

Traumatismes Médullaires

Stratégies diagnostique et thérapeutique

Laurent BENAYOUN
CHU Nicolas BEAUJON
Clichy





Plan

- Épidémiologie
- Physiopathologie et biomécanismes des traumatismes
- Retentissement de l'atteinte médullaire
- La phase pré hospitalière
- L'imagerie
- La(es) thérapeutique(s)
- Conclusion



Épidémiologie..1

- Hommes (3/ 1), jeunes (50% <25 ans), déficit permanent
- 40 à 50 cas/million d'habitants en Europe
- 1500-2000 nouveaux cas/an en France (coût)
- **Mortalité à 17 %**, mais 7 % si lésion médullaire isolée
- AVP (70 %), chutes de hauteur et plongeon



Épidémiologie..2

- 20 % de trauma cervical = autopsies décédés par AVP
- < 5 % de trauma du rachis cervical si ceinture bouclée
- Association à un polytraumatisme : 70 % des cas
- Plus de 2 foyers rachidiens fracturaires dans 10 %
- 14 à 30 % de complications neurologiques d'emblée
- 12 % d'aggravation neurologique secondaire



Épidémiologie..3

Les problèmes de définition - Difficultés méthodologiques

- Comment classer les lésions ?
 - Gravité
 - Type de fracture (Magerl : compression, distraction, rotation ajoutée)
 - Niveau (cervical, dorsal, lombaire)
 - Avec ou sans signes neurologiques
 - Selon la prise en charge



Épidémiologie..4

Les problèmes de définition - Difficultés méthodologiques

- Comment trier la littérature ?
 - Épidémiologiques
 - Cliniques
 - Fondamentales
 - Urgentistes, orthopédistes, réanimateurs, assureurs, rééducateurs, associations, fédérations sportives ...



Épidémiologie..5

Le sport - 3ème rang des trauma médullaires

- Équitation (18 %trauma rachis)
- Rugby (8,5 %trauma rachis)
- Football
- Cyclisme
- Deltaplane (25%trauma rachis, graves)
- Autres loisirs (3 à 10 % de trauma rachis)





Épidémiologie..6

Nécessité d'une meilleure méthodologie

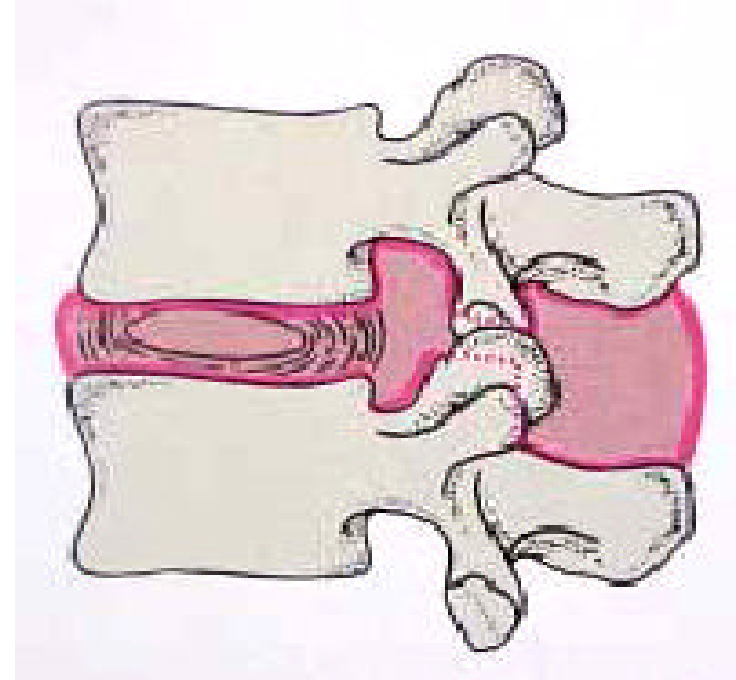
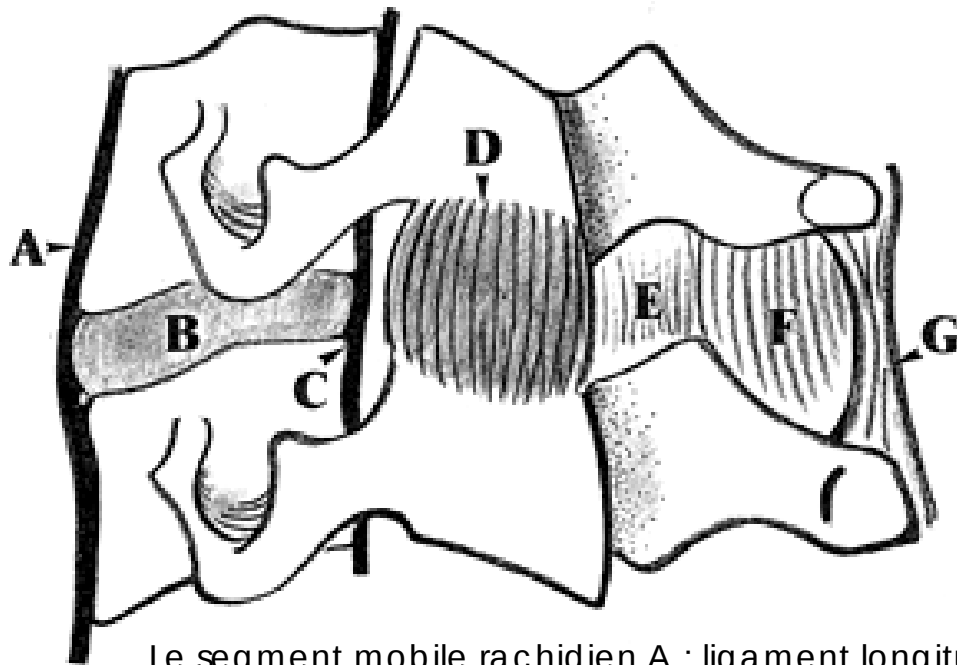
- **Classification unique des traumatismes rachidiens**
 - Notion de traumatisme
 - Siège des lésions
 - Critères homogènes de gravité
 - Analyse du facteur étiologique
- **Propositions**
 - Guide de recueil homogène des données
 - Banque commune de données
 - Étude du devenir à long terme des patients traumatisés
 - Efficacité des mesures préventives



Physiopathologie..1

Un peu de biomécanique...

- **Rachis** = 3 segments horizontaux (ant, moyen, post)
2 segments verticaux (vertèbre et segment mobile)



Le segment mobile rachidien A : ligament longitudinal antérieur ; B : disque intervertébral ; C : ligt longitudinal postérieur ; D : capsules articulaires ; E : ligt jaune ; F : ligt interépineux ; G : ligt supraspinal.



Physiopathologie..2

Un peu de biomécanique...

- **Classification anatomo-radiologique**

- . Lésions disco-ligamentaires : entorses graves, luxations, fractures-luxations

- ⇒ instabilité aiguë, horizontale, durable

- . Lésions disco-corporéales : fractures tassements et comminutives

- ⇒ instabilité antérieure, verticale

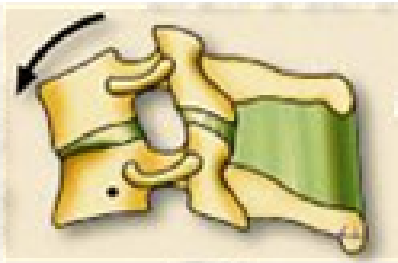
- . Lésions mixtes



Physiopathologie..3

Un peu de biomécanique...

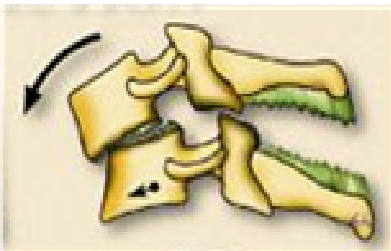
- **Hyper Flexion** = Écrasement corps, instabilité, déplacement 2ndaire



Étirement de la moelle, compression antérieure

Décélération brutale, impact occipital

Rachis cervical (arrêt sur le menton)



Rachis dorsal = peu inquiété

Rachis lombaire = préservé également

Charnière dorso-lombaire = zone élective fragile



Physiopathologie..4

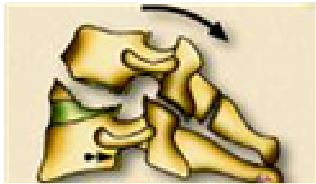
Un peu de biomécanique...

- **Hyper Extension** = Impact céphalique frontal, accélération brutale



Compression moelle, ligam^t com vert ant rompu

Lésions discales fréquentes



- **Compression** = Chute de gde hauteur, rachis dorsolombaire +++



Écrasements et/ou tassements vertébraux

Fractures multiples, étagées

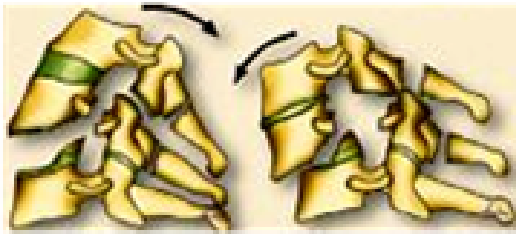




Physiopathologie..5

Un peu de biomécanique...

- **Hyperflexion/hyperextension** = « cou du lapin »



Séquences successives lors d'AVP

Lésions diverses



- **Trauma axial et flexion** = Accident de plongeon

Charnières C7-T1 et T12-L1 +++

Tassements vertébraux essentiellement



Physiopathologie..6

Lésion médullaire primaire

Impact initial, forces de compression

Déchirures neuronales et vasculaires médullaires

⇒ ***Trans-section*** médullaire

⇒ ***Contusion*** = ecchymose et/ou foyers hémorragiques, œdème, destruction neuronale

⇒ ***Commotion-compression*** = foyers nécrose, hémorragie, œdème interstitiel, ischémie, dégénérescence Å fibres myéline

⇒ ***Commotion simple*** = récupération en quelques heures

⇒ ***Attrition ou éclatement*** gaine



Physiopathologie..7

Lésion médullaire secondaire

Extension ischémie et hémorragie

Cascade évènements sur moelle épargnée =

autodestruction post-traumatique (lyse et apoptose cellulaire)

- ⇒ **Altération métabolisme énergétique**
- ⇒ **Altération pompes ioniques**
- ⇒ **AA excitateurs activant médiateurs inter-neuronaux (glutamate)**
- ⇒ **Radicaux libres en excès**

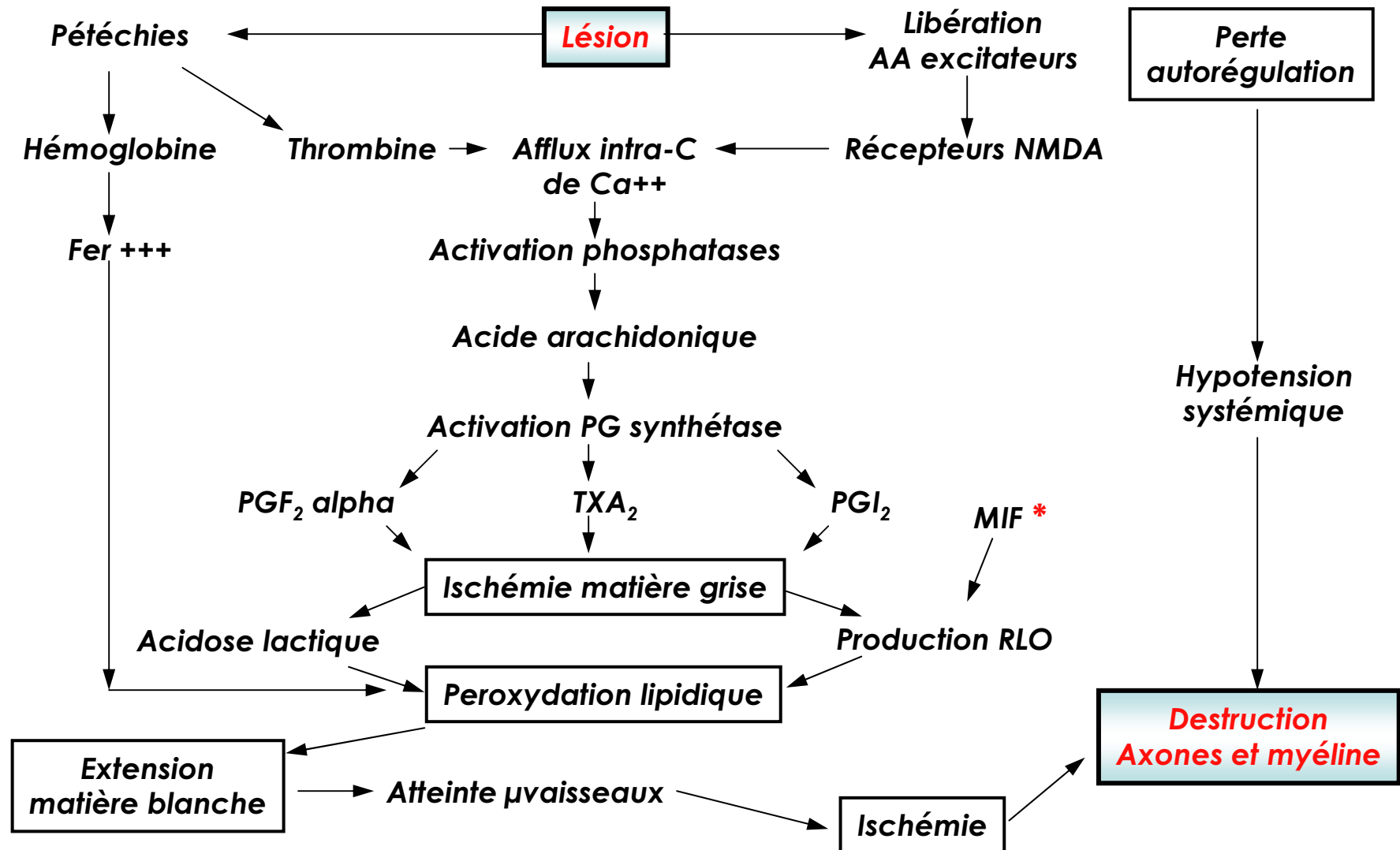
Concept = Tenter récupération sur 1 ou 2 métamères par la fixation ostéo-articulaire et donc limiter extension lésionnelle secondaire



Physiopathologie..8

* J Neurochem, 2003

Lésion médullaire secondaire - schéma de Hall





Physiopathologie..9

Lésion médullaire secondaire - Régulation DSM

- **Débit sanguin médullaire** : perte autorégulation
 - Guha et al, (Stoke 89) : au niveau et proche de lésion médullaire
 - Conséquence : chute de la perfusion médullaire dès chute de PA
 - Quasi-systématique = Tétraplégies et paraplégies hautes
Perte du sympathique
Ischémie des zones lésées



Atteinte médullaire..1

Examen neurologique

- Simple et méthodique +++
- Risque d'ignorer une lésion est faible mais non négligeable
- ***Douleur constante*** et contraction musculaire sur foyer de fracture
- ***Niveau lésionnel*** précisé par examen motricité, sensibilité, périnée
- Sensibilité sous-lésionnelle = lésion incomplète, meilleur pronostic
- Évaluation rapide du patient = score **ASIA** (American Spinal Injury Association)



Atteinte médullaire..1bis

Score ASIA

STANDARD NEUROLOGICAL CLASSIFICATION OF SPINAL CORD INJURY									
MOTOR					SENSORY				
KEY MUSCLES					KEY SENSORY POINTS				
	R	L			LIGHT TOUCH	PIN PRICK			
	R	L			R	L	R	L	
C2									
C3									
C4									
C5			Elbow Flexors						
C6			Wrist Extensors						
C7			Elbow Extensors						
C8			Finger Flexors (distal phalanx of middle finger)						
T1			Finger Abductors (little finger)						
T2									
T3									
T4									
T5									
T6									
T7									
T8									
T9									
T10									
T11									
T12									
L1									
L2			Hip Flexors						
L3			Knee Extensors						
L4			Ankle Dorsiflexors						
L5			Long Toe Extensors						
S1			Ankle Plantar Flexors						
S2									
S3									
S4-5									

0 = total paralysis
 1 = palpable or visible contraction
 2 = active movement, gravity assisted
 3 = active movement, against gravity
 4 = active movement, against some resistance
 5 = active movement, against full resistance
 NT = not testable

TOTALS + = **MOTOR SCORE**

(MAXIMUM) (50) (50) (100)

TOTALS + = **PIN PRICK SCORE** (max: 112)

LIGHT TOUCH SCORE (max: 112)

(MAXIMUM) (56) (56) (56) (56)

NEUROLOGICAL LEVEL
(the most caudal segment with normal function)

SENSORY

MOTOR

COMPLETE OR INCOMPLETE
Incomplete = Any sensory or motor function in S4-S5

ASIA IMPAIRMENT SCALE

ZONE OF PARTIAL PRESERVATION
Partially innervated segments

SENSORY

MOTOR

This form may be copied freely but should not be altered without permission from the American Spinal Injury Association

Version 10
 OPG 1000



Atteinte médullaire..2

Examen neurologique

Choc «spinal neurogénique »

sidération médullaire de 4 jours à 8 semaines

paralysie flasque sous-lésionnelle,

atteintes des fonctions neurovégétatives



Atteinte médullaire..3

État de conscience normale

absence de signes d ' intoxication

absence de douleur du rachis

absence de déficit neurologique focalisé

absence de douleur distractive

⇒ Faible probabilité de lésion rachidienne

(HOFFMAN J.R. N Engl J Med 2000)



Atteinte médullaire..4

Correspondance lésionnelle et atteinte motrice

Racine	Activité motrice	Droit	gauche
C4	Inspiration		
<i>0 = aucune contraction musculaire visible ou palpable</i> <i>1 = contraction musculaire visible ou palpable sans mouvement</i> <i>2 = contraction entraînant un mouvement possible en éliminant la pesanteur</i> <i>3 = contraction entraînant un mouvement possible contre la pesanteur</i> <i>4 = contraction entraînant un mouvement possible contre une légère résistance</i> <i>5 = contraction entraînant un mouvement possible contre une résistance complète</i>			
L3	Extension genou		
L4	Flexion dorsale pied		
L5	Extension gros orteil		
S1	Flexion plantaire		



Atteinte médullaire..5

Lésions médullaires complètes

- Pertes des fonctions médullaires sous-lésionnelles
- **Niveau cervical + thoracique haut** = tétraplégie ou paraplégie complète

Aucune sensibilité

Absence de tonus musculaire et ROT tous abolis

Rétention urinaire et béance anale

Priapisme et abolition du réflexe bulbo-caverneux

Troubles neuro-végétatifs

Paralyse diaphragmatique si > C4

Pentaplégie si > C2 (paires crâniennes IX, X et XI)

Paraplégie si < C7-T1



Atteinte médullaire..6

Lésions médullaires incomplètes...



- **Syndrôme centro-médullaire**

Le plus fréquent, personnes âgées cervicarthrosiques

Atteinte motrice prédominante aux membres supérieurs

Possible rétention urinaire et différents degrés d'atteinte sensitive

Mécanisme = hyperextension sévère du rachis cervical

canal cervical étroit ou ostéoporose

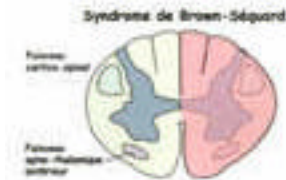
Récupération motrice possible = Minf > vessie > Msup



Atteinte médullaire..7

Lésions médullaires incomplètes...

- **Syndrome latéral de Brown-Séquard**



Hémisection de moelle, forme caractéristique mais rare

Paralyse motrice homolatérale

Atteinte sensitive thermoalgique controlatérale

Tableau de paraplégie asymétrique et hyperalgésie côté mobile

Récupération possible: déambulation, contrôle vésical et digestif



Atteinte médullaire..8

Lésions médullaires incomplètes...

- **Syndrome de contusion antérieure de la moelle**



Peu fréquent, préserve fonction dorsale: proprioception-vibration

Atteinte motrice et thermoalgique

Compression par fragments osseux intracanaux, hernie discale

Destruction antérieure par thrombose artère spinale antérieure

(Friedman D, Am J Roentgenol, 1995)

Les atteintes aortiques thoraciques peuvent donner ce syndrome



Atteinte médullaire..9

Lésions médullaires incomplètes...

- **Syndrome de contusion postérieure de la moelle**

Rare, atteinte de la proprioception

- **Syndrome du cône médullaire**

Aréflexie vésicale et des membres inférieurs. Réflexes sacrés Nx

- **Syndrome de la queue de cheval**

Racines nerveuses, atteinte lombo-sacrée

Sciatique uni- ou bilatérale, incontinences anale et vésicale

Hyper-esthésie ou analgésie anorectale hétérogène



Atteinte médullaire..10

Conséquences cardiovasculaires

- Centres sympathiques entre T1 et T6, colonne intermediolateralis
- Vasoplégie sous-lésionnelle, hypovolémie relative
- Perte des réflexes d'adaptation sous-lésionnelle
- Prédominance parasympathique, bradycardie, asystolies
- ACR probable si hypoxémie, hypovolémie, hypothermie
- Sous T5, sympathique supérieur respecté, réponse cardiaque Nle



Atteinte médullaire..11

Conséquences ventilatoires

- Niveau lésionnel
- Dessus C4, paralysie diaph. et intercostaux, perte de > 60 % du Vt
- Activité muscles SCM, scalènes et trapèzes = insuffisants pour Vt
- Sous C5, autonomie ventilatoire, mais toux et efforts précaires
- S'ajoutent = encombrement bronchique, toux inefficace, iléus paralytique, distension gastrique, contusion pulmonaire, hémithorax, AG et chirurgie rachidienne
- Sous T12, fonction muscles abdominaux normale



Atteinte médullaire..12

Conséquences digestives

- Atonie gastrique, iléus paralytique = distension abdominale, risque de régurgitation-inhalation
- Sonde gastrique utile pour prévenir la dilatation gastrique aiguë
- diagnostic des lésions abdominales rendues difficiles = TDM facile



Atteinte médullaire..13

Conséquences urinaires

- Rétention aiguë d'urine imposant le sondage

Conséquences thermiques

- Atonie thermorégulation + atteinte $SN\Sigma$
- Vasodilatation sous-lésionnelle, pas de frisson ni contraction musculaire pour compenser = hypothermie
- Vasomotricité cutanée altérée = escarres+++ (< 2 heures d'appui)



Phase pré-hospitalière..1

Le dogme

« Tout patient traumatisé ou comateux est considéré comme porteur d'au moins une lésion instable du rachis, jusqu'à élimination de son diagnostic »



Phase pré-hospitalière..2

Maintenir les fonctions vitales

- Paramètres hémodynamiques et ventilatoires = pronostic +++
- Maintenir oxygénation et perfusion adéquates
- Surveillance clinique et monitoring cardiorespiratoire (et T°C)



Phase pré-hospitalière..3

Assurer une hémodynamique et une oxygénation correctes

- **Rechercher**

- saignement actif intrapéritonéal

- fracture du bassin, saignement actif (artério-embolisation)

- hémopneumothorax

- traumatisme crânien (HED)

- Ces priorités peuvent retarder la prise en charge médullaire
- Cercle vicieux si atteinte lésionnelle haute
- Hématocrite maintenu $> 30 \%$
- Soluté adapté = le sérum physiologique
- Objectif tensionnel, $PAS \geq 120 \text{ mmHg}$



Phase pré-hospitalière..4

Abord des voies aériennes

- **Double justification**
 - Éviter l'inhalation bronchique (tétraplégie, $GCS \leq 8$)
 - Optimiser ventilation (PaO_2 , $PaCO_2$) = réanimation neurologique
- **Objectifs (ANAES)**
 - $PaCO_2$ stable autour de 35 mmHg
 - $SaO_2 > 95 \%$
- **Technique de «crash induction»**: hypnotique-célocurine-sellick
 - Pas d'argument pour aller contre le sellick
 - Pas d'argument pour éviter la curarisation et le relâchement μ
 - Respect et maintien *alignement tête-cou-tronc sans traction*



Phase pré-hospitalière..5

Abord des voies aériennes





Phase pré-hospitalière..6

Prévenir les lésions secondaires

- Optimisation des paramètres vitaux
 - Pour ralentir ischémie secondaire
 - Remplissage, amines pressives
 - Hématose stable et efficace
 - Contrôle des traumatismes associés
- Neuroprotection médicamenteuse
 - Corticothérapie hautes doses débutée sur lieu accident
 - Discutée +++ morbidité propre (hémorragies, infections)
 - Réservée atteinte cervicale haute (gain 1 ou 2 métamères)
- Études NASCIS 2 et 3 (National Atude Spinal Cord Injury Society)
 - Efficacité méthylprédnisolone < 8h.
 - 1 étude japonaise a confirmé cette efficacité,
 - et d'autres études ne l'ont pas confirmées.



Imagerie..1

Bilan radiologique standard

- Suffisant pour permettre de poser indications thérapeutiques
- Pour les patients non polytraumatisés +++
- Kaiser et al, Spine 98:
 - Face et profil
 - Explorent mal les charnières
 - Signes indirects disco-ligamentaires
 - Ne renseignent pas sur la moelle
- Complément charnière (bras tirés)
- Complément odontoïde (bouche ouverte)
- Rachis dorso-lombaire oppose moins de problèmes





Imagerie..2

Clichés dynamiques

- Réalisés avec prudence
- Secondairement (10-15 jours)
- Surveillance médicale
- Minerve rigide en place
- Peu indiqués si :
 - Patient conscient
 - Non algique
 - Examen clinique normal





Imagerie..3

Bilan radiologique standard- techniques de lecture simple

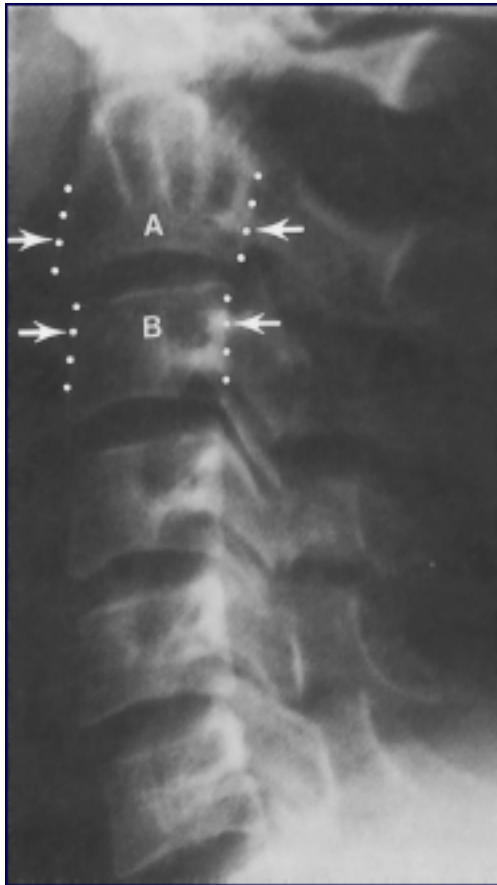
- Épaisseur normale des parties molles
 - C1 - C2 ≤ 5 mm
 - C3 - T1 ≤ 21 mm adulte
- Alignement de profil
 - 4 mm de C2 à C4, 2 mm de C5 à T1
 - Angulation discale $< 10^\circ$
 - Découverte articulaire $< 50\%$
- «5 alignements»
 - Espace pré-vertébral (hématome parties molles)
 - Corps vertébraux antérieur
 - Corps vertébraux postérieur
 - Bords postérieurs des massifs articulaires
 - Épineuses



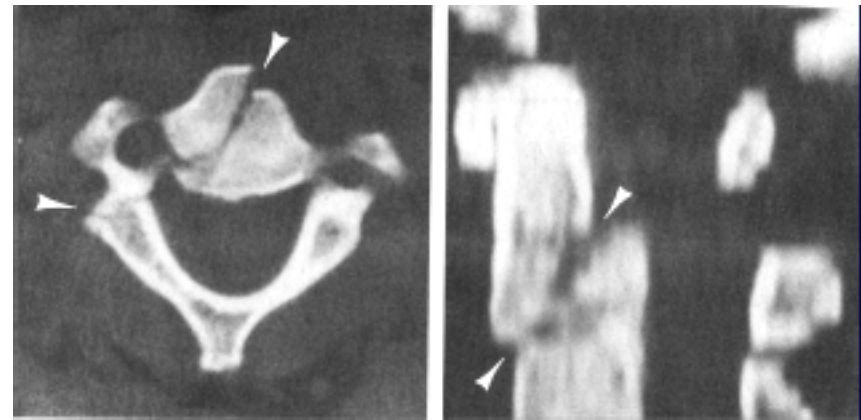


Imagerie..4

Exemple



***C2 trap gros
Alignement incorrect
⇒ Scanner***

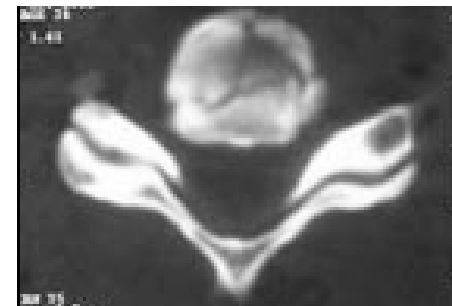




Imagerie..5

Bilan tomodensitométrique

- Bilan initial du polytraumatisé ou traumatisé crânien
- Explore les charnières
- Visualise les fractures corporeales, le recul du mur postérieur
- Identifie les fragments intracanaux et osseux





Imagerie..6

Traumatisme rachis cervical- attitude pratique

Étude de Grossman MD, J Trauma 1999

- Expérience de 615 trauma center - 111219 patients
- Incidence trauma du rachis cervical = 4,3 %
- Incidence sans lésion = 3,0 % (corrélation avec ISS $r = 0,387$, $P = 0,01$)
- Incidence avec lésion sans fracture = 0,7 %
- Incidence avec lésion et fracture = 0,6 %
- Incidence lésion passée inaperçue = 0,01 %

Walter et al, 1984 : 18 % de lésions malgré examen clinique NI

Cadoux et al, 1987 : < 2 % de radiographies cervicales anormales



Imagerie..7

Traumatisme rachis cervical- attitude pratique

Quand rechercher un trauma du rachis cervical ?

	Consensus USA	étude Grossman
Patient éveillé, sans intoxication ni douleur cervicale	NON	NON
Lésion d'étirement	OUI	OUI
Mécanisme évocateur	OUI	OUI
Intoxication, conscience altérée	OUI	OUI
Choc violent, pathologie rachis connue, âge avancé	OUI	OUI



Imagerie..8

Traumatisme rachis cervical- attitude pratique

Quel bilan radio ?

	Consensus USA	étude Grossman
Première intention	3 clichés	3 ou 5 clichés
Douleur cervicale, 3 clichés Nx	Clichés dynamiques	NSP
C7 - T1 mal visualisée	scanner	Profil en traction
Coma, maintien minerve	NON	NSP

3 clichés : face, profil, bouche ouverte

5 clichés : 3 clichés + 2 obliques



Imagerie..9

Résonance magnétique

- Offre des coupes sagittales
- Imagerie de la moelle, et appareil disco-ligamentaire
- Indiquée si atteinte médullaire sans lésion osseuse
 - Hernie discale, hématome et contusion péri-médullaires
- Trans-sections et contusions hémorragiques: mauvais pronostic
- IRM normale + troubles neuro = 100 % récupération*
- Œdème médullaire + troubles neuro = 73 % récupération*
- Visualisation zones d'ischémie (art vertébrales antérieures)
- En pratique, difficile chez le polytraumatisé



* Silberstein et al, Am J Neuroradiol, 1992



Attitude thérapeutique ..1

Traitement chirurgical

- Réduire la déformation, donner une stabilité
- Recalibrer le canal rachidien pour décompresser la moelle
- Lever une compression directe médullaire ou radiculaire
- **Rachis cervical** = abord antérieur préféré, corporectomie, greffe, plaque vissée
- **Rachis dorso lombaire** = abord postérieur, laminectomie, tiges vissées ou accrochées aux pédicules, greffe



Attitude thérapeutique ..2

Traitement chirurgical- heure de la chirurgie

- Si lésion médullaire incomplète ou aggravation progressive
 - Intervention chirurgicale en urgence (*Amar, J Am Coll Surg 98*)
- Si lésions complètes
 - Attitude discutée selon autres lésions (*Petitjean, J Trauma, 95*)



Attitude thérapeutique ..3

Phase périopératoire

- **Pré-opératoire**

- Éliminer les lésions vitales - Bien examiner Rx, voire les refaire
- Pouvoir subir une chirurgie fonctionnelle, en DV, de longues heures
- Maîtriser les « ACSOS » (comme pour le trauma crânien)

- **Per-opératoire**

- Monitoring standard, $\pm$ invasif selon la situation hémodynamique
- Intubation = respect alignement tête-cou-tronc - estomac plein ++
- Ne pas innover +++
- Sellick maintenu ? Oui d'après Criswell et al (*Anaesthesia* 1994)



Attitude thérapeutique ..4

Phase périopératoire

• Per-opératoire (suite)

– Quels agents ? =

- Curare ? Crosby et al, sont contre (*Can J Anaesth* 90)
- Kétamine ou étomidate (préserver l'hémodynamique)
- Pré-médication à l'atropine

– Installation =

- Le DV expose aux mouvements de flexion-extension
- 5 personnes minimum - chirurgien présent
- Protection oculaire - fixation du monitoring
- Appuis iliaques et scapulaires



Attitude thérapeutique ..5

Phase périopératoire

• Per-opératoire (suite)

– Réanimation per-opératoire

- Volémie, rythme cardiaque, thermorégulation
- Critères transfusion = Rachis dorsolombaire, Hématocrite $< 35\%$, ISS > 20 *

* Cavalieri, JEUR, 1991

• Post-opératoire

– Limitation capacité vitale

- Ventilation assistée souvent prolongée
- Kinésithérapie respiratoire permet le sevrage (levée atelectasie)



Attitude thérapeutique ..6

Approche pharmacologique

- Pharmacologie expérimentale diversifiée (schéma lésion secondaire)
- **Approche plurimédicamenteuse** (Greene et al, *J Spinal Disord*, 96)
 - Corticoïdes hautes doses (30 mg/kg sur 1 h, puis 5,4 mg/kg/h 24-48h - NASCIS I-II-III)
 - Pas de consensus français (pas d'AMM)
- **3 voies de recherche**
 - Inhibiteurs de peroxydation lipidique
 - Inhibiteurs calciques
 - Inhibiteurs des récepteurs au N-méthyl-D-aspartate (NMDA - glutamate)
 - Magnésium sulfate (Kaptanoglu, *Neurosurg Rev* 2003)



Conclusions

- Ostéosynthèse toujours d'actualité
- Seul le caractère complet ou incomplet de la lésion primaire est facteur pronostique de récupération fonctionnelle
- Approche pharmacologique encore trop peu convaincante
- Obstacles =
 - Absence de langage commun pour évaluation neurologique
 - Généralisation de l'utilisation du score ASIA
 - Peu d'études multicentriques



Quelques images...



1



2

Fractures odontoides
1 oblique
2 horizontale



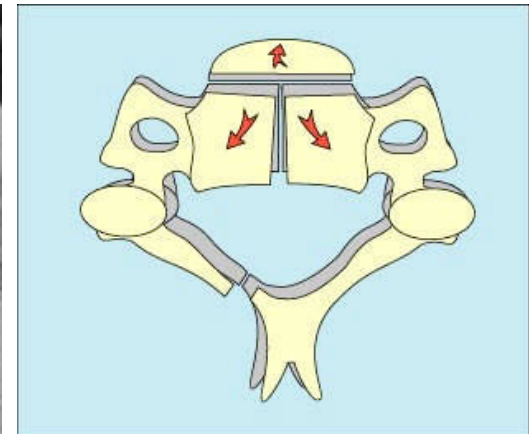
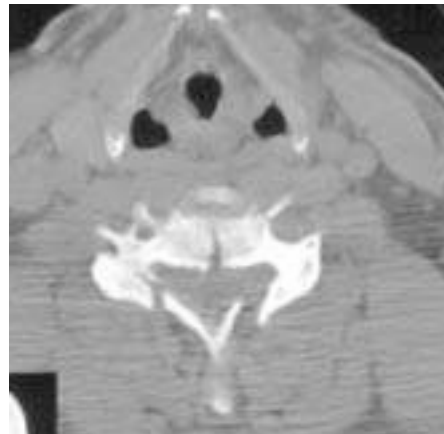
Tomographie



Quelques images...

Fractures Tear-drop C5

Aspect typique - déplacement





Quelques images...

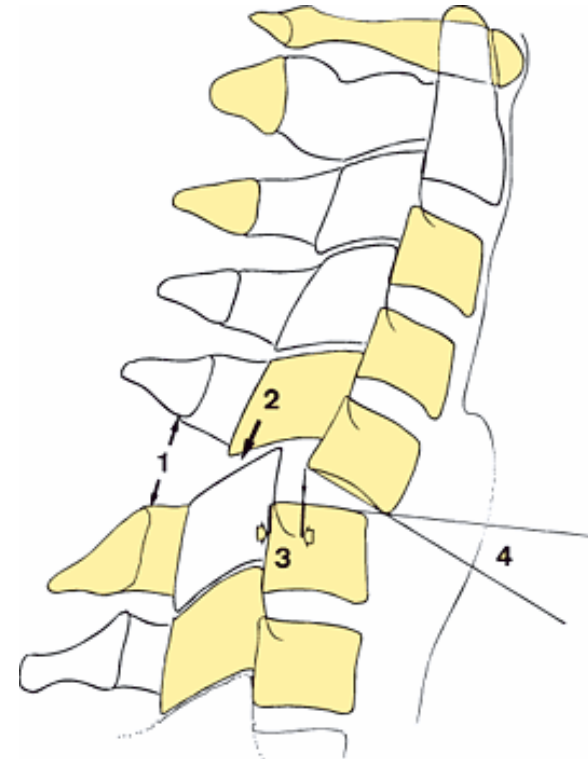


Rachis au repos



Cliché dynamique
15 jours après

Entorse grave
C5-C6



Critères radiographiques d'entorse grave :

- 1 : augmentation de l'écart inter épineux ;
- 2 : bâillement articulaire postérieur ;
- 3 : antélisthesis de plus de 3,5 mm ;
- 4 : cyphose discale de 11° de plus que les étages adjacents.