

Monodisciplinaire  
Richtlijn  
Acute Radiologie  
bij  
Traumapatiënten

Werkgroep  
Acute Radiologie  
NVvR

Oktober 2006

# Monodisciplinaire richtlijn acute radiologie bij traumapatiënten

<b>Index</b>	<b>Pagina</b>
Samenstelling werkgroep	3
Aanleiding	3
Doelstelling van de richtlijn	4
Uitgangsvraag	4
Achtergrond samenstelling werkgroep	4
Werkwijze werkgroep	4
Literatuur onderzoek	4
Algemene opmerking met betrekking tot CT protocollen	4
Revisie richtlijn acute radiologie bij traumapatiënten	4
1: Diagnostisch Algoritme in de eerste minuten (diamond diagnostic minutes)	5
1.1 X-Thorax	5
1.2 Echo Abdomen	6
Relevante literatuur Echo Buik en Trauma	6
1.3 X-Bekken	8
Relevante literatuur Bekkentrauma	8
2: Diagnostisch Algoritme in het "golden hour"	10
2.1 Beeldvorming van Hoofd en Hals	10
2.1.1 CT-Schedel	10
Relevante literatuur CT Schedel Trauma	12
2.1.2 Afbeeldend onderzoek van de Cervicale wervelkolom	15
NEXUS criteria	15
CT-CWK	15
X-CWK	16
Relevante literatuur CWK Trauma	16
2.2 RUG: Retrograad Urethrogram	21
Relevante literatuur RUG	21
2.3 CT-Thorax	22
Relevante literatuur CT Thorax en Trauma	23
2.4 CT Buik	25
Relevante literatuur CT Buik en Trauma	26
2.5 Spinal Survey	28
Relevante literatuur Wervelkolom en Trauma	29
2.6 Computer Tomografische onderzoek van het bekken	32
Relevante literatuur CT Bekken en Trauma	33
2.7 Total body CT	36
Relevante literatuur Total body CT	36
2.8 Interventie Radiologie	38
Relevante literatuur Interventie radiologie en Trauma	38
2.9 Extremiteten onderzoek	41
Addendum: Beeldvorming bij trauma door schot- en steekwondingen	42
Relevante literatuur Penetrerend Trauma	43
Samenvatting. Diagnostisch algoritme Multi-trauma patiënt	45

# Monodisciplinaire richtlijn acute radiologie bij traumapatiënten

## Samenstelling werkgroep

### Leden:

Prof. Dr. J.G. Blickman, radioloog	Universitair Medisch Centrum St. Radboud, Nijmegen
P.J. Bode, radioloog	Leids Universitair Medisch Centrum
Mevr. Dr. A.Z. Ginai, radioloog	Erasmus Universitair Medisch Centrum, Rotterdam
B.A.A.M. van Hasselt, radioloog	Isala Klinieken, locatie Sophia, Zwolle
Dr. E.A. Heilbron, radioloog	Vrije Universiteit Medisch Centrum, Amsterdam
Dr. A.B. Huisman, radioloog	Medisch Spectrum Twente, Enschede
Mevr. D.R. Kool, radioloog	Academisch Medisch Centrum, Amsterdam / Universitair Medisch Centrum St. Radboud, Nijmegen
Prof. Dr. C. van Kuijk, radioloog	Academisch Medisch Centrum, Amsterdam / Universitair Medisch Centrum St. Radboud, Nijmegen / Vrije Universiteit Medisch Centrum, Amsterdam
E.S. van der Linden, radioloog	Academisch Ziekenhuis Maastricht
Dr. L.M.P. Ramos, radioloog	Universitair Medisch Centrum Utrecht

### Voorzitter:

Tot 2005: Prof. Dr. C. van Kuijk	Academisch Medisch Centrum, Amsterdam / Universitair Medisch Centrum St. Radboud, Nijmegen / Vrije Universiteit Medisch Centrum, Amsterdam
Vanaf 2005: Mevr. D.R. Kool	Academisch Medisch Centrum, Amsterdam / Universitair Medisch Centrum St. Radboud, Nijmegen

De leden van de werkgroep zijn werkzaam in ziekenhuizen die zijn aangewezen als traumacentrum door de minister van VWS en zijn ter plaatse aandachts-radioloog voor de acute radiologie.

De richtlijn is tot stand gekomen binnen het EBRO-Project (Evidence Based Richtlijn Ontwikkeling) van de Orde van Medisch Specialisten en is als zodanig aangevraagd door de Nederlandse Vereniging van Radiologie.

### Aanleiding:

Bij de opvang van de acute patiënt speelt de beeldvorming een wezenlijke rol bij de snelle en correcte diagnose van levensbedreigende en andere traumatische afwijkingen, waarop direct adequate behandeling kan volgen. In de traumatologie is de term "gouden uur" gereserveerd voor de tijdspanne die wordt aangemerkt als zijnde cruciaal voor de overlevingskans van de patiënt. Binnen dit gouden uur dient er idealiter volledige diagnostiek te zijn verricht en dient de initiële behandeling te zijn gestart.

De reden voor de ontwikkeling van deze monodisciplinaire richtlijn is de wens tot standaardisatie en uniformiteit voor de beeldvormende diagnostische work-up.

Daarbij is door de technologische ontwikkelingen binnen de beeldvormende technieken, met name de introductie van de snelle spiraal computer tomografie en de multi-slice spiraal computer tomograaf (MSCT), het accent steeds meer komen te liggen op volledigheid van beeldvormende diagnostiek, waarbij in het verleden met name met conventionele technieken alleen screenend onderzoek kon worden gedaan. Vroeger was CT-onderzoek te tijdsintensief en daardoor niet of nauwelijks haalbaar binnen het gouden uur. Dit is thans niet meer het geval. Tevens is de trend binnen de ongevalchirurgie zodanig dat er nu wordt gestreefd naar minimaal invasief handelen. Als voorbeeld kan worden genoemd dat vocht / bloed in de vrije buikholte zoals gedetecteerd tijdens de initiële traumaopvang met bijvoorbeeld echografie, niet meer direct aanleiding is tot chirurgisch ingrijpen bij de hemodynamisch stabiele patiënt. Ook een stabiele patiënt met lever- of miltletsel wordt thans niet

zondermeer geopereerd. Daarbij is het echter wel van toenemend belang dat de diagnostiek in volledigheid is uitgevoerd opdat een diagnostische laparotomie kan worden vermeden. Uniformiteit, standaardisatie en een leidraad bij de introductie van nieuwe technieken zijn daarom het streven van deze richtlijn.

Doelstelling van de richtlijn:

De richtlijn is een document van aanbevelingen ter ondersteuning van de dagelijkse praktijkvoering met betrekking tot de beeldvormende diagnostiek bij de acute patiënt. De richtlijn berust op de resultaten van wetenschappelijk onderzoek en aansluitende meningsvorming gericht op het expliciteren van goed medisch handelen. De richtlijn is geschreven door experts in de acute radiologie en biedt aanknopingspunten voor bijvoorbeeld intramurale afspraken of lokale protocollen. De werkgroep is zich er van bewust dat de richtlijn deels een consensus document is dat keuzes bevat en uitgaat van een gemiddelde situatie. Elke (trauma-)patiënt is uniek en in individuele gevallen kan het wenselijk en noodzakelijk zijn dat men van de richtlijn afwijkt. Een richtlijn is geen wettelijk voorschrift, maar een leidraad en houvast om kwalitatief goede zorg te kunnen verlenen.

Uitgangsvraag:

Is het mogelijk een uniforme, eenduidige en moderne richtlijn te ontwikkelen voor het initiële beeldvormend diagnostisch traject van de acute trauma patiënt?

Achtergrond samenstelling werkgroep:

In 2001 is een monodisciplinaire werkgroep ingesteld. De afdelingen radiologie van de door de minister aangewezen ziekenhuizen voor traumaopvang werden benaderd om een ter zake kundige radioloog af te vaardigen voor de werkgroep. Twee ziekenhuizen konden hieraan niet voldoen wegens prioritering van werkzaamheden wegens o.a. personeelsgebrek.

Werkwijze werkgroep:

De werkgroep is "meerdere" malen bijeengekomen waarbij stap voor stap de beeldvormende mogelijkheden bij de acute patiënt werden doorgenomen. Het doel was een, indien mogelijk, eenduidige uitspraak over de indicatie en de te verwachten uitkomst van beeldvormende verrichtingen bij de opvang van traumapatiënten te verkrijgen.

Literatuur onderzoek:

Met behulp van Sumsearch en Pubmed werd gezocht naar systematische reviews op het gebied van beeldvorming bij de multi-trauma patiënt. Er konden geen systematische reviews worden gevonden tot en met het jaar 2001. In 2002 verschenen er in de neurochirurgische literatuur enkele reviews op het gebied van schedel en nektrauma. Deze zijn als zodanig meegenomen bij de overwegingen.

Zeer beperkt waren ook het aantal standaarden en richtlijnen die konden worden gevonden. De standaarden van de American College of Radiology (Guidance Criteria) en de richtlijn Licht Schedel Trauma van de Nederlandse Vereniging voor Neurologie werden in de beschouwingen meegenomen.

De commissie is voornamelijk uitgegaan van recent verschenen literatuur. Gezien de nieuwe ontwikkelingen met betrekking tot het gebruik van multi-slice CT bij de traumaopvang is de literatuur hierover nog beperkt. Echter er kon genoeg literatuur worden gevonden om uitspraken te doen over het gebruik van CT bij de traumaopvang.

De meest recente en relevante literatuur is per deelgebied vermeld.

Algemene opmerking met betrekking tot CT protocollen:

De in deze richtlijn vermelde CT protocollen zijn een handreiking met daarin de minimale vereisten waaraan een adequate CT in de traumasetting moet voldoen. Gezien de snelle ontwikkeling in de CT techniek zijn deze al of gaan deze op korte termijn worden achterhaald door de nieuwe mogelijkheden van de nieuwe en snellere multidetector CT scanners.

Revisie richtlijn acute radiologie bij traumapatiënten:

De ontwikkelingen binnen de radiologie bij ongevals slachtoffers gaan snel. Dit betekent dat deze richtlijn regelmatig moet worden geëvalueerd en wanneer nodig aangepast.

## 1: Diagnostisch Algoritme in de eerste minuten (diamond diagnostic minutes).

In de eerste minuten van de traumaopvang in het traumacentrum dienen allereerst de vitale parameters te worden geëvalueerd (ademweg, ademhaling en circulatie). Tevens dient elk letsel dat deze vitale parameters bedreigt (bijvoorbeeld ademwegobstructie en verbloeding) zo snel mogelijk te worden onderkend en behandeld. In deze eerste minuten is dan ook naast de (hetero-en/of auto-) anamnese en het lichamenlijk onderzoek de beeldvorming van wezenlijk belang.

Het gaat hierbij om de volgende verrichtingen:

- 1: De conventionele röntgenopname van de thorax (X-thorax)
- 2: Het echografisch onderzoek van de buik (Echo Abdomen)
- 3: De conventionele röntgenopname van het bekken (X-Bekken)

Toelichting:

Deze first pass beeldvorming is screenend van aard. Op snelle wijze wordt een eerste indruk verkregen betreffende levensbedreigende aandoeningen zoals pulmonale problematiek of verbloeding. De bevindingen leiden tot direct ingrijpen of tot aanvullende diagnostiek.

Bij een zeer instabiele patiënt met verbloeding zal direct chirurgisch ingrijpen (laparotomie / thoracotomie) of radiologisch interventieel onderzoek (stent plaatsing, embolisatie) noodzakelijk zijn. Bij deze patiënten is het allereerst van belang het leven te behouden en van nadere beeldvormende diagnostiek wordt op dat moment afgezien.

Bij alle andere patiënten zal op geleide van de positieve en negatieve bevindingen tijdens de diagnostic diamond minutes de beeldvormende diagnostiek worden uitgebreid en zal therapeutisch ingrijpen plaatsvinden.

In de navolgende paragrafen betreft het de diagnostiek bij stomp traumaletsel. In een apart addendum is het algoritme opgenomen voor steek- en schotverwondingen

### 1.1 X-Thorax

Het conventionele röntgenonderzoek van hart en longen.

Indicatie:

Het aantonen of uitsluiten van aandoeningen of condities die de ademhaling of circulatie bedreigen.

Te beoordelen onderdelen:

- Ligging tubes en lijnen, indien al ingebracht
- Pneumothorax
- Pneumopericardium
- Pneumomediastinum
- Afwijkend mediastinum / verdenking hematoom
- Hematothorax
- Wervelfracturen/luxaties
- Ribfracturen
- Fracturen/luxaties clavicula en schoudergordel
- Longcontusie
- Corpora aliena
- Maagdilatatie
- Verdenking diafragma letsel

## 1.2 Echo Abdomen

### Het echografisch onderzoek van buik

#### Indicatie:

Het aantonen of uitsluiten van vrij vocht (en eventuele potentiële bloedingsbron) in het abdomen en eventueel thorax. (Bij de hemodynamisch instabiele patiënt met het doel een indicatie te geven voor de volgorde van chirurgisch ingrijpen.)

#### Te beoordelen onderdelen:

- Vrij vocht in buikholtte.
- Pleuravocht.
- Indien mogelijk ook de aan- of afwezigheid van pericardvocht vaststellen.
- Indien mogelijk herkomst van vocht vaststellen:
  - Miltletsel
  - Leverletsel
  - Nierletsel
  - Retroperitoneaal hematoma
  - Blaasvulling (Vol/Leeg: Helder/Troebel)
  - Pancreasletsel

#### Relevante literatuur Echo Buik en Trauma

1. Benya EC, Lim-Dunham JE, Landrum O, Statter M. Abdominal sonography in examination of children with blunt abdominal trauma. *AJR Am J Roentgenol* 2000 Jun.;174.(6.):1613.-6.
2. Bode PJ, Edwards MJ, Kruit MC, van Vugt AB. Sonography in a clinical algorithm for early evaluation of 1671 patients with blunt abdominal trauma. *AJR Am J Roentgenol* 1999;172:905-11.
3. Brown MA, Casola G, Sirlin CB, Hoyt DB. Importance of evaluating organ parenchyma during screening abdominal ultrasonography after blunt trauma. *J Ultrasound Med* 2001.Jun.;20.(6.):577.-83.; quiz.585..
4. Brown MA, Casola G, Sirlin CB, Patel NY, Hoyt DB. Blunt abdominal trauma: screening us in 2,693 patients. *Radiology* 2001.Feb.;218.(2.):352.-8.
5. Coley BD, Mutabagani KH, Martin LC, Zumberge N, Cooney DR, Caniano DA, Besner GE, Groner JJ, Shiels WE. Focused abdominal sonography for trauma (FAST) in children with blunt abdominal trauma. *J Trauma* 2000 May.;48.(5.):902.-6.
6. Emery KH, McAneney CM, Racadio JM, Johnson ND, Evora DK, Garcia VF. Absent peritoneal fluid on screening trauma ultrasonography in children: a prospective comparison with computed tomography. *J Pediatr Surg* 2001.Apr.;36.(4.):565.-9..
7. Fernandez L, McKenney MG, McKenney KL, Cohn SM, Feinstein A, Senkowski C, Compton RP, Nunez D. Ultrasound in blunt abdominal trauma. *J Trauma* 1998;45:841-8.
8. Feussner H, Papaziogas W, Siewert JR. [Modern diagnostic workup of blunt abdominal trauma] *Moderne Diagnostik des stumpfen Bauchtraumas. Chirurg.* 1999;70:1246-54.
9. Foo E, Su JW, Menon D, Tan D, Chan ST. A prospective evaluation of surgeon performed sonography as a screening test in blunt abdominal trauma. *Ann Acad.Med Singapore.*2001.Jan.;30.(1.):11.-4.
10. Goodwin H, Holmes JF, Wisner DH. Abdominal ultrasound examination in pregnant blunt trauma patients. *J Trauma* 2001.Apr.;50.(4.):689.-93.; discussion.694.
11. Gothi R. US of pancreas in blunt abdominal trauma. *Radiology* 1998;209:283

12. Herman M, el Sheikh H. The role of emergent sonography after blunt abdominal trauma. *AJR Am J Roentgenol* 2000 Feb.;174.(2.):570.-1.
13. Lingawi SS, Buckley AR. Focused abdominal US in patients with trauma. *Radiology* 2000 Nov.;217.(2.):426.-9.
14. Livingston DH, Lavery RF, Passannante MR, Skurnick JH, Baker S, Fabian TC, Fry DE, Malangoni MA. Free fluid on abdominal computed tomography without solid organ injury after blunt abdominal injury does not mandate celiotomy. *Am J Surg* 2001.Jul.;182.(1.):6.-9.
15. McGahan JP, Richards JR. Blunt abdominal trauma: the role of emergent sonography and a review of the literature. *AJR Am J Roentgenol* 1999;172:897-903.
16. McGahan JP, Wang L, Richards JR. From the RSNA refresher courses: focused abdominal US for trauma. *Radiographics* 2001.Oct.;21.Spec.No.:S191.-9. 2001;21 Spec No:S191-S199
17. McKenney KL, Nunez DBJ, McKenney MG, Asher J, Zelnick K, Shipshak D. Sonography as the primary screening technique for blunt abdominal trauma: experience with 899 patients. *AJR Am J Roentgenol* 1998;170:979-85.
18. McKenney KL. Ultrasound of blunt abdominal trauma. *Radiol Clin North Am* 1999;37:879-93.
19. Poletti PA, Wintermark M, Schnyder P, Becker CD. Traumatic injuries: role of imaging in the management of the polytrauma victim (conservative expectation). *Eur Radiol* 2002.May.;12.(5.):969.-78.
20. Rathaus V, Zissin R, Werner M, Erez I, Shapiro M, Grunebaum M, Konen O. Minimal pelvic fluid in blunt abdominal trauma in children: the significance of this sonographic finding. *J Pediatr Surg* 2001.Sep.;36.(9.):1387.-9.
21. Richards JR. Ultrasound versus CT in evaluating blunt abdominal trauma. *West.J Med* 1998;169:288-9.
22. Richards JR, Knopf NA, Wang L, McGahan JP. Blunt abdominal trauma in children: evaluation with emergency US. *Radiology* 2002.Mar.;222.(3.):749.-54.
23. Richards JR, Schleper NH, Woo BD, Bohnen PA, McGahan JP. Sonographic assessment of blunt abdominal trauma: a 4-year prospective study. *J Clin Ultrasound* 2002.Feb.;30.(2.):59.-67.
24. Sirlin CB, Casola G, Brown MA, Patel N, Bendavid EJ, Deutsch R, Hoyt DB. Us of blunt abdominal trauma: importance of free pelvic fluid in women of reproductive age. *Radiology* 2001.Apr.;219.(1.):229.-35.
25. Teitelbaum DH. Ultrasound is an effective triage tool to evaluate blunt abdominal trauma in the pediatric population. *J Trauma* 1999;46:357-9.
26. Yoshii H, Sato M, Yamamoto S, Motegi M, Okusawa S, Kitano M, Nagashima A, Doi M, Takuma K, Kato K, et al. Usefulness and limitations of ultrasonography in the initial evaluation of blunt abdominal trauma. *J Trauma* 1998;45:45-50.
27. Ollerton JE, Sugrue M, Balogh Z, D'amours SK, Giles A, Wyllie P. Prospective study to evaluate the influence of FAST on trauma patient management. *J Trauma*. 2006 Apr;60(4):785-91.
28. Bakker J, Genders R, Mali w, Leenen L. Sonography as the primary screening method in evaluating blunt abdominal trauma. *J Clin Ultrasound*. 2005 May;33(4):155-63.
29. Rhea JT, Garza DH, Novelline RA. Controversies in emergency radiology. CT versus utrasound in the evaluation of blunt abdominal trauma. *Emerg Radiol*. 2004 Jul;10(6):289-95. Epub 2004 Mar 23.
30. Rose JS. Ultrasound in abdominal trauma. *Emerg Med Clin North Am*. 2004 Aug;22(3):581-99.

31. Blackbourne LH, Soffer D, McKenney M, Amortegui J, Schulman CI, Crookes B, Habib F, Benjamin R, Lopez PP, Namias N, Lynn M, Cohn SM. Secondary ultrasound examination increases the sensitivity of the FAST exam in blunt trauma. *J Trauma*. 2004 Nov;57(5):934-8.
32. Miller MT, Pasquale MD, Bromberg WJ, Wasser TE, Cox J. Not so FAST. *J Trauma*. 2003 Jan;54(1):52-9; discussion 59-60.
33. Stassen NA, Lukan JK, Carrillo EH, Spain DA, Richardson JD. Abdominal seat belt marks in the era of focused abdominal sonography for trauma. *Arch Surg*. 2002 Jun;137(6):718-22; discussion 722-3.
34. McKenny MG, McKenny KL, Hong JJ, Compton R, Cohn SM, Kirton OC, Shatz DV, Sleeman D, Byers PM, Ginzburg E, Augenstein J. Evaluating blunt abdominal trauma with sonography: a cost analysis. *Am Surg*. 2001 Oct;67(10):930-4.

### 1.3 X-Bekken

#### Het conventionele röntgenonderzoek van het bekken

##### Indicatie:

Het vaststellen of uitsluiten van ernstige fracturen van de bekkenring (potentiële bloedingsbron)

- Bekken(ring)fractuur
- Fracturen lumbosacrale overgang
- Fracturen proximale femora
- (- Corpora aliena)

(In een aantal klinieken is het de gewoonte om een volledig buikoverzicht te maken in plaats van een gerichte bekkenopname)

#### Relevante literatuur Bekkentrauma

1. Rose, D. D. and Rowen, D. W. Perioperative considerations in major orthopedic trauma: pelvic and long bone fractures. *AANA.J* 2002 Apr.;70.(2.):131.-7.
2. Gonzalez, R. P., Fried, P. Q., and Bukhalo, M. The utility of clinical examination in screening for pelvic fractures in blunt trauma. *J Am Coll.Surg* 2002 Feb.;194.(2.):121.-5.
3. Peytel, E., Menegaux, F., Cluzel, P., Langeron, O., Coriat, P., and Riou, B. Initial imaging assessment of severe blunt trauma. *Intensive.Care Med* 2001.Nov.;27.(11.):1756.-61.
4. Duane, T. M., Cole, F. J. Jr, Weireter, L. J. Jr, and Britt, L. D. Blunt trauma and the role of routine pelvic radiographs. *Am Surg* 2001.Sep.;67.(9.):849.-52
5. Tien, I. Y. and Dufel, S. E. Does ethanol affect the reliability of pelvic bone examination in blunt trauma? *Ann Emerg.Med* 2000 Nov.;36.(5.):451.-5.
6. Gustavo, Parreira J., Coimbra, R., Rasslan, S., Oliveira, A., Fregoneze, M., and Mercadante, M. The role of associated injuries on outcome of blunt trauma patients sustaining pelvic fractures. *Injury* 2000 Nov.;31.(9.):677.-82.
7. Allen, C. F., Goslar, P. W., Barry, M., and Christiansen, T. Management guidelines for hypotensive pelvic fracture patients. *Am Surg* 2000 Aug.;66.(8.):735.-8.
8. Raafat, A. and Wright, M. J. Current management of pelvic fractures. *South.Med J* 2000 Aug.;93.(8.):760.-2.

9. Kaneriya, P. P., Schweitzer, M. E., Spettell, C., Cohen, M. J., and Karasick, D. The cost-effectiveness of routine pelvic radiography in the evaluation of blunt trauma patients. *Skeletal Radiol* 28, 271-273. 5-1999.
10. Killeen, K. L. and DeMeo, J. H. CT detection of serious internal and skeletal injuries in patients with pelvic fractures. *Acad.Radiol* 6, 224-228. 4-1999.
11. Gilpin, T. Towards evidence based emergency medicine: best BETs from the Manchester Royal Infirmary. Pelvic radiography in severe blunt trauma. *J Accid.Emerg.Med* 16, 60-61. 1-1999.

## 2: Diagnostisch Algoritme in het "golden hour".

Na de initiële screening op ademhalingsproblematiek en verbloeding, zal de rest van het diagnostische algoritme worden bepaald door de tot op dat moment, met behulp van anamnese, lichamelijk onderzoek en beeldvorming, gevonden letsels.

Het gaat hierbij om de volgende verrichtingen:

Conventioneel röntgenonderzoek van de Thorax (herhaling) (X-Thorax)  
Conventioneel röntgenonderzoek van de cervicale wervelkolom (X-CWK)  
Retrograad Urethrogram (RUG)  
Computer Tomografie van de schedel (CT Schedel)  
Computer Tomografie van de cervicale wervelkolom (CT CWK)  
Computer Tomografie van de Thorax (CT Thorax)  
Computer Tomografie van de Buik (CT Abdomen)  
Conventioneel röntgenonderzoek van de wervelkolom (X-TWK en X-LWK)  
Computer Tomografie van de wervelkolom (CT-WK)  
Magnetic Resonance Imaging van de wervelkolom (MRI-WK)  
Conventioneel röntgenonderzoek van de extremiteiten  
Angiografie van het vaatstelsel  
Embolisatie en Stentplaatsing van het vaatstelsel

### 2.1 Beeldvorming van Hoofd en Hals:

CT-Schedel, X-Cervicale wervelkolom, CT-Cervicale wervelkolom,

Een CT schedel dient te worden vervaardigd indien er verdenking is op intracerebrale pathologie.

Indien er een indicatie bestaat voor een CT-Schedel kan de CT-CWK aansluitend worden vervaardigd.

Een X-CWK op de traumakamer kan dan in principe achterwege blijven omdat dit leidt tot onnodig tijdsverlies. De cervicale wervelkolom blijft hierbij geïmmobiliseerd. Tevens is bekend dat op de conventionele röntgenopnamen niet zelden (zie literatuur) een deel van de wervelletsels worden gemist. De CT-CWK kan derhalve in de trauma situatie als gouden standaard worden beschouwd.

Indien er geen indicatie bestaat voor een acute CT-Schedel dan dient op de traumakamer een conventionele röntgenopname van de CWK te worden vervaardigd.

#### 2.1.1 CT-Schedel

Het computer tomografisch onderzoek van de schedel

Doelstelling:

Vaststellen of uitsluiten van traumatische aandoeningen aan hersenweefsel en benige schedelbegrenzing

Hieronder vallen:

- Epidurale bloeding
- Subdurale bloeding
- Subarachnoidale bloeding
- Intracerebrale bloeding
- Dreigende inklemming / cerebrale herniatie
- Intracranieel lucht
- Fracturen schedeldak, schedelbasis of aangezicht.

## Indicatie voor CT-Schedel:

(De commissie volgt hier grotendeels de richtlijnen van de Nederlandse Vereniging voor Neurologie)

- Ernstig of Mild hersenletsel (o.a. GCS <15) altijd CT hersenen.
- Bij Licht hersenletsel  
Indien GCS =15 en 1 van de volgende factoren aanwezig dan CT hersenen.
  - Leeftijd <2 jaar of Leeftijd > 60 jaar
  - Focale uitvalsverschijnselen of insulden
  - Ernstig weke delen letsel gelaat/schedel
  - Braken of persisterende hoofdpijn
  - Bekende afwijkingen van de bloedstolling (primair of medicamenteus)
  - Intoxicaties
  - Status na hersenoperaties
  - Post traumatische amnesie (PTA)
  - Kortdurende posttraumatische bewusteloosheid

In de richtlijnen van de Nederlandse Vereniging voor Neurologie wordt nog een mogelijkheid geboden tot het vervaardigen van een X-schedel in plaats van een CT-schedel voor een zeer beperkte categorie patiënten (GCS=15, geen risicofactoren, duur bewusteloosheid <15 min en duur PTA < 60 minuten). In dezelfde richtlijn is hierover een uitgebreide discussie opgenomen die tot de stelling leidt dat bij deze specifieke subgroep beeldvormend onderzoek altijd is geïndiceerd en daarbij CT de voorkeur heeft.

De richtlijncommissie stelt dat gezien de thans beschikbare literatuur er geen plaats meer is voor een conventionele opname van de schedel.

Recent onderzoek laat zien dat bij patiënten met een licht schedel hersenletsel met de op dit moment geldende richtlijn van de Nederlandse Vereniging voor Neurologie een deel van de patiënten die een neurochirurgische ingreep moeten ondergaan worden gemist. Dit betekent dat een CT van de hersenen laagdrempeliger moet worden verricht.

## Uitvoering:

Nota Bene: Wanneer ook een onderzoek met intraveneus contrast (bijvoorbeeld CT Thorax of CT Abdomen) moet plaatsvinden de CT hersenen eerst maken.

Vorbereiding:	Geen.
Ligging patiënt:	Rugligging, hoofd in schedelsteun, fixeren.
Ademinstructie:	Geen.
Instellingsopname:	Lateraal schedel
Scan protocol:	Standaard Schedel Axiaal 5 mm aansluitend van vertex tot forman magnum
Contrast:	Geen
Reconstructie.:	Axiaal (eventueel sagitaal en coronaal); Hersen kernel/filter eventueel bot kernel/filter,

## Relevante Literatuur CT Schedel Trauma

1. Bazarian, J. Use of computed tomographic scans for patients with minor head injury. *Ann Emerg.Med* 2002.Mar.;39.(3.):348.-9.
2. Bramley, R., Whitehouse, R. W., and Taylor, P. M. The Canadian CT Head Rule for patients with minor head injury: consequences for radiology departments in the U.K. *Clin Radiol* 2002.Feb.;57.(2.):151.-2.; discussion.152.-3.
3. Chao, A., Pearl, J., Perdue, P., Wang, D., Bridgeman, A., Kennedy, S., Ling, G., and Rhee, P. Utility of routine serial computed tomography for blunt intracranial injury. *J Trauma* 2001.Nov.;51.(5.):870.-5.; discussion.875.-6.
4. Graham, I. D., Stiell, I. G., Laupacis, A., O'Connor, A. M., and Wells, G. A. Emergency physicians' attitudes toward and use of clinical decision rules for radiography. *Acad.Emerg.Med* 5, 134-140. 2-1998.
5. Haydel, M. J. The Canadian CT Head Rule. *Lancet* 2001.Sep.22.;358.(9286.):1013.-4.
6. Maharaj, I. and Tosiello, L. The Canadian CT Head Rule. *Lancet* 2001.Sep.22.;358.(9286.):1013.; discussion.1014.
7. Munro, A. and Maconochie, I. Towards evidence based emergency medicine: best BETs from the Manchester Royal Infirmary. Indication for head CT in children with mild head injury. *Emerg.Med J* 2001.Nov.;18.(6.):469.-70.
8. Schaan, M., Jaksche, H., and Boszczyk, B. Predictors of outcome in head injury: proposal of a new scaling system. *J Trauma* 2002.Apr.;52.(4.):667.-74.
9. Servadei, F., Murray, G. D., Teasdale, G. M., Dearden, M., Iannotti, F., Lapierre, F., Maas, A. J., Karimi, A., Ohman, J., Persson, L., Stocchetti, N., Trojanowski, T., and Unterberg, A. Traumatic subarachnoid hemorrhage: demographic and clinical study of 750 patients from the European brain injury consortium survey of head injuries. *Neurosurgery* 2002.Feb.;50.(2.):261.-7.; discussion.267.-9.
10. Simon, B., Letourneau, P., Vitorino, E., and McCall, J. Pediatric minor head trauma: indications for computed tomographic scanning revisited. *J Trauma* 2001.Aug.;51.(2.):231.-7.; discussion.237.-8.
11. Stiell, I. G., Lesiuk, H., Wells, G. A., Coyle, D., McKnight, R. D., Brison, R., Clement, C., Eisenhauer, M. A., Greenberg, G. H., Macphail, I., Reardon, M., Worthington, J., Verbeek, R., Rowe, B., Cass, D., Dreyer, J., Holroyd, B., Morrison, L., Schull, M., and Laupacis, A. Canadian CT head rule study for patients with minor head injury: methodology for phase II (validation and economic analysis). *Ann Emerg.Med* 2001.Sep.;38.(3.):317.-22.
12. Stiell, I. G., Lesiuk, H., Wells, G. A., McKnight, R. D., Brison, R., Clement, C., Eisenhauer, M. A., Greenberg, G. H., Macphail, I., Reardon, M., Worthington, J., Verbeek, R., Rowe, B., Cass, D., Dreyer, J., Holroyd, B., Morrison, L., Schull, M., and Laupacis, A. The Canadian CT Head Rule Study for patients with minor head injury: rationale, objectives, and methodology for phase I (derivation). *Ann Emerg.Med* 2001.Aug.;38.(2.):160.-9.
13. Uchino, Y., Okimura, Y., Tanaka, M., Saeki, N., and Yamaura, A. Computed tomography and magnetic resonance imaging of mild head injury--is it appropriate to classify patients with Glasgow Coma Scale score of 13 to 15 as "mild injury"? *Acta Neurochir.(Wien.)* 2001.Oct.;143.(10.):1031.-7.
14. Wardlaw, J. M., Easton, V. J., and Statham, P. Which CT features help predict outcome after head injury? *J. Neurol Neurosurg Psychiatry* 2002.Feb.;72.(2.):188.-92.; discussion.151.
15. Wiedemayer, H., Triesch, K., Schafer, H., and Stolke, D. Early seizures following non-penetrating traumatic brain injury in adults: risk factors and clinical significance. *Brain Inj.*2002.Apr.;16.(4.):323.-30.
16. Smits M, Dippel DWJ, Haan de GG, et al. External Validation of the Canadian CT Head Rule and the New Orleans Criteria for CT scanning in Patients with Minor Head Injury.

- 43 JAMA. 2005;294:1519-1525.
17. Stiell IG, Clement CM, Rowe BH, Schull MJ, Brison R, Cass D, Eisenhauer MA, McKnight RD, Bandiera G, Holroyd B, Lee JS, Dreyer J, Worthington JR, Reardon M, Greenberg G, Lesiuk H, MacPhail I, Wells GA. Comparison of the Canadian CT Head Rule and the New Orleans Criteria in patients with minor head injury. *JAMA*. 2005 Sep 28;294(12):1511-8.
  18. de Andrade AF, de Almada AN, Bor-Seng-Shu E, Lourenco L, Mandel M, Marina R Jr. The value of cranial computed tomography in high-risk, mildly head-injured patients. *Surg Neurol*. 2006;65 Suppl 1:S1:10-1:13.
  19. Shrivastava BP, Huseyin TS, Hynes KA. NICE guideline for the management of head injury: an audit demonstrating its impact on a district general hospital, with a cost analysis for England and Wales. *Emerg Med J*, 2006 Feb; 23(2):109-13.
  20. Holmes JF, Hendey GW, Oman JA, Norton VC, Lazarenko G, Ross SE, Hoffman JR, Mower WR; for the NEXUS group. Epidemiology of blunt head injury victims undergoing ED cranial computed tomographic scanning. *Am J Emerg Med*. 2006 Mar;24(2):167-73.
  21. Cohen DB, Rinker C, Wilberger JE. Traumatic brain injury in anticoagulated patients. *J Trauma*. 2006 Mar;60(3):553-7.
  22. Gittleman AM, Ortiz AO, Keating DP, Katz DS. Indications for CT in patients receiving anticoagulation after head trauma. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2005 Mar;26(3):603-6.
  23. Schlegel PM, Walter MKA, Kloska SP, Rieger B, Fischer RJ, Wassmann H, Heindel W. Is the Canadian CT head rule for minor head injury applicable for patients in Germany? *Rofo*. 2005 Jun;177(6):872-6.
  24. Haydel MJ. Clinical decision instruments for CT scanning in minor head injury. *JAMA*. 2005 Sep 28;294(12):1551-3.
  25. Hassan Z, Smith M, Littlewood S, Bouamra O, Hughes D, Biggin C, Amos K, Mendelow AD, Lecky F. Head injuries: a study evaluating the impact of the NICE head injury guidelines. *Emerg Med J*. 2005 Dec;22(12):845-9.
  26. Toyama Y, Kobayashi T, Nishiyama Y, Satoh K, Ohkawa M, Seki K. CT for acute stage of closed head injury. *Radiat Med*. Aug;23(5):309-16.
  27. Mower WR, Hoffman JR, Herbert M, Wolfson AB, Pollack CV Jr, Zucker MI; NEXUS II Investigators. Developing a decision instrument to guide computed tomographic imaging of blunt head injury patients. *J Trauma*. 2005 Oct;59(4):954-9.
  28. Fabbri A, Servadei F, Marchesini G, Dente M, Iervese T, Spada M, Vandelli A. Clinical performance of NICE recommendations versus NCWFNS proposal in patients with mild head injury. *J Neurotrauma*. 2005 Dec;22(12):1419-27.
  29. Af Geijerstam JL, Britton M, Marke LA. Mild head injury: observation or computed tomography? Economic aspects by literature review and decision analysis. *Emerg Med J*. 2004 Jan;21(1):54-8.
  30. Boyle A, Santarius L, Maimaris C. Evaluation of the impact of the Canadian CT head rule on British practice. *Emerg Med J*. 2004 Jul;21(4):426-8.
  31. Sultan HY, Boyle A, Pereira M, Antoun N, Maimaris C. Application of the Canadian CT head rules in managing minor head injuries in a UK emergency department: implications for the implementation of the NICE guidelines. *Emerg Med J*. 2004 Jul;21(4):420-5.
  32. Borg J, Holm L, Cassidy JD, Peloso PM, Carroll LJ, von Holst H, Ericson K. W, WHO Collaborating Centre Task Force on Mild Traumatic Brain Injury. Diagnostic procedures in mild traumatic brain injury: results of the Who Collaborating Centre Task Force on Mild Traumatic Brain Injury. *J Rehabil Med*. 2004 Feb;(43 Suppl):61-75.

33. Rosengren D, Rothwell S, Brown AF, Chu K. The application of North American CT scan criteria to an Australian population with minor head injury. *Emerg Med Australas*. 2004 Jun;16(3):195-200.
34. Thiruppathy SP, Muthukumar N. Mild head injury: revisited. *Acta Neurochir (Wien)*. 2004 Oct; 146(10):1075-82; discussion 1082-3.
35. Mack LR, Chan SB, Silva JC, Hogan TM. The use of head computed tomography in elderly patients sustaining minor head trauma. *J Emerg Med*. 2003 Feb;24(2):157-62.
36. Eng J, Chanmugam A. Examining the role of cranial CT in the evaluation of patients with minor head injury: a systematic review. *Neuroimaging Clin N Am*. 2003 May;13(2):273-82.
37. Hodge AL, Sternlicht JP, Wagenhauser K, Gibney LB, Counselman FL. Closed head injury in elderly and nonelderly patients. *JAAPA*. 2003 Apr;16(4):53-6.
38. Stiell IG, Wells GA, Vandemheen K, Clement C, Lesiu H, Laupacis A, McKnight RD, Verbeek R, Brison R, Cass D, Eisenhauer ME, Greenberg G, Worthington J. The Canadian CT Head Rule for patients with minor head injury. *Lancet*. 2001 May 5;357(9266):1391-6.
39. Haydel MJ, Preston CA, Mills TJ, Luber S, Blaudeau E, DeBlieux PM. Indications for computed tomography in patients with minor head injury. *N Engl J Med*. 2000 Jul 13;343(2):100-5.
40. Inamasu J, Hori S, Aoki K, Suga S, Kawase T, Aikawa N. CT scans essential after postraumatic loss of consciousness. *Am J Emerg Med*. 2000 Nov;18(7):810-1.
41. Iverson GL, Lovell MR, Smith S, Franzen MD. Prevalence of abnormal CT-scans following mild head injury. *Brain Inj*. 2000 Dec;14(12):1057-61.

## 2.1.2 Afbeeldend onderzoek van de cervicale wervelkolom.

Een afbeeldend onderzoek van de cervicale wervelkolom is niet geïndiceerd bij patiënten die aan de zogenaamde NEXUS criteria voldoen.

Dit zijn:

- alerte patiënt.
- geen intoxicatie.
- geen pijn in de middenlijn van de cervicale wervelkolom.
- geen pijnlijk afleidend letsel. (Dit betreft letsel elders aan het lichaam dat voldoende ernstig is om pijn in de cervicale wervelkolom te overheersen)
- geen neurologische afwijkingen die kunnen worden veroorzaakt door cervicaal letsel.

Doelstelling afbeeldend onderzoek van de cervicale wervelkolom:

Vaststellen of uitsluiten van letsel van de cervicale wervelkolom

- Fractuur en/of verhaking van cervicale halswervels
- Indien luxatie of fractuur: dislocaties van fragmenten
- Indien luxatie of fractuur: bedreiging myelum
- Significant weke delen letsel

Deze indicaties volgen onder andere uit de meta-analyse / systematic review zoals gepubliceerd in Neurosurgery, vol 50, No.3, March 2002, supplement, chapter 4 "Radiographic assessment of the cervical spine in asymptomatic trauma patients"

### CT-CWK

Het computer tomografisch onderzoek van de cervicale wervelkolom.

Indicatie voor CT-CWK:

- Afwijkend of onvoldoende beoordeelbare X-CWK (zie verder)
- Indicatie voor CT hersenen. De X CWK kan dan achterwege worden gelaten. Dit omwille van de tijd, de relatief lage sensitiviteit van de X CWK en het hogere risico die patiënten met schedel hersenletsel hebben op cervicaal letsel.
- Ook moet een CT CWK worden overwogen zonder voorafgaande X CWK bij patiënten met neurologische afwijkingen verdacht voor cervicaal letsel en bij patiënten met veel pijnklachten gelokaliseerd in de middenlijn van de cervicale wervelkolom.

Uitvoering:

Vorbereiding: Geen.

Ligging patiënt: Rugligging, hoofd in schedelsteun, fixeren.  
Indien halskraag: "plat" op tafel.

Ademinstructie: Geen.

Instellings opname: Lateraal CWK.

Scan protocol: Volumeacquisitie van foramen magnum tot en met wervellichaam T1.

Collimatie: maximaal 2,5 mm (indien mogelijk dunner) met maximaal 3mm overlappende axiale reconstructies waaruit goede 3 mm sagitale en coronale multiplanar reconstructies kunnen worden gemaakt.

Contrast: Geen.

Reconstructie: Bot kernel/filter; Axiaal, Coronaal en Sagitaal

## X-CWK

Het conventionele rontgen onderzoek van de cervicale wervelkolom.

### Indicatie voor X-CWK

- Patiënten met een indicatie voor afbeeldend onderzoek van de cervicale wervelkolom zonder directe indicatie voor een CT van de cervicale wervelkolom.

### Uitvoering:

Na discussie komt de commissie tot de volgende handelwijze:

In eerste instantie zal een laterale CWK worden vervaardigd. Indien deze een fractuur laat zien, of als er sprake is van een dubieuze bevinding (verdacht doch niet zeker), of een deel van de cervicale wervelkolom komt niet goed in beeld of als er geen letsel wordt gezien doch de klinische verdenking (neurologisch onderzoek) op cervicaal letsel is hoog dan wordt patiënt direct naar de CT verwezen voor een CT-CWK. In de andere gevallen worden de conventionele opname aangevuld met een AP-opname en een gerichte opname van de dens.

### Relevante literatuur CWK Trauma

1. Anglen J, Metzler M, Bunn P, Griffiths H. Flexion and extension views are not cost-effective in a cervical spine clearance protocol for obtunded trauma patients. *J Trauma* 2002.Jan.;52.(1.):54.-9.
2. April RS, Lanfranchi R. Clinical criteria to rule out cervical-spine injury. *N.Engl.J Med* 2000 Nov.2.;343.(18.):1339.
3. Barba CA, Taggart J, Morgan AS, Guerra J, Bernstein B, Lorenzo M, Gershon A, Epstein N. A new cervical spine clearance protocol using computed tomography. *J Trauma* 2001.Oct.;51.(4.):652.-6.; discussion.656.-7.
4. Bates D, Butler J. Towards evidence based emergency medicine: best BETs from the Manchester Royal Infirmary. Cervical spine radiography in alert asymptomatic blunt trauma patients. *Emerg.Med J* 2002.Jan.;19.(1.):47.-8.
5. Berne JD, Velmahos GC, El-Tawil Q, Demetriades D, Asensio JA, Murray JA, Cornwell EE, Belzberg H, Berne TV. 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* 1999;47:896-902.
6. Blackmore CC, Ramsey SD, Mann FA, Deyo RA. Cervical spine screening with CT in trauma patients: a cost-effectiveness analysis. *Radiology* 1999;212:117-25.
7. Brady WJ, Moghtader J, Cutcher D, Exline C, Young J. ED use of flexion-extension cervical spine radiography in the evaluation of blunt trauma. *Am J Emerg.Med* 1999;17:504-8.
8. Chiu WC, Haan JM, Cushing BM, Kramer ME, Scalea TM. Ligamentous injuries of the cervical spine in unreliable blunt trauma patients: incidence, evaluation, and outcome. *J Trauma* 2001.Mar.;50.(3.):457.-63.; discussion.464.
9. Daffner RH. Identifying patients at low risk for cervical spine injury: the Canadian C-spine rule for radiography. *JAMA* 2001.Oct.17.;286.(15.):1893.-4.
10. Edwards MJ, Frankema SP, Kruit MC, Bode PJ, Breslau PJ, van Vugt AB. Routine cervical spine radiography for trauma victims: Does everybody need it? *J Trauma* 2001.Mar.;50.(3.):529.-34..

11. Gonzalez RP, Fried PO, Bukhalo M, Holevar MR, Falimirski ME. Role of clinical examination in screening for blunt cervical spine injury. *J Am Coll.Surg* 1999;189:152-7.
12. Hanson JA, Blackmore CC, Mann FA, Wilson AJ. Cervical spine injury: a clinical decision rule to identify high-risk patients for helical CT screening. *AJR Am J Roentgenol* 2000 Mar.;174.(3.):713.-7..
13. Harris JHJ. Decisions about cervical spine radiography following trauma. *JAMA* 2002.Feb.6.;287.(5.):583.-4.
14. Hoffman JR, Wolfson AB, Todd K, Mower WR. Selective cervical spine radiography in blunt trauma: methodology of the National Emergency X-Radiography Utilization Study (NEXUS). *Ann Emerg.Med* 1998;32:461-9.
15. Hoffman JR, Mower WR, Wolfson AB, Todd KH, Zucker MI. Validity of a set of clinical criteria to rule out injury to the cervical spine in patients with blunt trauma. National Emergency X-Radiography Utilization Study Group. *N.Engl.J Med* 2000 Jul.13.;343.(2.):94.-9.
16. Jelly LM, Evans DR, Easty MJ, Coats TJ, Chan O. Radiography versus spiral CT in the evaluation of cervicothoracic junction injuries in polytrauma patients who have undergone intubation. *Radiographics* 2000 Oct.;20.Spec.No.:S251.-9.; discussion.S260.-2.
17. Keenan HT, Hollingshead MC, Chung CJ, Ziglar MK. Using CT of the cervical spine for early evaluation of pediatric patients with head trauma. *AJR Am J Roentgenol* 2001.Dec.;177.(6.):1405.-9.
18. Krochmal P. Clinical criteria to rule out cervical-spine injury. *N.Engl.J Med* 2000 Nov.2.;343.(18.):1338.-9
19. Lynch R. Decisions about cervical spine radiography following trauma. *JAMA* 2002.Feb.6.;287.(5.):583.; discussion.584.
20. Mahadevan S, Mower WR, Hoffman JR, Peeples N, Goldberg W, Sonner R. Interrater reliability of cervical spine injury criteria in patients with blunt trauma. *Ann Emerg.Med* 1998;31:197-201.
21. Mayberry JC, Wu IC, Goldman RK, Chesnut RM. Cervical spine clearance and neck extension during percutaneous tracheostomy in trauma patients. *Crit.Care Med* 2000 Oct.;28.(10.):3436.-40..
22. Stiell IG, Wells GA, Vandemheen K, Laupacis A, Brison R, Eisenhauer MA, Greenberg GH, Macphail I, McKnight RD, Reardon M, et al. Variation in emergency department use of cervical spine radiography for alert, stable trauma patients. *CMAJ.* 1997;156:1537-44.
23. Stiell IG. Clinical decision rules in the emergency department. *CMAJ.*2000 Nov.28.;163.(11.):1465.-6.
24. Stiell IG, Laupacis A, Wells GA. Indications for computed tomography after minor head injury. Canadian CT Head and Cervical-Spine Study Group. *N.Engl.J Med* 2000 Nov.23.;343.(21.):1570.-1
25. Stiell IG, Wells GA, Vandemheen KL, Clement CM, Lesiuk H, De Maio VJ, Laupacis A, Schull M, McKnight RD, Verbeek R, et al. The Canadian C-spine rule for radiography in alert and stable trauma patients. *JAMA* 2001.Oct.17.;286.(15.):1841.-8.
26. Ullrich A, Hendey GW, Geiderman J, Shaw SG, Hoffman J, Mower WR. Distracting painful injuries associated with cervical spinal injuries in blunt trauma. *Acad.Emerg.Med* 2001.Jan.;8.(1.):25.-9.
27. Viccellio P, Simon H, Pressman BD, Shah MN, Mower WR, Hoffman JR. A prospective multicenter study of cervical spine injury in children. *Pediatrics* 2001.Aug.;108.(2.):E20.
28. Zabel DD, Tinkoff G, Wittenborn W, Ballard K, Fulda G. Adequacy and efficacy of lateral cervical spine radiography in alert, high-risk blunt trauma patient. *J Trauma* 1997;43:952-6.
29. Holmes JF., Akkinepalli R. Computed tomography versus plain radiography to screen for cervical spine injury: a meta-analysis. *J Trauma.* 2005;58(5):902-905.

30. Bagley LJ. Imaging of spinal trauma. *Radiol Clin North Am.* 2006 Jan;44(1):1-12, vii.
31. Stassen NA, Williams VA, Gestring ML, Cheng JD, Bankey PE. 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.* 2006 Jan;60(1):171-7.
32. Bub LD, Blackmore CC, Mann FA, Lomoschitz FM. Cervical spine fractures in patients 65 years and older: a clinical prediction rule for blunt trauma. *Radiology.* 2005 Jan;234(1):143-9. Epub 2004 Nov.
33. Van Goethem JW, Maes M, Ozsarlak O, van den Hauwe L, Parizel PM. Imaging in spinal trauma. *Eur Radiol.* 2005 Mar;15(3):582-90. Epub 2005 Feb 5.
34. Sliker CW, Mirvis SE, Shanmuganathan K. Assessing cervical spine stability in obtunded blunt trauma patients: review of medical literature. *Radiology.* 2005 Mar;234(3):733-9.
35. Liberman M, Farooki N, Lavoie A, Mulder DS, Sampalis JS. Clinical evaluation of the spine in the intoxicated blunt trauma patient. *Injury.* 2005 Apr;36(4):519-25. Epub 2005 Jan 21.
36. Brown CV, Antevil JL, Sise MJ, Sack DI. Spiral computed tomography for the diagnosis of cervical, thoracic, and lumbar spine fractures: its time has come. *J Trauma.* 2005 May;58(5):890-5; discussion 895-6.
37. Brohi K, Healy M, Fotheringham T, Chan O, Aylwin C, Whitley S, Walsh M. Helical computed tomographic scanning for the evaluation of the cervical spine in the unconscious, intubated trauma patient. *J Trauma.* 2005 May;58(5):897-901.
38. Holmes JF, Akkinepalli R. Computed tomography versus plain radiography to screen for cervical spine injury: a meta-analysis. *J trauma.* 2005 May;58(5):902-5.
39. Sanchez B, Waxman K, Jones T, Conner S, Chung R, Becerra S. Cervical spine clearance in blunt trauma: evaluation of a computed tomography-based protocol. *J Trauma.* 2005 Jul;59(1):179-83.
40. Schuster R, Waxman K, Sanchez B, Becerra S, Chung R, Conner S, Jones T. 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.* 2005 Aug;140(8):762-6.
41. Hogan GJ, Mirvis SE, Shanmuganathan K, Scalea TM. 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.* 2005 Oct;237(1):106-13.
42. Diaz JJ Jr, Aulino JM, Collier B, Roman C, May AK, Miller RS, Guillamondegui O, Morris JA Jr. The early work-up for isolated ligamentous injury of the cervical spine: does computed tomography scan have a role? *J Trauma.* 2005 Oct;59(4):897-903; discussion 903-4.
43. Gale SC, Cracias VH, Reilly PM, Schwab CW. The inefficiency of plain radiography to evaluate the cervical spine after blunt trauma. *J Trauma.* 2005 Nov;59(5):1121-5.
44. Heffernan DS, Schermer CR, Lu SW. What defines a distracting injury in cervical spine assessment? *J Trauma.* 2005 Dec;59(6):1396-9.
45. Chang CH, Holmes JF, Mower WR, Panacek EA. Distracting injuries in patients with vertebral injuries. *J Emerg Med.* 2005 Feb;28(2):147-52.
46. Morris CG, McCoy E. Clearing the cervical spine in unconscious polytrauma victims, balancing risks and effective screening. *Anaesthesia.* 2004 May;59(5):464-82.
47. Blackmore CC. Evidence-based imaging evaluation of the cervical spine in trauma. *Neuroimaging Clin N Am.* 2003 May;13(2):283-91.

48. Mann FA, Cohen WA, Linnau KF, Hallam DK, Blackmore CC. Evidence-based approach to using CT in spinal trauma. *Eur J Radiol.* 2003 Oct;48(1):39-48.
49. Stiell IG, Clement CM, McKnight RD, Brison R, Schull MJ, Rowe BH, Worthington JR, Eisenhauer MA, Cass D, Greenberg G, MacPhail I, Dreyer J, Lee JS, Bandiera G, Reardon M, Holroyd B, Lesiuk H, Wells GA. The Canadian C-spine rule versus the NEXUS low-risk criteria in patients with trauma. *N Engl J Med.* 2003 Dec 25;349(26):2510-8.
50. Griffen MM, Frykberg ER, Kerwin AJ, Schinco MA, Tepas JJ, Rowe K, Abboud J. Radiographic clearance of blunt cervical spine injury: plain radiograph or computed tomography scan? *J Trauma.* 2003 Aug;55(2):222-6; discussion 226-7.
51. Diaz JJ Jr, Gillman C, Morris JA Jr, May AK, Carrillo YM, Guy J. Are five-view plain films of the cervical spine unreliable? A prospective evaluation in blunt trauma patients with altered mental status. *J Trauma.* 2003 Oct;55(4):658-63; discussion 663-4.
52. Besman A, Kaban J, Jacobs L, Jacobs LM. False-negative plain cervical spine x-rays in blunt trauma. *Am Surg.* 2003 Nov;69(11):1010-4.
53. Anglen J, Metzler M, Bunn P, Griffiths H. Flexion and extension views are not cost-effective in a cervical spine clearance protocol for obtunded trauma patients. *J Trauma.* 2002 Jan;52(1):54-9.
54. Touger M, Gennis P, Nathanson N, Lowery DW, Pollack CV Jr, Hoffman JR, Mower WR. Validity of a decision rule to reduce cervical spine radiography in elderly patients with blunt trauma. *Ann Emerg Med.* 2002 Sept;40(3):287-93.
55. Insko EK, Gracias VH, Gupta R, Goettler CE, Gaieski DF, Dalinka MK. Utility of flexion and extension radiographs of the cervical spine in the acute evaluation of blunt trauma. *J Trauma.* 2002 Sep;53(3):426-9.
56. Blackmore CC, Zelman WN, Glick ND. Resource cost analysis of cervical spine trauma radiography. *Radiology.* 2001 Sep;220(3):581-7.
57. Mower WR, Hoffman JR, Pollack CV Jr., Zucker MI, Browne BJ, Wolfson AB; NEXUS Group. Use of plain radiography to screen for cervical spine injuries. *Ann Emerg Med.* 2001 Jul;38(1):1-7.
58. Pollack CV Jr, Hendey GW, Martin DR, Hoffman JR, Mower WR; NEXUS Group. Use of flexion-extension radiographs of the cervical spine in blunt trauma. *Ann Emerg Med.* 2001 Jul;38(1):8-11.
59. Panacek EA, Mower WR, Holmes JF, Hoffman JR; NEXUS Group. Test performance of the individual NEXUS low-risk clinical screening criteria for cervical spine injury. *Ann Emerg Med.* 2001 Jul;38(1):22-5.
60. Barba CA, Taggart J, Morgan AS, Guerra J, Bernstein B, Lorenzo M, Gershon A, Epstein N. A new cervical spine clearance protocol using computed tomography. *J Trauma.* 2001 Oct;51(4):652-6; discussion 656-7.
61. Schenarts PJ, Diaz J, Kaiser C, Carrillo Y, Eddy V, Morris JA Jr. Prospective comparison of admission computed tomographic scan and plain films of the upper cervical spine in trauma patients with altered mental status. *J Trauma.* 2001 Oct;51(4):663-8; discussion 668-9.
62. Blackmore CC, Mann FA, Wilson AJ. Helical CT in the primary trauma evaluation of the cervical spine: an evidence-based approach. *Skeletal Radiol.* 2000 Nov;29(11):632-9.
63. Dai LY, Yao WF, Cui YM, Zhou Q. Thoracolumbar fractures in patients with multiple injuries: diagnosis and treatment-a review of 147 cases. *J Trauma.* 2004 Feb;56(2):348-55.
64. Brandt MM, Wahl WL, Yeom K, Kazerooni E, Wang SC. Computed tomographic scanning reduces cost and time of complete spine evaluation. *J Trauma.* 2004 May;56(5):1022-6; discussion 1026-8.

65. Wintermark M, Mouhsine E, Theumann N, Mordasini P, van Melle G, Leyvraz PF, Schnyder P. Thoracolumbar spine fractures in patients who have sustained severe trauma: depiction with multi-detector row CT. *Radiology*. 2003 Jun;227(3):681-9. Epub 2003 Apr 17
66. Hauser CJ, Visvikis G, Hinrichs C, Eber CD, Cho K, Lavery RF, Livingston DH. Prospective validation of computed tomographic screening of the thoracolumbar spine in trauma. *J Trauma*. 2003 Aug;55(2):228-34; discussion 234-5.
67. Mann FA, Cohen WA, Linnau KF, Hallam DK, Blackmore CC. Evidence-based approach to using CT in spinal trauma. *Eur J Radiol*. 2003 Oct;48(1):39-48.
68. Holmes JF, Panacek EA, Miller PQ, Lapidis AD, Mower WR. Prospective evaluation of criteria for obtaining thoracolumbar radiographs in trauma patients. *J Emerg Med*. 2003 Jan;24(1):1-7.
69. Hsu JM, Joseph T, Ellis AM. Thoracolumbar fracture in blunt trauma patients: guidelines for diagnosis and imaging. *Injury*. 2003 Jun;34(6):426-33.
70. Gestring ML, Gracias VH, Feliciano MA, Reilly PM, Shapiro MB, Johnson JW, Klein W, Kauder DR, Schwab CW. Evaluation of the lower spine after blunt trauma using abdominal computed tomographic scanning supplemented with lateral scanograms. *J Trauma*. 2002 Jul;53(1):9-14.
71. Holmes JF, Miller PQ, Panacek EA, Lin S, Horne NS, Mower WR. Epidemiology of thoracolumbar spine injury in blunt trauma. *Acad Emerg Med*. 2001 Sep;8(9):866-72.
72. Stanislas MJ, Latham JM, Porter KM, Alpar EK, Stirling AJ. A high risk group for thoracolumbar fractures.
73. Herzog C, Ahle H, Mack MG, Maier B, Schwarz W, Zangos S, Jacobi V, Thalhammer A, Peters J, Ackermann H, Vogl TJ. Traumatic injuries of the pelvis and thoracic and lumbar spine: does thin-slice multidetector-row CT increase diagnostic accuracy? *Eur Radiol*. 2004 Oct;14(10):1751-60. Epub 2004 Aug 5.

## 2.2 RUG: Retrograad Urethrogram

Het (doorlichtings-) onderzoek van de urethra met contrast.

Doelstelling:

Vaststellen of uitsluiten van letsel van de urethra en blaashals.

Indicatie voor RUG:

- Mannelijke patiënten met ernstig bekkenletsel: m.n. diastase van de symphysis pubis.
- Mannelijke patiënten met perineumletsel of letsel van de uitwendige geslachtsorganen.
- Bij bloed uit de meatus.

### Relevante literatuur RUG

1. Benchekroun A, Alami M, Ghadouane M, et al: [Anterior urethral injury. Report of 23 cases] Traumatismes de l'uretre anterieur. A propos de 23 cas. Ann Urol.(Paris.) 2002; 36: 150-153.
2. Bigongiari LR, Amis ESJ, Bluth EI, et al: Trauma to the bladder and urethra. American College of Radiology. ACR Appropriateness Criteria. Radiology 2000; 215 Suppl: 733-740.
3. Lee J, Abrahamson BS, Harrington TG, Singh BV, Trocchia AM, Khan SA: Urologic complications of diastasis of the public symphysis: a trauma case report and review of world literature. J Trauma 2000; 48: 133-136.
4. Werkman HA, Jansen C, Klein JP, Ten Duis HJ: Urinary tract injuries in multiply-injured patients: a rational guideline for the initial assessment. Injury 1991; 22: 471-474.
5. Ali M, Safriel Y, Sclafani SJ, Schutze R. CT signs of urethral injury. Radiographics. 2003 Jul-Aug;23(4):951-63; discussion.
6. Uehara DT, Eisner RF. Indications for retrograde cystourethrography in trauma. Ann Emerg Med. 1986 Mar;15(3):270-2.

### 2.3 CT-Thorax

Het computer tomografisch onderzoek van de borstkas en inhoud met speciale aandacht voor de aorta thoracalis.

Doelstelling:

Aantonen of uitsluiten mediastinaal vaatletsel (oa aorta)

Inventariseren overig thoraxletsel:

- Pneumothorax
- Pneumopericardium
- Pneumomediastinum
- Hematothorax
- Pericardvocht
- Longcontusie
- Ligging tubes en lijnen
- Wervelfracturen
- Ribfracturen
- Fracturen clavicula en schoudergordel
- Corpora aliena

Indicatie:

Verdenking traumatisch aortaletsel:

Een niet normaal mediastinum op X Thorax bij adequaat trauma geeft aanleiding tot nadere analyse.

Onder een niet normaal mediastinum wordt verstaan:

- a. Verbreed mediastinum. Moeilijk criterium ten gevolge van de variabele focus - patiënt en patiënt - film afstand, de liggende positie (en eventueel rotatie) van de patiënt en de vaak matige inspiratiestand.
- b. Pleural = Apical cap
- c. Depressie linker hoofdbronchus
- d. Verbrede paraspinale lijn
- e. Niet scherp afgrensbare aortaboog
- f. Opgevuld aortapulmonaal venster
- g. Deviatie trachea
- h. Deviatie oesophagus (maagsonde)
- i. 1 ste of 2 de rib fractuur

Uitvoering:

- CT met intraveneus contrast
- Wanneer ook CT hersenen moet gebeuren: eerst CT hersenen. (i.v.m. contrast)
- Wanneer ook CT abdomen moet gebeuren: eerst CT thorax daarna CT abdomen.
- Bij trauma: Gehele thorax scannen; Niet teveel inzoomen. Andere traumatische afwijkingen zoals rib of wervel fracturen moeten ook worden afgebeeld.
- Na bolus timing of met bolustracking. Wanneer dit niet mogelijk is, dan scan delay van circa 20 seconden.
- Armen boven het hoofd. Wanneer niet mogelijk armen langs het lichaam op verschillende hoogten met behulp van kussentjes om de artefacten zoveel mogelijk te beperken.

Vorbereiding: Geen

Ligging patiënt: Rugligging, hoofd op steun, armen achter het hoofd (indien mogelijk).

Ademinstructie: Indien mogelijk: Alle opnames tijdens inspiratie.

Instellingsopname: Thorax PA.

Scan protocol:           Spiraal CT (bij voorkeur multi-detector CT)  
                               Bolustracking / timing indien aanwezig  
                               Contrastserie: Volume-acquisitie; Collimatie maximaal 2,5 mm met maximaal  
                               5mm overlappende axiale reconstructies waaruit MPR en MIP reconstructies  
                               kunnen worden gemaakt.

Plan:                        Beginnen boven de longtop, eindigen onder het diafragma.

Reconstructie:           Long, bot en contrast / weke delen

#### Relevante literatuur CT thorax en Trauma

1. Beese RC, Allan R, Treasure T. Contrast-enhanced helical computerised tomography in the investigation of thoracic aortic injury. *Ann R.Coll.Surg Engl.*2001.Jan.;83.(1.):10.-3.
2. Cleverley JR, Barrie JR, Raymond GS, Primack SL, Mayo JR. Direct Findings of Aortic Injury on Contrast-enhanced CT in Surgically Proven Traumatic Aortic Injury: A Multi-centre Review. *Clin Radiol* 2002.Apr.;57.(4.):281.-6.
3. Dyer DS, Moore EE, Mestek MF, Bernstein SM, Ikle DN, Durham JD, Heinig MJ, Russ PD, Symonds DL, Kumpe DA, et al. Can chest CT be used to exclude aortic injury? *Radiology* 1999;213:195-202.
4. Dyer DS, Moore EE, Ilke DN, McIntyre RC, Bernstein SM, Durham JD, Mestek MF, Heinig MJ, Russ PD, Symonds DL, et al. Thoracic aortic injury: how predictive is mechanism and is chest computed tomography a reliable screening tool? A prospective study of 1,561 patients. *J Trauma* 2000 Apr.;48.(4.):673.-82.; discussion.682.-3..
5. Esterra A, Mattox KL, Wall MJ. Thoracic aortic injury. *Semin.Vasc Surg* 2000 Dec.;13.(4.):345.-52. 2000;13:345-52.
6. Gavant ML. Helical CT grading of traumatic aortic injuries. Impact on clinical guidelines for medical and surgical management. *Radiol Clin North Am* 1999;37:553-74
7. Horton TG, Cohn SM, Heid MP, Augenstein JS, Bowen JC, McKenney MG, Duncan RC. Identification of trauma patients at risk of thoracic aortic tear by mechanism of injury. *J Trauma* 2000 Jun.;48.(6.):1008.-13.; discussion.1013.-4.
8. Kold A, Elbeery JR. Imaging modalities for thoracic aortic injury: what's new? *Curr.Surg* 2001.Jan.;58.(1.):6.-10.
9. Ledbetter S, Stuk JL, Kaufman JA. Helical (spiral) CT in the evaluation of emergent thoracic aortic syndromes. Traumatic aortic rupture, aortic aneurysm, aortic dissection, intramural hematoma, and penetrating atherosclerotic ulcer. *Radiol Clin North Am* 1999;37:575-89.
10. Mirvis SE, Shanmuganathan K, Miller BH, White CS, Turney SZ. Traumatic aortic injury: diagnosis with contrast-enhanced thoracic CT--five-year experience at a major trauma center. *Radiology* 1996;200:413-22.
11. Patel NH, Stephens KEJ, Mirvis SE, Shanmuganathan K, Mann FA. Imaging of acute thoracic aortic injury due to blunt trauma: a review. *Radiology* 1998;209:335-48.
12. Vignon P, Boncoeur MP, Francois B, Rambaud G, Maubon A, Gastinne H. Comparison of multiplane transesophageal echocardiography and contrast-enhanced helical CT in the diagnosis of blunt traumatic cardiovascular injuries. *Anesthesiology* 2001.Apr.;94.(4.):615.-22.; discussion.5A.
13. Wicky S, Capasso P, Meuli R, Fischer A, von Segesser L, Schnyder P. Spiral CT aortography: an efficient technique for the diagnosis of traumatic aortic injury. *Eur Radiol* 1998;8:828-33.

14. Rivas LA, Fishman JE, Munera F, Bajayo D.E. Multislice CT in thoracic trauma. *Radiol Clin North Am.* 2003; 41(3):599-616
15. Mirvis SE. Thoracic vascular injury. *Radiol clin North Am.* 2006 Mar;44(2):181-97, vii.
16. Miller LA. Chest wall, lung, and pleural space trauma. *Radiol Clin Norh Am.* 2006 Mar;44(2):213-24,viii.
17. Mirvis SE. Diagnostic imaging of acute thoracic injury. *Semin Ultrasound CT MR.* 2004 Apr;25(2):156-79.
18. Albrecht T, von Schlippenbach J, Stahel PF, Ertel W, Wolf KJ. [The role of whole body spiral CT in the primary work-up of polytrauma patients—comparison with conventional radiography and abdominal sonography]
19. Alkadhi H, Wildermuth S, Desbiolles L, Schertler T, Crook D, Marincek B, Boehm T. Vascular emergencies of the thorax after blunt and iatrogenic trauma: multi-detector row CT and threedimensional imaging. *Radiographics.* 2004 Sep-Oct;24(5):1239-55.
20. Gavelli G, Canini R, Bertaccini P, Battista G, Bna C, Fattori R. Traumatic injuries: imaging of thoracic injuries. *Eur Radiol.* 2002 Jun;12(6):1273-94. Epub 2002 Aprl 20.
21. Bergin D, Ennis R, Keogh C, Fenlon HM, Murray JG. The “dependent viscera” sign in CT diagnosis of blunt traumatic diaphragmatic rupture. *AJR Am J Roentgenol.* 2001 Nov;177(5):1137-40.
22. Fishman JE, Nunez D Jr, Kane A, Rivas LA, Jacobs WE. Direct versus indirect signs of traumatic aortic injury revealed by helical CT: performance characteristics and interobserver agreement. *AJR Am J Roentgenol.* 1999 Apr;172(4):1027-31.

## 2.4 CT Buik

Het computer tomografisch onderzoek van de buik..

Doelstelling:

Vaststellen of uitsluiten van letsel van de intra- en retro-peritoneale organen

- Miltletsel
- Leverletsel
- Nierletsel en letsels overige urinewegen
- Pancreasletsel
- Darmletsel
- Diafragmaletsel
- Weke delen letsel
- Retroperitoneale bloedingen

Indicatie:

- Evaluatie van bij echografie gevonden afwijkingen, vrij vocht en verdenking orgaan letsel.
- Beoordeling retroperitoneum waaronder nieren en niervaten.
- Verhoogd amylase
- Klinisch verdachte buik zonder echografische verklaring

Uitvoering:

- Hele abdomen afbeelden vanaf diafragma tot en met os ischii
- Wanneer ook CT hersenen eerst CT hersenen (zonder contrast)
- Wanneer ook CT Angio thoracale aorta eerst CTA thorax.
- Bij letsel nieren / ureteren / blaas dan ook late serie
- IV Contrast

Vorbereiding:

zo mogelijk oraal contrast of water via maagsonde, alleen bij directe verwondingen laag in het kleine bekken rectaal contrast overwegen.

Ligging patiënt:

Rugligging, hoofd op steun, armen achter hoofd (indien mogelijk).

Ademinstructie:

Indien mogelijk: Expiratie.

Instellingsopname:

AP Buik

Scan protocol:

Contrastserie in de portaal veneuze fase: Volume-acquisitie

Collimatie:

maximaal 2,5 mm met maximaal 5 mm overlappende axiale reconstructies waaruit MPR en MIP reconstructies kunnen worden gemaakt.

Plan:

Hele buik na i.v. contrast, van bovenrand diafragma tot en met os ischii.

Reconstructie:

Weke delen en Bot.

Late extra serie:

Wanneer de bevindingen van het retroperitoneum niet conclusief zijn op het gebied van letsel aan nieren, ureteren en/of blaas dan wordt een extra serie vervaardigd van de bovenrand nieren tot en met het os ischii. Deze vertraagde (2e) serie wordt gemaakt in de uitscheidingsfase van de urinewegen meer dan 5 minuten na het begin van de contrasttoediening. (CT-IVP).

### Relevante literatuur CT Abdomen en Trauma

1. Patselas TN, Gallagher EG: The diagnostic dilemma of diaphragm injury. *Am Surg* 2002; 68: 633-639.
2. Gestring ML, Gracias VH, Feliciano MA, et al: Evaluation of the lower spine after blunt trauma using abdominal computed tomographic scanning supplemented with lateral scanograms. *J Trauma* 2002; 53: 9-14.
3. Willmann JK, Roos JE, Platz A, et al: Multidetector CT: detection of active hemorrhage in patients with blunt abdominal trauma. *AJR Am J Roentgenol* 2002; 179: 437-444.
4. Hickey NA, Ryan MF, Hamilton PA, Bloom C, Murphy JP, Brenneman F: Computed tomography of traumatic abdominal wall hernia and associated deceleration injuries. *Can.Assoc.Radiol J* 2002; 53: 153-159.
5. Yoon LS, Haims AH, Brink JA, Rabinovici R, Forman HP: Evaluation of an emergency radiology quality assurance program at a level I trauma center: abdominal and pelvic CT studies. *Radiology* 2002; 224: 42-46.
6. Ng AK, Simons RK, Torreggiani WC, Ho SG, Kirkpatrick AW, Brown DR: Intra-abdominal free fluid without solid organ injury in blunt abdominal trauma: an indication for laparotomy. *J Trauma* 2002; 52: 1134-1140.
7. Weishaupt D, Grozaj AM, Willmann JK, Roos JE, Hilfiker PR, Marincek B: Traumatic injuries: imaging of abdominal and pelvic injuries. *Eur Radiol* 2002; 12: 1295-1311.
8. Killeen KL, Shanmuganathan K, Mirvis SE: Imaging of traumatic diaphragmatic injuries. *Semin.Ultrasound CT MR*.2002; 23: 184-192.
9. Yang EY, Marder SR, Hastings G, Knudson MM: The abdominal compartment syndrome complicating nonoperative management of major blunt liver injuries: recognition and treatment using multimodality therapy. *J Trauma* 2002; 52: 982-986.
10. Goffette PP, Laterre PF: Traumatic injuries: imaging and intervention in post-traumatic complications (delayed intervention). *Eur Radiol* 2002; 12: 994-1021.
11. Poletti PA, Wintermark M, Schnyder P, Becker CD: Traumatic injuries: role of imaging in the management of the polytrauma victim (conservative expectation). *Eur Radiol* 2002; 12: 969-978.
12. Wintermark M, Poletti PA, Becker CD, Schnyder P: Traumatic injuries: organization and ergonomics of imaging in the emergency environment. *Eur Radiol* 2002; 12: 959-968.
13. Sorensen VJ, Mikhail JN, Karmy-Jones RC: Is delayed laparotomy for blunt abdominal trauma a valid quality improvement measure in the era of nonoperative management of abdominal injuries? *J Trauma* 2002; 52: 426-433.
14. Laffargue G, Taourel P, Saguintaah M, Lesnik A: CT diagnosis of abdominal compartment syndrome. *AJR Am J Roentgenol* 2002; 178: 771-772.
15. Peytel E, Menegaux F, Cluzel P, Langeron O, Coriat P, Riou B: Initial imaging assessment of severe blunt trauma. *Intensive.Care Med* 2001; 27: 1756-1761.
16. Rademacher G, Stengel D, Siegmann S, Petersein J, Mutze S: Optimization of contrast agent volume for helical CT in the diagnostic assessment of patients with severe and multiple injuries. *J Comput Assist Tomogr* 2002; 26: 113-118.
17. Deck AJ, Shaves S, Talner L, Porter JR: Current experience with computed tomographic cystography and blunt trauma. *World J Surg* 2001; 25: 1592-1596.

18. Yao DC, Jeffrey RBJ, Mirvis SE, et al: Using contrast-enhanced helical CT to visualize arterial extravasation after blunt abdominal trauma: incidence and organ distribution. *AJR Am J Roentgenol* 2002; 178: 17-20.
19. Gayer G, Zissin R, Apter S, et al: Urinomas caused by ureteral injuries: CT appearance. *Abdom Imaging* 2002; 27: 88-92.
20. Shanmuganathan K, Mirvis SE, Chiu WC, Killeen KL, Scalea TM: Triple-contrast helical CT in penetrating torso trauma: a prospective study to determine peritoneal violation and the need for laparotomy. *AJR Am J Roentgenol* 2001; 177: 1247-1256.
21. Chiu WC, Shanmuganathan K, Mirvis SE, Scalea TM: Determining the need for laparotomy in penetrating torso trauma: a prospective study using triple-contrast enhanced abdominopelvic computed tomography. *J Trauma* 2001; 51: 860-868.
22. Miller LA, Shanmuganathan K. Multidetector CT evaluation of abdominal trauma. *Radiol Clin North Am.* 2005 Nov; 43(6):1079-95, viii.
23. Mirvis SE. Diagnostic imaging of acute thoracic injury. *Semin Ultrasound CT MR.* 2004 Apr;25(2):156-79.
24. Lee SY, Coughlin B, Wolfe JM, Polino J, B lank FS, Smithline HA. Prospective comparison of helical CT of the abdomen and pelvis without and with oral contrast in assessing acute abdominal pain in adult Emergency Department patients. *Emerg Radiol.* 2006 Apr 21;[Epub ahead of print]
25. Kailidou E, Pikoulos E, Katsiva V, Karavokyros IG, Athanassopoulou A, Papakostantinou I, Leppaniemi A, Bramis I, Tibishrani M. Contrast-enhanced spiral CT evaluation of blunt abdominal trauma. *JBR-BTR.* 2005 Mar-Apr;88(2):61-5.
26. Elton C, Riaz AA, Young N, Schamschula R, Papadopoulos B, Malka V. Accuracy of computed tomography in the detection of blunt bowel and mesenteric injuries. *Br J Surg.* 2005 Aug;92(8):1024-8.
27. Marco GG, Diego S, Giulio A, Luca S. Screening US and CT for blunt abdominal trauma: a retrospective study. *Eur J Radiol.* 2005 Oct;56(1):97-101.
28. Rohrl B, Sadick M, Diehl S, Obertacke U, Duber C. [Whole-body MSCT of patients after polytrauma: abdominal injuries] *Rofo.* 2005 Dec;177(12):1641-8.
29. Allen TL, Mueller MT, Bonk RT, Harker CP, Duffy OH, Stevens MH. Computed tomographic scanning without oral contrast solution for blunt bowel and mesenteric injuries in abdominal trauma. *J Trauma.* 2004 Feb;56(2):314-22.
30. Ryan MF, Hamilton PA, Chu P, Hanaghan J. Active extravasation of arterial contrast agent on post-traumatic abdominal computed tomography. *Can Assoc Radiol J.* 2004 Jun;55(3):160-9.
31. Albrecht T, von Schlippenbach J, Stahel PF, Ertel W, Wolf KJ. [The role of whole body spiral CT in the primary work-up of polytrauma patients—comparison with conventional radiography and abdominal sonography] *Rofo.* 2004 Aug;176(8):1142-50.
32. Stuhlfaut JW, Soto JA, Lucey BC, Ulrich A, Rathlev NK, Burke PA, Hirsch EF. Blunt abdominal trauma: performance of CT without oral contrast material. *Radiology.* 2004 Dec;233(3):689-94. Epub 2004 Oct.
33. Beck D, Marley R, Salvator A, Muakkassa F. Prospective study of the clinical predictors of a positive abdominal computed tomography in blunt trauma patients. *J Trauma.* 2004 Aug;57(2):296-300.
34. Miller MT, Pasquale MD, Bromberg WJ, Wasser TE, Cox J. Not so FAST. *J Trauma.* 2003 Jan;54(1):52-9; discussion 59-60.
35. Weishaupt D, Grozaj AM, Willmann JK, Roos JE, Hilfiker PR, Marincek B. Traumatic injuries: imaging of abdominal and pelvic injuries. *Eur Radiol.* 2002 Jun;12(6):1295-311

## 2.5 Spinal Survey

Het radiologisch onderzoek van de thoracale en lumbosacrale wervelkolom.

Doelstelling:

Vaststellen of uitsluiten van letsel van de thoracale en lumbale wervelkolom

Wanneer er al een CT van het abdomen en / of een CT van de Thorax is gemaakt dan kan de wervelkolom hierop adequaat worden beoordeeld, indien de CT-opnamen van voldoende kwaliteit zijn om sagitale en coronale reconstructies van de wervelkolom te vervaardigen. Dit geldt voor CT opnamen gemaakt met multislice CT-scanners, waarbij er protocollen worden gebruikt die diagnostiek van de wervelkolom toestaan. Het vervaardigen van conventionele wervelkolomopnamen is dan niet meer nodig.

Wanneer er geen CT van thorax of abdomen wordt vervaardigd is er een indicatie voor conventionele wervelkolom opnamen:

- Bij niet alerte patiënten na adequaat trauma
- Bij alerte patiënten na adequaat trauma en:
  - met pijn in de rug
  - of verdacht neurologisch onderzoek
  - of afleidend letsel (Dit betreft letsel elders aan het lichaam die voldoende ernstig zijn om pijn aan de wervelkolom te overheersen)

Daarbij moet worden opgemerkt dat wanneer er sterke klinische verdenking is op letsel van de hoog thoracale wervelkolom (T1-T5) de patiënt een CT dient te ondergaan. Dit omdat in het algemeen conventionele opnamen, vooral die vervaardigd in de traumakamer, inadequaet zijn voor deze regio en daardoor beperkt diagnostisch.

In veel gevallen zal indien er een fractuur wordt vastgesteld op de conventionele opnamen een CT worden vervaardigd om de ernst van de fractuur vast te stellen. Met name de detectie van instabiele botfragmenten die het ruggenmerg kunnen beschadigen is van belang. Deze CT-opname kan dan beperkt blijven tot een CT scan gericht op de verdachte regio cq wervellichaam met een marge van minimaal 2 wervellichamen in elke richting (caudaal en craniaal).

### CT Wervelkolom

Het computer tomografisch onderzoek van de wervelkolom

Doelstelling:

Vaststellen of uitsluiten van letsel van de wervelkolom en bepalen van de ernst van de afwijkingen

- Indicatie:
- Verdenking wervelfractuur
  - Afbeelden van de wervelkolom met ruime marge rond het verdachte gebied na conventioneel onderzoek
  - Afbeelden van de gehele wervelkolom bij screening

Uitvoering:

Vorbereiding: geen

Ligging patiënt: Rugligging, hoofd op steun, armen achter hoofd (indien mogelijk).

Ademinstructie: geen.

Instellingsopname: Wervelkolom lateraal

Scan protocol: Volume-acquisitie

Collimatie: maximaal 2,5 mm (indien mogelijk dunner) met maximaal 3mm overlappende axiale reconstructies waaruit goede 3 mm sagitale en coronale multiplanar reconstructies kunnen worden gemaakt.

Plan: Gericht op de verdachte wervel met ruime marge (minimaal 2 extra wervellichamen in elke richting). Bij screening: gehele wervelkolom  
Reconstructie: Botkernel / filter. Axiale, sagitale en coronale reconstructies.

Een MRI van de wervelkolom is alleen noodzakelijk als er sprake is van een nog niet verklaard neurologisch beeld of progressie van neurologische afwijkingen die volgens klinisch neurologisch onderzoek hun oorzaak hebben in de wervelkolom en waarvoor therapeutische opties bestaan. Daarbij moet worden gedacht aan de traumatische discusruptuur met compressie op het myelum en het traumatische intraspinale epidurale hematoom. Daarbij zijn sagitale T1 en T2 opnamen, eventueel aangevuld met axiale opnamen T2 op het aangedane niveau noodzakelijk.

#### Relevante literatuur wervelkolom en trauma

1. Alanay, A., Acaroglu, E., Yazici, M., and Surat, A. Thoracolumbar spine fractures. *Spine*. 2001. Apr.1.;26.(7.):840.-1
2. Watura R, Cobby M, Taylor J. Multislice CT in imaging of trauma of the spine, pelvis and complex foot injuries. *Br J Radiol*. 2004;77 Spec No 1:S46-63.
3. Brandser, E. A. and el-Khoury, G. Y. Thoracic and lumbar spine trauma. *Radiol Clin North Am* 35, 533-557. 5-1997.
4. Brant-Zawadzki, M., Miller, E. M., and Federle, M. P. CT in the evaluation of spine trauma. *AJR Am J Roentgenol* 136, 369-375. 2-1981.
5. Clark, P. and Letts, M. Trauma to the thoracic and lumbar spine in the adolescent. *Can J Surg* 2001.Oct.;44.(5.):337.-45
6. Cotler, J. M. Introduction to thoracolumbar fractures. *Instr.Course.Lect.* 48, 427-428. 1999.
7. Criscitiello, A. A. and Fredrickson, B. E. Thoracolumbar spine injuries. *Orthopedics*. 20, 939-944. 10-1997.
8. Flanders, A. E. Thoracolumbar trauma imaging overview. *Instr.Course.Lect.* 48, 429-431. 1999.
9. Gestring, M. L., Gracias, V. H., Feliciano, M. A., Reilly, P. M., Shapiro, M. B., Johnson, J. W., Klein, W., Kauder, D. R., and Schwab, C. W. Evaluation of the lower spine after blunt trauma using abdominal computed tomographic scanning supplemented with lateral scanograms. *J Trauma* 2002 Jul.;53.(1.):9.-14. 53, 9-14. 7-2002.
10. Jaffray, D. C. Thoracolumbar fractures. *Spinal.Cord*. 37, 377. 5-1999.
11. Lee, H. M., Kim, H. S., Kim, D. J., Suk, K. S., Park, J. O., and Kim, N. H. Reliability of magnetic resonance imaging in detecting posterior ligament complex injury in thoracolumbar spinal fractures. *Spine*.2000 Aug.15.;25.(16.):2079.-84.
12. Leferink, V. J., Veldhuis, E. F., Zimmerman, K. W., ten Vergert, E. M., and ten Duis, H. J. Classificational problems in ligamentary distraction type vertebral fractures: 30% of all B-type fractures are initially unrecognised. *Eur Spine.J* 2002 Jun.;11.(3.):246.-50.
13. Mirza, S. K., Mirza, A. J., Chapman, J. R., and Anderson, P. A. Classifications of thoracic and lumbar fractures: rationale and supporting data. *J Am Acad.Orthop Surg* 2002 Sep.-Oct.;10.(5.):364.-77.

14. Oner, F. C., van Gils, A. P., Dhert, W. J., and Verbout, A. J. MRI findings of thoracolumbar spine fractures: a categorisation based on MRI examinations of 100 fractures. *Skeletal Radiol* 28, 433-443. 8-1999.
15. Oner, F. C., Ramos, L. M., Simmermacher, R. K., Kingma, P. T., Diekerhof, C. H., Dhert, W. J., and Verbout, A. J. Classification of thoracic and lumbar spine fractures: problems of reproducibility. A study of 53 patients using CT and MRI. *Eur Spine.J* 2002 Jun.;11.(3.):235.-45.
16. Patten, R. M., Gunberg, S. R., and Brandenburger, D. K. Frequency and importance of transverse process fractures in the lumbar vertebrae at helical abdominal CT in patients with trauma. *Radiology* 2000 Jun.;215.(3.):831.-4.
17. Sledge, J. B., Allred, D., and Hyman, J. Use of magnetic resonance imaging in evaluating injuries to the pediatric thoracolumbar spine. *J Pediatr Orthop* 2001.May.-Jun.;21.(3.):288.-93
18. van Beek, E. J., Been, H. D., Ponsen, K. J., and Maas, M. Upper thoracic spinal fractures in trauma patients - a diagnostic pitfall. *Injury* 2000 May.;31.(4.):219.-23
19. Vanichkachorn, J. S. and Vaccaro, A. R. Nonoperative treatment of thoracolumbar fractures. *Orthopedics*. 20, 948-953. 10-1997.
20. Vollmer, D. G. and Gegg, C. Classification and acute management of thoracolumbar fractures. *Neurosurg Clin.N.Am* 8, 499-507. 10-1997.
21. Bagley, L.J. Imaging of spinal trauma. *Radiol Clin North Am*. 2006;44:1-12,vii
22. Chang CH, Holmes JF, Mower WR, Panacek EA. Distracting injuries in patients with vertebral injuries. *J Emer Med*. 2005 Feb;28(2):147-52.
23. Van Goethem JW, Maes M, Ozsarlak O, van den Hauwe L, Parizel PM. Imaging in spinal trauma. *Eur Radiol*. 2005 Mar;15(3):582-90. Epub 2005 Feb 5.
24. Liberman M, Farooki N, Lavoie A, Mulder DS, Samplis JS. Clinical evaluation of the spine in the intoxicated blunt trauma patient. *Injuri*. 2005 Apr;36(4):519-25. Epub 2005 Jan 21.
25. Brown CV, Antevil JL, Sise MJ, Sack DI. Spiral computed tomography for the diagnosis of cervical, thoracic, and lumbar spine fractures: its time has come. *J Trauma*. 2005 May;58(5):890-5; discussion 895-6.
26. Inaba K, Munera F, McKenney M, Schulman C, de Moya M, Rivas L, Pearce A, Cohn S. Visceral torso computed tomography for clearance of the thoracolumbar spine in trauma: a review of the literature. *J Trauma*. 2006 Apr;60(4):915-20.
27. Berry GE, Adams S, Harris MB, Boles CA, McKernan MG, Collinson F, Hoth JJ, Meredith JW, Chang MC, Miller PR. 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*. 2005 Dec;59(6):1410-3; discussion 1413.
28. Van Goethem JW, Maes M, Ozsarlak O, van den Hauwe L, Parizel PM. Imaging in spinal trauma. *Eur Radiol*. 2005 Mar;15(3):582-90. Epub 2005 Feb 5.
29. Berry GE, Adams S, Harris MB, Boles CA, McKernan MG, Collinson F, Hoth JJ, Meredith JW, Chang MC, Miller PR. 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*. 2005 Dec;59(6):1410-3; discussion 1413.
30. Bensch FV, Kiuru MJ, Koivikko MP, Koskinen SK. Spine fractures in falling accidents: analysis of multidetector CT findings. *Eur Radiol*. 2004 Apr;14(4):618-24. Epub 2003 Oct 7.

31. Brandt MM, Wahl WL, Yeom K, Kazerooni E, Wang SC. Computed tomographic scanning reduces cost and time of complete spine evaluation. *J Trauma*. 2004 May;56(5):1022-6; discussion 1026-8.
32. Roos JE, Hilfiker P, Platz A, Desbiolls L, Boehm T, Marincek B, Weishaupt D. MDCT in emergency radiology: is a standardized chest or abdominal protocol sufficient for evaluation of thoracic and lumbar spine trauma? *AJR Am J Roentgenol*. 2004 Oct; 183(4):959-68.
33. Dai LY, Yao WF, Cui YM, Zhou Q. Thoracolumbar fractures in patients with multiple injuries: diagnosis and treatment-a review of 147 cases. *J Trauma*. 2004 Feb;56(2):348-55.

## 2.6 Computer Tomografische onderzoek van het bekken

Indien er al een CT-onderzoek van de buik is vervaardigd en deze van voldoende kwaliteit is om sagitale en coronale reconstructies van het bekken te vervaardigen dan is een specifiek CT onderzoek van het bekken vaak niet meer nodig.

Over het algemeen zal de diagnose bekkenfractuur reeds op de conventionele bekkenopname zijn gesteld. In enkele gevallen zal de initiële beeldvorming geen verdenking opleveren terwijl er wel een klinische verdenking overblijft. Bekend is dat de ernst en uitbreiding van de schade aan het bekken moeilijk en soms onvolledig kan worden bepaald op conventionele opnamen.

Indien er sprake is van verbloeding waarbij de verdenking op de bloedingsbron in het bekken is gelegen, wordt het CT-onderzoek mede uitgevoerd om de plaats van de bloeding te vinden ("contrastblush") en de behandelopties (zoals radiologische interventie, zoals embolisatie) te bepalen.

In dat geval wordt het protocol enigszins gewijzigd. Hieronder treft u beide protocollen aan:

### CT-Bekken voor benige schade

Doelstelling: Het inventariseren van schade aan het bekken en sacrum met tevens het doel om de juiste behandeloptie vast te stellen.

#### Indicatie:

Bij sterke klinische verdenking op ossaal bekkenletsel bij verder onverdachte conventionele bekkenopnamen

Bij reeds geïdentificeerde bekkenfracturen indien de juiste behandeloptie alleen kan worden bepaald met behulp van CT.

#### Uitvoering:

Wanneer een CT abdomen is gemaakt is er vaak geen aparte CT bekken noodzakelijk. Beoordeel de gemaakte opnamen en overleg met de traumatoloog.

Wanneer zeer goede reconstructies nodig zijn (bijvoorbeeld acetabulum fractuur) is natuurlijk wel een scan met dunnere collimatie noodzakelijk

#### Vorbereiding:

Geen.

#### Ligging patiënt:

Rugligging.

#### Ademinstructie:

Geen.

#### Instellingsopname:

AP Bekken

#### Scanprotocol:

Volume-acquisitie

#### Collimatie:

maximaal 2,5 mm met maximaal 3 mm overlappende axiale reconstructies waaruit goede 3 mm sagitale en coronale multiplanar reconstructies kunnen worden gemaakt.

#### Plan:

Beginnen boven de bovenrand van de crista iliaca, eindigen onder het os ischii.

#### Contrast:

Geen.

#### Reconstructie:

Bot kernel / filter. Axiale, coronale en sagittale reconstructies

CT-Bekken voor benige en weke delen schade.

Doelstelling: Het inventariseren van schade aan het benige bekken en sacrum , alsmede inventarisatie van weke delen schade, waaronder het identificeren van een bloedingsbron met tevens het doel om de juiste behandeloptie vast te stellen.

Indicatie:

Bij bekkenletsel waarbij tevens de verklaring van verbloedingshock in het bekken is gelegen

Uitvoering: Wanneer een CT abdomen is gemaakt is er vaak geen aparte CT bekken noodzakelijk. Beoordeel de gemaakte opnamen en overleg met de traumatoloog.

Wanneer zeer goede reconstructies nodig zijn (bijvoorbeeld bij een acetabulum fractuur) is natuurlijk wel een scan met dunnere coupe dikte noodzakelijk

Vorbereiding: Geen.

Ligging patiënt: Rugligging, hoofd in de steun.

Ademinstructie: Geen.

Instellingsopname: AP Bekken

Scanprotocol: Volume-acquisitie

Collimatie: maximaal 2,5 mm met maximaal 3mm overlappende axiale reconstructies waaruit goede 3 mm sagitale en coronale multiplanar reconstructies kunnen worden gemaakt.

Plan: Beginnen boven de bovenrand van de crista iliaca, eindigen onder de os ischii.

Contrast: IV Contrast

Reconstructie: Bot filter/ kernel. Axiale, coronale en sagittale reconstructies  
Weke delen. Axiale reconstructies

#### Relevante literatuur CT bekken en trauma

1. Wedegartner, U., Gatzka, C., Rueger, J. M., and Adam, G. [Multislice CT (MSCT) in the Detection and Classification of Pelvic and Acetabular Fractures] Multislice CT (MSCT) in der Detektion und Klassifikation von Becken- und Azetabulumfrakturen. *Rofo Fortschr Geb Rontgenstr Neuen Bildgeb Verfahr* 2003.Jan.;175.(1.):105.-11. 175, 105-111. 1-2003.
2. Guillaumondegui, O. D., Pryor, J. P., Gracias, V. H., Gupta, R., Reilly, P. M., and Schwab, C. W. Pelvic radiography in blunt trauma resuscitation: a diminishing role. *J Trauma* 2002 Dec.;53.(6.):1043.-7. 53, 1043-1047. 12-2002.
3. Ruchholtz, S., Waydhas, C., Schroeder, T., Piepenbrink, K., Kuhl, H., and Nast-Kolb, D. [The value of computed tomography in the early treatment of seriously injured patients] Stellenwert der Computertomographie in der fruhen klinischen Behandlung schwer verletzter Patienten. *Chirurg*.2002 Oct.;73.(10.):1005.-12. 73, 1005-1012. 10-2002.
4. Linsenmaier, U., Krotz, M., Hauser, H., Rock, C., Rieger, J., Bohndorf, K., Pfeifer, K. J., and Reiser, M. Whole-body computed tomography in polytrauma: techniques and management. *Eur Radiol* 2002 Jul.;12.(7.):1728.-40. 12, 1728-1740. 7-2002.
5. Weishaupt, D., Grozaj, A. M., Willmann, J. K., Roos, J. E., Hilfiker, P. R., and Marincek, B. Traumatic injuries: imaging of abdominal and pelvic injuries. *Eur Radiol* 2002 Jun.;12.(6.):1295.-311. 12, 1295-1311. 6-2002.
6. Rose, D. D. and Rowen, D. W. Perioperative considerations in major orthopedic trauma: pelvic and long bone fractures. *AANA.J* 2002 Apr.;70.(2.):131.-7. 70, 131-137. 4-2002.

7. Gonzalez, R. P., Fried, P. Q., and Bukhalo, M. The utility of clinical examination in screening for pelvic fractures in blunt trauma. *J Am Coll.Surg* 2002 Feb.;194.(2.):121.-5. 194, 121-125. 2-2002.
8. Peytel, E., Menegaux, F., Cluzel, P., Langeron, O., Coriat, P., and Riou, B. Initial imaging assessment of severe blunt trauma. *Intensive.Care Med* 2001.Nov.;27.(11.):1756.-61. 27, 1756-1761. 11-2001.
9. Duane, T. M., Cole, F. J. Jr, Weireter, L. J. Jr, and Britt, L. D. Blunt trauma and the role of routine pelvic radiographs. *Am Surg* 2001.Sep.;67.(9.):849.-52.; discussion.852.-3. 67, 849-852. 9-2001.
10. Tien, I. Y. and Dufel, S. E. Does ethanol affect the reliability of pelvic bone examination in blunt trauma? *Ann Emerg.Med* 2000 Nov.;36.(5.):451.-5. 36, 451-455. 11-2000.
11. Gustavo, Parreira J., Coimbra, R., Rasslan, S., Oliveira, A., Fregoneze, M., and Mercadante, M. The role of associated injuries on outcome of blunt trauma patients sustaining pelvic fractures. *Injury* 2000 Nov.;31.(9.):677.-82. 31, 677-682. 11-2000.
12. Allen, C. F., Goslar, P. W., Barry, M., and Christiansen, T. Management guidelines for hypotensive pelvic fracture patients. *Am Surg* 2000 Aug.;66.(8.):735.-8. 66, 735-738. 8-2000.
13. Raafat, A. and Wright, M. J. Current management of pelvic fractures. *South.Med J* 2000 Aug.;93.(8.):760.-2. 93, 760-762. 8-2000.
14. Kaneriya, P. P., Schweitzer, M. E., Spettell, C., Cohen, M. J., and Karasick, D. The cost-effectiveness of routine pelvic radiography in the evaluation of blunt trauma patients. *Skeletal Radiol* 28, 271-273. 5-1999.
15. Killeen, K. L. and DeMeo, J. H. CT detection of serious internal and skeletal injuries in patients with pelvic fractures. *Acad.Radiol* 6, 224-228. 4-1999.
16. Gilpin, T. Towards evidence based emergency medicine: best BETs from the Manchester Royal Infirmary. Pelvic radiography in severe blunt trauma. *J Accid.Emerg.Med* 16, 60-61. 1-1999.
17. Their ME, B ensch FV, Koskinen SK, Handolin L, Kiuru MJ. Diagnostic value of pelvic radiography in the initial trauma series in blunt trauma. *Eur Radiol.* 2005 Aug;15(8):15.-7.Epub 2005 Jan.
18. Sauerland S, Bouillon B, Rixen D, Raum MR, Koy T, Neugebauer EA. The reliability of clinical examination in detecting pelvic fractures in blunt trauma patients: a meta-analysis. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2004 Mar;124(2):123-8.
19. Pehle B, Nast-Kolb D, Oberbeck R, Waydhas C, Ruchholtz S. Significance of physical examination and radiography of the pelvis during treatment in the shock emergency room. *Unfallchirurg.* 2003 Aug;106(8):642-8.
20. Guillaumondegui OD, Pryor JP, Gracias VH, Gupta R, Reilly PM, Schwab CW. Pelvid radiography in blunt trauma resuscitation: a diminishing role. *J Trauma.* 2002 Dec;53(6):1043-7.
21. Weishaupt D, Grozaj AM, Willmann JK, Roos JE, Hilfiker PR, Marincek B. Traumatic injuries: imaging of abdominal and pelvic injuries. *Eur Radiol.* 2002 Jun;12(6):1295-311. Epub 2002 Apr.
22. Their ME, Bensch FV, Koskinen SK, Handolin L, Kiuru MJ. Diagnostic value of pelvic radiography in the initial trauma series in blunt trauma. *Eur Radiol.* 2005 Aug;15(8):1533-7. Epub 2005 Jan.
23. Leschka S, Alkadhi H, Boehm T, Marincek B, Wildermuth S. Coronal ultra-thick multiplanar CT reconstructions (MPR) of the pelvis in the multiple trauma patient: an alternative for the initial conventional radiograph. *Rofo.* 2005 Okt;177(10):1405-11.
24. Brown CV, Kasotakis G, Wilcox A, Rhee P, Salim A, Demetriades D. Does pelvic hematoma on admission computed tomography predict active bleeding at angiography for pelvic fracture? *Am Surg.* 2005 Sept; 71(9):759-62.

25. Ryan MF, Hamilton PA, Chu P, Hanaghan J. Active extravasation of arterial contrast agent on posttraumatic abdominal computed tomography. *Can Assoc Radiol J.* 2004 Jun;55(3):160-9.
26. Vo NJ, Gash J, Browning J, Hutson RK. Pelvic imaging in the stable trauma patient: is the AP pelvic radiograph necessary when abdominopelvic CT shows no acute injury? *Emerg Radiol.* 2004 Apr;10(5):246-9. Epub 2004 Mar 19.
27. Herzog C, Ahle H, Mack MG, Maier B, Schwarz W, Zango S, Jacobi V, Thalhammer A, Peters J, Ackermann H, Vogl TJ. Traumatic injuries of the pelvis and thoracic and lumbar spine: does thin-slice multidetector-row CT increase diagnostic accuracy? *Eur Radiol.* 2004 Oct;14(10):1751-60. Epub 2004 Aug 5.
28. Yoon W, Kim JK, Jeong YY, Seo JJ, Park JG, Kang HK. Pelvic arterial hemorrhage in patients with pelvic fractures: detection with contrast-enhanced CT. *Radiographics.* 2004 Nov-Dec;24(6):1591-605; discussion 1605-6.
29. Watura R, Cobby M, Taylor J. Multislice CT in imaging of trauma of the spine, pelvis and complex foot injuries. *Br J Radiol.* 2004;77 Spec No 1:S46-63.
30. Wedegartner U, Gatzka C, Rueger JM, Adam G. [Multislice CT (MSCT) in the detection and classification of pelvic and acetabular fractures] *Rofo.* 2003 Jan;175(1):101-11.
31. Stewart BG, Rhea JT, Sheridan RL, Novelline RA. Is the screening portable pelvis film clinically useful in multiple trauma patients who will be examined by abdominopelvic CT? Experience with 397 patients. *S-F-X.*
32. Guillamondegui OD, Pryor JP, Gracias VH, Gupta R, Reilly PM, Schwab CW. Pelvic radiography in blunt trauma resuscitation: a diminishing role. *J Trauma.* 2002 Dec;53(6):1043-7.

## 2.7 Total body CT

Op dit moment is er nog onvoldoende literatuur om een uitspraak te doen bij welke patiënten een routinematig vervaardigde CT van het gehele lichaam, zonder voorafgaand screenend conventioneel radiologisch onderzoek, zinvol is.

### Relevante literatuur total body CT

1. Albrecht T, von Schlippenbach J, Stahel PF, Ertel W, Wolf KJ. [The role of whole body spiral CT in the primary work-up of polytrauma patients—comparison with conventional radiography and abdominal sonography] *Rofo*. 2004 Aug;176(8):1142-50.
2. Rohrl B, Sadick M, Diehl S, Obertacke U, Duber C. [Whole-body MSCT of patients after polytrauma: abdominal injuries] *Rofo*. 2005 Dec;177(12):1641-8.
3. Heyer CM, Rduch G, Kagel T, Lemburg SP, Theisinger A, Bauer TT, Muhr G, Nicolas V. [Prospective randomized trial of a modified standard] *Rofo*. 2005 Feb;177(2):242-9. *Rofo*. 2005 Feb;177(2):242-9.
4. Wedegartner U, Lorenzen M, Nagel HD, Weber C, Adam G. [Diagnostic imaging in polytrauma: comparison of radiation exposure from whole-body MSCT and conventional radiography with organ-specific CT] *Rofo*. 2004 Jul;176(7):1039-44.
5. Kanz KG, Korner M, Linsenmaier U, Kay MV, Huber-Wagner SM, Kreimeier U, Pfeifer KJ, Reiser M, Mutschler W. [Priority-oriented shock trauma room management with the integration of multiple-view spiral computed tomography] *Unfallchirurg*. 2004 Oct;107(10):937-44.
6. Albrecht T, von Schlippenbach J, Stahel PF, Ertel W, Wolf KJ. [The role of whole body spiral CT in the primary work-up of polytrauma patients—comparison with conventional radiography and abdominal sonography] *Rofo*. 2004 Aug;176(8):1142-50.
7. Self ML, Blake AM, Whitley M, Nadalo L, Dunn E. The benefit of routine thoracic, abdominal, and pelvic computed tomography to evaluate trauma patients with closed head injuries. *Am J Surg*. 2003 Dec;186(6):609-13; discussion 613-4.
8. Ruchholtz S, Waydhas C, Schroeder T, Piepenbrink K, Kuhl H, Nast-Kolb D. [The value of computed tomography in the early treatment of seriously injured patients] *Chirurg*. 2002 Oct;73(10):1005-12.
9. Linsenmaier U, Krotz M, Hauser H, Rock C, Rieger J, Bohndorf K, Pfeifer KJ, Reiser M. Whole-body computed tomography in polytrauma: techniques and management. *Eur Radio*. 2002 Jul;12(7):1728-40. Epub 2001 Dec 13.
10. Rieger M, Sparr H, Esterhammer R, Fink C, Bale R, Czermak B, Jaschke W. [Modern CT diagnosis of acute thoracic and abdominal trauma] *Radiologe*. 2002 Jul;42(7):556-63.
11. Rieger M, Sparr H, Esterhammer R, Fink C, Bale R, Czermak B, Jaschke W. [Modern CT diagnosis of acute thoracic and abdominal trauma] *Anaesthesist*. 2002 Oct;51(10):835-42.
12. Low R, Duber C, Schweden F, Lehmann L, Blum J, Thelen M. [Whole body spiral CT in primary diagnosis of patients with multiple trauma in emergency situations] *Rofo*. 1997 May;166(5):382-8.
13. Sampson MA, Colquhoun KB, Hennessey NL. Computed tomography whole body imaging in multitrauma: 7 years experience. *Clin Radiol*. 2006 Apr;61(4):365-9.
14. Wurmb T, Fruhwald P, Brederlau J, Maroske J, Schindler G, Roewer N. [Management of seriously injured patients without conventional radiography? Does a whole body MSCT scanner replace the conventional X-ray unit in the emergency room?] *Anaesthesist*. 2006 Jan;55(1):17-25.

15. Salim A, Sangthong B, Martin M, Brown C, Plurad D, Demetriades D. Whole body imaging in blunt multisystem trauma patients without obvious signs of injury: results of a prospective study. *Arch Surg.* 2006 May;141(5):468-73; discussion 473-5.
16. Rohrl B, Sadick M, Diehl S, Obertacke U, Duber C. [Whole-body MSCT of patients after polytrauma: abdominal injuries] *Rofo.* 2005 Dec;177(12):1641-8.

## 2.8 Interventie Radiologie

De rol van de interventie radiologie bij de behandeling van traumapatiënten is groeiende. Steeds meer wordt gestreefd naar minimaal-invasieve ingrepen. Ook technisch is steeds meer mogelijk. Daarbij is er een toenemende verschuiving van open chirurgie naar laparoscopische chirurgie en interventie radiologie. Binnen de interventie radiologie gaat het dan voornamelijk om stent-plaatsing en embolisatie. Stent plaatsing als primaire behandeling van groot vaatletsel waaronder de aorta wordt steeds meer een geaccepteerde behandeling in die centra die deze service kunnen verlenen. Embolisatie van bloedende arteriële vaten voor stabilisatie van de patiënt was eerst voorgehouden aan retroperitoneaal en bekkenletsel. Steeds meer worden echter ook bloedingsbronnen in lever, milt en nier minimaal invasief met behulp van angiografische embolisaties behandeld.

Interventie radiologie in de traumatologie speelt een rol bij:

- Embolisatie van bloedingsbronnen in lever, milt en nier.
- Embolisatie van bloedingsbronnen in het arteriële vaatstelsel in het bekken.
- Reconstructie van vaatverloop van thoracale aorta en diens afgang, middels stentplaatsing.

### Relevante literatuur interventie radiologie en trauma

1. Kushimoto, S., Arai, M., Aiboshi, J., Harada, N., Tosaka, N., Koido, Y., Yoshida, R., Yamamoto, Y., and Kumazaki, T. The role of interventional radiology in patients requiring damage control laparotomy. *J Trauma* 2003;54(1.):171-6. 54, 171-176. 1-2003.
2. Fabian, T. C., Croce, M. A., Minard, G., Bee, T. K., Cagiannos, C., Miller, P. R., Stewart, R. M., Magnotti, L. J., and Patton, J. H. Jr. Current issues in trauma. *Curr.Probl.Surg* 2002 Dec.;39(12.):1160-244. 39, 1160-1244. 12-2002.
3. Okamoto, K., Norio, H., Kaneko, N., Sakamoto, T., Kaji, T., and Okada, Y. Use of early-phase dynamic spiral computed tomography for the primary screening of multiple trauma. *Am J Emerg.Med* 2002 Oct.;20(6.):528-34. 20, 528-534. 10-2002.
4. Velmahos, G. C., Toutouzas, K. G., Vassiliu, P., Sarkisyan, G., Chan, L. S., Hanks, S. H., Berne, T. V., and Demetriades, D. A prospective study on the safety and efficacy of angiographic embolization for pelvic and visceral injuries. *J Trauma* 2002 Aug.;53(2.):303-8.; discussion.308. 53, 303-308. 8-2002.
5. Alric, P., Berthet, J. P., Branchereau, P., Veerapen, R., and Marty-Ane, C. H. Endovascular repair for acute rupture of the descending thoracic aorta. *J Endovasc Ther* 2002 Jun.;9(Suppl.2.):II51-9. 9 Suppl 2, II51-II59. 6-2002.
6. Demetriades, D., Karaiskakis, M., Toutouzas, K., Alo, K., Velmahos, G., and Chan, L. Pelvic fractures: epidemiology and predictors of associated abdominal injuries and outcomes. *J Am Coll.Surg* 2002 Jul.;195(1.):1-10. 195, 1-10. 7-2002.
7. Schoder, M., Prokop, M., and Lammer, J. Traumatic injuries: imaging and intervention of large arterial trauma. *Eur Radiol* 2002 Jul.;12(7.):1617-31. 12, 1617-1631. 7-2002.
8. Velmahos GC, Toutouzas KG, Vassiliu P, Sarkisyan G, Chan LS, Hanks SH, Berne TV, Demetriades D. A prospective study on the safety and efficacy of angiographic embolization for pelvic and visceral injuries. *J Trauma*. 2002 Aug;53(2):303-8; discussion 308.
9. Lee, C. Y., Chen, M. H., Lin, T. H., and Chen, S. C. Transarterial embolization in the treatment of life-threatening maxillofacial bleeding. *Am J Emerg.Med* 2002 Jul.;20(4.):380-1. 20, 380-381. 7-2002.

10. Sriussadaporn, S., Pak-art, R., Tharavej, C., Sirichindakul, B., and Chiamanantapong, S. A multidisciplinary approach in the management of hepatic injuries. *Injury* 2002 May.;33.(4.):309.-15. 33, 309-315. 5-2002.
11. Sriussadaporn, S., Sirichindakul, B., Pak-art, R., and Tharavej, C. Pelvic fractures: experience in management of 170 cases at a university hospital in Thailand. *J Med Assoc.Thai.*2002 Feb.;85.(2.):200.-6. 85, 200-206. 2-2002.
12. Owens, C. A., Alkadri, A., Yaghmai, B., Warner, D., and Vitello, J. Massive intraperitoneal hemorrhage from traumatic intrasplenic pseudoaneurysms: treatment using superselective embolotherapy. *Int Surg* 2001.Oct.-Dec.;86.(4.):201.-5. 86, 201-205. 10-2001.
13. Wahl, W. L., Ahrens, K. S., Brandt, M. M., Franklin, G. A., and Taheri, P. A. The need for early angiographic embolization in blunt liver injuries. *J Trauma* 2002 Jun.;52.(6.):1097.-101. 52, 1097-1101. 6-2002.
14. Hagiwara, A., Murata, A., Matsuda, T., Matsuda, H., and Shimazaki, S. The efficacy and limitations of transarterial embolization for severe hepatic injury. *J Trauma* 2002 Jun.;52.(6.):1091.-6. 52, 1091-1096. 6-2002.
15. Theumann, N. H., Verdon, J. P., Mouhsine, E., Denys, A., Schnyder, P., and Portier, F. Traumatic injuries: imaging of pelvic fractures. *Eur Radiol* 2002 Jun.;12.(6.):1312.-30. 12, 1312-1330. 6-2002.
16. Dinkel, H. P., Danuser, H., and Triller, J. Blunt renal trauma: minimally invasive management with microcatheter embolization experience in nine patients. *Radiology* 2002 Jun.;223.(3.):723.-30. 223, 723-730. 6-2002.
17. Hagiwara, A., Koizumi, T., Fukushima, H., Inoue, T., Minagawa, K., and Shimazaki, S. Treatment of life-threatening subcutaneous hemorrhage after severe blunt trauma by transcatheter arterial embolization. *J Trauma* 2002 May.;52.(5.):997.-9. 52, 997-999. 5-2002.
18. Goffette, P. P. and Laterre, P. F. Traumatic injuries: imaging and intervention in post-traumatic complications (delayed intervention). *Eur Radiol* 2002 May.;12.(5.):994.-1021. 12, 994-1021. 5-2002.
19. Dondelinger, R. F., Trotteur, G., Ghaye, B., and Szapiro, D. Traumatic injuries: radiological hemostatic intervention at admission. *Eur Radiol* 2002 May.;12.(5.):979.-93.
20. Cook, R. E., Keating, J. F., and Gillespie, I. The role of angiography in the management of haemorrhage from major fractures of the pelvis. *J Bone Joint Surg Br* 2002 Mar.;84.(2.):178.-82..
21. Miller, D. C., Forauer, A., and Faerber, G. J. Successful angioembolization of renal artery pseudoaneurysms after blunt abdominal trauma. *Urology.*2002 Mar.;59.(3.):444.
22. Homma, H., Yukioka, T., Ishimaru, S., Fujikawa, T., Sasaki, H., Igarashi, I., Koike, S., Ishikawa, M., and Kawaguchi, S. Two-year follow-up after multiple injuries treated with endovascular stent-grafting of aorta and transcatheter arterial embolization of spleen: minimal invasive surgery for an elderly patient. *J Trauma* 2002 Feb.;52.(2.):382.-6..
23. Maull, K. I. Current status of nonoperative management of liver injuries. *World J Surg* 2001.Nov.;25.(11.):1403.-4..
24. Haan, J., Scott, J., Boyd-Kranis, R. L., Ho, S., Kramer, M., and Scalea, T. M. Admission angiography for blunt splenic injury: advantages and pitfalls. *J Trauma* 2001.Dec.;51.(6.):1161.-5.
25. Brown CV, Kasotakis G, Wilcox A, Rhee P, Salim A, Demetriades D. Does pelvic hematoma on admission computed tomography predict active bleeding at angiography for pelvic fracture? *Am surg.* 2005 Sep;71(9):759-62.
26. Ryan MF, Hamilton PA, Chu P, Hanaghan J. Active extravasation of arterial contrast agent on posttraumatic abdominal computed tomography. *Can Assoc Radiol J.* 2004 Jun;55(3):160-9.

27. Yoon W, Kim JK, Jeong YY, Seo JJ, Park JG, Kang HK. Pelvic arterial hemorrhage in patients with pelvic fractures: detection with contrast-enhanced CT. *Radiographics*. 2004 Nov-Dec;24(6):1591-605; discussion 1605-6.
28. Gourlay D, Hoffer E, Routt M, Bulger E. Pelvic angiography for recurrent traumatic pelvic arterial hemorrhage. *J Trauma*. 2005 Nov;59(5):1168-73; discussion 1173-4.
29. Sofocleous CT, Hinrichs CR, Hubbi B, Doddakashi S, Bahramipour P, Schubert J. Embolization of isolated lumbar artery injuries in trauma patients. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2005 Nov-Dec;28(6):730-5.
30. Fanio P, Aschnoune K, Edouard A, Smail N, Benhavou D. Early embolization and vasopressor administration for management of life-threatening hemorrhage from pelvic fracture. *J Trauma*. 2005 May;58(5):978-84; discussion 984.
31. Sarin EL, Moore JB, Moore EE, Shannon MR, Ray CE, Morgan SJ, Smith WR. Pelvic fracture pattern does not always predict the need for urgent embolization. *J Trauma*. 2005 May;58(5):973-7.
32. Whigham CJ Jr, Fisher RG, Goodman CJ, dodds CA, Trinh CC. Traumatic injury of the internal mammary artery: embolization versus surgical and nonoperative management. *Emerg radiol*. 2002 Oct;9(4):201-7. Epub 2002 Aug 17.
33. Haan JM, Bochicchio GV, Kramer N, Scalea TM. Nonoperative management of blunt splenic injury: a 5-year experience. *J Trauma*. 2005 Mar;58(3):492-8.
34. Hagiwara A, Fukushima H, Murata A, Matsuda H, Shimazaki S. Blunt splenic injury: usefulness of transcatheter arterial embolization in patients with a transient response to fluid resuscitation. *Radiology*. 2005 Apr;235(1):57-64. Epub 2005 Mar 4.
35. Shapiro M, McDonald AA, Knight D, Johannigman JA, Cuschieri J. The role of repeat angiography in the management of pelvic fractures. *J Trauma*. 2005 Feb;58(2):227-31.
36. Sofocleous T, Hinrichs C, Hubbi B, Brountzos E, Kaul S, Kannarkat G, Bahramipur P, Barone A, Contractor DG, Shah T. Angiographic findings and embolotherapy in renal arterial trauma. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2005 Jan-Feb;28(1):39-47.
37. Yoon W, Kim JK, Jeong YY, Seo JJ, Park JG, Kang HK. Pelvic arterial hemorrhage in patients with pelvic fractures: detection with contrast-enhanced CT. *Radiographics*. 2004 Nov-Dec;24(6):1591-605; discussion 1605-6.
38. Wahl WL, Ahrns KS, Chen S, Hemmila MR, Rowe SA, Arbabi S. Blunt splenic injury: operation versus angiographic embolization. *Surgery*. 2004 Oct; 136(4):891-9.
39. Kimbrell BJ, Velmahos GC, Chan LS, Demetriades D. Angiographic embolization for pelvic fractures in older patients. *Arch Surg*. 2004 Jul;139(7):728-32; discussion 732-3.
40. Liu PP, Lee WC, Cheng YF, Hsieh PM, Hsieh YM, Tan BL, Chen FC, Huang TC, Tung CC. Use of splenic artery embolization as an adjunct to nonsurgical management of blunt splenic injury. *J Trauma*. 2004 Apr;56(4):768-72; discussion 773.
41. Haan JM, Biffl W, Knudson MM, Davis KA, Oka T, Majercik S, Dicker R, Marder S, Scalea TM; Western Trauma Association Multi-Institutional Trials Committee. Splenic embolization revisited: a multicenter review. *J Trauma*. 2004 Mar;56(3):542-7.
42. Morh AM, Lavery RF, Barone A, Bahramipour P, Magnotti LJ, Osband AJ, Sifri Z, Livingston DH. Angiographic embolization for liver injuries; low mortality, high morbidity. *J Trauma*. 2003 Dec;55(6):1077-81; discussion 1081-2.

## 2.9 Extremiteten onderzoek:

In het algemeen zal het beeldvormend onderzoek bij de traumapatiënt in de secundaire survey worden afgesloten met specifieke opnamen van het perifere skelet (extremiteten).

Deze onderzoeken worden alleen op indicatie verricht bij verdenking op fractuur en/of luxatie op geleide van adequaat uitgevoerd lichamelijk onderzoek.

In voorkomende gevallen zullen er gerichte CT-onderzoeken worden vervaardigd ter nadere bepaling van de ernst van de schade en de bepaling van de juiste behandelopties. Deze CT-onderzoeken spelen met name een rol bij ernstige intra-articulaire fracturen van de knie (o.a. tibiaplateau fractuur), schouder, elleboog, voet en enkel.

## Addendum: Beeldvorming bij trauma door schot- en steekverwondingen:

Bij steek- en schot-verwondingen beperkt de diagnostiek zich tot het bepalen van de schade door penetrerend trauma en het bepalen van de juiste behandeling en behandelingsvolgorde.

Bij schot-en steekverwondingen in het gebied van de extremiteiten zal kunnen worden volstaan met conventionele opnamen, incidenteel aangevuld met angiografie van het arteriële vaatbed wanneer perifeer arterieel letsel wordt vermoed.

In het geval van schot- of steekverwondingen in borst of buik wordt in het algemeen volstaan met de volgende beeldvormende diagnostiek:

1:

X-Thorax

Het conventionele röntgenonderzoek van hart en longen.

Indicatie:

Het aantonen of uitsluiten van aandoeningen of condities die de ademhaling of circulatie bedreigen.

Te beoordelen onderdelen:

- Ligging tubes en lijnen, indien al ingebracht
- Pneumothorax
- Pneumopericardium
- Pneumomediastinum
- Afwijkend mediastinum / verdenking hematoom
- Hematothorax
- Wervelfracturen/luxaties
- Ribfracturen
- Fracturen/luxaties clavicula en schoudergordel
- Longcontusie
- Corpora aliena
- Maagdilatatie
- Verdenking diafragma letsel

2:

Echo Abdomen

Het echografisch onderzoek van buik

Indicatie:

Het aantonen of uitsluiten van vrij vocht (potentiële bloedingsbron) in het abdomen of thorax. Bij de hemodynamisch instabiele patiënt met het doel een indicatie te geven voor de volgorde van chirurgisch ingrijpen.

Te beoordelen onderdelen:

- Vrij vocht in buikholte
- Indien mogelijk ook de aan- of afwezigheid van pericardvocht en pleuravocht vaststellen
- Indien mogelijk herkomst van vocht vaststellen:
  - Miltletsel
  - Leverletsel
  - Nierletsel
  - Retroperitoneaal hematoma
  - Blaasvulling (Vol/Leeg: Helder/Troebel)
  - Pancreasletsel

3:

#### CT Buik

Het computer tomografisch onderzoek van de buik..

#### Indicatie:

Vaststellen of uitsluiten van letsel van de intra- en retro-peritoneale organen bij alle patiënten waarbij chirurgisch ingrijpen niet acuut vereist is (bij de hemodynamisch stabiele patiënt).

- Miltletsel
- Leverletsel
- Nierletsel en letsels overige urinewegen
- Pancreasletsel
- Darmletsel; directe en indirecte aanwijzingen
- Diafragmaletsel
- Weke delen en vaatletsel
- Retroperitoneale bloedingen
- Plaatsbepaling kogel(fragmenten)

4.

#### CT-Thorax

Het computer tomografisch onderzoek van de borstkas en inhoud bij alle patiënten waarbij chirurgisch ingrijpen niet acuut vereist is (bij de hemodynamisch stabiele patiënt).

#### Doelstelling:

Aantonen of uitsluiten van mediastinaal vaatletsel (oa Aorta)

Inventariseren overig Thoraxletsel

- Pneumothorax
- Pneumopericardium
- Pneumomediastinum
- Hematothorax
- Pericardvocht
- Longcontusie
- Ligging tubes en lijnen
- Wervelfracturen
- Ribfracturen
- Fracturen clavicula en schoudergordel
- Corpora aliena (Kogel-fragmenten)

#### Relevante literatuur penetrerend trauma

1. LeBlang SD, Dolich MO. Imaging of penetrating thoracic trauma. *J Thorac Imaging*. 2000 Apr;15(2):128-35.
2. Dissanaik S, Griswold JA, Frezza EE. Treatment of isolated penetrating flank trauma. *Am Surg*. 2005 Jun;71(6):493-6.
3. Munera F, Cohn S, Rivas LA. Penetrating injuries of the neck: use of helical computed tomographic angiography. *J Trauma*. 2005 Feb;58(2):413-8.
4. Kirkpatrick AW, Sirois M, Ball CG, Laupland KB, Goldstein L, Hameed M, Brown DR, Simons RK, Kortbeek J, Dulchavsky S, Boulanger BB. The hand-held ultrasound examination for penetrating abdominal trauma. *Am J Surg*. 2004 May;187(5):660-5.

5. Shanmuganathan K, Mirvis SE, Chiu WC, Killeen KL, Hogan GJ, Scalea TM. Penetrating torso trauma: triple-contrast helical CT in peritoneal violation and organ injury—a prospective study in 200 patients. *Radiology*. 2004 Jun;231(3):775-84. Epub 2004 Apr 22.
6. Munera F, Morales C, Soto JA, Carcia HI, Suarez T, Carcia V, Corrales M, Velez G. Gunshot wounds of abdomen: evaluation of stable patients with triple-contrast helical CT. *Radiology*. 2004 May;231(2):399-405.
7. Munera F, Soto JA, Nunez D. Penetrating injuries of the neck and the increasing role of CTA. *Emerg Radiol*. 2004 Jul;10(6):303-9. Epub 2004 May 27.
8. Stassen NA, Lukan JK, Spain DA, Miller FB, Carrillo EH, Richardson JD, Battistella FD. Reevaluation of diagnostic procedures for transmediastinal gunshot wounds. *J Trauma*. 2002 Oct;53(4):635-8; discussion 638.
9. Soto JA, Morales C, Munera F, Sanabria A, Guevara JM, Suarez T. Penetrating stab wounds to the abdomen: use of serial US and contrast-enhanced CT in stable patients. *Radiology*. 2001 Aug;220(2):365-71.
10. Chiu WC, Shanmuganathan K, Mirvis SE, Scalea TM. Determining the need for laparotomy in penetrating torso trauma: a prospective study using triple-contrast enhanced abdominopelvic computed tomography. *J Trauma*. 2001 Nov;51(5):860-8; discussion 868-9.
11. Shanmuganathan K, Mirvis SE, Chiu WC, Killeen KL, Scalea TM. Triple-contrast helical CT in penetrating torso trauma: a prospective study to determine peritoneal violation and the need for laparotomy. *AJR Am J Roentgenol*. 2001 Dec;177(6):1247-56.
12. Salzano A, Nocera V, De Rosa A, Rossi E, Carbone M, Gatta G, Vitale L, Vigliotti A. [Liver trauma due to penetrating lesions: miscellaneous, personal case series, clinical and CT findings] *Radiol Med (Torino)*. 2000 Dec;100(6):465-9.
13. Shanmuganathan K, Matsumoto J. Imaging of penetrating chest trauma. *Radiol Clin North Am*. 2006 Mar;44(2):225-38, viii.
14. Woo K, Magner DP, Wilson MT, Margulies DR. CT angiography in penetrating neck trauma reduces the need for operative neck exploration. *Am Surg*. 2005 Sep;71(9):754-8.
15. Mirvis SE. Imaging of acute thoracic injury: the advent of MDCT screening. *Semin Ultrasound CT MR*. 2005 Okt;26(5):305-31.

## Samenvatting Diagnostisch algoritme Multi-trauma patiënt

Bij opvang  
X-Thorax  
X-Bekken of X-BOZ  
Echo abdomen

Vervolgens

Geen verbloeding wel neurotrauma:  
CT-Schedel (zonder contrast)  
CT-CWK

Geen neurotrauma, wel nekkachten  
X-CWK Lateraal

Bij verdenking op of bewezen fractuur of als de cervicothoracale overgang niet kan worden afgebeeld:  
dan CT-CWK

In alle andere gevallen aanvullend X-CWK AP + open mond dens opname

Geen neurotrauma wel verbloeding  
- Ernstig instabiel dan operatie

- Matig instabiel dan CT-BUIK en/of CT THORAX op geleide van eerdere diagnostiek (MSCT met contrast met reconstructies met verschillende filters, kernels en coupediktes; voor zowel weke delen als skeletletsels)

Bij aangetoonde bloedingsbron: embolisatie of operatie

Geen neurotrauma, geen nekkachten, geen verbloeding  
Geen nadere diagnostiek noodzakelijk, behoudens eventueel extremitetsopnamen

Neurotrauma en verbloeding  
- Ernstig instabiel dan operatie

- Matig instabiel dan CT-schedel zonder contrast, CT-CWK, CT-Thorax en/of CT-abdomen, met intraveneus contrast

Bij aangetoonde bloedingsbron: embolisatie of operatie