-operative AIS-grade and the degree of spinal canal compromise.

Results

Mortality

Jug (2015) reported that two patients (8%) in the intervention group and one patient (5%) in the control group had died.

Quality of life

Jug (2015) did not report data on quality of life.

Start of rehabilitation/length of hospitalization

Jug (2015) reported that the median length of hospital stay did not differ between the patients (< 8h-group: 38.8, 8 to 24h-group: 48.8, $p > 0.05$).

Complications (infection, bleeding, exaggeration of neurological complains)

Jug (2015) reported that they did not find between-group differences for the categories 'surgical infections', 'CSF leak', 'Cardiovascular' or 'Gastrointestinal'. Ten patients in both groups had pneumonia during the first month after injury ($p > 0.05$).

Neurologic recovery

Jug (2015) reported that 10 patients (46%) in the <8h group and 2 patients (10%) in the 8 to 24h group improved at least two AIS grades. The 'risk' on improving was factor 2.08 higher for the early group (95% CI=1.12 to 3.87). When the analyses were adjusted for AIS-grade and degree of spinal compromise, a significant difference was found: Adj odds = 11.08, $p=0.004$. The median change in ASIA motor score was also significantly larger in the early group (38.5) when compared with the late group (15.0), $p=0.047$ (one-sided Mann-Whitney U test).

Level of evidence

The level of evidence cannot be determined for the outcome measure 'mortality' due to a very low number of cases.

The level of evidence cannot be determined for the outcome measure 'quality of life' due to absence of data.

Observational studies start at a low grade. The level of evidence for the outcome measures 'length of hospital stay', 'complications' and 'neurologic recovery' were downgraded by one level due to the inclusion of only one study with a relatively small study population.

Zoeken en selecteren

A systematic review of the literature was performed to answer the following research question:
What are the favourable and unfavourable effects of early surgery as compared with late surgery in patients with acute traumatic spinal cord injury?

PICO 1:

P: patients >16 years of age with a traumatic spinal cord injury;

I: early surgery (within 24 hours after injury);

C: late surgery (between 24 and 72 hours after injury);

O: neurologic recovery, mortality, quality of life, start of the rehabilitation/length of hospitalization, complications (infections, bleeding, exaggeration of neurological complains).

PICO 2:

P: patients >16 years of age with a traumatic spinal cord injury;

I: early surgery (within 6 to 12 hours after injury);

C: late surgery (between 6 to 12 and 72 hours after injury);

O: neurologic recovery, mortality, quality of life, start of the rehabilitation/length of hospitalization, complications (infections, bleeding, exaggeration of neurological complains).

Relevant outcome measures

The working group considered neurologic recovery, mortality and quality of life as critical outcome measures for decision-making, and complications and rehabilitation/length of hospitalization as important outcome measures for decision-making. The working group defined neurological recovery as a change in ASIA-grade. For quality of life only results determined using validated questionnaires (for example the Short-form 36) were considered. The working group did not define the remaining outcome measures a priori, but applied the definitions used in the articles.

The working group considered any statistical significant difference in neurological recovery and mortality/survival as clinically important.

Based on Ostelo (2008), a within-group improvement of 20 to 30% relative to baseline can be seen as a clinically important improvement in quality of life. This corresponds roughly with a 15-points difference for the different domains of the SF-36 (0 to 100). In correspondence with the guideline 'ongeïndstrumenteerde wervelkolomchirurgie' (NVvN, 2018), the working group also applied this percentage as the clinically important between-groups differences.

Search and select (Methods)

The databases Medline (via OVID), Embase (via Embase.com) were searched for studies published between 1990 and December 2017 using relevant search terms for systematic reviews, randomized controlled trials (RCTs) and observational studies. The detailed search strategy is depicted under the tab Methods. The literature search resulted in 851 hits.

Based on title and abstract, 80 studies were selected. Hereafter, the full-text articles of the selected possible systematic reviews were considered. However, as no suitable recent review could be identified (there were large differences between the reviews with respect to the included studies, without clear explanation), we decided to include RCTs and observational studies based on the following criteria: evaluating the effectiveness of a surgical intervention within 24 (or 8) hours after injury when compared with surgery performed between a mean or median 24 to 72 (or 8 to 72) hours after the injury in patients ≥ 16 years of age with an acute traumatic spinal cord injury. Furthermore, at least one of the defined outcome measures had to be included.

After examination of full-text, a total of 72 studies were excluded, and eight studies were included in this literature summary. Seven studies answered the first part of research question (PICO 1) and one study answered the second part of the research question (PICO 2). Important study characteristics and results are depicted in the evidence tables. The assessment of the risk of bias is depicted in the risk of bias tables.

Overwegingen

Uit de literatuursamenvatting werd over het algemeen een zeer lage bewijskracht gevonden voor de in deze module gekozen uitkomstmaten. In de geïnccludeerde studies zagen we veel variatie ten aanzien van de gekozen procedures en uitkomsten. Het effect van een vroege (< 24 uur) of late operatie (> 24 uur en < 72 uur) bij patiënten met traumatische wervelletsel met neurologische uitval blijft daarmee onduidelijk. Het is gezien de ethische bezwaren onwaarschijnlijk dat er in de toekomst gerandomiseerde studies worden uitgevoerd waarin de vergelijking tussen een vroege en late operatie zal worden onderzocht. De bewijskracht zal daarom ook in de toekomst waarschijnlijk laag blijven. Er zijn echter wel een aantal belangrijke overwegingen te noemen die van invloed zijn op de besluitvorming.

Verschillende observationele studies (Bourassa-Moreau, 2016; Jug, 2015; Grassner, 2016; Guha, 1987; Dimar, 1999) suggereren dat er mogelijk een positief effect is van een vroege operatie op het aantal patiënten met substantieel neurologisch herstel. Dit bewijs is sterker voor de cervicale dan de thoracolumbale ruggenmergletsels (Fehlings, 2012; Rahimi-Movaghar, 2014). Zo rapporteerde een recente review met meta-analyse dat zelfs patiënten met een complete cervicale dwarslaesie significant sterk neurologisch herstel

doormaakten wanneer zij binnen 24 uur werden geopereerd (Ter Wengel, 2018). Los van het potentiële effect op de neurologische uitkomst zou een vroege operatie mogelijk gepaard kunnen gaan met minder complicaties en een kortere opnameduur (Bourassa-Moreau, 2013; Bourassa-Moreau, 2013). Recente internationale richtlijn raden aan om een vroege operatie (< 24h) als optie aan te bieden aan alle patiënten met acuut traumatisch wervelletsel met neurologische uitval, ongeacht het niveau of ernst van het letsel (Fehlings, 2017).

Er zijn geen gegevens uit de Nederlandse situatie over de kosteneffectiviteit van de een vroege (< 24 uur) versus een late operatie (> 24 uur) bij patiënten met een acuut traumatisch wervelletsel met neurologische uitval. Vanuit een patiëntenperspectief zal er in de meeste gevallen een voorkeur zijn voor een vroege operatie.

In april 2018 - tijdens de ontwikkeling van deze module - is de richtlijn 'Beleid rondom spoedoperaties' met daarin de module 'Classificatiesystemen spoedoperaties' geautoriseerd. In deze module wordt voorgesteld om vier categorieën voor classificaties van spoedoperaties in te voeren:

- Categorie 1: minuten (binnen 30 minuten).
- Categorie 2: uren (binnen acht uur).
- Categorie 3: dagen (bij voorkeur op de dag van de indicatiestelling of in ieder geval de volgende kalenderdag).
- Categorie 4: een week.

De genoemde tijden gelden vanaf het moment van indicatiestelling tot het moment waarop de operatie start en gaan niet over de tijdslimieten voor een specifiek ziektebeeld of een specifieke patiënt. In de aanverwante producten ('Spoedlijsten') is de 'trauma wervelkolom met progressieve neurologie' ingedeeld in categorie 2 en 'wervelkolomletsel/wervelkolomfractuur met neurologische uitval' ingedeeld in categorie 3. De werkgroep kiest ervoor om het voorgestelde classificatiesysteem en de gemaakte onderverdeling in progressieve en niet-progressieve neurologische uitval te volgen.

Soms is het door een inadequade chirurgische capaciteit of ziekenhuislogistiek lastig om een patiënt tijdig te opereren (Middleton, 2012). Een survey van Franssen (2016) rondom de pre-hospitale zorg voor patiënten met traumatisch neurologische uitval in Nederland wees uit dat het noodzakelijk is om best-practice richtlijnen te ontwikkelen en te implementeren. De werkgroep acht echter dat het in Nederland mogelijk moet zijn om de acute wervelkolom traumazorg zo te organiseren dat operatieve behandeling in het geval van neurologische uitval tijdig wordt uitgevoerd. De werkgroep raadt aan om lokale protocollen rondom de patiëntenzorg en logistiek te evalueren en zo nodig te optimaliseren (zie ook de module Organisatie van zorg).

Momenteel is de Surgical Treatment for Spinal Cord Injury (SCI-POEM) studie open (NCT01674764), en de verwachting is dat de datacollectie in 2020 voltooid is. In deze observationele studie (n=300) wordt onderzocht of een vroege operatieve interventie (≤ 12 uur na trauma) ten opzichte van een late operatieve interventie (> 12 uur en < 14 dagen na trauma) de motorische uitkomsten in patiënten met een acuut traumatische ruggenmergletsel verbeteren. Hopelijk gaat deze studie verdere inzichten geven.

Verantwoording

Laatst beoordeeld : 15-11-2019

Laatst geautoriseerd : 15-11-2019

Voor de volledige verantwoording, evidence tabellen en eventuele aanverwante producten raadpleegt u de Richtlijndatabase.

Referenties

- Battistuzzo CR, Armstrong A, Clark J, et al. Batchelor PE. Early Decompression following Cervical Spinal Cord Injury: Examining the Process of Care from Accident Scene to Surgery. *J Neurotrauma*. 2016 Jun 15;33(12):1161-9. doi: 10.1089/neu.2015.4207. Epub 2016 Mar 9. PubMed PMID: 26650510.
- Bourassa-Moreau É, Mac-Thiong JM, Li A, et al. Do Patients with Complete Spinal Cord Injury Benefit from Early Surgical Decompression? Analysis of Neurological Improvement in a Prospective Cohort Study. *J Neurotrauma*. 2016 Feb 1;33(3):301-6. doi: 10.1089/neu.2015.3957. Epub 2016 Jan 7. PubMed PMID: 26494114.
- Bourassa-Moreau E, Mac-Thiong JM, Feldman DE, et al. Non-neurological outcomes after complete traumatic spinal cord injury: the impact of surgical timing. *J Neurotrauma*. 2013 Sep 15;30(18):1596-601. doi: 10.1089/neu.2013.2957. Epub 2013 Aug 12. PubMed PMID: 23829420.
- Bourassa-Moreau É, Mac-Thiong JM, Ehrmann Feldman D, Thompson C, Parent S. Complications in acute phase hospitalization of traumatic spinal cord injury: does surgical timing matter? *J Trauma Acute Care Surg*. 2013 Mar;74(3):849-54. doi: 10.1097/TA.0b013e31827e1381. PubMed PMID: 23425747.
- Fehlings MG, Tetreault LA, Wilson JR, et al. A Clinical Practice Guideline for the Management of Patients With Acute Spinal Cord Injury and Central Cord Syndrome: Recommendations on the Timing (≤ 24 Hours Versus > 24 Hours) of Decompressive Surgery. *Global Spine J*. 2017;7(3 Suppl):195S-202S. doi: 10.1177/2192568217706367. Epub 2017 Sep 5. PubMed PMID: 29164024; PubMed Central PMCID: PMC5684850.
- Fehlings MG, Vaccaro A, Wilson JR, et al. Early versus delayed decompression for traumatic cervical spinal cord injury: results of the Surgical Timing in Acute Spinal Cord Injury Study (STASCIS). *PLoS One*. 2012;7(2):e32037. doi: 10.1371/journal.pone.0032037. Epub 2012 Feb 23. PubMed PMID: 22384132; PubMed Central PMCID: PMC3285644.
- Jug M, Kejžar N, Vesel M, et al. Neurological Recovery after Traumatic Cervical Spinal Cord Injury Is Superior if Surgical Decompression and Instrumented Fusion Are Performed within 8 Hours versus 8 to 24 Hours after Injury: A Single Center Experience. *J Neurotrauma*. 2015 Sep 15;32(18):1385-92. doi: 10.1089/neu.2014.3767. Epub 2015 Apr 22. PubMed PMID: 25658291.
- McKinley W, Meade MA, Kirshblum S, et al. Outcomes of early surgical management versus late or no surgical intervention after acute spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(11):1818-25. PubMed PMID: 15520977.
- Nederlandse Vereniging voor Neurochirurgie. (2018). Richtlijn Ongeinstrumenteerde wervelkolomchirurgie. Utrecht: NVvN.
- Nederlandse Vereniging voor Heelkunde. (2018). Richtlijn Beleid rondom spoedoperaties. Utrecht: NVvH
- Rahimi-Movaghar V, Niakan A, Haghnegahdar A, et al. Early versus late surgical decompression for traumatic thoracic/thoracolumbar (T1-L1) spinal cord injured patients. Primary results of a randomized controlled trial at one year follow-up. *Neurosciences (Riyadh)*. 2014 Jul;19(3):183-91. PubMed PMID: 24983279; PubMed Central PMCID: PMC4727651.
- Ter Wengel PV, De Witt Hamer PC, Paupit JC, et al. Early Surgical Decompression Improves Neurological Outcome after Complete Traumatic Cervical Spinal Cord Injury: A Meta-Analysis. *J Neurotrauma*. 2018 Oct 25. doi: 10.1089/neu.2018.5974. (Epub ahead of print) PubMed PMID:30244639.
- Ter Wengel PV, Feller RE, Stadhouder A, et al. Timing of surgery in traumatic spinal cord injury: a national, multidisciplinary survey. *Eur Spine J*. 2018 Mar 23. doi: 10.1007/s00586-018-5551-y. (Epub ahead of print) PubMed PMID: 29572739.
- Umerani MS, Abbas A, Sharif S. Clinical Outcome in Patients with Early versus Delayed Decompression in Cervical Spine Trauma. *Asian Spine J*. 2014;8(4):427-34. doi: 10.4184/asj.2014.8.4.427. Epub 2014 Aug 19. PubMed PMID:25187859; PubMed Central PMCID: PMC4149985.

Behandeling van odontoid (dens) type 2 fracturen

Uitgangsvraag

Wat is de plaats van een operatieve of conservatieve behandeling bij patiënten met een type II odontoidfractuur?

Aanbeveling

Bespreek met een patiënt met een odontoidfractuur zowel de operatieve als conservatieve behandelopties en de voor- en nadelen. Maak samen de keuze voor één van deze opties.

Bij keuze voor een conservatieve behandeling voor een odontoid fractuur:

- monitor de patiënt (poli)klinisch en radiologisch gedurende minimaal drie maanden;
- overweeg een secundaire operatieve behandeling bij patiënten met persisterende pijn en radiologische aanwijzingen van pseudartrose.

Inleiding

Odontoidfracturen (densfracturen) zijn de meest voorkomende letsels van de cervicale wervelkolom bij ouderen (Chapman, 2013). Dit type breuk gaat zelden gepaard met neurologisch letsel, maar de mortaliteit na een dergelijk trauma is aanzienlijk (Robinson, 2014). In de praktijk zien we een grote variatie in de behandeling van deze breuken. Operatieve fixatie zorgt voor snelle stabilisatie en vroege revalidatie, wat mogelijk gunstige effecten zou kunnen hebben in deze kwetsbare patiëntenpopulatie. Een conservatieve behandeling kan leiden tot pseudartrose en indien symptomatisch alsnog een operatieve ingreep. Echter, een primaire operatieve behandeling wordt in deze kwetsbare groep patiënten ook geassocieerd met vele complicaties. Op dit moment is er geen consensus over de optimale behandelstrategie bij patiënten ≥ 60 jaar met een odontoidfractuur.

Conclusies

Very Low GRADE	<p>The effect of surgery on short-term and longer-term mortality when compared to conservative treatment in patients 60 years of age or older with a type II odontoid fracture is unclear.</p> <p><i>References: (Chapman, 2013; Schoenfeld, 2011)</i></p>
- GRADE	<p>Given the paucity of available evidence, it is not possible to draw a conclusion about the effectiveness of surgery when compared to conservative treatment with respect to the outcomes 'complications' and 'fracture healing (union)' in patients 60 years of age or older with a type II odontoid fracture.</p>

Samenvatting literatuur

Description of included studies

Two observational studies including 478 patients answered our research question.

Chapman (2013) evaluated the difference in mortality rates in 322 consecutive elderly (65 years and older) patients with odontoid fractures type II. 165 patients were treated surgically, and 157 patients were managed non-surgically. As the study was retrospective in design, some demographic characteristics could not be retrieved for a substantial number of the patients. Outcome measures included mortality at 30 days and long-term mortality. There was a difference in follow-up times: there were 276.7 persons-years for non-surgical patients and 384.5 person-years for surgical patients. Analyses were adjusted for age, sex and the Charlson comorbidity index.

Schoenfeld (2011) assessed the influence of age, comorbidities and treatment type on mortality in 156 patients > 65 years at time of the injury (between 1991 to 2006) or older with an acute Type II odontoid fracture. Forty-four of these patients were treated surgically. Mortality rates were calculated at 3 months, 1 year, 2 years and 3 years. Multivariable Cox proportional hazard regression including a propensity score was used to evaluate the risk factors for mortality. Factors included in the score included age, sex, race, preoperative ambulatory status, preoperative living situation, discharge destination, smoking status, trauma type and neurologic involvement. However, the final models remained somewhat unclear; it was for instance not reported which data (of which time point) was used in the analyses, and why analyses were stratified for age (age was also included in the propensity score). It further seems that analyses comparing surgery and conservative treatment were not adjusted for the Carlson comorbidity index. However, the authors mentioned that: "The hazard ratio for having at least one comorbidity compared to having zero comorbid conditions was 1.7 (95%CI:0.9 to 3.2)."

Results

Mortality (short term)

Chapman (2013) reported that at 30 days post injury, 14% of the patients had died; 11 patients that were treated surgically and 35 non-surgically treated patients. Patients treated non-surgically had poorer survival at 30 days post injury: Adj HR=3.0, 95% CI=1.51 to 5.94. At maximum follow-up (time to death for deceased patients or time from injury to date of medical record abstraction), 142 patients had died, and no difference in mortality rate were found between these two groups: Adj HR=1.35, 95% CI=0.97 to 1.89.

Schoenfeld (2011) reported a mortality rate of 11% (3 months), 21% (1 year) and 25% (2 and 3 years) for the patients that had been treated surgically and of 25% (3 months), 36% (1 year), 41% (2 years) and 45% at 3 years for patients that had been treated conservatively. They only reported HRs associated with surgery stratified for age: For patients aged between 65-74 years: HR=0.4, 95% CI=0.01 to 1.5; for patients aged between 75 to 84 years: HR=0.8, 95% CI=0.3 to 2.3; for patients aged \geq 85 years: HR=1.9, 95% CI=0.6 to 6.1. Of note, there were only 13 patients aged between 65 and 74 and 10 patients of \geq 85 years treated surgically.

Complications

Chapman (2013) and Schoenfeld (2011) did not report data on complication rates.

Fracture healing

Chapman (2013) and Schoenfeld (2011) did not report data on radiological healing (union) of the fractures.

Level of evidence

Observational studies start at a GRADE low. Given the limited number of cases (203, imprecision) and the risk of bias in the study of Schoenfeld (2011; unclear adjustment for covariates), the final level of evidence is very low.

Due to the absence of data, the level of evidence for the outcome measures 'complication' and 'fracture healing (union)' cannot be determined.

Zoeken en selecteren

A systematic review of the literature was performed to answer the following question:

What are the favourable and unfavourable effects surgery as compared with conservative therapy in patients aged 60 years or older with a type II odontoid fracture?

P: patients 60 years of age or older with a type II odontoid fracture;

I: surgical treatment;

C: conservative treatment (collar, cast or halo-vest);

O: mortality/survival, fracture healing at 3 or 6 months post injury, and complications.

Relevant outcome measures

The working group considered mortality/survival and complications as critical outcome measures for decision-making, and considered fracture healing as an important outcome measure for the decision-making.

The working group did not define the outcome measures a priori, but applied the definitions used in the individual articles.

The working group considered any statistically significant difference in mortality/survival and complications as a clinically important difference.

Search and select (Method)

On 17 May 2017 we conducted an orienting search in the databases Medline (via OVID) and Embase (Elsevier) for systematic reviews evaluating the effectiveness of surgery when compared to conservative treatment in patients with a traumatic spinal injury. After the initial selection, the review of Robinson (2014) was selected as starting point for this specific literature review. The articles included in Robinson (2014) that met our inclusion criteria considering the minimal number of included patients (n=20 per study arm, see below) were evaluated for inclusion. Furthermore, a comprehensive search strategy was developed to search the databases Medline (via OVID) and Embase (via Embase.com) for articles published between January 2013 and August 2017. The search strategy included relevant search terms for systematic reviews, randomized controlled trials RCTs and observational studies. Both the orienting and the specific search strategy are depicted under the tab Methods.

Based on the data provided by Robinson (2014), seven articles were selected for full-text review. In addition, based on the title and abstract, a total of 16 additional studies were selected. Three of these studies were also included in Robinson (2014).

Full text articles were selected based on the following criteria: systematic review (search performed in at least

two databases, results of the individual studies presented and risk of bias assessment available), randomized controlled trial or observational study comparing surgical treatment versus conservative treatment in patients > 60 years of age with type II odontoid fracture. At least 20 patients had to be included in each of the study arms. Furthermore, at least one of the defined outcome measures had to be included, and in observational studies the final analyses should have been adjusted for 'age' and 'co-morbidity' or the necessity to adjust for these variables should have been evaluated.

After examination of full-text, a total of 18 studies were excluded, and two studies were included in this literature summary. Important study characteristics and results are depicted in the evidence tables. The assessment of the risk of bias is depicted in the risk of bias tables.

Overwegingen

Er zijn geen studies gevonden waarin een prospectieve vergelijking is gemaakt tussen een operatieve behandeling en een conservatieve behandeling met betrekking tot de uitkomstmaten 'complicaties' en 'fracturegenezing' bij patiënten (≥ 60 jaar) met een odontoid fractuur. Wel zijn er twee studies gevonden waarin de uitkomstmaat 'mortaliteit' is onderzocht, maar de bewijskracht voor deze uitkomst is zeer laag. Hoewel sommige studies getracht hebben te corrigeren voor comorbiditeit, is het niet duidelijk of in de studies de operatieve en conservatieve behandelgroep gelijkwaardig waren op essentiële parameters als fitheid en levensverwachting. Het is mogelijk dat patiënten met een slechtere algemene conditie minder snel de operatie worden aangeboden, en dit zou mogelijk de hogere mortaliteit op korte termijn in deze groep (Chapman, 2013) kunnen verklaren. De doodsoorzaken worden niet duidelijk beschreven in de aanwezige literatuur, daardoor blijft het ook onduidelijk hoeveel de breuk, de behandeling en behandeling gerelateerde complicaties hebben bijgedragen tot deze (mogelijk) vroegtijdige mortaliteit. Dat dit in het algemeen een kwetsbare groep is, is zeker. Er is meer inzicht nodig in de optimale behandeling en de factoren die bijdragen aan de hoge sterfte, zodat de behandelstrategieën kunnen worden geoptimaliseerd voor individuele patiënten. Er is een Europese multicenter parallelle cohortstudie (INNOVATE trial; NTR3630) gaande die wellicht op langere termijn meer duidelijkheid kan geven.

Gezien de huidige beschikbare informatie beschouwt de werkgroep beide behandelstrategieën aanvaardbare opties in patiënten 60 jaar of ouder met type II odontoid fracturen door een laag energetisch trauma mechanisme. Vanuit de patiënt is er meestal geen duidelijke voorkeur, omdat beide behandelopties voor- en nadelen hebben. In deze groep met een hoog risico op serieuze complicaties, waaronder mortaliteit, moeten patiënten goed geïnformeerd worden over de consequenties van de gekozen behandeling, en moet de patiënt betrokken worden in de besluitvorming. Wanneer er gekozen wordt voor een conservatief behandeling moet de patiënt goed gemonitord en gevolgd worden. De werkgroep stelt voor om de patiënt zowel radiologisch als (poli)klinisch voor een periode van minimaal drie maanden te vervolgen. Een secundaire operatieve behandeling moet overwogen worden in patiënten met persisterende pijn en radiologische aanwijzingen van een pseudartrose.

De keuze voor een behandelstrategie zou niet afhankelijk moeten zijn van de beschikbare (operatieve) expertise in het behandelende centrum. Het is belangrijk dat er goed afgebakende en functionerende regionale netwerken zijn, waarin de patiënt eventueel kan worden verwezen naar een gespecialiseerd centrum, zie hiervoor ook de module "Organisatie van Zorg".

Verantwoording

Laatst beoordeeld : 15-11-2019

Laatst geautoriseerd : 15-11-2019

Voor de volledige verantwoording, evidence tabellen en eventuele aanverwante producten raadpleegt u de Richtlijndatabase.

Referenties

Chapman J, Smith JS, Kopjar B, et al. The AOSpine North America Geriatric Odontoid Fracture Mortality Study: a retrospective review of mortality outcomes for operative versus nonoperative treatment of 322 patients with long-term follow-up. *Spine*. 2013;38(13):1098-104.

Robinson Y, Robinson AL, Olerud C. Systematic review on surgical and nonsurgical treatment of type II odontoid fractures in the elderly. *Biomed Res Int*. 2014;2014:231948. doi: 10.1155/2014/231948. Epub 2014 Feb 10. Review. PubMed PMID: 24683543; PubMed Central PMCID: PMC3934525.

Schoenfeld AJ, Bono CM, Reichmann WM, et al. Type II odontoid fractures of the cervical spine: do treatment type and medical comorbidities affect mortality in elderly patients? *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011 May 15;36(11):879-85. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181e8e77c. PubMed PMID: 21217435; PubMed Central PMCID: PMC3261514.

Behandeling van A3/A4 fracturen

Uitgangsvraag

Wat is de plaats van een operatieve behandeling bij patiënten met een thoracolumbale A3 of A4 fractuur?

Aanbeveling

Bespreek met een patiënt met een A3 of A4 fractuur zowel de operatieve als conservatieve behandelopties en de voor- en nadelen. Maak samen de keuze voor één van deze opties.

Bij keuze voor een conservatieve behandeling voor een A3 of A4 fractuur:

Volg een patiënt met een A3 of A4 fractuur drie maanden met staande röntgenfoto's om progressieve deformiteit tijdig aan te tonen.

Alle patiënten:

Volg de patiënt minstens een jaar om mogelijke complicaties tijdig te kunnen behandelen.

Inleiding

Thoracolumbale A3-/A4-fracturen (de burstfracturen) zonder neurologische uitval zijn in de praktijk frequent voorkomende wervelletsels. Er is momenteel geen duidelijkheid over de optimale behandeling voor patiënten met dit type wervelletsel. Zowel de conservatieve als operatieve behandeling zijn goed beschreven en worden vaak toegepast in de praktijk. Met beide strategieën worden goede resultaten behaald, maar elke strategie heeft ook zijn eigen voor- en nadelen. De conservatieve behandeling met of zonder bracing kan resulteren in excellente klinische resultaten, zonder de risico's die inherent zijn aan operaties. Een conservatieve behandeling zou echter ook kunnen leiden tot een inadequaat lange termijn resultaat door het verlies aan spinale balans, posttraumatische kyphose met daarna een afname van spinale mobiliteit en belastbaarheid. Met een operatieve behandeling is het mogelijk om de spinale balans te optimaliseren, daarmee progressieve deformiteit en pijnklachten te verminderen en de terugkeer naar het werk of eigen sociale omgeving te bespoedigen. Een operatieve behandeling gaat echter gepaard met operatieve risico's en mogelijk hogere medische kosten op korte termijn. De huidige systematische review is uitgevoerd om een overzicht te verkrijgen van de huidige stand van de literatuur betreffende dit onderwerp.

Conclusies

- GRADE	Given the scarcity of data, no conclusion can be drawn concerning the effectiveness of an operative treatment when compared to nonoperative treatment on the proportion of patients with a traumatic burst fracture that recovered based on self-report.
-------------------	--

Very Low GRADE	<p>The effectiveness of operative treatment when compared with nonoperative treatment, with respect to the proportion of patients with a traumatic burst fracture that recovered according to clinician's assessment, is unclear.</p> <p><i>References: (Wood, 2003; Wood, 2015; Siebenga, 2006)</i></p>
-----------------------	--

Very Low GRADE	<p>The effectiveness of operative treatment when compared with nonoperative treatment with respect to the disability/quality of life of patients with a traumatic burst fracture is unclear.</p> <p><i>References: (Wood, 2003; Wood, 2015; Siebenga, 2006)</i></p>
-----------------------	---

Samenvatting literatuur

Description of included studies.

Two RCTs (n=87), described in three articles, answered our research question. Of note, in these studies patients were asked at baseline to indicate the disability that they had experienced before the injury, and not the disability they experienced after the injury.

Siebenga (2006) was a Dutch RCT in which 34 patients with thoracolumbar Type A spine fractures without neurologic deficit participated. The study compared operative treatment (short-segment posterior stabilization, standard scheme physiotherapy and wearing a Jewett hyperextension orthosis for three months) with nonsurgical treatment (minimal five days bed rest, standard scheme physiotherapy and wearing a Jewett hyperextension orthosis for three months). Patients in both groups were advised to not engage in heavy work or sports for three months. Implants were removed after 9 to 12 months, except in two patients with intraoperatively recognized AO type B fractures. The method of randomization is not further described. Patients were followed for minimal two years, the mean length of follow-up in both groups was 4.3 years. Two patients were lost to follow-up, one in each group. Outcome variables included the experienced disability/quality of life (Roland-Morris Disability Questionnaire, RMDQ-24, higher scores indicate more disability), the VAS Spine Score (measures patients' perception of pain and restriction in activities, related to problems of the back, higher scores indicate less disability) and the results of the radiographic evaluation: local sagittal angles (LSA; the angle made by the upper and lower endplate of the fractured vertebra) and regional sagittal angles (RSA; angle made by the upper endplate of the vertebra superior of the fractured vertebra and the lower endplate of the vertebra inferior to the fractured vertebra).

Wood (2003) was a RCT in which 53 consecutive patients with a stable thoracolumbar burst fracture and no neurological deficit were allocated to operative (posterior or anterior arthrodesis and instrumentation, n=26) or nonoperative treatment (body cast for 8 to 12 weeks followed by 4 to 8 weeks wearing thoracolumbosacral orthosis or only thoracolumbosacral orthosis for 12 to 16 weeks, n=27). Before the start of treatment, patients were first on bed rest for 1 to 5 days. Patients were followed for a minimal of 24 months and the follow-up results present the data obtained at an average follow-up of 44 month. Two patients from each group were lost to follow-up as they could not be contacted. Furthermore, two patients in the nonoperative treatment group had died. One additional patient was excluded, he/she had been allocated to the conservative treatment group, but could not tolerate the cast due to Parkinsons' disease and was operated on. Outcome measures included

disability/quality of life, as determined using the modified RMDQ, the Oswestry back-pain questionnaire, the Short-Form 36 (SF-36) Health Survey and radiographic results (kyphosis and the average degree of anteroposterior canal compromise (dividing the available anteroposterior diameter of the canal space at the injured level by the average of the diameter of the canal space at the two uninjured vertebrae cephalad and caudad to the injured level)).

Wood (2015) presented the long-term follow-up results of Wood (2003). Of the 47 patients included in the analyses of the 2003 publication (what happened with the patient with Parkinson's disease is unclear), 37 (n=19 operatively treated and n=18 nonoperatively treated) provided data for the long-term follow-up data. Three patients had died, and seven could not be located.

Results

Proportion of patients who recovered according to self-report.

None of the studies did include this or a similar outcome measure.

Proportion of patients who recovered according to clinicians' assessment

Siebenga (2006) reported an increasing kyphosis in the nonsurgical group (LSA baseline: -15.7° , final follow-up: -19.8° and RSA baseline: -13.1° , final follow-up: -19.5°). The course was different in the operatively treated patients: LSA baseline: -16.8° , after operation: -4.4° , final follow-up: -8.4° and RSA baseline: -10.9° , after operation: -1.9° , final follow-up: -8.6° . The kyphotic deformity (both RSA and LSA) were significantly less in the operative treated group at final follow-up, $p < 0.01$.

Wood (2003) reported that the average kyphosis for the operatively treated patient decreased from 10.1° (range: -10° to 32°) at admission to 5° (-10° to 25°) at discharge for the hospital, increased hereafter to 13° (-3° to 42°) at follow-up and to 13° (-5° to 42°) at long-term follow-up. The kyphosis in the nonsurgical group had a similar course: it was 11.3° (-12° to 30°) at baseline, 8.8° (-5.5° to 22°) on discharge, 13.8° (-3° to 28°) at follow-up and 19° (-10° to 29°) at long-term follow-up. No significant between-group differences were found with respect to the fracture kyphosis. The canal compromise improved in the operatively treated patients from 39% (range 13% to 63%) to 22% (0 to 58%) and in the nonsurgical group from 34% (range 5% to 75%) to 19% (0% to 46%). Wood (2015) further reported that in 64% of the patients there was disc-space narrowing, spur formation, kyphotic angulation, listhesis or combinations present at the segment immediately caudad to the area treated with instrumented fusion. Also, in 75% of the surgically treated patients degeneration of L3 to S1 was seen. Similarly, immediate adjacent-segment degeneration was seen in 70% of the patients treated conservatively, but only 55% had radiographic evidence of more caudad lumbar degeneration ($p=0.02$).

Experienced disability/Quality of life

Siebenga (2006) measured disability using the RMDQ-24 and the VAS Spine Score. At final follow-up, the operatively treated patients scored significantly better (mean (range) RMDQ-24 operative: 3.1 (0 to 14), nonsurgical: 8.9 (0 to 24), $p=0.03$; mean (range) VAS Spine Score operative: 81 (45 to 100), nonsurgical: 61 (11 to 100), $p=0.02$). Exclusion of an outlier from the nonsurgical group did not change the conclusions. Both groups scored worse (more pain/disability) on the follow-up measurements as compared with the baseline measurements.

Wood (2003)/Wood (2015) reported that overall patients treated operatively performed worse concerning the experienced disability/quality of life. For instance, the modified RMDQ scores of the patients treated nonoperatively were lower (i.e. less disability/pain: follow-up average (range) operative: 8.16 (0 to 19), nonoperative: 3.9 (0-24), $p=0.02$, long-term follow-up median (range) operative: 7 (0 to 19), nonoperative: 1 (0 to 9), $p=0.001$).

Level of evidence

Due to absence of data, the level of evidence for the outcome measure 'proportion of patients who recovered according to self-report' cannot be determined.

Randomized controlled trials start at a GRADE high. The level of the evidence for the outcome 'proportion of patients who recovered according to clinicians' assessment' is downgraded to the level 'very low', as we could only include two small, underpowered and heterogeneous RCT's, with conflicting results with some risk of bias concerns. Furthermore, although the results of the radiographic evaluation are provided, the interpretation of the results by the treating clinicians remain unclear.

The level of the evidence for the outcome measure 'experienced disability/quality of life' is downgraded to the level 'very low', as we could only include two small, underpowered and heterogeneous RCT's, with conflicting results and with some risk of bias concerns.

Zoeken en selecteren

A systematic review of the literature was performed to answer the following question:

What are the favourable and unfavourable effects of surgery as compared with conservative therapy in patients with a burst fracture?

P: adult (≥ 16 years of age) patients with a burst fracture;

I: surgical treatment;

C: conservative treatment;

O: proportion of patients who recovered according to self-report, proportion of patients who recovered according to clinicians' assessment, experienced disability, quality of life.

Relevant outcome measures

The working group considered experienced disability and quality of life critical outcome measures for decision-making, and considered 'proportion of patients who recovered according to self' and the 'proportion of patients who recovered according to clinical assessment' important outcome measures for decision-making.

For experienced disability and quality of life only results determined using validated questionnaires (for example the Roland-Morris Disability Questionnaire, Oswestry Disability Questionnaire and the Short-form 36 Health Survey) were considered. The working group did not define the remaining outcome measures a priori, but applied the definitions used in the individual articles.

Based on Ostelo (2008), a within-group improvement of 20 to 30% relative to baseline can be seen as a clinically important improvement. This corresponds roughly with a 5-point difference on the Roland-Morris

Disability Questionnaire (0 to 24), a 15-point difference on the Oswestry disability questionnaire (0 to 100), and 15 points differences for the different domains of the SF-36 (0 to 100). In correspondence with the guideline 'ongeinstrumenteerde wervelkolomchirurgie' (NVvN, 2018), the working group also applied this percentage as the clinically important between-groups difference.

Search and Select (Methods)

On 17 May 2017 we conducted an orienting search in the databases Medline (via OVID) and Embase (Elsevier) for systematic reviews evaluating the effectiveness of surgery when compared to conservative treatment in patients with a traumatic spinal injury. After the initial selection, the Cochrane review of Abudou (2013), was selected as starting point for this specific literature review; the articles included in Abudou (2013) were evaluated for inclusion in this literature summary. Furthermore, a search strategy was developed to search the databases Medline (via OVID) and Embase (via Embase.com) for articles published between October 2012 and December 2017. The search strategy included relevant search terms for systematic reviews and randomized controlled trials (RCTs). Both the orienting and the specific search strategy are depicted under the tab Methods.

Abudou (2013) includes two RCTs, and the articles of both studies were selected for full-text review. In addition, the additional search strategy resulted in 105 hits. Based on title and abstract, one study was selected for further reading. Full text articles were selected based on the following criteria: RCTs comparing surgical treatment and conservative treatment in patients with a burst fracture. Furthermore, at least one of the defined outcome measures had to be included.

After examination of full-text articles, a total of three publications describing two RCTs were included in this literature summary. Important study characteristics and results are depicted in the evidence tables. The assessment of the risk of bias is depicted in the risk of bias tables.

Overwegingen

Op basis van de beschikbare relevante data kan de werkgroep geen duidelijke conclusies trekken ten aanzien van de klinische uitkomsten. In de literatuursearch werden twee RCT's gevonden waarin een vergelijking is gemaakt tussen de chirurgische en conservatieve behandeling van thoracolumbale A3/A4 fracturen. In totaal werden in deze twee RCT's echter maar 81 patiënten geïnccludeerd (Siebenga, 2006; Wood, 2003).

De twee beschikbare studies verschillen behoorlijk in publicatietijdstip en follow-up tijd. Tevens worden er in de studies verschillende chirurgische behandelingen onderzocht. In de studie van Wood (2015) bestond de chirurgische studiemarm uit verschillende chirurgische opties, waardoor de resultaten ook voorzichtig geïnterpreteerd moeten worden. In de studie van Siebenga (2006) zijn patiënten behandeld middels short segment posterieure stabilisatie, er was hier dus waarschijnlijk minder variatie in de interventiearm. Mogelijk kunnen deze verschillen tussen de studies ook de verschillen in uitkomsten (gedeeltelijk) verklaren. Het is mogelijk dat het gebruik van een percutane chirurgische techniek tot betere, eenduidigere resultaten leidt, maar gegevens ontbreken.

De uitkomstmaten die voor deze patiëntpopulatie van belang zijn, zijn naar mening van de werkgroep onvoldoende gedefinieerd. Er bestaat een grote variatie in uitkomstmaten (bijv. in radiologische variabelen) die de medische specialist kan gebruiken om de uitkomst van een conservatieve of chirurgische behandeling te

beoordelen. Het is noodzakelijk dat er uniforme uitkomstmaten of diagnostische testen worden ontwikkeld waarmee de resultaten vanuit patiëntenperspectief en medische specialistisch perspectief goed kunnen worden gekwantificeerd.

Op basis van de beschikbare gegevens kan de werkgroep geen aanbevelingen formuleren ten faveure van de conservatieve of chirurgische behandeling van thoracolumbale A3/A4 fracturen. De behandelaar dient de voor en tegens van beide behandelingen in samenspraak met de patiënt af te wegen. De behandelstrategie mag niet afhankelijk zijn van het lokale behandelaanbod. Het is van belang om de zorg voor patiënten met wervelletsel door daarvoor opgeleide medische specialisten te laten uitvoeren of goede verwijzingsmogelijkheden voor handen te hebben (zie ook module Organisatie van zorg).

Het is belangrijk om alle patiënten, ongeacht de gekozen behandeling, goed op te volgen. Bij conservatieve behandeling van thoracolumbale A3/A4 fracturen adviseert de werkgroep patiënten minimaal drie maanden intensief (poli)klinisch en radiologisch te volgen. Hierbij moeten staande röntgenfoto's worden gemaakt om B-fracturen uit te sluiten of progressieve inzakking te kwantificeren.

Daarnaast adviseert de werkgroep om alle patiënten tenminste een jaar te volgen, aangezien de literatuur laat zien dat er na een jaar geen grote veranderingen meer voor lijken te komen (Dai, 2008; Chou, 2014; Bailey, 2014; Aras, 2016; Siebenga, 2006; Stadhouder, 2009; Stadhouder, 2008). Soms is het moeilijk om letsel goed te classificeren, soms blijkt een A-fractuur toch ernstiger dan eerder ingeschat.

Er is een internationale multicenter studie gaande waarin de zoekvraag wordt onderzocht. Deze studie is geïnitieerd door de AOSpine (Thoracolumbar Burst Fractures Study Comparing Surgical Versus Non-surgical Treatment: NCT02827214). Mochten resultaten van deze lopende studies daar aanleiding toe geven, dan is het belangrijk dat de richtlijn tijdig wordt herzien.

Verantwoording

Laatst beoordeeld : 15-11-2019

Laatst geautoriseerd : 15-11-2019

Voor de volledige verantwoording, evidence tabellen en eventuele aanverwante producten raadpleegt u de Richtlijndatabase.

Referenties

Abudou M, Chen X, Kong X, Wu T. Surgical versus non-surgical treatment for thoracolumbar burst fractures without neurological deficit. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013 Jun 6;(6):CD005079. doi: 10.1002/14651858.CD005079.pub3. Review. PubMed PMID: 23740669.

Aras EL, Bunger C, Hansen ES, et al. Cost-Effectiveness of Surgical Versus Conservative Treatment for Thoracolumbar Burst Fractures. *Spine (Phila Pa 1976).* 2016 Feb;41(4):337-43. doi: 10.1097/BRS.0000000000001219. PubMed PMID: 26571155.

Bailey CS, Urquhart JC, Dvorak MF, et al. Orthosis versus no orthosis for the treatment of thoracolumbar burst fractures without neurologic injury: a multicenter prospective randomized equivalence trial. *Spine J.* 2014 Nov 1;14(11):2557-64. doi: 10.1016/j.spinee.2013.10.017. Epub 2013 Oct 31. PubMed PMID: 24184649.

Chou PH, Ma HL, Wang ST, et al. Fusion may not be a necessary procedure for surgically treated burst fractures of the

thoracolumbar and lumbar spines: a follow-up of at least ten years. *J Bone Joint Surg Am.* 2014 Oct 15;96(20):1724-31. doi: 10.2106/JBJS.M.01486. PubMed PMID: 25320199.

Dai LY, Jiang LS, Jiang SD. Conservative treatment of thoracolumbar burst fractures: a long-term follow-up results with special reference to the load sharing classification. *Spine (Phila Pa 1976).* 2008 Nov 1;33(23):2536-44. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181851bc2. PubMed PMID: 18978595.

Nederlandse Vereniging voor Neurochirurgie. Richtlijn Ongeïndstrumenteerde wervelkolomchirurgie. 2018. Leiden: NVvN. Ostelo RW, Deyo RA, Stratford P, et al. Interpreting change scores for pain and functional status in low back pain: towards international consensus regarding minimal important change. *Spine (Phila Pa 1976).* 2008;1;33(1):90-4.

Siebenga J, Leferink VJ, Segers MJ, et al. Treatment of traumatic thoracolumbar spine fractures: a multicenter prospective randomized study of operative versus nonsurgical treatment. *Spine (Phila Pa 1976).* 2006 Dec 1;31(25):2881-90. PubMed PMID: 17139218.

Stadhouder A, Buskens E, de Klerk LW, et al. Traumatic thoracic and lumbar spinal fractures: operative or nonoperative treatment: comparison of two treatment strategies by means of surgeon equipoise. *Spine (Phila Pa 1976).* 2008 Apr 20;33(9):1006-17. doi: 10.1097/BRS.0b013e31816c8b32. PubMed PMID: 18427323.

Stadhouder A, Buskens E, Vergroesen DA, et al. Nonoperative treatment of thoracic and lumbar spine fractures: a prospective randomized study of different treatment options. *J Orthop Trauma.* 2009 Sep;23(8):588-94. doi: 10.1097/BOT.0b013e3181a18728. PubMed PMID: 19704275.

Wood K, Buttermann G, Mehbod A, et al. Operative compared with nonoperative treatment of a thoracolumbar burst fracture without neurological deficit. A prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85-A(5):773-81. Erratum in: *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86-A(6):1283. Butterman, G (corrected to Buttermann, G). PubMed PMID: 12728024.

Wood KB, Buttermann GR, Phukan R, et al. Operative compared with nonoperative treatment of a thoracolumbar burst fracture without neurological deficit: a prospective randomized study with follow-up at sixteen to twenty-two years. *J Bone Joint Surg Am.* 2015 Jan 7;97(1):3-9. doi: 10.2106/JBJS.N.00226. PubMed PMID: 25568388.

Regulatie bloeddruk/ spinale perfusiedruk bij acute traumatische wervelletfels

Uitgangsvraag

Welke plaats heeft een ondersteunende/medicamenteuze behandeling bij patiënten met een acuut traumatisch ruggenmergletsel?

Aanbeveling

Behandel de oorzaak van hypotensie bij patiënten met een acuut traumatisch ruggenmergletsel.

Overweeg om bij patiënten met een acuut traumatisch ruggenmergletsel na initiële opvang volgens de ATLS-principes en resuscitatie, de MAP gedurende 5 tot 7 dagen boven de 85 tot 90 mmHg te houden. Dit kan waar nodig met medicamenteuze ondersteuning.

Inleiding

Traumatisch ruggenmergletsel gaat gepaard met zwelling van het ruggenmerg binnen de dura. Dit kan gepaard gaan met een verhoogde lokale druk, waardoor de perfusie van het ruggenmerg verstoord kan worden en ischemie kan ontstaan. Het is de vraag of de ruggenmergperfusie boven een kritische drempelwaarde gehouden kan en moet worden middels behandeling (geneesmiddelen of maatregelen) gericht op een verlaging van de intraspinale druk of verhoging van de bloeddruk.

Conclusies

PICO 1: Regulating the perfusion pressure using norepinephrine, dopamine or dobutamine versus no or placebo treatment

No studies were found, hence no conclusions can be drawn.

PICO 2: Regulating the spinal cord perfusion pressure using a catheter versus no treatment

GRADE	Due to the scarcity of data, no conclusion can be drawn about the effectiveness of regulating the spinal cord perfusion pressure using a catheter with respect to neurological recovery, mortality and adverse events in patients with acute traumatic spine injury.
--------------	--

Samenvatting literatuur

PICO 1: Regulating the perfusion pressure using norepinephrine, dopamine or dobutamine versus no or placebo treatment

Description of included studies

No studies were found.

PICO 2: Regulating the spinal cord perfusion pressure using a catheter versus no treatment

Description of included studies

Kwon (2009) conducted a small (n=22) randomized controlled trial evaluating the safety and feasibility of draining cerebrospinal fluid using a lumbar intrathecal catheter to lower the intrathecal pressure in patients with acute traumatic spinal cord injury. An intrathecal drain was inserted and kept in place for 72h in all patients. Draining (only in patients allocated to the intervention group) did not surpass 10 mL of cerebrospinal fluid per hour and took place when the patients could be examined neurologically, so no drainage was performed during the intraoperative and early postoperative periods. Adverse events were monitored and the ASIA motor scores grades at the time of arrival and at 6 months were evaluated. Still, as the groups were not comparable with respect to the injury level (all patients in the control group had cervical injury, while there were 5 thoracic injuries in the intervention group), the results are difficult to interpret.

Results

Neurological recovery or aggravation

In Kwon (2009), ASIA motor grades were determined at the time of hospital admission and at six months after the injury (drainage group baseline: 30.5, six months follow-up: 42.0 no drainage: 20.1, six months follow-up: 36.3). However, given the different composition of the two groups, it is difficult to determine the effectiveness of the intervention.

Mortality

One patient in the control condition died, but this was 15 months postinjury due to gastric adenocarcinoma. No statistical analyses could be performed.

Adverse events

One patient in the control group had a transient headache within the 72h the catheter was in place. Furthermore, one patient from this group developed meningitis after a gram-negative posterior cervical wound infection, but this was a week after removal of the catheter.

Level of evidence

The level of evidence cannot be graded due to scarcity of data.

Zoeken en selecteren

A systematic review of the literature was conducted to answer the following research questions:
What is the effectiveness of regulating the perfusion pressure using norepinephrine, dopamine or dobutamine compared to no or placebo treatment in patients with an acute traumatic spine injury?

P: patients ≥ 16 years of age with acute traumatic spine injury;

I: regulation of the perfusion pressure using norepinephrine, dopamine or dobutamine;

C: no treatment or placebo;

O: neurological recovery or aggravation, mortality, adverse events.

Wat is the effectiveness of regulating the spinal cord perfusion pressure using a catheter compared to no treatment in patients with an acute traumatic spine injury?

P: patients ≥ 16 years of age with acute traumatic spine injury;

I: regulation of the spinal cord perfusion pressure using a catheter;
C: no treatment;
O: neurological recovery or aggravation, mortality, adverse events.

Relevant outcome measures

The working group considered neurological recovery or aggravation and mortality critical outcome measures for decision-making and adverse events important outcome measures for the decision-making.

The working group defined the outcome measure neurological recovery or aggravation as a change in ASIA-grade. The working group did not define the outcome measures mortality and adverse events a priori, but applied the definitions used in the studies.

The working group defined that any statistically significant difference in mortality and aggravation or emergence of neurological injury is also a clinically important difference.

Search and select (Method)

The databases Medline (via OVID) and Embase (via Embase.com) were searched for studies published between 1990 and August 2017 using relevant search terms for systematic reviews (SRs), randomized controlled trials (RCTs) and observational studies. The detailed search strategy is depicted under the tab Methods. The systematic literature search resulted in 712 hits. Studies were selected based on the following criteria: systematic reviews (detailed search strategy, evidence tables and risk of bias evaluation available), RCT's or observational studies evaluating the effectiveness of regulation of the perfusion pressure using norepinephrine, dopamine or dobutamine, or regulation of the spinal cord perfusion pressure using a catheter, versus no or placebo treatment in patients ≥ 16 years of age with acute traumatic spine injury. Furthermore, at least one of the defined outcome measures had to be documented.

Initially, 37 studies were selected based on title and abstract. After reading the full texts, 36 studies were excluded (see the table with reasons for exclusion) and one study was included.

One study was included in the literature analyses. The most important study characteristics and results are depicted in the evidence tables. The assessment of the risk of bias is depicted in the risk of bias tables.

Overwegingen

De spinale perfusie druk (SCPP) is het resultaat van de gemiddelde bloeddruk (MAP) verminderd met de *cerebrospinal fluid pressure* (CSFP). Hoewel de relatie tussen bloeddruk en perfusie niet lineair is, is een gangbare gedachte dat hypotensie in verlaagde perfusie en secundaire schade resulteert, veroorzaakt door ischemie van het ruggenmerg. Oorzaken van hypotensie na traumatisch ruggenmergletsel zouden kunnen zijn: neurogene shock (door verlies van sympaticus activatie treden bradycardie en hypotensie op), hypovolemie (verbloeding, ondervulling), cor contusie of iatrogeen (medicatie). Daarnaast kan de vasculaire autoregulatie van het ruggenmerg al dan niet verstoord zijn, waardoor effecten van bloeddrukveranderingen, zowel verhoging als verlaging, in het optreden van secundaire schade moeilijk voorspelbaar zijn. Een interventie die de bloeddruk verhoogt of de CSFP verlaagt zou dus theoretisch gezien de SCPP kunnen verhogen (Tykocki, 2017).

Er zijn enkele studies gevonden waarin er associaties tussen MAP en neurologische uitkomst zijn gevonden, deze studies zijn recent in 2017 door Saadeh (2017) in een review samengevat. Zij adviseren net als de 'the American Association of Neurological Surgeons/Congress of Neurological Surgeons (AANS/ CNS) Joint Section on Spine and Peripheral Nerves' (Walters, 2013) en 'the Consortium for Spinal Cord Medicine' (Consortium for Spinal Cord Medicine, 2008) om in ieder geval hypotensie te corrigeren. Daarnaast adviseren zij om te overwegen een MAP van 85 tot 90 mm Hg na te streven voor een periode van 7 dagen na het trauma (Walters, 2013, Consortium for Spinal Cord Medicine, 2008).

Het bewijs voor bovenstaande aanbeveling om een MAP van 85 tot 90 mm Hg na te streven is zwak. Net als in het artikel van Saadeh (2017) komt uit onze literatuursamenvatting naar voren dat er geen goede kwalitatieve studies voorhanden zijn waarin een vergelijking wordt gemaakt tussen het reguleren van de bloeddruk middels noradrenaline, dopamine of dobutamine. Ook de duur van de therapie en de hoogte van de MAP zijn niet goed onderzocht. Het verlagen van de druk met een lumbale katheter kent eveneens geen hoge graad van bewijs.

Momenteel loopt de MAPS (Mean Arterial Blood Pressure Treatment for Acute Spinal Cord Injury) studie, dit is een dubbel geblindeerd gerandomiseerde non-inferiority studie waarin een streef MAP van 65 mm Hg met een streef MAP van 85 mm Hg met betrekking tot het neurologisch herstel worden vergeleken (NCT02232165). Er wordt verwacht dat de studie in 2019 klaar is. Wellicht zullen de resultaten van deze studie verdere inzichten gaan geven.

Gezien deze schaarsheid aan data, is het ook onduidelijk of de potentiële voordelen van het actief verhogen van de bloeddruk tot supranormale niveaus opwegen tegen de potentiële nadelen hiervan. Deze interventies kennen bijvoorbeeld allemaal hun complicaties en in de onderzochte literatuur is verder ook niets terug te vinden over de kosteneffectiviteit van deze ingrepen bij deze patiëntencategorie. Een medicamenteuze verhoging van de bloeddruk met noradrenaline vereist opname op een bewaakte afdeling (IC/MC), invasieve bloeddruk monitoring en toediening van medicijnen via een hiertoe speciaal geplaatste centraal veneuze lijn. Het is de vraag of de potentiële klinische voordelen opwegen tegen de kosten die hiermee gepaard gaan.

Uit een recente landelijke enquête kwam een sterke variatie in de behandelprotocollen omtrent de bloeddruk bij patiënten met een traumatische dwarslaesie. Van de tien ondervraagde behandelcentra hadden slechts drie een beleid ten aanzien de MAP geprotocolleerd (Fransen, 2015). Dit reflecteert de onduidelijkheid die vooralsnog bestaat omtrent de noodzaak, hoogte en de duur van het actief verhogen van de bloeddruk.

Uit de literatuur komt in ieder geval sterk naar voren dat hypotensie is geassocieerd met een slechte uitkomst (Pimentel, 2010; Plurad, 2011; Sabit, 2016) en de oorzaak van de hypotensie behandeld moet worden. Het is echter lastig om hier streefwaarden voor te geven. Ondanks afwezigheid van robuust bewijs, kiest de werkgroep ervoor om aan te sluiten bij de internationale richtlijnen. Hier wordt geadviseerd om een minimale MAP van 85 tot 90mmHg na te streven voor 5 tot 7 dagen na het trauma.

Verantwoording

Laatst beoordeeld : 15-11-2019

Laatst geautoriseerd : 15-11-2019

Voor de volledige verantwoording, evidence tabellen en eventuele aanverwante producten raadpleegt u de Richtlijndatabase.

Referenties

- Consortium for Spinal Cord Medicine. Early acute management in adults with spinal cord injury: a clinical practice guideline for health-care professionals. *J Spinal Cord Med.* 2008;31(4):403-79. PubMed PMID: 18959359; PubMed Central PMCID: PMC2582434.
- Fransen BL, Hosman AJ, van Middendorp JJ et al. Pre-hospital and acute management of traumatic spinal cord injury in the Netherlands: survey results urge the need for standardisation. *Spinal Cord.* 2016;54(1):34-8. doi: 10.1038/sc.2015.111. Epub 2015 Jul 14. PubMed PMID: 26169166.
- Kwon BK, Curt A, Belanger LM, et al. Intrathecal pressure monitoring and cerebrospinal fluid drainage in acute spinal cord injury: a prospective randomized trial. *J Neurosurg Spine.* 2009;10(3):181-93.
- NCT02232165. Mean Arterial Pressure in Spinal Cord Injury (MAPS): Determination of Non-inferiority of a Mean Arterial Pressure Goal of 65 mmHg Compared to a Mean Arterial Pressure Goal of 85 mmHg in Acute Human Traumatic Spinal Cord Injury (Internet). (cited 2018 June). Available from:
- Pimentel L, Diegelmann L. Evaluation and management of acute cervical spine trauma. *Emerg Med Clin North Am.* 2010;28(4):719-38. doi:10.1016/j.emc.2010.07.003. Review. PubMed PMID: 20971389.
- Plurad DS, Talving P, Lam L, et al. Demetriades D. Early vasopressor use in critical injury is associated with mortality independent from volume status. *J Trauma.* 2011;71(3):565-70; discussion 570-2. doi: 10.1097/TA.0b013e3182213d52. PubMed PMID: 21908995.
- Readdy WJ, Whetstone WD, Ferguson AR, et al. Complications and outcomes of vasopressor usage in acute traumatic central cord syndrome. *J Neurosurg Spine.* 2015 Jul 31:1-7. (Epub ahead of print) PubMed PMID: 26230417.
- Saadeh YS, Smith BW, Joseph JR, et al. The impact of blood pressure management after spinal cord injury: a systematic review of the literature. *Neurosurg Focus.* 2017;43(5):E20. doi: 10.3171/2017.8.FOCUS17428. PubMed PMID: 29088944.
- Sabit B, Zeiler FA, Berrington N. The Impact of Mean Arterial Pressure on Functional Outcome Post Trauma-Related Acute Spinal Cord Injury: A Scoping Systematic Review of the Human Literature. *J Intensive Care Med.* 2018;33(1):3-15. doi: 10.1177/0885066616672643. Epub 2016 Oct 12. Review. PubMed PMID: 27733643.
- Tykocki T, Poniatowski Ł, Czyż M, et al. Intraspinal Pressure Monitoring and Extensive Duroplasty in the Acute Phase of Traumatic Spinal Cord Injury: A Systematic Review. *World Neurosurg.* 2017 Sep;105:145-152. doi: 10.1016/j.wneu.2017.05.138. Epub 2017 Jun 1. Review. PubMed PMID: 28578120.
- Walters BC, Hadley MN, Hurlbert RJ, et al. American Association of Neurological Surgeons; Congress of Neurological Surgeons. Guidelines for the management of acute cervical spine and spinal cord injuries: 2013 update. *Neurosurgery.* 2013 Aug;60 Suppl 1:82-91. doi: 10.1227/01.neu.0000430319.32247.7f. PubMed PMID: 23839357.

Postoperatieve immobilisatie

Uitgangsvraag

Wat is de waarde van postoperatieve immobilisatie bij patiënten met een traumatisch wervelkolomletsel?

Aanbeveling

Overweeg alleen postoperatieve immobilisatie voor te schrijven indien:

- er aanwijzingen zijn voor postoperatieve instabiliteit van de spondylodese;
- er pijnklachten postoperatief aanwezig blijven.

In overige gevallen wordt postoperatieve immobilisatie niet aanbevolen.

Inleiding

Postoperatieve nabehandeling door middel van een immobiliserende orthese vindt nu plaats op basis van lokale behandelprotocollen en naar gelang de voorkeur van de chirurg. Sommige patiënten ervaren de steun bij mobiliseren als positief. Echter worden ook nadelen als drukplekken of kortademigheid genoemd (Bailey, 2009; Gelb, 2010; Kim, 2014). De effectiviteit van postoperatieve immobilisatie is op dit moment nog onbekend.

Samenvatting literatuur

There is no relevant literature available. Hence, no conclusions can be drawn.

Zoeken en selecteren

A systematic review of the literature was performed to answer the following research question:

What is the effectiveness of postoperative immobilisation compared to no postoperative immobilisation in patients treated for an acute traumatic spine injury?

P: patients ≥ 16 years of age after acute traumatic spine injury;

I: postoperative immobilisation with a cervical collar/orthotic device;

C: no post-operative immobilization;

O: deformity, aggravation of neurological injury, length of rehabilitation, complications (decubitus, lung function), quality of life, pain/discomfort.

The working group considered length of rehabilitation and aggravation of neurological injury as critical outcome measures for decision-making, and complications, deformity, pain/discomfort and quality of life as important outcome measures for decision-making.

The working group did not define the outcome measures a priori, but applied the definitions used in the studies.

The working group defined a difference of a week in length of rehabilitation and any statistical significant difference in aggravation of neurological injury as the minimal clinically important differences.

Search and select (Method)

The databases Medline (OVID) and Embase (Embase.com) were searched for studies published between 1990 and 21 June 2017 using relevant search terms for systematic reviews (SRs), randomized controlled trials (RCTs) and observational comparative studies. The detailed search strategy is depicted under the tab Methods. The literature search resulted in 339 hits. Studies were selected based on the following criteria: systematic reviews (evidence tables, detailed search strategy, and risk of bias evaluation available), RCT's or observational studies evaluating the effectiveness of postoperative immobilisation with a cervical collar/orthotic device versus no postoperative immobilisation in patients ≥ 16 years of age treated for an acute traumatic spine injury. Furthermore, at least one of the defined outcome measures had to be documented.

Initially, a total of 12 studies were selected based on title and abstract by one or both the reviewers. After reading the full texts, all studies were excluded (see the table with reasons for exclusion).

Overwegingen

Er zijn geen studies gevonden waarmee de onderzoeksvraag beantwoord kan worden. Daarom zijn de aanbevelingen slechts te formuleren op basis van overige overwegingen, waarbij de mogelijke voordelen van postoperatieve immobilisatie worden afgezet tegen de mogelijke nadelen. Deze overwegingen zijn grotendeels tot stand gekomen op basis van de ervaringen van de werkgroepleden.

Een mogelijk voordeel van postoperatieve immobilisatie is dat het sommige patiënten een gevoel van bescherming geeft, en dat sommige patiënten minder pijn en discomfort ervaren wanneer zij een korset of brace dragen. Daarnaast zou immobilisatie mogelijk een gunstig effect kunnen hebben in het geval dat het ingebrachte osteosynthese materiaal onvoldoende steun geeft.

Mogelijke nadelen van postoperatieve immobilisatie zijn daarentegen dat patiënten klachten kunnen krijgen van het dragen van de orthese of brace, denk bijvoorbeeld aan decubitus, discomfort/pijn, en een beperking van de longfunctie (Bailey, 2009; Gelb, 2010; Kim, 2014). Daarnaast kan immobilisatie mogelijk de revalidatieduur verlengen, daar veel ADL-activiteiten alleen zonder brace of immobiliserende orthese kunnen worden geoefend. Ook rolstoel rijden en lopen worden beperkt. Patiënten met begeleidend letsel of beperkte mobiliteit zijn hiernaast soms niet of minder goed in staat om zelf hun orthese om te doen.

Gezien de afwezigheid van wetenschappelijke evidentie om na een operatie van een patiënt met een traumatische wervelfractuur een orthese of brace voor te schrijven en de mogelijke nadelen die de postoperatieve immobilisatie met zich mee zou kunnen brengen, is de werkgroep van mening dat er in principe geen orthese of brace hoeft worden voorgeschreven. Voor specifieke, zoals hiervoor genoemde, patiënten kan een uitzondering gemaakt worden. Bij het aanwezig blijven van pijnklachten zou men een periode van zes weken als handvat kunnen gebruiken. Het is daarbij ook belangrijk dat in het geval van pijnklachten de oorzaak van deze klachten wordt onderzocht en postoperatieve wondinfectie en falen van het materiaal worden uitgesloten.

Het ontbreken van wetenschappelijk bewijs geeft een duidelijke onderzoeksvraag. In Nederland is een multicenter RCT gaande bij patiënten met operatief gestabiliseerde thoracolumbale fracturen. De eerste resultaten worden in de loop van 2020 verwacht.

Verantwoording

Laatst beoordeeld : 15-11-2019

Laatst geautoriseerd : 15-11-2019

Voor de volledige verantwoording, evidence tabellen en eventuele aanverwante producten raadpleegt u de Richtlijndatabase.

Referenties

Bailey CS, Dvorak MF, Thomas KC, et al. Comparison of thoracolumbosacral orthosis and no orthosis for the treatment of thoracolumbar burst fractures: interim analysis of a multicenter randomized clinical equivalence trial. *J Neurosurg Spine*. 2009;11(3):295-303. doi: 10.3171/2009.3.SPINE08312. PubMed PMID: 19769510.

Gelb D, Ludwig S, Karp JE, et al. Successful treatment of thoracolumbar fractures with short-segment pedicle instrumentation. *J Spinal Disord Tech*. 2010;23(5):293-301. doi: 10.1097/BSD.0b013e3181af20b6. PubMed PMID: 20606547.

Kim HJ, Yi JM, Cho HG, et al. Comparative study of the treatment outcomes of osteoporotic compression fractures without neurologic injury using a rigid brace, a soft brace, and no brace: a prospective randomized controlled non-inferiority trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2014 Dec 3;96(23):1959-66. doi: 10.2106/JBJS.N.00187. PubMed PMID: 25471910.

Organisatie van zorg bij acute traumatische wervelletsels

Uitgangsvraag

Hoe moet de zorg voor patiënten met wervelkolomletsel met of zonder een traumatische dwarslaesie georganiseerd worden in Nederland?

Aanbeveling

Vraag 1: Hoe kan de zorg voor patiënten met (verdenking) wervelkolomletsel met of zonder een traumatische dwarslaesie met betrekking tot de locatie van acute opvang en behandeling het beste georganiseerd worden in Nederland?

Wervelkolomletsel met neurologische uitval

Voor de ambulancezorgverleners en Mobiel Medisch Team:

Breng patiënten met verdenking op neurologisch letsel naar het daartoe bestemde traumacentrum.

Informeer de meldkamer ambulancezorg en realiseer een vooraankondiging naar het traumacentrum.

Voor een perifeer centrum:

Neem direct contact op met het daartoe bestemde traumacentrum indien de patiënt neurologisch letsel heeft.

Voor een traumacentrum:

Protocoleer:

- wie er direct betrokken moet zijn bij de acute en postacute zorg voor patiënten met neurologisch letsel;
- hoe de werkafspraken er uit zien;
- hoe de overlegstructuur vormgegeven is.

Bij verdenking wervelletsel zonder neurologie

Maak regionale afspraken over welk centrum er verantwoordelijk is voor de zorg voor patiënten met wervelkolomletsels zonder neurologische uitval.

Vraag 2: Wie is verantwoordelijk voor het beoordelen van de stabiliteit van de wervelkolom en het opheffen van de immobilisatie na binnenkomst op de SEH?

Vermeld in het lokale protocol:

- wie er verantwoordelijk is voor het beoordelen van de stabiliteit van de wervelkolom bij een verdenking op een acuut traumatisch wervelletsel;
- wie er verantwoordelijk is voor het opheffen van de immobilisatie indien geen behandeling noodzakelijk is.

Inleiding

De organisatie van zorg betreft alle factoren die belangrijk zijn om optimale zorg te kunnen leveren bij patiënten met wervelkolomletsel met of zonder een traumatische dwarslaesie. In deze module zullen wij ons richten op twee onderdelen die belangrijk zijn binnen de organisatie van zorg bij deze groep patiënten, namelijk:

1. Hoe kan de zorg voor patiënten met (verdenking) wervelkolomletsel met of zonder een traumatische dwarslaesie met betrekking tot de locatie van acute opvang en behandeling het beste worden georganiseerd in Nederland?
2. Wie is verantwoordelijk voor het beoordelen van de stabiliteit van de wervelkolom en het opheffen van de immobilisatie na binnenkomst op de SEH?

Samenvatting literatuur

Voor bovenstaande vragen is gezien de aard van de vragen geen systematisch literatuuronderzoek verricht. De aanbevelingen zijn gebaseerd op literatuur uit een gesimplificeerde zoekopdracht en de overige overwegingen.

Overwegingen

Vraag 1: Hoe kan de zorg voor patiënten met (verdenking) wervelkolomletsel met of zonder een traumatische dwarslaesie met betrekking tot de locatie van acute opvang en behandeling het beste georganiseerd worden in Nederland?

Wervelkolomletsel met neurologische uitval

Indien wervelkolomletsels niet tijdig worden opgemerkt en dusdanig behandeld, bestaat de kans op potentieel irreversibele schade ten gevolge van het initiële trauma. Vanwege de relatief lage incidentie (14,0 per miljoen per jaar) van traumatische dwarslaesies in Nederland, treedt dit ziektebeeld in de dagelijkse praktijk relatief weinig op (Nijendijk, 2014).

Uit een recente enquête onder meerdere level 1 traumacentra blijkt dat er een discrepantie bestaat tussen de protocollen met betrekking tot de behandeling van traumatische dwarslaesies, waarbij er ook enkele centra niet over een specifiek protocol beschikken (Fransen, 2015).

Wervelkolomletsels treden veelvuldig op in het kader van een hoogenergetisch trauma. Vaak is er bij deze patiënten begeleidend traumatisch letsel waarvoor patiënten direct naar een level 1 traumacentrum worden vervoerd. In de laatste jaren neemt echter ook de frequentie van wervelkolom letsel ten gevolge van een laag energetisch trauma bij ouderen toe (Nijendijk, 2014; Chen, 2015).

Tijdig herkennen van wervelkolomletsel is belangrijk, zodat direct de juiste zorg geleverd kan worden om (verdere) neurologische uitval te voorkomen. Zoals in de module 'Timing operatie bij neurologische uitval' wordt beschreven bestaat er mogelijk een relatie tussen de lengte van de periode tussen het trauma en de decompressie van het ruggenmerg, en het neurologische herstel. Er is enige literatuur beschikbaar over de tijdsduur die bepaalde zorgprocessen voorafgaand aan de uiteindelijke decompressie in beslag nemen (Samuel, 2015; Battistuzzo, 2016). Uit deze literatuur blijkt dat bij patiënten met een traumatische dwarslaesie de periode tussen het afronden van de onderzoeken en de daadwerkelijke operatie gemiddeld genomen het langst duurt. Hier valt potentieel winst te behalen.

Om de beoogde timing van operatie (bij voorkeur op de dag van indicatiestelling, of in ieder geval de volgende kalenderdag; zie module 'Timing operatie bij neurologische uitval') te kunnen garanderen is het noodzakelijk dat alle processen in de zorg op elkaar afgestemd zijn en eventuele overplaatsing zo spoedig mogelijk plaatsvindt om vertraging te voorkomen (Thompson, 2018). Het is daarom ook van belang dat de ambulancezorgverleners (of het Mobiel Medisch Team) patiënten met verdenking op een traumatische dwarslaesie direct naar het voor de regio daartoe bestemde traumacentrum breng(t)(en), de meldkamer ambulancezorg informeren en een vooraankondiging naar het ziekenhuis doen. Derhalve is het belangrijk om neurologische uitval in de vorm van krachtverlies of sensibele klachten in de ledematen te herkennen. Indien een patiënt met neurologische uitval in een perifeer centrum gepresenteerd wordt en er geen multidisciplinair team beschikbaar is, is het noodzakelijk om met een gespecialiseerd centrum te overleggen en de patiënt zo spoedig mogelijk over te plaatsen.

Het is belangrijk dat binnen traumacentra geprotocolleerd is welke specialismen betrokken moeten zijn bij de acute en postacute opvang. Ook moet duidelijk zijn hoe de werkafspraken rondom het beoordelen en vrijgeven van de wervelkolom zijn (zie ook vraag 2), en wie betrokken moet worden in het geval van neurologische uitval en complicaties (bijvoorbeeld een spinal shock). Neurologische uitval moet direct geobjectiveerd kunnen worden volgens de AOSpine/ ASIA-classificatie. Daarnaast is het essentieel dat er capaciteit is om beeldvorming te doen. Na de acute fase is het belangrijk dat er in het behandelcentrum expertise in het herkennen en behandelen van potentiële postoperatieve complicaties (waaronder neurologische achteruitgang, decubitus, contracturen) en tertiäre gevolgen van een dwarslaesie, en dat er vroegtijdige revalidatiezorg beschikbaar is. Het is van belang dat er een formele samenwerking is met één of meerdere van de gespecialiseerde dwarslaesiecentra, zodat dwarslaesiepatiënten zo spoedig mogelijk kunnen starten met hun primaire revalidatieproces.

Speciale aandacht dient er te bestaan voor de oudere patiënt (70+) met wervelletsel. Verricht bij deze groep altijd een preoperatieve risicoscreening- en een Comprehensive Geriatric Assessment (CGA) en corrigeer de redenen voor een eventuele uitstel van de operatie zo spoedig mogelijk, conform de richtlijn "Behandeling kwetsbare ouderen bij chirurgie". Dit vergt multidisciplinaire samenwerking en afstemming van (neuro)chirurgen met neurologen, anesthesisten en gerieters of internisten ouderengeneeskunde.

Bij verdenking wervelletsel zonder neurologie

De incidentie van wervelkolomletsel is in de afgelopen jaren toegenomen (Ten Brinke, 2017). De keuze voor een interventie mag niet afhangen van de expertise in het ziekenhuis (zie bijvoorbeeld ook modules 5 (odontoïdfracturen) en 6 (A3/A4 fracturen)). Het is belangrijk dat er goede regionale afspraken zijn en waar nodig voldoende verwijzingsmogelijkheden naar centra die gespecialiseerd zijn in de behandeling van wervelletsels.

Ook binnen deze patiëntengroep dient er speciale aandacht te zijn voor de oudere patiënt (70+). Verricht bij deze groep altijd een preoperatieve risicoscreening- en een Comprehensive Geriatric Assessment (CGA) en corrigeer de redenen voor een eventuele uitstel van de operatie zo spoedig mogelijk, conform de richtlijn "Behandeling kwetsbare ouderen bij chirurgie" (NVKG, 2016).

Vraag 2: Wie is verantwoordelijk voor het beoordelen van de stabiliteit van de wervelkolom en het opheffen van de immobilisatie na binnenkomst op de SEH?

Wervelkolom letsels kunnen gepaard gaan met instabiliteit van de wervelkolom. Indien dit niet tijdig op de juiste manier behandeld wordt, is er een risico op secundaire neurologische uitval. Immobilisatie heeft als doel secundaire dislocatie door instabiliteit tegen te gaan en hiermee neurologische verslechtering of uitval te voorkomen. Derhalve worden er ook veel patiënten zonder wervelkolomletsel uit voorzorg geïmmobiliseerd (Ten Brinke, 2017). De indicatie tot immobilisatie wordt besproken in de module 'welke patiënten zijn verdacht voor een acute traumatische wervelletsel en moeten worden geïmmobiliseerd'? Aangezien immobilisatie van de wervelkolom ook risico's met zich meebrengt zoals decubitus (Sundstrøm, 2014; White, 2013), luchtwegproblematiek (Sundstrøm, 2014; White, 2013) of verhoging van de intracraniale druk (Sundstrøm, 2014), is tijdig opheffen van onnodige immobilisatie minstens net zo belangrijk als het immobiliseren ter preventie van instabiele wervelkolom letsels.

In het lokale protocol moet duidelijk zijn wie verantwoordelijk is voor het indiceren en opheffen van immobilisatie. In de praktijk is dat de dienstdoende traumachirurg, orthopedisch chirurg of neurochirurg in overleg met de radioloog.

Verantwoording

Laatst beoordeeld : 15-11-2019

Laatst geautoriseerd : 15-11-2019

Voor de volledige verantwoording, evidence tabellen en eventuele aanverwante producten raadpleegt u de Richtlijndatabase.

Referenties

- Battistuzzo CR, Armstrong A, Clark J, et al. Batchelor PE. Early Decompression following Cervical Spinal Cord Injury: Examining the Process of Care from Accident Scene to Surgery. *J Neurotrauma*. 2016 Jun 15;33(12):1161-9. doi: 10.1089/neu.2015.4207. Epub 2016 Mar 9. PubMed PMID: 26650510.
- Chen Y, Tang Y, Allen V, et al. Aging and Spinal Cord Injury: External Causes of Injury and Implications for Prevention. *Top Spinal Cord Inj Rehabil*. 2015 Summer;21(3):218-26. doi: 10.1309/sci2103-218. Epub 2015 Jul 29. PubMed PMID: 26363588; PubMed Central PMCID: PMC4568084.
- Fehlings MG, Tetreault LA, Wilson JR, et al. A Clinical Practice Guideline for the Management of Patients With Acute Spinal Cord Injury and Central Cord Syndrome: Recommendations on the Timing (≤ 24 Hours Versus > 24 Hours) of Decompressive Surgery. *Global Spine J*. 2017;7(3 Suppl):195S-202S. doi: 10.1177/2192568217706367. Epub 2017 Sep 5. PubMed PMID: 29164024; PubMed Central PMCID: PMC5684850.
- Fransen BL, Hosman AJ, van Middendorp JJ, et al. Pre-hospital and acute management of traumatic spinal cord injury in the Netherlands: survey results urge the need for standardisation. *Spinal Cord*. 2016;54(1):34-8. doi: 10.1038/sc.2015.111. Epub 2015 Jul 14. PubMed PMID: 26169166.
- Nijendijk JH, Post MW, van Asbeck FW. Epidemiology of traumatic spinal cord injuries in The Netherlands in 2010. *Spinal Cord*. 2014;52(4):258-63. doi: 10.1038/sc.2013.180. Epub 2014 Jan 21. PubMed PMID: 24445971.
- Nederlandse Vereniging voor Klinische Geriatrie. Richtlijn Behandeling kwetsbare ouderen bij chirurgie. 2016. Utrecht: NVKG
- Samuel AM, Bohl DD, Basques BA, et al. Analysis of Delays to Surgery for Cervical Spinal Cord Injuries. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2015 Jul 1;40(13):992-1000. doi: 10.1097/BRS.0000000000000883. PubMed PMID: 25785963.
- Sundstrøm T, Asbjørnsen H, Habiba S, et al. Prehospital Use of Cervical Collars in Trauma Patients: A Critical Review. *Journal of Neurotrauma*. 2014;31(6):531-540. doi:10.1089/neu.2013.3094.
- Ten Brinke JG, Gebbink WK, Pallada L, et al. Value of prehospital assessment of spine fracture by paramedics. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2017 Aug 5. doi: 10.1007/s00068-017-0828-0. (Epub ahead of print) PubMed PMID: 28779433.

Ten Brinke JG, Saltzherr TP, Panneman MJM, et al. Incidence of spinal fractures in the Netherlands 1997-2012. *J Clin Orthop Trauma*. 2017;8(Suppl 2):S67-S70. doi: 10.1016/j.jcot.2017.03.011. Epub 2017 Apr 23. PubMed PMID: 29339845; PubMed Central PMCID: PMC5761692.

Ter Wengel PV, Feller RE, Stadhouders A, et al. Timing of surgery in traumatic spinal cord injury: a national, multidisciplinary survey. *Eur Spine J*. 2018 Mar 23. doi:10.1007/s00586-018-5551-y. (Epub ahead of print) PubMed PMID: 29572739.

Thompson C, Feldman DE, Mac-Thiong JM. Surgical management of patients following traumatic spinal cord injury: Identifying barriers to early surgery in a specialized spinal cord injury center. *J Spinal Cord Med*. 2018;41(2):142-148. doi: 10.1080/10790268.2016.1165448. Epub 2016 Apr 8. PubMed PMID: 27077578; PubMed Central PMCID: PMC5901449.

White: White CC 4th, Domeier RM, Millin MG; Standards and Clinical Practice Committee, National Association of EMS Physicians. 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(2):306-14. doi:10.3109/10903127.2014.884197. Epub 2014 Feb 21. PubMed PMID: 24559236.