

**BAHAN AJAR I**  
**COMPLETE SPINAL TRANSECTION**

Nama Mata Kuliah/Bobot SKS	: Sistem Neuropsikiatri / 8 SKS
Standar Kompetensi	: area kompetensi 5: landasan ilmiah kedokteran
Kompetensi Dasar	: menerapkan ilmu kedokteran klinik pada sistem neuropsikiatri
Indikator	:menegakkan diagnosis dan melakukan penatalaksanaan awal sebelum dirujuk sebagai kasus emergensi
Level Kompetensi	:3B
Alokasi Waktu	: 2 x 50 menit

**1. Tujuan Instruksional Umum (TIU) :**

Mampu mengenali dan mendiagnosis penyakit-penyakit pada tulang belakang dan sumsum tulang belakang, serta melakukan penanganan sesuai dengan tingkat kompetensi yang ditentukan, dan melakukan rujukan bila perlu.

**2. Tujuan Instruksional Khusus (TIK) :**

- a. Mampu menyebutkan patogenesis terjadinya *complete spinal transection*
- b. Mampu melakukan penapisan / penegakan diagnosis *complete spinal transection*
- c. Mampu melakukan promosi kesehatan dan pencegahan *complete spinal transection*
- d. Mampu melakukan manajemen / terapi awal *complete spinal transection*

Isi Materi:

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

Cedera kolumna vertebralis, dengan atau tanpa defisit neurologis harus tetap selalu dipikirkan pada pasien dengan trauma multipel. Kurang lebih dari 5% pasien dengan cedera kepala juga mengalami cedera spinal, sementara 25% pasien dengan cedera spinal mengalami setidaknya cedera kepala ringan. Kurang lebih 55% trauma spinal terjadi pada regio servikal, 15% pada regio torakal, 15% di regio sendi torakalumbal, dan 15% di area lumbosakral

Trauma medulla spinalis adalah suatu kerusakan fungsi neurologis yang disebabkan seringkali oleh kecelakaan lalu lintas. Apabila cedera itu mengenai daerah L1-2 dan/atau di bawahnya maka dapat mengakibatkan hilangnya fungsi motorik dan sensorik serta kehilangan fungsi defekasi dan berkemih. Trauma medulla spinalis diklasifikasikan sebagai komplet : kehilangan sensasi fungsi motorik volunter total, dan tidak komplet : campuran kehilangan sensasi dan fungsi motorik volunter.

Dokter dan petugas medis lain yang menangani pasien dengan cedera spinal harus selalu berhati – hati bahwa manipulasi yang berlebihan dan imobilisasi yang tidak adekuat akan menyebabkan kerusakan neurologis tambahan dan memperburuk kondisi pasien. 5% pasien mengalami gejala neurologis atau perburukan kondisi setelah sampai di uni tgawat darurat. Hal ini disebabkan iskemia atau terjadinya edema pada medulla spinalis, tetapi bisa juga disebabkan akibat gagalnya pemasangan imobilisasi yang adekuat. Selama tulang belakang pasien diproteksi dengan baik, pemeriksaan tulang belakang dan eksklusi trauma spinal dapat ditunda dengan aman, terutama bila terjadi instabilitas sistemik seperti hipotensi dan respirasi yang tidak adekuat.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Anatomi**

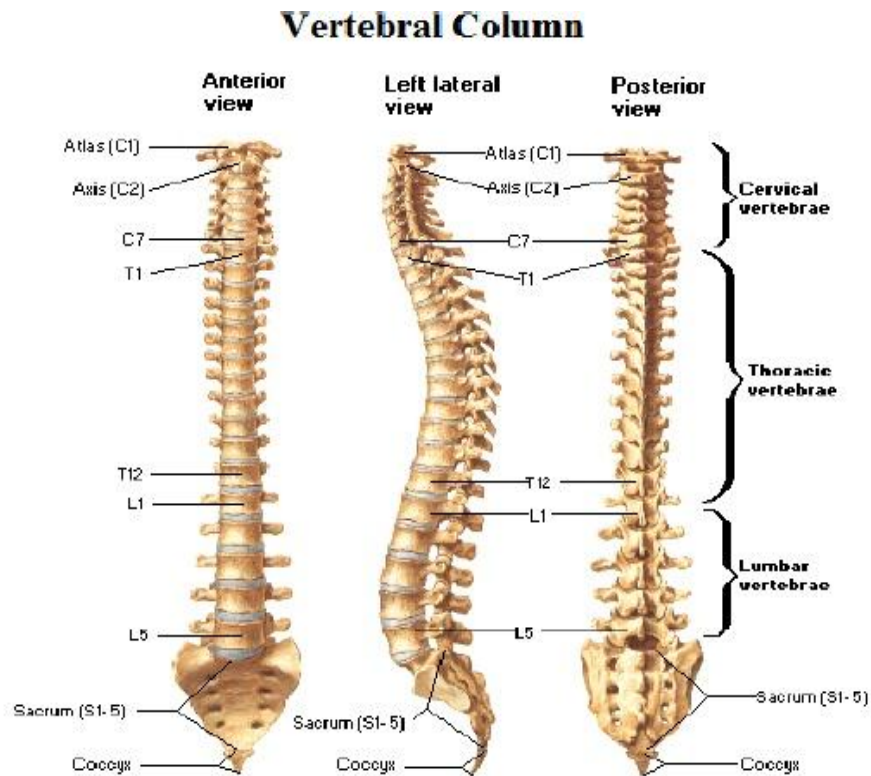
##### **2.1.1 Anatomi Columna Vertebralis<sup>(1,2,3)</sup>**

Columna vertebralis terbentang dari cranium sampai ujung os coccygis dan merupakan unsur utama kerangka aksial (ossa cranii, columna vertebralis, costa dan sternum). Columna vertebralis terdiri dari 33 vertebra yang teratur dalam 5 daerah, tetapi hanya 24 dari jumlah tersebut (7 vertebra cervicalis, 12 vertebra thoracica, dan 5 vertebra lumbalis) dapat digerakkan pada orang dewasa. Kelima vertebra sacralis pada orang dewasa melebur membentuk os sacrum dan keempat vertebra coccygis melebur membentuk os coccygis. Tulang vertebra memiliki korpus yang terletak di anterior, yang membentuk bangunan utama sebagai tumpuan beban. Korpus vertebrae dipisahkan oleh diskus intervetebralis, dan disangga disebelah anterior dan posterior oleh ligamentum longitudinal anterior dan posterior. Disebelah posterolateral, dua pedikel membentuk pilar tempat atau kanalis vertebralis (lamina) berada.

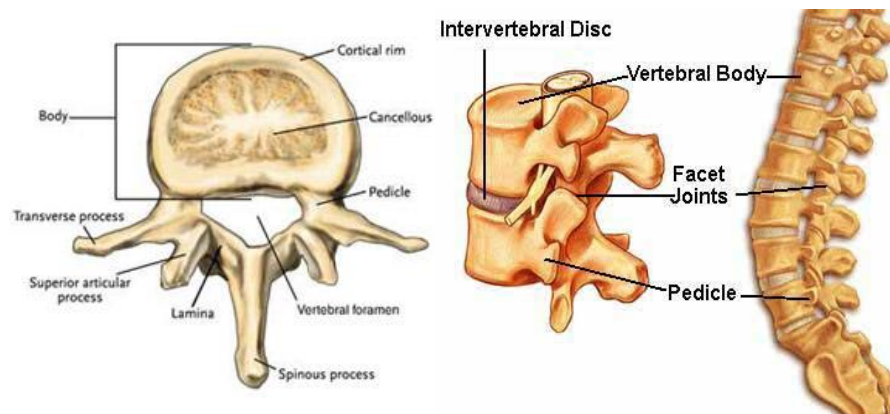
Fungsi dari columna vertebralis sebagai pendukung badan yang kokoh dan sekaligus bekerja sebagai penyangga dengan perantaraan tulang rawan cakram intervertebralis yang lengkungnya memberikan fleksibilitas dan memungkinkan membongkok tanpa patah. Cakramnya juga berguna untuk menyerap guncangan yang terjadi bila menggerakkan berat badan seperti waktu berlari dan meloncat, dan dengan demikian otak dan sumsum belakang terlindung terhadap guncangan. Disamping itu juga untuk memikul berat badan, menyediakan permukaan untuk otot dan membentuk tapal batas posterior yang kukuh untuk rongga-rongga badan dan memberi kaitan pada iga. (Eveltan. C. Pearah, 1997 ; 56 – 62)

Tulang servikal paling rentan terhadap cedera, karena mobilitas dan paparannya. Kanalis servikalis melebar di bagian atas yang terbentuk

mulai dari foramen magnum hingga ke bagian bawah C2. Mayoritas pasien yang selamat dengan cedera pada bagian ini tidak mengalami gangguan neurologis.



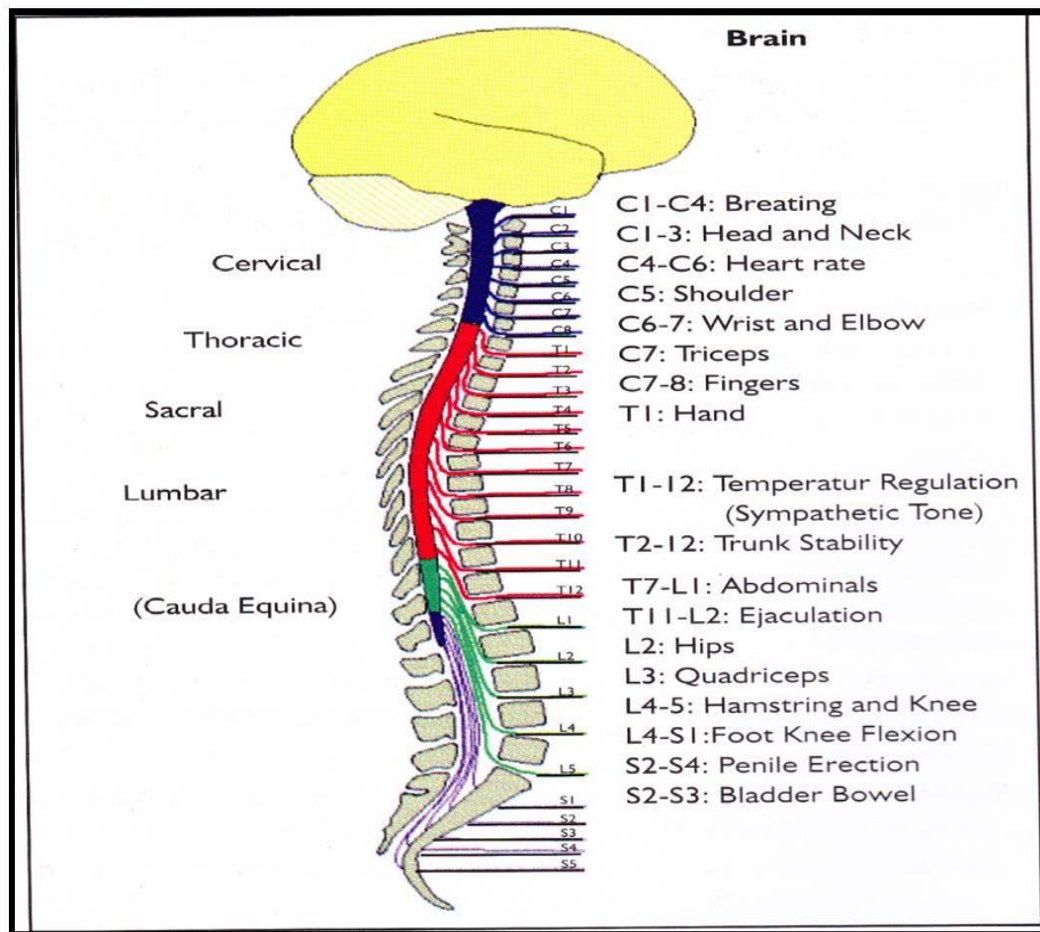
Gambar 1 : anatomi collumna vertebralis <sup>(1)</sup>



Gambar 2 : a. Vertebrae Torakal <sup>(1)</sup>, b. : collumna vertebralis proyeksi Lateral<sup>(1)</sup>

### 2.1.2 Anatomi medulla spinalis <sup>(1,3,6)</sup>

Medulla spinalis merupakan massa jaringan saraf yang berbentuk silindris memanjang dan menempati  $\frac{2}{3}$  atas canalis vertebra yaitu dari batas superior atlas (C1) sampai batas atas vertebra lumbalis kedua (L2), kemudian medulla spinalis akan berlanjut menjadi medulla oblongata. Pada waktu bayi lahir, panjang medulla spinalis setinggi  $\pm$  Lumbal ketiga (L3). Medulla spinalis dibungkus oleh duramater, arachnoid, dan piamater. Fungsi sumsum tulang belakang adalah mengadakan komunikasi antara otak dan semua bagian tubuh dan bergerak refleks.



Gambar 3 : Segmen – segmen Medulla spinalis <sup>(3)</sup>

Medulla spinalis berawal dari ujung bawah medulla oblongata di foramen magnum. Pada dewasa biasanya berakhir disekitar tulang L1 berakhir menjadi konus medularis. Selanjutnya akan berlanjut menjadi

kauda equina yang lebih tahan terhadap cedera. Dari berbagai traktus di medulla spinalis, ada 3 traktus yang telah dipelajari secara klinis, yaitu traktus kortikospinalis, traktus spinotalamikus, dan kolumna posterior. Setiap pasang traktus dapat cedera pada satu sisi atau kedua sisinya.

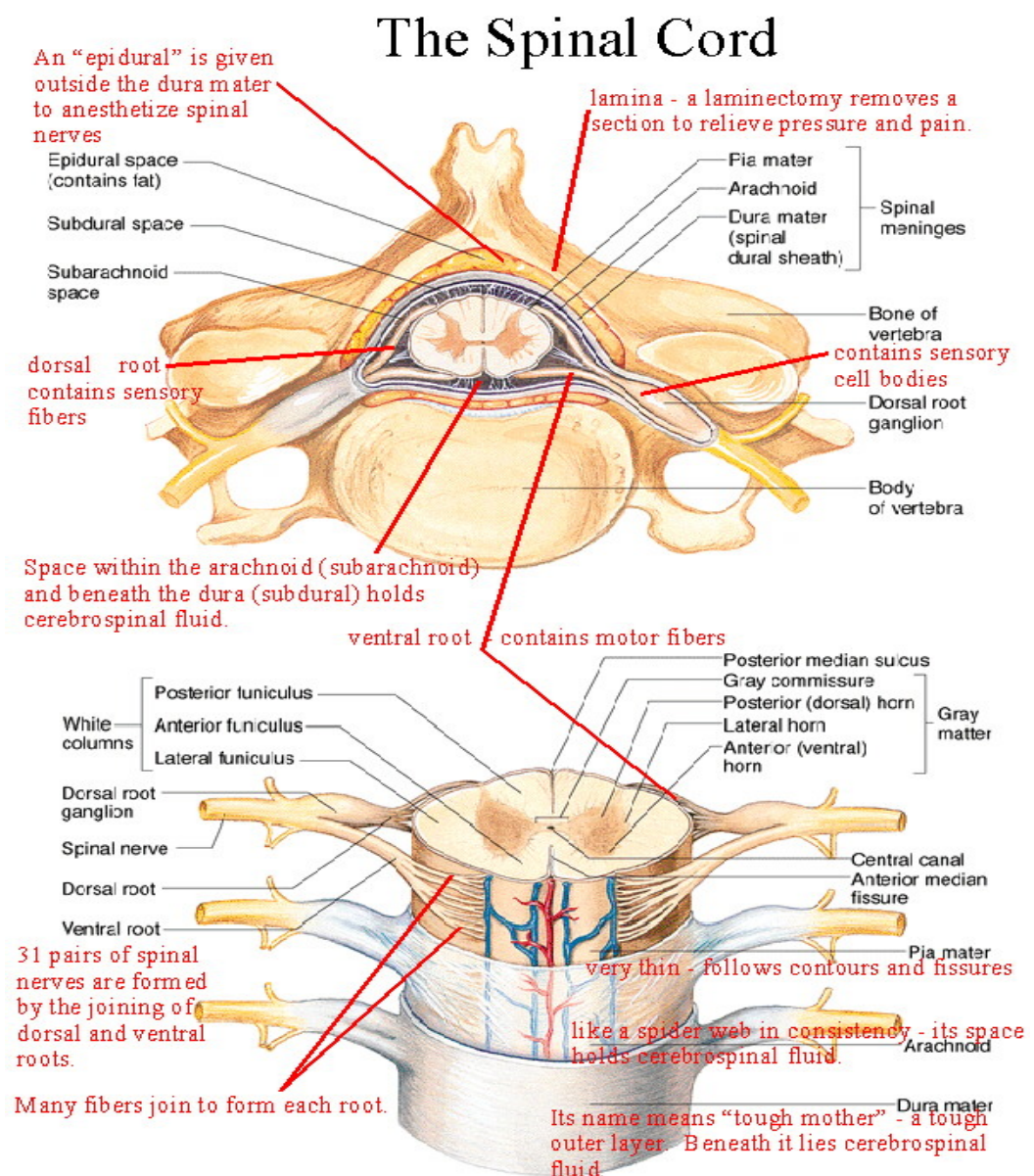
Traktus kortikospinalis, yang terletak dibagian posterolateral medulla spinalis, mengatur kekuatan motorik tubuh ipsilateral dan diperiksa dengan melihat kontraksi otot volunter atau melihat respon involunter dengan rangsangan nyeri. Traktus spinotalamikus, yang terletak di anterolateral medulla spinalis, membawa sensasi nyeri dan suhu dari sisi kontralateral tubuh.

Diameter bilateral medulla spinalis bila selalu lebih panjang dibandingkan diameter ventrodorsal. Hal ini terutama terdapat pada segmen medulla spinalis yang melayani ekstremitas atas dan bawah. Pelebaran ke arah bilateral ini disebut intumesens, yang terdapat pada segmen C4-T1 dan segmen L2-S3 (intumesens lumbosakral). Pada permukaan medulla spinalis dapat dijumpai fisura mediana ventralis, dan empat buah sulkus, yaitu sulkus medianus dorsalis, sulkus dorsolateralis, sulkus intermediodorsalis dan sulkus ventrolateralis.

Pada penampang transversal medulla spinalis, dapat dijumpai bagian sentral yang berwarna lebih gelap (abu-abu) yang dikenal dengan istilah *gray matter*. *Gray matter* adalah suatu area yang berbentuk seperti kupu-kupu atau huruf H. Area ini mengandung badan sel neuron beserta percabangan dendritnya. Di area ini terdapat banyak serat-serat saraf yang tidak berselubung myelin serta banyak mengandung kapiler-kapiler darah. Hal inilah yang mengakibatkan area ini berwarna menjadi lebih gelap. *Gray matter* dapat dibagi kedalam 10 lamina atau 4 bagian, yaitu :

1. kornu anterior/dorsalis, yang mengandung serat saraf motorik, terdiri atas lamina VIII, IX, dan bagian dari lamina VII.
2. Kornu posterior/ventralis, yang membawa serat-serat saraf sensorik, terdiri atas lamina I-IV.

3. Kornu intermedium, yang membawa serat-serat asosiasi, terdiri atas lamina VII.
4. Kornu lateral, merupakan bagian dari kornu intermedium yang terdapat pada segmen torakal dan lumbal yang membawa serat saraf simpatis.



Gambar 4 : Anatomi medulla spinalis <sup>(7)</sup>

Setiap segmen medula spinalis memiliki empat radix, sebuah radix ventralis dan sebuah radix posterior pada sisi kiri dan sepasang di sisi kanan. Radix saraf ini keluar dari kolumna vertebralis melalui foramina intervetebralis. Pada spina servikalis, radix keluar melewati bagian atas kolumna vertebralis, sedangkan pada segmen bawah T1 radix keluar melewati bagian bawah korpus vertebralis. Radix ventralis berfungsi sebagai traktus motoris yang keluar dari medula spinalis, sedangkan radix posterior bersifat sensoris terhadap struktur superfisial dan profunda tubuh.

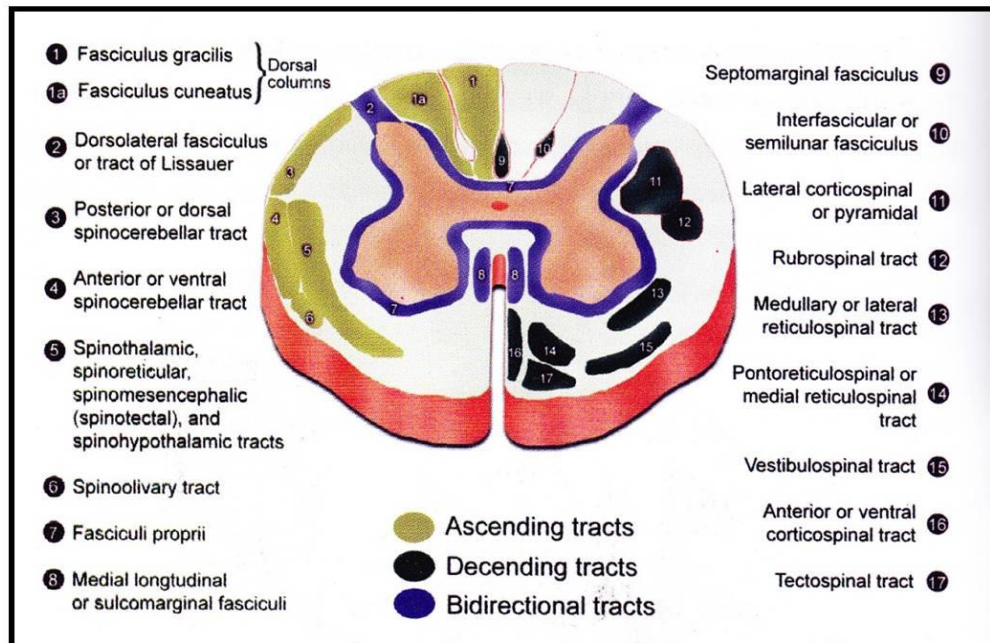
Perjalanan serabut saraf dalam medulla spinalis terbagi menjadi dua jalur, jalur desenden dan asenden. Jalur desenden terdiri dari:

- a. Traktus kortikospinalis lateralis
- b. Traktus kortikospinalis anterior,
- c. Traktus vestibulospinalis,
- d. Traktus rubrospinalis,
- e. Traktus retikulospinalis,
- f. Traktus tektospinalis,
- g. Fasikulus longitudinalis medianus

Jalur Asenden terdiri dari :

- a. Sistem kolumna vertebralis
- b. Traktus spinothalamikus
- c. Traktus spinocerebellaris dorsalis
- d. Traktus spinocerebellaris ventralis
- e. Traktus spinoretikularis.

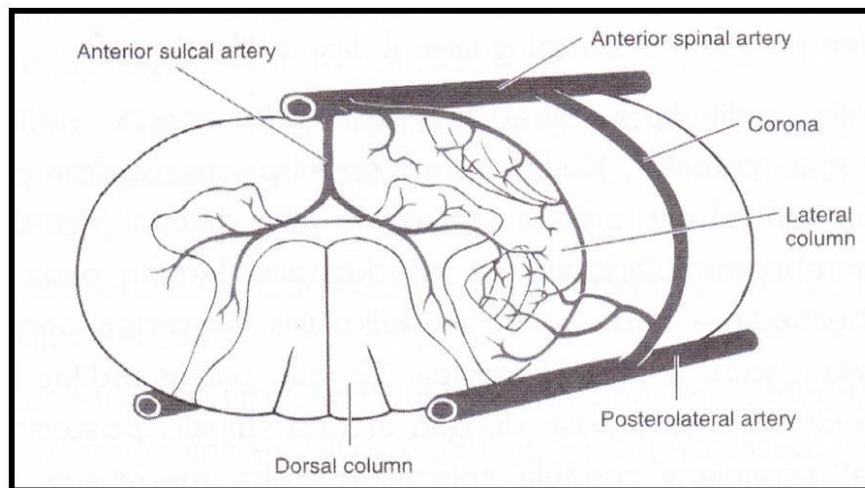
Jalur desenden sebagian besar berfungsi untuk mengatur gerakan motorik, baik yang disadari maupun mengatur derajat refleks. Jalur asenden lebih merupakan pembawa informasi pada otak seperti rasa nyeri, suhu, getaran, raba, dan posisi tubuh.



Gambar 5. Traktus medulla spinalis

### Vaskularisasi Medulla Spinalis

Medulla spinalis diperdarahi oleh susunan arteri yang memiliki hubungan yang erat. Arteri-arteri spinal terdiri dari arteri spinalis anterior dan posterior serta arteri radikularis.



Gambar 6. vaskularisasi medulla spinalis servikalis

Arteri spinalis anterior dibentuk oleh cabang kanan dan dari segmen intrakranial kedua arteri vertebralis sebelum membentuk menjadi arteri basilaris. Di peralihan antara medulla oblongata dan medulla spinalis, kedua cabang tersebut menjadi satu dan meneruskan perjalanan

sebagai arteri spinalis anterior. Sebagai arteri yang tunggal, arteri tersebut berjalan di sulkus anterior sampai bagian servikal atas saja.

Arteri spinalis posterior kanan dan kiri juga berasal dari kedua arteri vertebralis juga, tetapi pada tempat yang terletak agak kaudal dan dorsal daripada tempat arteri spinalis berpangkal. Kedua arteri spinalis posterior bercabang dua. Yang satu melewati lateral medial, dan yang lain disamping lateral dari radiks dorsalis.

Arteri radikularis dibedakan menjadi arteri radikularis posterior dan anterior. Kedua arteri tersebut merupakan cabang dorsal dan ventral dari arteria radikularis yang dikenal juga dengan ramus vertebromedularis arteri interkostalis. Jumlah pada orang dewasa berbeda-beda. Arteri radikularis posterior berjumlah lebih banyak, yaitu antara 15 sampai 22, dan paling sedikit 12. Ke atas pembuluh darah tersebut ber anastomose dengan arteria spinalis posterior dan ke kaudal sepanjang medulla spinalis mereka menyusun sistem anastomosis arterial posterior.

Sistem anastomosis anterior adalah cabang terminal arteria radikularis anterior. Cabang terminal tersebut berjumlah dua, satu menuju rostral dan yang lain menuju ke kaudal dan kedua nya berjalan di garis tengah permukaan ventral medulla spinalis. Dibawah tingkat servikal kedua cabang terminal tiap arteri radikularis anterior beranastomose satu dengan yang lain. Anastomose ini merupakan daerah dengan vaskularisasi yang rawan.

## **2.2. Trauma Medulla Spinalis**

### **2.2.1. Definisi**

Suatu kerusakan fungsi neurologis yang disebabkan oleh trauma pada daerah medulla spinalis yang akhirnya dapat menyebabkan traksi dan kompresi pada medulla spinalis.

### **2.2.2 Etiologi**

Trauma medulla spinalis seringkali disebabkan oleh kecelakaan lalu lintas, meskipun penyebab lain juga bisa menyebabkan cedera pada

medulla spinalis seperti luka tusuk/luka tumpul dan Tumor (massa). Penyebab trauma medulla spinalis, secara garis besar dibagi 2, yaitu : <sup>16</sup>

<b>Traumatic injuries</b>	
Motor vehicle accidents	Football
Falls	Gymnastics
Violence	Diving into shallow water
<b>Non-traumatic injuries/illnesses</b>	
Cancer	Osteoporosis
Multiple sclerosis	Inflammation of the spinal cord
Arthritis	

Tabel 1. Penyebab trauma medulla spinalis

Cedera medulla spinalis karena trauma mengenai laki – laki lebih banyak daripada wanita, dan resiko mayoritas tejati pada usia dewasa dengan rentang usia 15 – 30 tahun karena adanya hobi yang beresiko.

### 1.2.3. Klasifikasi

Cedera medulla spinalis diklasifikasikan berdasarkan Level, beratnya defisit neurologis, sindroma medulla spinalis, dan morfologi.

#### 1.2.3.1. Berdasarkan Level

Level neurologis adalah segmen paling kaudal yang masih memiliki fungsi sensorik dan motorik normal di kedua sisi tubuh. Bila istilah level sensorik yang digunakan berarti dipakai untuk menyebutkan bagian paling kaudal dari medulla spinalis dengan fungsi sensorik normal. Level motorik juga didefenisikan hampir sama, sebagai fungsi motorik pada otot penanda yang paling rendah dengan kekuatan paling tidak 3/5. Pada cedera komplis, bila ditemukan kelemahan fungsi sensorik dan/ atau motorik dibawah segmen normal terendah hal ini disebut dengan zone

preservasi parsial. Sebagaimana dijelaskan sebelumnya, penentuan level trauma pada kedua sisi sangat penting.

Perbedaan yang jelas terjadi antara lesi di atas dan di bawah T1. Cedera pada segmen 8 medulla spinalis servikal akan menyebabkan tetraplegi, dan lesi di bawah T1 menyebabkan paraplegi. Level trauma pada tulang adalah pada tulang vertebra yang mengalami kerusakan sehingga menyebabkan kerusakan pada medulla spinalis. Level neurologis trauma dapat ditentukan pertama kali dengan pemeriksaan fisik. Seringkali ditemukan perbedaan antara level tulang dan neurologis karena nervus spinalis memasuki kanalis spinalis melalui foramen dan naik atau turun didalam kanalis spinalis sebelum benar-benar masuk ke medulla spinalis.

Secara lebih detail, National Spinal Cord Injury Association dan The Christopher & Dana Reeve Foundation mengategorikan trauma medulla spinalis, menjadi :

a. High Cervical Nerves ( C1-C4)

Trauma medulla spinalis pada level ini menyebabkan tetraplegia. Pasien mungkin tidak mampu untuk bernapas dan batuk dengan kemampuan sendiri juga kehilangan kemampuan mengontrol defekasi, berkemih. Terkadang kemampuan untuk berbicara juga terganggu atau menurun.

b. Low Cervical Nerves (C5 – C8)

Trauma level ini memungkinkan pasien masih mampu bernapas dan bicara normal seperti sebelumnya.

b.1. Trauma C5

Pasien mampu menggerakkan tangan meraih siku, tetapi terjadi paraplegia. Mampu berbicara menggunakan diafragma, tetapi kemampuan bernapas melemah.

b.2. Trauma C6

Saraf ini berfungsi untuk pergerakan ekstensi siku, jadi trauma pada level ini menyebabkan gangguan pada kemampuan ekstensi siku,

dan terjadi paraplegia. Mampu berbicara menggunakan diafragma, tetapi kemampuan bernapas melemah.

#### b.3. Trauma C7

Sebagian besar pasien mampu menggerakkan bahu, dengan gangguan ekstensi siku dan ekstensi jari – jari tangan. Tidak terdapat gangguan kontrol atau terdapat sedikit kontrol terhadap fungsi berkemih atau defekasi tetapi pasien dapat mengatur fungsi tersebut sesuai dengan keinginan dengan bantuan alat.

#### b.4. Trauma C8

Pasien masih mampu menggenggam dan melepaskan objek yang digenggam. Tidak terdapat gangguan kontrol atau terdapat sedikit kontrol terhadap fungsi berkemih atau defekasi tetapi pasien dapat mengatur fungsi tersebut sesuai dengan keinginan dengan bantuan alat.

#### c. Thoracic Nerves (T1-T5)

Saraf pada level ini mempengaruhi otot dada atas, otot abdominal, dan otot punggung atas. Trauma medulla spinalis level ini jarang menyebabkan gangguan ekstremitas atas.

#### d. Thoracic Nerves (T6 – T12)

Saraf pada level ini, mempengaruhi otot perut dan punggung tergantung dari level trauma medulla spinalis. Biasanya trauma menyebabkan keluhana paraplegia dengan kekuatan ekstremitas atas dalam kondisi normal. Pasien masih mampu mengendalikan kemampuan dan keseimbangan tubuh untuk duduk dan mampu batuk produktif selama otot abdominal masih intak. Biasanya tidak terdapat gangguan berkemih ataupun defekasi.

#### e. Lumbar Nerves (L1-L5)

Secara umum trauma ini menyebabkan gangguan fungsi panggul dan kaki. Tidak terdapat kontrol atau terdapat sedikit kontrol terhadap fungsi berkemih atau defekasi tetapi pasien dapat mengatur fungsi tersebut sesuai dengan keinginan dengan bantuan alat. Tergantung kekuatan kaki, pasien mungkin memerlukan alat bantu untuk berjalan.

f. Sacral Nerves ( S1-S5)


Trauma menyebabkan kehilangan beberapa fungsi dari panggul dan kaki. Tidak terdapat gangguan kontrol atau terdapat sedikit kontrol terhadap fungsi berkemih atau defekasi tetapi pasien dapat mengatur fungsi tersebut sesuai dengan keinginan dengan bantuan alat. Pasien mampu berjalan cukup baik.

Terdapat beberapa klasifikasi dalam menentukan trauma medulla spinalis apakah *complete* atau *partial* diantaranya menggunakan kriteria Frankel dan ASIA.

FRANKEL CLASSIFICATION
A - Absence of motor or sensory function below the level of the lesion
B - Absence of motor function, but with some degree of sensitivity preserved below the level of the lesion
C - Some degree of motor function but without practical usefulness
D - Useful motor function below the level of the lesion
E - Normal sensory and motor function, although there may be some abnormality of reflexes

Tabel 2. Kriteria Franke;

<b>*ASIA/ISCoS Exam Chart (ASIA Impairment Scale)</b>	
<b>Grade A</b>	Complete lack of motor and sensory function below the level of injury (including the anal area)
<b>Grade B</b>	Some sensation below the level of the injury (including anal sensation)
<b>Grade C</b>	Some muscle movement is spared below the level of injury, but 50 percent of the muscles below the level of injury cannot move against gravity.
<b>Grade D</b>	Most (more than 50 percent) of the muscles that are spared below the level of injury are strong enough to move against gravity.
<b>Grade E</b>	All neurologic function has returned.



## STANDARD NEUROLOGICAL CLASSIFICATION OF SPINAL CORD INJURY

		<b>MOTOR</b>		LIGHT TOUCH		PIN PRICK		<b>SENSORY</b>	
		KEY MUSCLES		R L		R L		KEY SENSORY POINTS	
C2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
C3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
C4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
C5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Elbow flexors						
C6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Wrist extensors						
C7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Elbow extensors						
C8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Finger flexors (distal phalanx of middle finger)						
T1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Finger abductors (little finger)						
T2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
T3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
T4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
T5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
T6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
T7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
T8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
T9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
T10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
T11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
T12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
L1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
L2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hip flexors						
L3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Knee extensors						
L4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ankle dorsiflexors						
L5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Long toe extensors						
S1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ankle plantar flexors						
S2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
S3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
S4-5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							

= Voluntary anal contraction (Yes/No)     
  = Any anal sensation (Yes/No)

**TOTALS**  +  =  **MOTOR SCORE** (MAXIMUM) (50) (100)

**TOTALS**  +  =  **PIN PRICK SCORE** (MAXIMUM) (56) (56)

+  =  **LIGHT TOUCH SCORE** (MAXIMUM) (56) (56)

<b>NEUROLOGICAL LEVEL</b> <small>The most caudal segment with normal function</small>	R L	SENSORY <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> MOTOR <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<b>COMPLETE OR INCOMPLETE?</b> <input type="checkbox"/> <small>Incomplete = Any sensory or motor function in S4-S5</small>	R L	SENSORY <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> MOTOR <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>ASIA IMPAIRMENT SCALE</b> <input type="checkbox"/>			<b>ZONE OF PARTIAL PRESERVATION</b>		
			<small>Caudal extent of partially innervated segments</small>		

This form may be copied freely but should not be altered without permission from the American Spinal Injury Association. 2000 Rev.

Gambar 7. Kriteria Standard Neurological Classification of Spinal Cord Injury (ASIA) <sup>3</sup>

### 1.2.3.2. Berdasarkan beratnya defisit neurologis

Berdasarkan beratnya defisit cedera medulla spinalis dibagi menjadi 4, yaitu :

- a. Paraplegia inkomplit (torakal inkomplit)
- b. Paraplegia komplit (torakal komplit)
- c. Tetraplegia inkomplit (servikal komplit)
- d. Tetraplegia komplit (cedera servikal komplit)

Sangat penting untuk mencari tanda-tanda adanya preservasi fungsi dari semua jaras medulla spinalis. Adanya fungsi motorik dan sensorik dibawah level trauma menunjukkan adanya cedera inkomplit. Tanda-tanda cedera inkomplit meliputi adanya sensasi atau gerakan volunter di ekstremitas bawah, *sacral sparing* (contoh : sensasi perianal), kontraksi sfingter ani volunter, dan fleksi ibu jari kaki volunter. Reflek sakral, seperti refleksi bulbokavernosus atau kerutan anus, tidak termasuk dalam *sacral sparing*.

### 1.2.3.3. Berdasarkan sindrom medulla spinalis

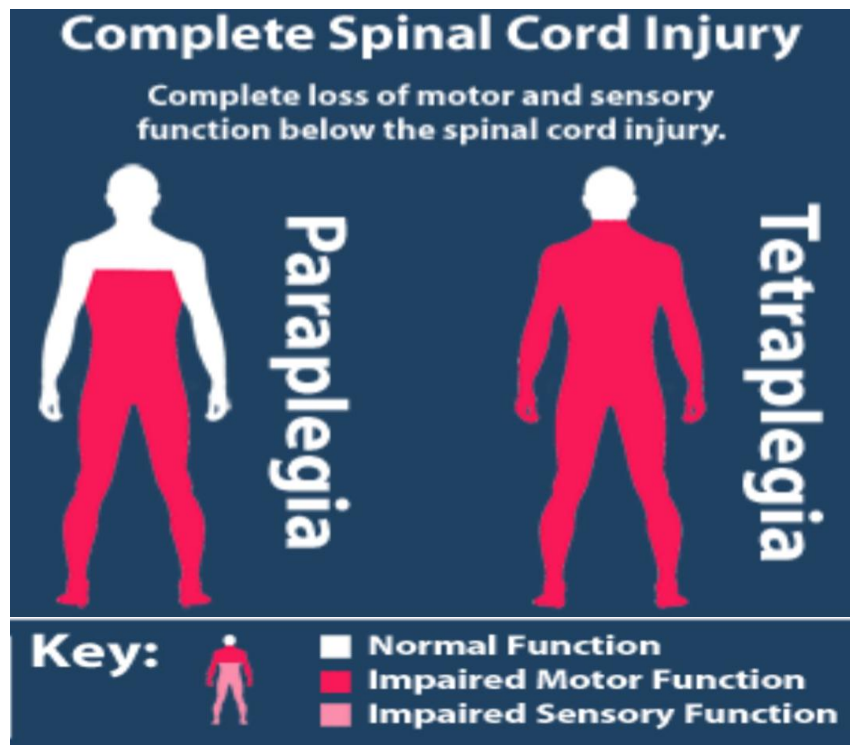
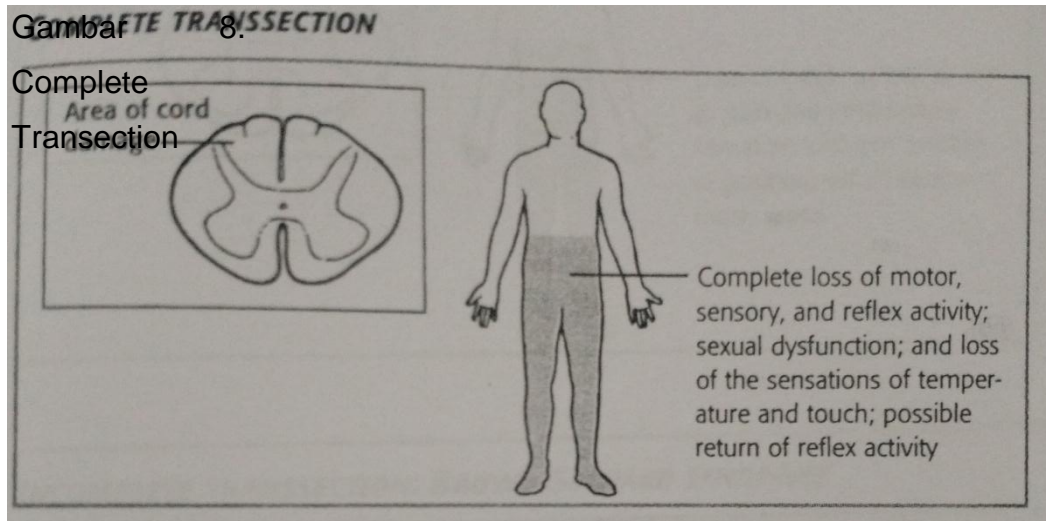
Pola karakteristik cedera neurologis tertentu sering ditemukan pada pasien dengan cedera medulla spinalis. Pola-pola ini harus dikenali sehingga tidak membingungkan pemeriksa.

#### a. *Complete transaction*

Kondisi ini menyebabkan semua traktus di medulla spinalis terputus menyebabkan semua fungsi yang melibatkan medulla spinalis di bawah level terjadinya *transection* semua terganggu dan terjadi kerusakan permanen.

Secara klinis menyebabkan kehilangan kemampuan motorik berupa tetraplegia pada transeksi cervical dan paraplegia jika terjadi pada level thorakal. Terjadi flaksid otot, hilangnya refleks dan fungsi sensoris dibawah level trabsseksi. Kandung kemih dan susu atoni sehingga menyebabkan ileus paralitik. Kehilangan tonus vasomotor area tubuh dibawah lesi menyebabkan tekanan darah rendah dan tidak stabil.

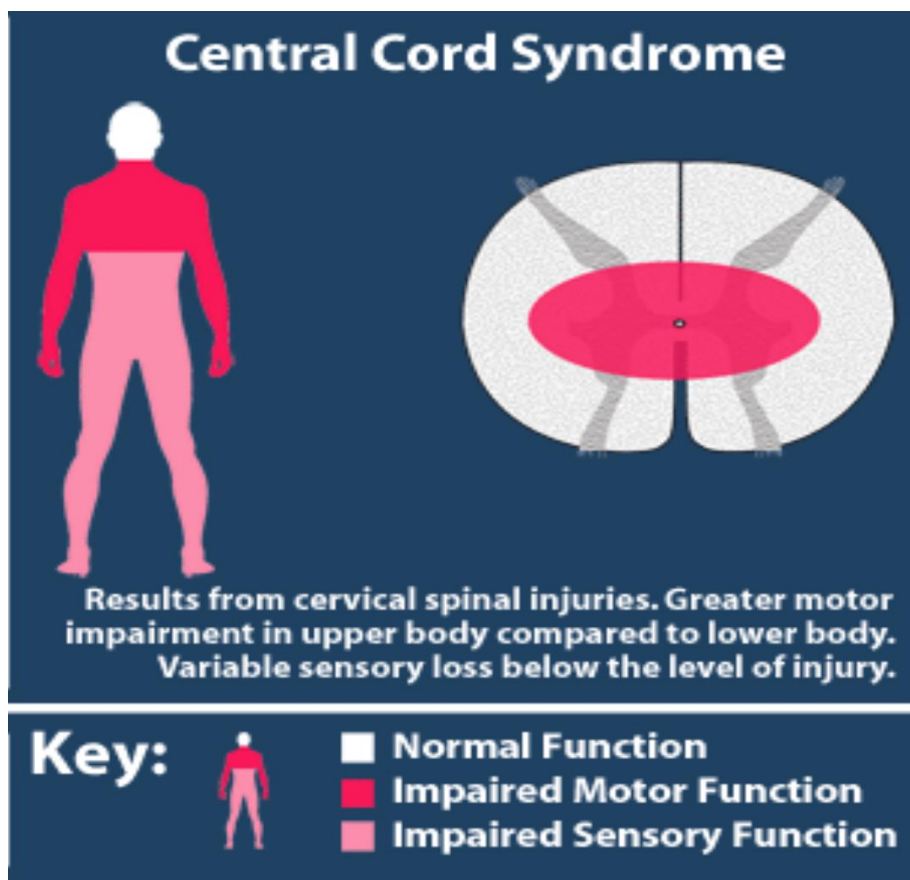
Kehilangan kemampuan perspirasi menyebabkan kulit kering dan pucat, juga terjadi gangguan pernapasan.



Gambar 9. Paraplegia pada thoracal spinal transection; tetraplegia pada cervical spinal transection

*b. Incomplete transaction : Central cord syndrome*

Sindrom ini ditandai dengan hilangnya kekuatan motorik lebih banyak pada ekstremitas atas dibandingkan dengan ekstremitas bawah, dengan kehilangan sensorik yang bervariasi. Biasanya sindrom ini terjadi setelah adanya trauma hiperekstensi pada pasien yang telah mengalami kanalis stenosis servikal sebelumnya. Dari anamnesis didapatkan adanya riwayat jatuh kedepan dengan dampak pada daerah wajah. Dapat terjadi dengan atau tanpa fraktur tulang servikal atau dislokasi.



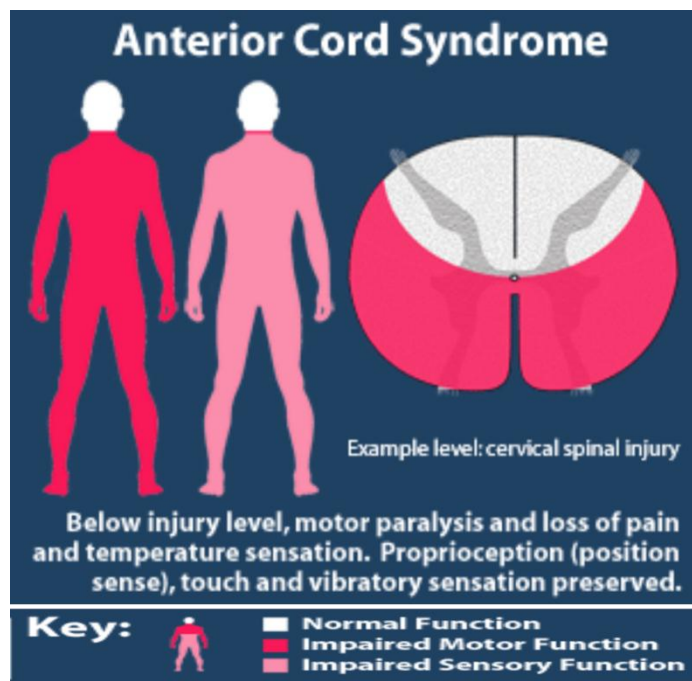
Gambar 10. Central cord syndrome.

Gambaran khas Central Cord Syndrome adalah kelemahan yang lebih prominen pada ekstremitas atas dibanding ekstremitas bawah. Pemulihan fungsi ekstremitas bawah biasanya lebih cepat, sementara pada ekstremitas atas (terutama tangan dan jari) sangat sering dijumpai disabilitas neurologic permanen. Hal ini terutama disebabkan karena

pusat cedera paling sering adalah setinggi VC4-VC5 dengan kerusakan paling hebat di medulla spinalis C6 dengan lesi LMN.

c. *Incomplete transection : Anterior Cord Syndrome*

Sindrom ini ditandai dengan paraplegi dan kehilangan sensorik disosiasi dengan hilangnya sensasi nyeri dan suhu. Fungsi kolumna posterior (posisi, vibrasi, dan tekanan dalam) tetap bertahan. Biasanya anterior cord syndrome disebabkan infark pada daerah medulla spinalis yang diperdarahi oleh arteri spinalis anterior. Prognosis sindrom ini paling buruk dibandingkan cedera inkomplit lainnya. Kehilangan sensasi nyeri dan suhu pada level dibawah lesi tetapi sensoris terhadap raba, tekanan, posisi, dan getaran tetap baik



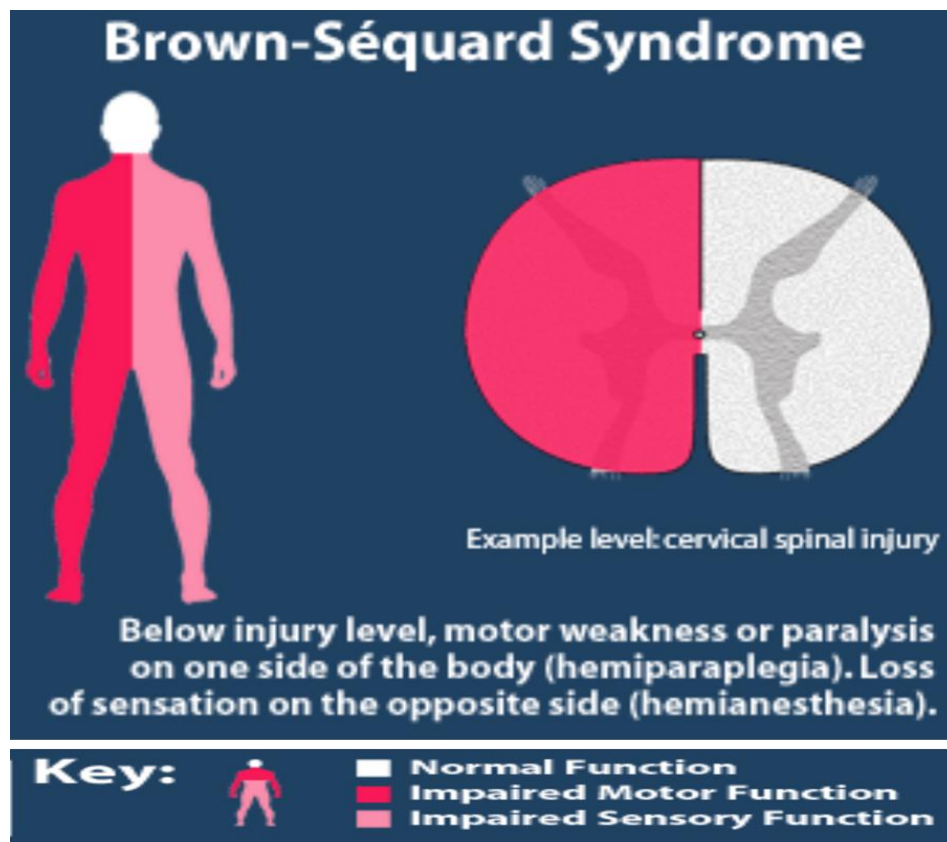
Gambar 11. Central cord syndrome.

d. *Brown Sequard Syndrome*

Sindrom ini terjadi akibat hemiseksi medulla spinalis, biasanya akibat luka tembus. Namun variasi gambaran klasik tidak jarang terjadi. Pada kasus murni, sindrom ini terdiri dari kehilangan sistem motorik ipsilateral (traktus kortikospinalis) dan hilangnya sensasi posisi (kolumna

posterior), disertai dengan hilangnya sensasi suhu serta nyeri kontralateral mulai satu atau dua level di bawah level trauma (traktus spinothalamikus). Walaupun sindrom ini disebabkan trauma tembus langsung ke medulla spinalis, biasanya masih mungkin untuk terjadi perbaikan.

Kindisi ini terjadi paresis ipsilateral di bawah level lesi disertai kehilangan fungsi sensoris sentuhan, tekanan, getaran dan posisi. Terjadi gangguan kehilangan sensoris nyeri dan suhu kontralateral.



Gambar 12. Brown sequard syndrome.

#### 1.2.3.4. Berdasarkan Morfologi

Cedera spinal servikal dapat terjadi akibat salah satu atau kombinasi dari mekanisme trauma berikut ini:

- a. Axial Loading
- b. Fleksi
- c. Ekstensi

- d. Rotasi
- e. Lateral Bending
- f. Distraksi

Cedera yang disebutkan meliputi seluruh kolumna spinalis. Cedera tersebut disusun dalam urutan anatomis (bukan berdasarkan frekuensi) mulai dari kranial hingga ujung kaudal spinal.

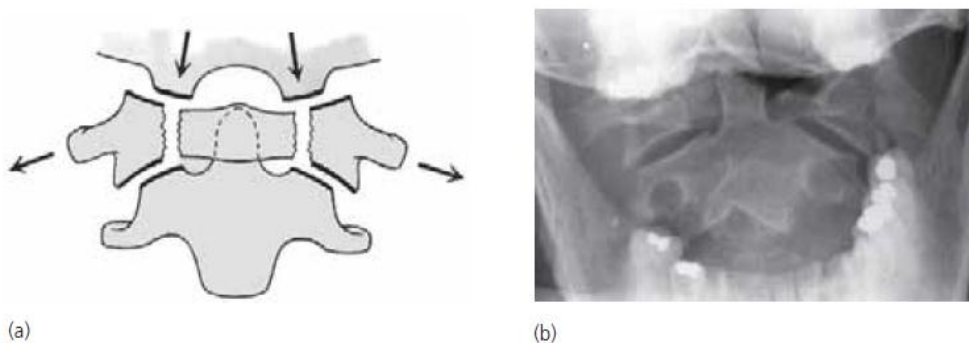
#### 1. Dislokasi Atlanto Oksipital

Cedera terputusnya atlanto-oksipital cukup jarang dan terjadi akibat distraksi dan fleksi traumaik yang hebat. Kebanyakan pasien akan meninggal akibat destruksi batang otak dan apneu atau mendapat gangguan neurologis (tergantung pada ventilato dan tetraplegia). Sedikit pasien yang dapat bertahan bila langsung mendapatkan resusitasi di tempat kejadian. Cedera ini ditemukan pada 19% pasien dengan ecedera spinal fatal dan biasanya merupakan penyebab kematian pada shaken baby syndrome dimana bayi meninggal setelah diguncang-guncang

#### 2. Fraktur Atlas (C1)

##### a. Fraktur Vertebra C1 ( atlas)

Fraktur vertebra C1 (atlas) diakibatkan oleh gaya vertikal terhadap tengkorak kepala. Fraktur ini dapat terlihat pada *odontoid view*.



Gambar 13. Fraktur C1 (Jefferson fracture ) (a) Posisi tulang saat mulut terbuka; (b) Menunjukkan kompresi vertikal dan displacement lateral C1 terhadap C2.

Tulang atlas tipis, berbentuk cincin dengan permukaan sendi yang luas. Fraktur atlas terjadi pada 5% dari fraktur tulang servikal akut. Kira-

kira 40% fraktur atlas berhubungan dengan fraktur aksis (C2). Fraktur C1 tersering adalah burst fracture (Fraktur Jefferson). Mekanisme trauma yang biasa terjadi adalah aksial loading, yang terjadi bila ada beban berat jatuh secara vertikal ke kepala pasien atau pasien jatuh ke permukaan dengan kepala pasien berada pada posisi netral. Fraktur Jefferson meliputi terputusnya kedua ring anterior-posterior C1 dengan bergesernya massa lateral ke arah lateral. Fraktur ini paling baik dilihat dengan pandangan open mouth dari C1-C2 dan dengan CT scan Axial.

### 3. Subluksasi Rotasi C1

Subluksasi rotasi C1 paling sering ditemukan pada anak. Dapat terjadi spontan, setelah trauma mayor atau minor, dengan infeksi saluran pernafasan atas atau dengan rheumatoid arthritis. Pasien datang dengan rotasi kepala persisten (tortikolis). Cedera ini paling baik juga dilihat dengan open mouth odontoid view. Pada cedera ini odontoid tidak terletak sama dari kedua lateral mass C1. Pasien tidak boleh dipaksa untuk melawan rotasi, tapi harus diimobilisasi dalam posisi terotasi dan dirujuk untuk mendapat penanganan spesialisik

### 4. Fraktur Aksis C2

Aksis adalah tulang vertebra servikal terbesar dan bentuknya berbeda dengan yang lain. Sehingga tulang ini mudah mengalami bermacam-macam fraktur tergantung dari gaya dan arahnya. Fraktur C2 kira-kira terjadi pada 18% dari semua cedera tulang servikal. Fraktur C2 (axis) dapat melibatkan processus odontoid (pada 55% kasus) atau pedikel ( Hangman's fracture-25% kasus).

5. Subluksasi C1 terhadap C2 (atlantoaxial subluxation) dapat terlihat pada *displaced fracture* tetapi lebih sering terlihat pada kondisi inflamasi seperti rheumatoid arthritis.

#### a. Fraktur Odontoid

Sekitar 60% dari fraktur C2 terjadi pada prosesus odontoid, tonjolan tulang seperti pasak yang menonjol ke atas dan ke belakang, leadaam mpr,a; nerjbingam demgam arlis amteropr C1. Prosesus odontoid terikat di

tempatny oleh ligamentum transversum. Fraktur odontoid bisa dilihat dengan foto servikal lateral atau dengan proyeksi open mouth. Fraktur odontoid tipe I terjadi pada ujung odontoid dan tergolong jarang sementara fraktur odontoid tipe II terjadi pada dasar dens dan sering terjadi. Fraktur odontoid tipe III terjadi pada dasar dens dan berlanjut secara oblique ke arah korpus aksis.

#### a.1. Tipe 1

Fraktur avulsi kecil pada ujung dens. Avulsi mungkin terjadi pada perlekatan apikal *dental ligament* yang terbentuk vertikal dari dens ke clivus. Insiden terjadinya fraktur ini tidak jelas, dan jarang dikenali. Tidak ada subluksasi yang terjadi, dan frakturnya stabil.



Gambar 14. Fraktur odontoid tipe I.



(a)

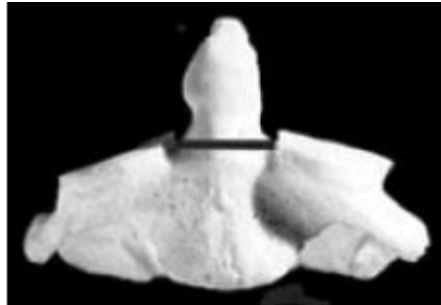


(b)

Gambar 15. Fraktur pada dasar processus odontoid pada (a) anak; (b) dewasa. Pada orang dewasa odontoid berangulasi dengan atlantoaxial subluxation.

### a..2. Tipe II

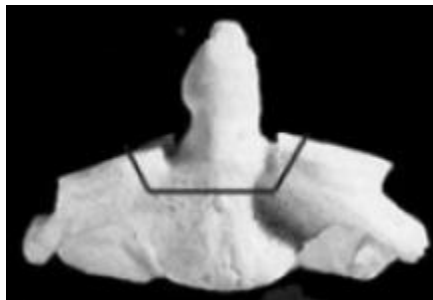
Fraktur transversa pada persambungan dens dan korpus vertebra C2, merupakan fraktur tipe odontoid yang tersering didapatkan. Garis frakturnya terlihat jelas pada posisi AP tapi visualisasi tergantung orientasi. Tanda mayor fraktur ini, ditemukannya *non-union*.



Gambar 16. Fraktur odontoid tipe II.

### a.3. Tipe III

Fraktur obliq terjadi mulai di dasar dens (posterosuperior) ke corpus vertebra C2 (antero-inferior). Biasanya jelas terlihat pada foto posisi lateral. 90% bersatu kembali tanpa komplikasi.



Gambar 17. Fraktur odontoid tipe III.

### b. Fraktur Elemen Posterior C2

Hangman's Fracture terjadi pada elemen posterior C2 yang merupakan pars interartikularis. Fraktur jenis ini terjadi pada 20% dari semua fraktur aksis dan biasanya diakibatkan cedera tipe ekstensi. Pasien dengan fraktur ini harus diimobilisasi eksternal sampai mendapatkan terapi spesifik,

Variasi hangman's fracture meliputi juga fraktur bilateral mass atau pedikel. Kira-kira 20% dari semua fraktur aksis adalah nonodontoid dan non-hangman's. Hal ini meliputi fraktur via korpus, pedikel, lateral mass, lamina dan prosessus spinosus.

#### 6. Fraktur dan Dislokasi (C3-C7)

Fraktur C3 jarang terjadi, barangkali disebabkan letaknya pada tulang servikal terletak diantara daerah yang lebih rentan dan lebih mobile C5-C6 yang merupakan tempat fleksi dan ekstensi terbesar pada leher. Pada pasien dengan cedera ini biasanya didapatkan fraktur korpus vertebra dengan atau tanpa subluksasi, subluksasi prosessus artikularis (meliputi terkunvinya faset –locked facet- unilateral atau bilateral), dan fraktur lamina, prosessus spinosus, pedikel, atau lateral mass. Yang jarang terjadi juga adalah terjadinya ruptur ligamen tanpa disertai fraktur atau dislokasi faset.

Insidensi terjadinya gangguan neurologis meningkat secara dramatis dengan adanya dislokasi faset. Dengan adanya dislokasi faset unilateral, 80% pasien mengalami gangguan neurologis, kira-kira 30% hanya mengalami gangguan radikuler, 40% cedera medulla spinalis inkomplit, dan 30% mengalami cedera medulla spinalis komplit. Pada dislokasi faset bilateral morbiditas lebih buruk.

#### 7. Fraktur Tulang Torakal (T1-T10)

Fraktur torakal dibagi menjadi 4 kategori yaitu (1) fraktur kompresi anterior wedge, (2) burst injuries, (3) Fraktur Chance, (4) Fraktur Dislokasi. Axial loading dengan posisi fleksi menyebabkan cedera kompresi anterior WEDGE. Bagian yang mengalami wedge biasanya kecil, dan ukuran anterior korpus yang lebih dari 25% lebih pendek dari korpus posterior. Akibat rigiditas lengkung iga, kebanyakan fraktur jenis ini stabil. Jenis kedua fraktur torakal adalah burst injury, yang disebabkan oleh kompresi vertikal-aksial. Fraktur Chance adalah fraktur transversal yang melalui korpus vertebra. Ini disebabkan oleh fleksi kira-kira pada aksis anterior kolumna vertebralis dan sering terjadi pada tabrakan mobil

di mana penderita hanya mengenakan lap belt. Fraktur Chance dapat berkaitan dengan cedera organ visera di retroperitoneal dan abdomen. Frakturdislokasi relatif jarang terjadi pada torakal dan lumbal karena orientasi sendi faset. Cedera jenis ini hampir selalu terjadi akibat fleksi yang ekstrim atau trauma tumpul posterior (pedikel, faset, dan lamina) vertebra

## 8. Fraktur Lumbal

Gambaran radiologis pada fraktur lumbal sama dengan fraktur torakal dan torakolumbal. Namun, karena hanya mengenai kauda equina, kemungkinan terjadinya defisit neurologis komplik lebih jarang pada cedera jenis ini.

### **1.3. Patofisiologi**

Trauma pada permukaan medula spinalis dapat memperlihatkan gejala dan tanda yang segera ataupun dapat timbul kemudian. Trauma mekanik yang terjadi untuk pertama kalinya sama pentingnya dengan traksi dan kompresi yang terjadi selanjutnya.

Kompresi yang terjadi secara langsung pada bagian-bagian saraf oleh fragmen-fragmen tulang, ataupun rusaknya ligamen-ligamen pada sistem saraf pusat dan perifer. Pembuluh darah rusak dan dapat menyebabkan iskemik. Ruptur axon dan sel membran neuron bisa juga terjadi. Mikrohemoragik terjadi dalam beberapa menit di substansia grisea dan meluas beberapa jam kemudian sehingga perdarahan masif dapat terjadi dalam beberapa menit kemudian.

Efek trauma terhadap tulang belakang bisa berupa fraktur-dislokasi, fraktur, dan dislokasi. Frekuensi relatif ketiga jenis tersebut adalah 3:1:1. Fraktur tidak mempunyai tempat predileksi, tetapi dislokasi cenderung terjadi pada tempat-tempat antara bagian yang sangat mobil dan bagian yang terfiksasi, seperti vertebra C1-2, C5-6 dan T11-12.

Dislokasi bisa ringan dan bersifat sementara atau berat dan menetap. Tanpa kerusakan yang nyata pada tulang belakang, efek traumatiknya bisa mengakibatkan lesi yang nyata di medulla spinalis.



Gambar 18. manifestasi plegi pada trauma medulla spinalis <sup>(6)</sup>

Efek trauma yang tidak dapat langsung bersangkutan dengan fraktur dan dislokasi, tetapi dapat menimbulkan lesi pada medulla spinalis dikenal sebagai trauma tak langsung. Tergolong dalam trauma tak langsung ini ialah whiplash (lecutan), jatuh terduduk atau dengan badan berdiri, atau terlempar oleh gaya eksplosif bom.

### 2.3.1. Mekanisme rusaknya Medula spinalis dan radiks

1. Kompresi oleh tulang, ligamentum, herniasi diskus intervertebralis dan hematoma. Yang paling berat adalah kerusakan akibat kompresi tulang dan kompresi oleh korpus vertebra yang mengalami dislokasi tulang dan kompresi oleh korpus vertebra yang mengalami dislokasi ke posterior dan trauma hiperekstensi.

2. Regangan jaringan yang berlebihan akan menyebabkan gangguan pada jaringan, hal ini biasanya terjadi pada hiperfleksi. Toleransi medulla spinalis terhadap regangan akan menurun dengan bertambahnya usia.
3. Edema medulla spinalis yang timbul segera setelah trauma menyebabkan gangguan aliran darah kapiler dan vena.
4. Gangguan sirkulasi akibat kompresi tulang atau arteri spinalis anterior dan posterior.

### **2.3.2. Manifestasi lesi traumatic**

#### **2.3.2.1. Komosis Medula Spinalis**

Komosis medulla spinalis adalah suatu keadaan dimana fungsi medulla spinalis hilang sementara akibat suatu trauma dengan atau tanpa disertai fraktur atau dislokasi. Sembuh sempurna akan terjadi dalam waktu beberapa menit hingga beberapa jam / hari tanpa meninggalkan gejala sisa. Kerusakan yang mendasari komosis medulla spinalis berupa edema, perdarahan perivaskuler kecil-kecil dan infark disekitar pembuluh darah. Pada inspeksi makroskopik medulla spinalis tetap utuh. Bila paralisis total dan hilangnya sensibilitas menetap lebih dari 48 jam maka kemungkinan sembuh sempurna menipis dan perubahan pada medulla spinalis lebih mengarah ke perubahan patologik daripada fisiologik.

#### **2.3.2.2. Kontusio Medula Spinalis**

Berbeda dengan komosis medulla spinalis yang diduga hanya merupakan gangguan fisiologik saja tanpa kerusakan makroskopik, maka pada kontusio medulla spinalis didapati kerusakan makroskopik dan mikroskopik medulla spinalis yaitu perdarahan, pembengkakan (edema), perubahan neuron, reaksi peradangan. Perdarahan didalam substansia alba memperlihatkan adanya bercak-bercak degenerasi Wallerian dan pada kornu anterior terjadi hilangnya neuron.

### 2.3.2.3 Laserasio Medulla Spinalis

laserasio medulla spinalis terjadi kerusakan yang berat akibat diskontinuitas medulla spinalis. Biasanya penyebab lesi ini adalah luka tembak atau bacok/tusukan, fraktur dislokasi vertebra.

### 2.3.2.4 Perdarahan

Akibat trauma, medulla spinalis dapat mengalami perdarahan epidural, subdural maupun hematomiella. Hematom epidural dan subdural dapat terjadi akibat trauma maupun akibat dari sepsis. Gambaran klinisnya adalah adanya trauma yang ringan tetapi segera diikuti paralisis flaksid berat akibat penekanan medulla spinalis. Kedua keadaan diatas memerlukan tindakan darurat bedah.

Hematomiella adalah perdarahan di dalam substansia grisea medulla spinalis. Perdarahan ini dapat terjadi akibat fraktur-dislokasi, trauma Whiplash atau trauma tidak langsung misalnya akibat gaya eksplosif atau jatuh dalam posisi berdiri/duduk. Gambaran klinisnya adalah hilangnya fungsi medulla spinalis di bawah lesi, yang sering menyerupai lesi transversal. Tetapi setelah edema berkurang dan bekuan darah diserap maka terdapat perbaikan-perbaikan fungsi funikulus lateralis dan posterior medulla spinalis. Hal ini menimbulkan gambaran klinis yang khas hematomiella sebagai berikut : terdapat paralisis flaksid dan atrofi otot setinggi lesi dan dibawah lesi terdapat paresis otot, dengan utuhnya sensibilitas nyeri dan suhu serta fungsi funikulus posterior.

### 2.3.2.5 Kompresi Medulla Spinalis

Kompresi medulla spinalis dapat terjadi akibat dislokasi vertebra maupun perdarahan epidural dan subdural. Gambaran klinisnya sebanding dengan sindrom kompresi medulla spinalis akibat tumor, kista dan abses di dalam kanalis vertebralis. Akan didapati nyeri radikuler, dan paralisis flaksid setinggi lesi akibat kompresi pada radiks saraf tepi.

Akibat hiperekstensi, hiperfleksi, dislokasi, fraktur dan gerak lecutan (Whiplash) radiks saraf tepi dapat tertarik dan mengalami jejas (reksis). Pada trauma lecutan radiks C5-7 dapat mengalami hal demikian,

dan menimbulkan nyeri radikuler spontan. Dulu gambaran penyakit ini dikenal sebagai hematorakhis, yang sebenarnya lebih tepat dinamakan neuralgia radikularis.

Di bawah lesi kompresi medulla spinalis akan didapati paralisis otot dan gangguan sensorik serta otonom sesuai dengan derajat beratnya kompresi. Kompresi konus medularis terjadi akibat fraktur-dislokasi L1, yang menyebabkan rusaknya segmen sakralis medulla spinalis. Biasanya tidak dijumpai gangguan motorik yang menetap, tetapi terdapat gangguan sensorik pada segmen sakralis yang terutama mengenai daerah sadel, perineum dan bokong.

Di samping itu dijumpai juga gangguan otonom yang berupa retensio urine serta pada pria terdapat impotensi. Kompresi kauda ekuina akan menimbulkan gejala, yang bergantung pada serabut saraf spinalis mana yang terlibat. Akan dijumpai paralisis flaksid dan atrofi otot. Gangguan sensorik sesuai dengan dermatom yang terlibat.

Kompresi pada saraf spinalis S2, S3 dan S4 akan menyebabkan retensio urin dan hilangnya control dari vesika urinaria, inkontinensia alvi dan impotensi.

#### 2.3.2.6 Hemiseksi Medula Spinalis

Biasanya dijumpai pada luka tembak atau luka tusuk/bacok di medulla spinalis. Gambaran klinisnya merupakan sindrom Brown Sequard yaitu setinggi lesi terdapat kelumpuhan neuron motorik perifer (LMN) ipsilateral pada otot-otot yang disarafi oleh motoneuron yang terkena hemilesi. Di bawah tingkat lesi dijumpai pada sisi ipsilateral kelumpuhan neuron motorik sentral (UMN) dan neuron sensorik proprioseptif, sedangkan pada sisi kontralateral terdapat neuron sensorik protopatik.

##### a. Sindrom Medula Spinalis bagian Anterior

Sindrom ini mempunyai gambaran khas berupa : paralisis dan hilangnya sensibilitas protopatik di bawah tingkat lesi, tetapi sensibilitas protopatik tetap utuh.

#### b. Sindrom Medula Spinalis bagian Posterior

Ciri khas sindrom ini adalah adanya kelemahan motorik yang lebih berat pada lengan dari pada tungkai dan disertai kelemahan sensorik. Defisit motorik yang lebih jelas pada lengan (daripada tungkai) dapat dijelaskan akibat rusaknya sel motorik di kornu anterior medulla spinalis segmen servikal atau akibat terlibatnya serabut traktus kortikospinalis yang terletak lebih medial di kolumna lateralis medulla spinalis. Sindrom ini sering dijumpai pada penderita spondilitis servikal.

#### c. Transeksi Medula Spinalis

Bila medulla spinalis secara mendadak rusak total akibat lesi transversal maka akan dijumpai 3 macam gangguan yang muncul serentak yaitu :

1. ***semua gerak otot pada bagian tubuh yang terletak di bawah lesi akan*** Semua sensibilitas daerah di bawah lesi menghilang, hilang fungsinya secara mendadak dan menetap
2. semua fungsi reflektorik pada semua segmen dibawah lesi akan hilang. Efek terakhir ini akan disebut renjatan spinal (spinal shock), yang melibatkan baik otot tendon maupun otot otonom. Fase renjatan spinal ini berlangsung beberapa minggu sampai beberapa bulan (3-6 minggu).

Pada anak-anak, fase shock spinal berlangsung lebih singkat daripada orang dewasa yaitu kurang dari 1 minggu. Bila terdapat dekubitus, infeksi traktus urinarius atau keadaan otot yang terganggu, malnutrisi, sepsis, maka fase syok ini akan berlangsung lebih lama.

McCough mengemukakan 3 faktor yang mungkin berperan dalam mekanisme syok spinal.

- Hilangnya fasilitas traktus descendens
- Inhibisi dari bawah yang menetap, yang bekerja pada otot ekstensor, dan
- Degenerasi aksonal interneuron

Karena fase renjatan spinal ini amat dramatis, Ridoch menggunakannya sebagai dasar pembagian gambaran klinisnya atas 2 bagian, ialah renjatan spinal atau arefleksia dan aktivitas otot yang meningkat.

d. Syok spinal atau arefleksia

Sesaat setelah trauma, fungsi motorik dibawah tingkat lesi hilang, otot flaksid, paralisis atonik vesika urinaria dan kolon, atonia gaster dan hipestesia. Juga di bawah tingkat lesi dijumpai hilangnya tonus vasomotor, keringat dan piloereksi serta fungsi seksual. Kulit menjadi kering dan pucat serta ulkus dapat timbul pada daerah yang mendapat penekanan tulang.

Sfingter vesika urinaria dan anus dalam keadaan kontraksi ( disebabkan oleh hilangnya inhibisi dari pusat saraf pusat yang lebih tinggi ) tetapi otot detrusor dan otot polos dalam keadaan atonik. Urin akan terkumpul, setelah tekanan intravesikuler lebih tinggi dari sfingter uretra maka urin akan mengalir keluar (overflow incontinence)

Demikian pula terjadi dilatasi pasif usus besar, retensio alvi dan ileus paralitik. Refleks genitalia (ereksi penis, otot bulbokavernosus, kontraksi otot dartos) menghilang.

e. Aktifitas otot yang meningkat

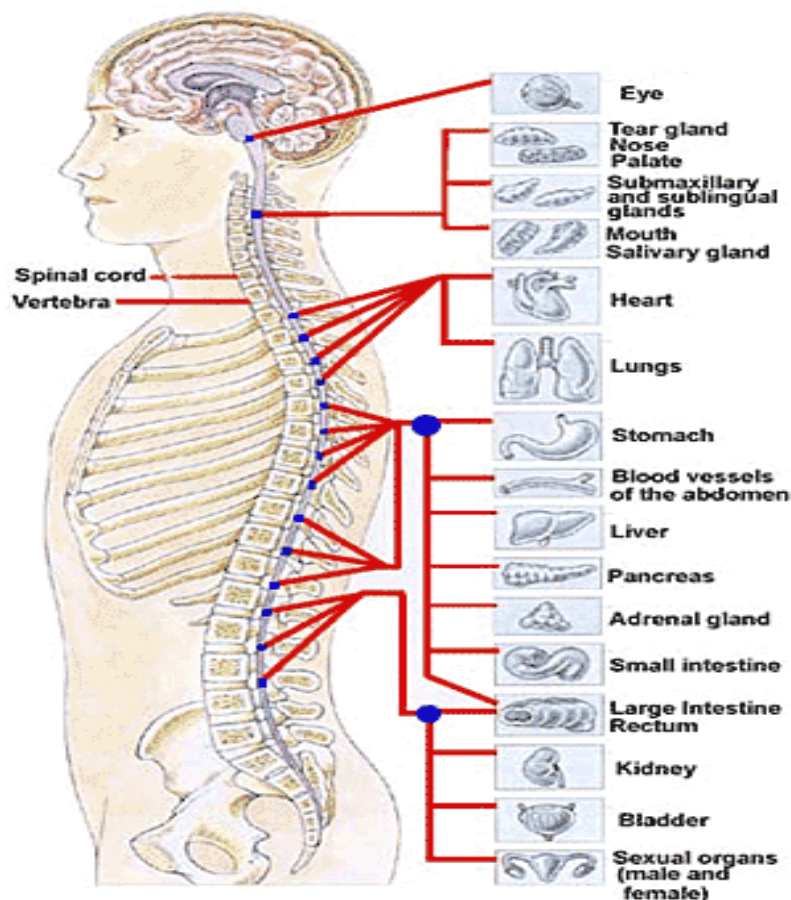
Secara bertahap timbul fleksi yang khas yaitu tanda babinski dan kemudian fleksi tripel muncul. Beberapa bulan kemudian reflex menghindar tadi akan bertambah meningkat, sehingga rangsang pada kulit tungkai akan menimbulkan kontraksi otot perut, fleksi tripel, hiperhidrosis, pilo-ereksi dan pengosongan kandung kemih secara otomatis.

## 2.4 Gejala klinis

Berdasarkan anamnesis, gejala dan keluhan yang sering muncul adalah

- a. Nyeri akut pada belakang leher, yang menyebar sepanjang saraf yang terkena
- b. Paraplegia

- c. Paralisis sensorik motorik total
- d. Kehilangan kontrol kandung kemih (retensi urine, distensi kandung kemih)
- e. Penurunan keringat dan tonus vasomotor
- f. Penurunan fungsi pernapasan
- g. Gagal nafas



Gambar 17. manifestasi klinis trauma medulla spinalis <sup>(8)</sup>

## 2.5 Pemeriksaan penunjang <sup>(6) (8)</sup>

Pemeriksaan penunjang yang sebaiknya dikerjakan meliputi pemeriksaan laboratorium darah dan pemeriksaan radiologis. Dianjurkan melakukan pemeriksaan 3 posisi standar (anteroposterior, lateral, odontoid) untuk vertebra servikal, dan posisi AP dan lateral untuk vertebra thorakal dan lumbal. Pada kasus-kasus yang tidak menunjukkan kelainan

radiologis, pemeriksaan lanjutan dengan *CT Scan* dan *MRI* sangat dianjurkan. *Magnetic Resonance Imaging* merupakan alat diagnostik yang paling baik untuk mendeteksi lesi di medulla spinalis akibat cedera/trauma

#### 2.5.1 Radiologik

Foto polos posisi antero-posterior dan lateral pada daerah yang diperkirakan mengalami trauma akan memperlihatkan adanya fraktur dan mungkin disertai dengan dislokasi. Pada trauma daerah servikal foto dengan posisi mulut terbuka dapat membantu dalam memeriksa adanya kemungkinan fraktur vertebra C1-C2.

Evaluasi radiologis yang lengkap sangat penting untuk menentukan adanya cedera spinal. Pemeriksaan radiologis tulang servical diindikasikan pada semua pasien trauma dengan nyeri leher di garis tengah, nyeri saat palpasi, defisit neurologis yang berhubungan dengan tulang servical, atau penurunan kesadaran atau dengan kecurigaan intoksikasi. Pemeriksaan radiologis proyeksi lateral, anteroposterior (AP) dan gambaran *odontoid open mouth* harus dilakukan.

Pada proyeksi lateral, dasar tengkorak dan ketujuh tulang cervicla harus tampak. Bahu pasien harus ditarik saat melakukan foto servikal lateral, untuk menghindari luputnya gambaran fraktur atau fraktur dislokasi di tulang servikal bagian bawah. Bila ketujuh tulang servikal tidak bisa divisualisasikan pada foto lateral, harus dilakukan swimmer view pada servical bawah dan thorakal atas.

Proyeksi open mouth odontoid harus meliputi seluruh prosesus odontoid dan artikulasi C1-C2 kanan dan kiri. Proyeksi AP tulang servikal membantu indentifikasi adanya diskolasi faset unilateral pada kasus dimana sedikit atau tidak tampak gambaran dislokasi pada foto lateral. CT-scan aksial dengan irisan 3 mm juga dapat dilakukan pada daerah yang dicurigai dari gambaran foto polos atau pada servikal bawah bila tidak jelas tampak pada foto polos.

Gambaran CT aksial melalui C1-C2 juga lebih sensitif daripada foto polos untuk mencari adanya fraktur pada vertebra. Bila kualitas filmnya

baik dan diinterpretasikan dengan benar, cedera spinal yang tidak stabil dapat dideteksi dengan sensitivitas lebih dari 97%.

Jika pada skrining radiologis seperti dijelaskan normal, foto X-ray fleksi ekstensi perlu dilakukan pada pasien tanpa penurunan kesadaran, atau pada pasien dengan keluhan nyeri leher untuk mencari adanya instabilitas okult atau menentukan stabilitas fraktur, seperti pada fraktur kompresi atau lamina. Mungkin sekali pasien hanya mengalami cedera ligamen sehingga mengalami instabilitas tanpa adanya fraktur walaupun beberapa penelitian menyebutkan bahwa bila 3 proyeksi radiologis ditambah CT scan menunjukkan gambaran normal (tidak ada pembengkakan jaringan lunak atau angulasi abnormal) maka instabilitas jarang terjadi.

Untuk tulang torakolumbal, indikasi melakukan skrining radiologis sama dengan pada kejadian di tulang servikal. Foto polos AP dan lateral dengan CT scan aksial irisan 3 mm pada daerah yang divutigai dapat mendeteksi lebih dari 99% cedera yang tidak stabil. Pada proyeksi AP kesegarisan vertikal pedikel dan jarak antar pedikel pada masing-masing tulang harus diperhatikan. Fraktur yang tidak stabil sering menyebabkan pelebaran jarak antar pedikel.

Foto lateral dapat mendeteksi adanya subluksasi, fraktur kompresi, dan fraktur Chance. CT scan sendiri berguna untuk mendeteksi adanya fraktur pada elemen posterior (pedikel, lamina, dan prosesus spinosus) dan menentukan derajat gangguan kanalis spinalis yang disebabkan burst fraktur. Rekonstruksi sagital dari CT Scan aksial mungkin diperlukan untuk menentukan fraktur Chance.

### **2.5.2. Pungsi Lumbal**

Berguna pada fase akut trauma medula spinalis. Sedikit peningkatan tekanan likuor serebrospinalis dan adanya blokade pada tindakan Queckenstedt menggambarkan beratnya derajat edema medula spinalis, tetapi perlu diingat tindakan pungsi lumbal ini harus dilakukan dengan hati-hati, karena posisi fleksi tulang belakang dapat memperberat

dislokasi yang telah terjadi. Dan antefleksi pada vertebra servikal harus dihindari bila diperkirakan terjadi trauma pada daerah vertebra servikalis tersebut.

### 2.5.3. Mielografi

Mielografi dianjurkan pada penderita yang telah sembuh dari trauma pada daerah lumbal, sebab sering terjadi herniasi diskus intervertebralis

## 2.6. Penatalaksanaan <sup>(5) (6) (11)</sup>

Berdasarkan ATLS (Advance Trauma Life Support), manajemen umum pada pasien dengan trauma spinal dan medulla spinalis meliputi immonilisasi, cairan intravena, obat-obatan, dan rujukan dilakukan saat kondisi pasien sudah stabil.

### 2.6.1. Immobilisasi

Semua pasien dengan kecurigaan trauma spinal harus diimmobilisasi sampai di atas dan dibawah daerah yang dicurigai sampai adanya fraktur dapat disingkirkan dengan pemeriksaan radiologi. Harus diingat bahwa proteksi spinal harus dipertahankan sampai cedera cervical dapat disingkirkan. Immobilisasi yang baik dicapai dengan meletakkan pasien dalam posisi netral-supine tanpa memutar atau menekuk kolumna vetebralis. Jangan dilakukan usaha/tindakan untuk mengurangi deformitas.

Anak-anak mungkin mengalami tortikolis, sedangkan orang yang lebih tua mungkin menderita penyakit degenerasi spinal berat yang mengakibatkan mereka mengalami kifosis nontraumatik atau deformitas angulasi spinal. Pasien seperti ini diimmobilisasi pada *backboard* pada posisi yang tepat. Padding tambahan juga diperlukan. Usaha untuk meluruskan spinal guna immobilisasi di atas *backboard* tidak dianjurkan bila menimbulkan nyeri.

Immobilisasi leher dengan semirigid collar tidak menjamin stabilisasi komplit tulang cervical. Immobilisasi dengan menggunakan spine

board dengan bantal ganjalan yang tepat lebih efektif dalam membatasi pergerakan leher. Cedera tulang cervical memerlukan immobilisasi yang terus menerus dengan menggunakan cervical collar, immobilisasi kepala, backboard, dan pengikat sebelum dan selama pasien dirujuk ke tempat perawatan definitif. Ekstensi atau fleksi leher harus dihindari karena gerakan seperti ini berbahaya bagi medulla spinalis. Jalan nafas adalah hal yang penting pada pasien dengan cedera medulla spinalis dan intubasi segera harus dilakukan bila terjadi gangguan respirasi. Selama melakukan intubasi, leher harus dipertahankan dalam posisi netral,

Perhatian khusus dalam mempertahankan immobilisasi yang adekuat diberikan pada pasien yang gelisah, agitatif, atau memberontak. Hal ini dapat disebabkan oleh nyeri, kesadaran menurun akibat hipoksia atau hipotensi, penggunaan alkohol atau obat-obatan, atau gangguan kepribadian. Dokter harus mencari dan memperbaiki penyebab bila mungkin. Jika diperlukan dapat diberikan sedatif atau obat paralitik, dengan tetap diingat mengenai proteksi jalan nafas yang kuat, kontrol, dan ventilasi. Penggunaan sedasi atau obat paraitik dalam keadaan ini memerlukan ketepatan dalam keputusan klinis, keahlian dan pengalaman.

Saat pasien tiba di ruang gawat darurat harus diusahakan agar pasien bisa dilepaskan dari spine board yang keras untuk mengurangi risiko terjadinya ulkus dekubitus. Pelepasan alas keras sering dilakukan sebagai bagian dari secondary survey saat dilakukan log roll untuk inspeksi dan palpasi tubuh bagian belakang. Jangan sampai hal ini ditunda hanya untuk pemeriksaan radiologis, apalagi bila pemeriksaan radiologis tidak bisa dilakukan dalam beberapa jam.

Gerakan yang aman atau log roll, pada pasien dengan tulang belakang yang tidak stabil memerlukan perencanaan dan bantuan 4 orang atau lebih, tergantung ukuran pasien. Kesegaran anatomis netral dari seluruh tulang belakang harus dijaga pada saat memutar atau mengangkat pasien. Satu orang ditugaskan untuk menjaga kesegaran leher dan kepala. Yang lain berada di sisi yang sama dari pasien, secara

manual mencegah rotasi, fleksi, ekstensi, tekukan lateral, atau tertekuknya thorax atau abdomen secara manual selama transfer pasien. Otang keempat bertanggung jawab menggerakkan tungkai dan memindahkan spine board dan memeriksa punggung pasien.



Gambar 18. Log Roll

### 2.6.2. Cairan Intravena

Pada penderita dengan kecurigaan trauma spinal, cairan intravena diberikan seperti pada resusitasi pasien trauma. Jika tidak ada atau tidak dicurigai adanya perdarahan aktif, adanya hipotensi setelah pemberian cairan 2 liter atau lebih menimbulkan kecurigaan adanya syok neurogenik. Pasien dengan syok hipovolemik biasanya mengalami takikardia sementara pasien dengan syok neurogenik secara klasik akan mengalami bardikardia.

Jika tekanan darah tidak meningkat setelah pemberian cairan, maka pemberian vasopressor secara hati-hati diindikasikan. Fenielfrin HCL, dopaminm atau norepinefrin direkomendasikan. Pemberian cairan yang berlebihan dapat menyebabkan edema paru pada pasien dengan syok neurogenik. Bila status cairan tidak jelas maka pemasangan monitor invasif bisa menolong. Kateter urine dipasang untuk memonitor pengeluaran urine dan mencegah distensi kandung kemih.

### 2.6.3. Medikasi

Terapi pada cedera medula spinalis terutama ditujukan untuk meningkatkan dan mempertahankan fungsi sensoris dan motoris. Pasien dengan cedera medula spinalis komplet hanya memiliki peluang 5% untuk kembali normal. Lesi medulla spinalis komplet yang tidak menunjukkan perbaikan dalam 72 jam pertama, cenderung menetap dan prognosinya buruk. Cedera medula spinalis tidak komplet cenderung memiliki prognosis yang lebih baik. Apabila fungsi sensoris di bawah lesi masih ada, maka kemungkinan untuk kembali berjalan adalah lebih dari 50%

Metilprednisolon merupakan terapi yang paling umum digunakan untuk cedera medula spinalis traumatika dan direkomendasikan oleh *National Institute of Health* di Amerika Serikat. Namun demikian penggunaannya sebagai terapi utama cedera medula spinalis traumatika masih dikritisi banyak pihak dan belum digunakan sebagai standar terapi. Kajian oleh Braken dalam *Cochrane Library* menunjukkan bahwa metilprednisolon dosis tinggi merupakan satu-satunya terapi farmakologik yang terbukti efektif pada uji klinik tahap 3 sehingga dianjurkan untuk digunakan sebagai terapi cedera medula spinalis traumatika.

Tindakan rehabilitasi medik merupakan kunci utama dalam penanganan pasien cedera medula spinalis. Fisioterapi, terapi okupasi, dan *bladder training* pada pasien ini dikerjakan seawal mungkin. Tujuan utama fisioterapi adalah untuk mempertahankan ROM (*Range of Movement*) dan kemampuan mobilitas, dengan memperkuat fungsi otot-otot yang ada.

Pasien dengan *Central Cord Syndrome /CSS* biasanya mengalami pemulihan kekuatan otot ekstremitas bawah yang baik sehingga dapat berjalan dengan bantuan ataupun tidak. Terapi okupasional terutama ditujukan untuk memperkuat dan memperbaiki fungsi ekstremitas atas, mempertahankan kemampuan aktivitas hidup sehari-hari/ *activities of daily living* (ADL). Pembentukan kontraktur harus dicegah seoptimal mungkin. Penggunaan alat bantu disesuaikan dengan profesi dan harapan pasien

Penelitian prospektif selama 3 tahun menunjukkan bahwa suatu program rehabilitasi yang terpadu (hidroterapi, elektroterapi, psikoterapi, penatalaksanaan gangguan kandung kemih dan saluran cerna) meningkatkan secara signifikan nilai status fungsional pada penderita cedera medula spinalis.

## 2.7. Komplikasi<sup>(9)</sup>

1. Neurogenik shock
2. Hipoksia
3. Instabilitas spinal
4. Ileus paralitik
5. Infeksi saluran kemih
6. Kontraktur
7. Dekubitus
8. Konstipasi

## 2.8. Prognosis<sup>(5)</sup>

Sebuah penelitian prospektif selama 27 tahun menunjukkan bahwa rata-rata harapan hidup pasien cedera medula spinalis lebih rendah dibanding populasi normal. Penurunan rata-rata lama harapan hidup sesuai dengan beratnya cedera. Penyebab kematian utama adalah komplikasi disabilitas neurologik yaitu : pneumonia, emboli paru, septikemia, dan gagal ginjal.

Penelitian Muslumanoglu dkk terhadap 55 pasien cedera medula spinalis traumatik (37 pasien dengan lesi inkomplet) selama 12 bulan menunjukkan bahwa pasien dengan cedera medula spinalis inkomplet akan mendapatkan perbaikan motorik, sensorik, dan fungsional yang bermakna dalam 12 bulan pertama.

Penelitian Bhatoe dilakukan terhadap 17 penderita medula spinalis tanpa kelainan radiologik (5 menderita *CentralCord Syndrome*). Sebagian besar menunjukkan hipo/isointens pada T1 dan hiperintens

pada T2, mengindikasikan adanya edema. Seluruh pasien dikelola secara konservatif, dengan hasil: 1 orang meninggal dunia, 15 orang mengalami perbaikan, dan 1 orang tetap tetraplegia. Pemulihan fungsi kandung kemih baru akan tampak pada 6 bulan pertama pasca trauma pada cedera medula spinalis traumatika.

Curt dkk mengevaluasi pemulihan fungsi kandung kemih 70 penderita cedera medula spinalis; hasilnya menunjukkan bahwa pemulihan fungsi kandung kemih terjadi pada 27% pasien pada 6 bulan pertama. Skor awal ASIA berkorelasi dengan pemulihan fungsi kandung kemih

## **BAB III**

### **ILUSTRASI KASUS**

#### **3.1. Identitas Penderita**

Nama : Tn. MA  
Umur : 43 tahun  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Alamat : Mandai  
Pekerjaan : Wiraswasta  
MRS : 15 Maret 2016 Jam 11.00

#### **3.2. Anamnesis**

##### **a. Keluhan Utama :**

Os mengalami nyeri pada tulang belakang setelah jatuh dari atap rumah  $\pm$  1 Jam SMRS.

##### **b. Riwayat Perjalan Penyakit :**

$\pm$  1 jam SMRS os mengalami jatuh dari atap rumah pada saat memperbaiki genteng, pada saat diatas genteng os terpeleset dan menginjak suatu genteng namun genteng nya pecah dan os terjatuh ke tanah  $\pm$  4 Meter dari ketinggian. Os terjatuh dengan posisi terduduk dan Setelah kejadian tersebut os dalam keadaan sadar namun os merasa kedua kakinya tidak bisa digerakkan dan os merasakan nyeri yang hebat pada tulang belakang, lalu Os dibawa ke RSUD Raden Mattaher.

#### **3.2. Pemeriksaan Fisik**

##### **1. Primary Survey**

##### **a. Airway :**

snoring (-), gargling (-), os dapat mengeluarkan suara dengan baik, tanpa hambatan  $\rightarrow$  **Clear.**

b. Breathing :

Inspeksi : jejas (-), deviasi trakea (-), pergerakan dinding dada simetris,

RR: 20 x/menit

Palpasi : krepitasi (-), nyeri tekan (-), pengembangan dinding dada simetris.

Perkusi : sonor +/-

Auskultasi : Vesikuler +/-

→Clear

→Pasang Pulse oksimetri (saturasi O<sub>2</sub> 100%), dan beri O<sub>2</sub> nasal kanul 4L/menit.

c. Circulation :

Perdarahan aktif eksternal (-), TD : 120/80 mmHg, Nadi : 84 x/menit isi cukup, kuat dan teratur, pucat pada wajah dan ekstremitas (-)

→Stabil

→Pasang IV line dengan cairan Ringer Laktat 30ggt/l, pasang kateter.

d. Disability :

GCS= E<sub>4</sub>M<sub>5</sub>V<sub>6</sub> = 15

Pupil bulat Ø 3mm/3mm, isokor, RC +/-,

→Baik

e. Exposure :

Seluruh pakaian os dibuka, lalu os diselimuti.

**Reevaluasi ABCDE → Stabil**

## 2. Secondary survey

### 3.2.2.1 Anamnesis :

**A** : Alergi : tidak ada

**M** : Medikasi : tidak ada obat-obatan yang diminum saat ini

**P** : Past Illness : tidak ada penyakit penyerta lainnya

**L:** Last meal : sebelum kejadian os belum makan.

**E:** Event/environment : os terjatuh dari ketinggian dengan posisi terduduk

### 3.2.2.2. Pemeriksaan Fisik :

Keadaan Umum : tampak sakit berat

Kesadaran : Composmentis

GCS : E<sub>4</sub>V<sub>5</sub>M<sub>6</sub> 15

Tanda Vital : TD: 120/80 Nadi: 80x/l RR:20x/l T: 37,4 °C

Kepala : normocephale.

Mata : raccoon eyes -/-, CA -/-, ukuran Pupil 3mm/3mm, isokor, reflex cahaya +/-.

Leher : jejas (-), deviasi trakea (-) JVP 5±2cmH<sub>2</sub>O

THT : hematorrhe auricula dextra (-) rinorhea (-/-),  
battle sign -/-

Thoraks :

a. Pulmo :

- Inspeksi : jejas (-), simetris,
- Palpasi : krepitasi -/-, nyeri tekan -/-
- Perkusi : sonor +/+,
- Auskultasi : Vesikuler +/+, ronkhi -/-, wheezing -/-

b. Cor :

- Inspeksi : ictus cordis tidak terlihat
- Palpasi : ictus cordis teraba di ICS V linea aksilaris anterior sinistra, tidak kuat angkat
- Perkusi : Pekak
- Auskultasi : BJ I, II reguler, murmur (-), gallop (-

c. Abdomen :

- Inspeksi : jejas (-), distensi (-)
- Auskultasi : Bising usus +/+ Normal
- Palpasi : soepel, Nyeri tekan (-), defans muscular (-)
- Perkusi : timpani (+)

Ekstremitas : akral hangat, edema (-), deformitas (-), krepitasi (-)

P :	N	↓N	K :	5	5	T :	↓	↓
	↓	↓		0	0		↓	↓

RF :	BPR	N	N	RF :	KPR	-	-	RP : HT	-	-
	TPR	N	N		APR	↓	↓		-	-

### 3.3. Pemeriksaan Penunjang

#### a. CT SCAN



### 3.4. Diagnosis Kerja

Susp. Fraktur thorakal 10

### 3.5. Tatalaksana

- Primary Survei → stabilisasi ABC
- Imobilisasi → tidak dianjurkan
- O<sub>2</sub> Nasal 2 L/mnt
- Infus RL 20 tts/mnt
- Inj Ketorolac 2x 1 ampul
- Inj Ranitidin 2x1 ampul
- Inj Asam Tranexamat 25 mg / Kg BB

### 3.6. Pemeriksaan Laboratorium

 Darah rutin

- Leukosit :  $10 \cdot 10^3 / \text{mm}^3$  (3500-10000  $\text{mm}^3$ )
- Eritrosit :  $4,69 \cdot 10^3 / \text{mm}^3$  ( $3,8-5,8 \times 10^6 / \text{mm}^3$ )
- Hemoglobin : 13,4 gr/dl (11-16,5 gr/dl)
- Hematokrit : 41,2 % (35-50 %)
- Trombosit :  $171 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$  (150.000-390.000  $\text{mm}^3$ )
- GDS : 107 mg/dl

## **BAB IV**

### **KESIMPULAN**

Cedera medula spinalis merupakan salah satu penyebab utama disabilitas neurologis akibat trauma. Penyebab paling sering untuk terjadinya trauma medulla spinalis adalah karena kecelakaan lalu lintas, dll. Trauma medulla spinalis sendiri diklasifikasikan menjadi trauma medulla spinalis komplit dan trauma medulla spinalis inkomplit. Sedangkan gejala yang paling sering pada trauma medulla spinalis adalah, nyeri akut pada belakang leher, paraplegia, paralisis sensorik motorik total, kehilangan kontrol kandung kemih (retensi urine, distensi kandung kemih) m penurunan keringat dan tonus vasomotor, penurunan fungsi pernapasan, gagal nafas

Terapi cedera medula spinalis terutama ditujukan untuk meningkatkan dan mempertahankan fungsi sensoris dan motoris. Therapy operatif kurang dianjurkan kecuali jika pasien memiliki indikasi untuk dilakukannya operasi.

Cedera medula spinalis tidak komplet cenderung memiliki prognosis yang lebih baik daripada trauma medulla spinalis komplit.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Advance Trauma Life Support for Doctor, ATLS Student Course Manual, Eight Edition. Trauma Medulla Spinalis
2. York JE. Approach to The Patient with Acute Nervous System Trauma, Best Practice of Medicine, September 2000
3. G.B Tjokorda. Diagnosis dan tatalaksana kegawatdaruratan tulang belakang. Jakarta 2009.
4. Schreiber D. Spinal Cord Injuries, eMedicine Journal, April, 2002
5. Sidharta P, Mardjono M, *Neurologi Klinis Dasar*, Dian Rakyat, Jakarta, 1981
6. Guyton, Arthur, C. Hall, John, E. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Edisi 9. Jakarta : EGC; 1997.
7. Adams RD, Victor M, Ropper AH. Disease of Spinal Cord in Principles of Neurology, 7<sup>th</sup> ed. McGraw-Hill, New York, 2001.
8. Alpert MJ. Central Cord Syndrome. eMedicine Journal 2001; 2
9. Hurlbert RJ. Methylprednisolone for Acute Spinal Cord Injury: An Inappropriate Standard of Care. J Neurosurg (Spine). 2000;93: 1-7
10. Braken MB. Steroid For Acute Spinal Cord Injury (Cochrane Review): Cochrane Library, Issue 3, 2002
11. <http://www.nutritionalsupplementproduct.com/1381/spinal-cord-injury/>
12. [http://www.maitrise-orthop.com/corpusmaitri/orthopaedic/102\\_duquenois/pec\\_trauma\\_med\\_us.shtml](http://www.maitrise-orthop.com/corpusmaitri/orthopaedic/102_duquenois/pec_trauma_med_us.shtml)
13. <http://www.physicaltherapy.med.ubc.ca/>
14. Singh AP. Anatomy of Cervical Spine. Available on <http://www.boneandspine.com/anatomy-cervical-spine>
15. Daniels JM, Kary J. Chapter 2 : The Cervical Spine in *Common Musculoskeletal Problems: A Handbook* DOI 10.1007/978-1-4419-5523-4\_2. Springer Science Business Media, LLC 2010. Available on [http://www.springer.com/cda/content/document/cda\\_downloaddocument/9781441955227-c1.pdf?SGWID=0-0-45-971670-p173941445](http://www.springer.com/cda/content/document/cda_downloaddocument/9781441955227-c1.pdf?SGWID=0-0-45-971670-p173941445)
16. Sheperd Centre and KPK interactive. Understanding Spinal Cord Injury. The National Spinal Cord Injury Association and The Christopher & Dana Reeve Foundation. 2011.
17. Ostensen H, Pettersson H. The WHO Manual of Diagnostic Imaging : Radiographic Anatomy and interpretation of the Musculoskeletal System.

Informasi pendukung  
Buku text

### **Latihan-latihan**

1. Jelaskan anatomi fisiologi medulla spinalis
2. Sebutkan pemeriksaan fisis yang dilakukan pada penyakit *complete spinal transaction*
3. Sebutkan pemeriksaan penunjang pada *complet spinal transaction*
4. Sebutkan penatalaksanaan sebagai kasus emergensi *complete spinal transaction*.
5. Jelaskan perbedaan klinis *brown – sequard syndrome*, *anterior cord syndrome* dan *central cord syndrome*.