

**KARYA AKHIR**

**HUBUNGAN ANTARA DERAJAT RETRAKSI MEDULLA SPINALIS TERHADAP  
FUNGSI MOTORIK PADA HEWAN COBA**

*RELATIONSHIP BETWEEN THE DEGREE OF MEDULLA SPINALIS RETRACTION  
AND MOTOR FUNCTION IN EXPERIMENTAL ANIMALS*



**Novi Firman Syah  
C045181003**

**Pembimbing :**  
**Dr. dr. Nasrullah Mustamir, Sp.BS**  
**dr. Joko Hendarto, M. Biomed, Ph.D**

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS I  
PROGRAM STUDI ILMU BEDAH  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

**KARYA AKHIR**

**Hubungan Antara Derajat Retraksi Medula Spinalis Terhadap Fungsi Motorik  
Pada Hewan Coba**

*Relationship Between The Degree Of Medulla Spinalis Retraction And Motor Function  
In Experimental Animals*

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Dokter Spesialis Bedah  
Program Pendidikan Spesialis 1 Ilmu Bedah

Disusun dan diajukan oleh

**NOVI FIRMAN SYAH  
C045181003**

Kepada

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS I  
PROGRAM STUDI ILMU BEDAH  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**HUBUNGAN ANTARA DERAJAT RETRAKSI MEDULLA SPINALIS  
TERHADAP FUNGSI MOTORIK PADA HEWAN COBA**

Disusun dan diajukan oleh :

**NOVI FIRMAN SYAH**

Nomor Pokok : C045181003

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Pendidikan Dokter Spesialis Program Studi Pendidikan  
Ilmu Bedah Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin  
pada tanggal 31 Juli 2021  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Dr. dr. Nasrullah Mustamir, Sp.BS(K)

dr. Joko Hendarto, M.Biomed, Ph.D

NIP. 19650508 1996031 001

NIP. 19801127 200604 1 002

Ketua Program Studi

Dekan Fakultas

Dr. dr. Sachraswaty L.Laiding, Sp.B.Sp.BP-RE(K)

Prof. Dr. dr. Haerani Rasyid, M.Kes.Sp.PD-KGH,Sp.GK

NIP. 19760112 200604 2 001

NIP. 19680530 199603 2001

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : dr. Novi Firman Syah

NIM : C045181003

Program Studi : Ilmu Bedah

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa tesis yang saya tulis benar- benar merupakan karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 28 Februari 2023

Yang Menyatakan,



dr. Novi Firman Syah

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

Penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing yaitu Dr. dr. Nasrullah Mustamir, Sp.BS dan dr. Joko Hendarto, M. Biomed, Ph.D atas segala kesabaran, waktu, bantuan, bimbingan, nasihat, dan arahan yang diberikan selama ini kepada penulis.

Rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan pula kepada dosen-dosen penguji yang telah memberikan arahan, saran dan masukan demi perbaikan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Rektor Universitas Hasanuddin, Dekan Fakultas Kedokteran, Ketua Departemen Ilmu Bedah, Ketua Program Studi Ilmu Bedah, Sekertaris Program Studi Ilmu Bedah, Ketua Program Pendidikan Dokter Spesialis Fakultas Kedokteran atas kesempatan yang telah diberikan kepada penulis untuk mengikuti dan menyelesaikan pendidikan PPDS Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin.

Terima kasih yang tak terhingga penulis ucapkan kepada ayahanda Hasan dan ibunda Munawati, serta istri saya Fidella Sutjahjo yang telah mengerti, mendoakan, mendukung dan mencurahkan perhatian yang besar selama penulis menjalani pendidikan ini.

Terima kasih penulis ucapkan untuk rekan angkatan “Kotono” Juli 2018 atas segala saran, dukungan dan bantuannya selama pendidikan. Terima kasih juga kepada seluruh staf pegawai bagian Ilmu Bedah Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para Guru Besar dan seluruh staf pengajar Departemen Ilmu Bedah atas segala bimbingan dan arahnya selama penulis mengikuti program pendidikan dokter spesialis bedah. Terima kasih kepada dr. Haryasena, Sp.B Subs Onk dan dr. Ahmadwirawan, Sp.B, Sp.BA (K) atas dukungan dan kesempatan yang diberikan. Semoga ilmu yang penulis dapatkan selama pendidikan ini dapat diamankan dan memanfaatkan sebaik baiknya untuk kepentingan masyarakat luas.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan karya akhir ini dan tidak menutup kemungkinan penulis mempunyai khilaf dan salah terhadap saudara - saudara yang turut serta dalam penyusunan karya akhir ini, untuk itu penulis mengucapkan permohonan maaf yang sebesar-besarnya.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih sebanyak- banyaknya kepada semua pihak yang turut berperan serta dalam penyelesaian karya akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan namanya satu persatu. Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberikan rahmat, kesehatan, dan berkat yang melimpah serta semoga karya ini dapat bermanfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Makassar, 5 Maret 2023

Yang Menyatakan,



dr. Novi Firman Syah

## ABSTRAK

NOVI FIRMAN SYAH. *Hubungan antara Derajat Retraksi Medulla Spinalis dan Fungsi Motor pada Hewan Eksperimental* (dibimbing oleh Nasrullah Mustamir dan Joko Hendarto).

Penelitian ini bertujuan mengetahui hubungan antara derajat retraksi *medulla spinalis* dengan fungsi motor pada hewan eksperimental. Sampel terdiri atas tiga kelompok tikus wistar (*rattus norvegicus*) jantan dengan total 27 sampel. Setiap kelompok mengalami retraksi 15%, 25%, dan 37,5% masing-masing selama 1 menit, 3 menit, dan 5 menit. Setelah itu, dilakukan penilaian dengan *footprint test* dan *forced swim test*. Data dianalisis dengan uji Fisher. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada perlakuan retraksi 15%, 25%, dan 37,5% dengan durasi 3 menit dan 5 menit semua sampel meninggal. Retraksi 15% diameter medulla spinalis dalam durasi 1 menit tidak menyebabkan gangguan fungsi motorik. Secara statistik tidak terdapat perbedaan bermakna hubungan antara derajat retraksi *medulla spinalis* dan fungsi motorik pada uji *footprint* dan *forced swim test* ( $p= 0,102$ ). Dapat disimpulkan bahwa retraksi medulla spinalis kurang dari 15% dengan durasi kurang dari 1 menit tidak akan menyebabkan gangguan fungsi motorik. Jika retraksi lebih dari 15% dengan durasi lebih dari 1 menit, akan menyebabkan gangguan fungsi motorik dan kematian, namun hubungan ini tidak signifikan secara statistik. Hal ini merupakan studi preliminier dan membutuhkan penelitian lebih lanjut dengan jumlah sampel yang lebih besar.

Kata kunci: retraksi *medulla spinalis*, fungsi motor



## ABSTRACT

NOVI FIRMAN SYAH. *Relationship between Degree of Medulla Spinals Retraction and Motoric Function in Experimental Animals* (supervised by Nasrullah Mustamir and Joko Hendarto).

The research aims at investigating the relationship between the degree of the medulla spinalis retraction and motoric function in the experimental animals. The research samples comprised three groups of the male Wistar rats (*Rattus norvegicus*) with the total of 27 samples. Each group underwent 15%, 25%, and 37.5% retractions for 1 minute, 3 minutes, and 5 minutes respectively. After that, an assessment was conducted using the footprint test and forced swim test. Data were analysed using the Fisher's exact test. The research result indicates that in the 15%, 25%, and 37.5% retraction treatments with the duration of 3 minutes and 5 minutes, the result is that all samples died. The retraction of 15% of the diameter of the medulla spinalis in the duration of 1 minute does not cause the motoric function disorders. Statistically, there is no significant difference of the relationship between degree of the medulla spinalis retraction and motoric function in the footprint test and forced swim test ( $p = 0.102$ ). It can be concluded that the medulla spinalis retraction less than 15% with the duration of less than 1 minute will not cause the motoric function impairment and if more than 15% retraction with the duration of more than 1 minute will cause the motoric function impairment and death, however, this relationship is not statistically significant. This is a preliminary study and requires a further study with larger samples.

Key words: medulla spinalis retraction, motoric function





## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN KARYA AKHIR.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA AKHIR.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
BAB I	
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.3.1 Tujuan Umum .....	3
1.3.2 Tujuan Khusus .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.4.1 Manfaat Bagi Pengetahuan .....	4
1.4.2 Manfaat bagi Klinisi .....	4
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Definisi .....	5
2.2 Epidemiologi .....	6
2.3 Etiologi .....	9
2.3 Anatomi .....	10
2.4 Patofisiologi Kerusakan Medulla Spinalis .....	12
2.4.1 Mekanisme Primer .....	12
2.4.2 Mekanisme Sekunder .....	13
2.5 Diagnosis .....	14

2.6 Management .....	15
<b>BAB III</b>	
<b>KERANGKA PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
3.1 Kerangka Teori .....	18
3.2 Keranga Konsep .....	19
3.3 Hipotesis .....	20
<b>BAB IV</b>	
<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
4.1 Rancangan Penelitian .....	21
4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	23
4.3 Populasi dan Teknik sampel .....	24
4.3.1 Populasi .....	24
4.3.2 Pengambilan Sampel .....	24
4.4 KRITERIA INKLUSI DAN EKSKLUSI .....	25
4.4.1 Kriteria Inklusi .....	25
4.4.2 Kriteria Eksklusi .....	25
4.5 Definisi Operasional .....	25
1. Laminektomi .....	25
2. Gangguan Fungsi Motorik .....	25
3. Derajat Retraksi .....	26
4. Waktu .....	26
4.6 Kriteria Objektif .....	26
4.6.1 Variable bebas (Independen) .....	26
4.6.2 Variabel terikat (Dependen) .....	26
4.7 Alur Penelitian .....	27
<b>BAB V</b>	
<b>HASIL PENELITIAN .....</b>	<b>28</b>
<b>BAB VI</b>	
<b>PEMBAHASAN .....</b>	<b>32</b>
<b>BAB VI</b>	
<b>PENUTUP .....</b>	<b>41</b>

7.1 Kesimpulan .....	41
7.2 Saran .....	41
BAB VII	
TINJAUAN PUSTAKA .....	42
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 prevalensi usia trauma medulla spinalis di Kanada tahun 2010 .....	7
Gambar 2 Distribusi trauma medulla spinalis berdasarkan jenis kelamin dan kelompok usia .....	8
Gambar 3 etiologi trauma medulla spinalis menurut pembagian wilayah WHO .....	9
Gambar 4 Potongan longitudinal medulla spinalis, tulang vertebrae, dan saraf spinalis. ....	11
Gambar 5. (kiri) 3D vertebrae cervikal dan lumbal tikus winstar. (kanan) gambaran lateral vertebra tikus A, dan vertebra manusia B. ....	12
Gambar 6 A dan B, fraktur vertebrae dengan dislokasi lengkap. C dan D, dislokasi yang berat pada potongan koronal dan sagittal. ....	13
Gambar 7. Footprint tikus berjalan. A. tikus normal berjalan tidak menggunakan tumitnya. B dan C Tikus berjalan dengan tumitnya setelah dilakukan perlakuan pada medulla spinalis setinggi thorakal 8 .....	23
Gambar 8. Proses traksi pada sampel penelitian. Wire ditentukan dengan ukuran yang telah ditentukan, tikus winstar diposisikan prone setelah dilakukan bius inhalasi, identifikasi cervical kemudian dilakukan medulla spinalis dan dilakukan perlakuan sesuai kelompoknya .....	33
Gambar 9. Footprint test pada penelitian. Tampak tikus berjalan dengan baik pada percobaan grup 1 dengan traksi 0.6 mm dan waktu perlakuan 1 menit gambar A. tikus berjalan dengan tumitnya pada grup 2 dengan traksi 1 mm dalam waktu 1 menit, gambar B. ....	34
Gambar 10. Diameter medulla spinalis setinggi cervical 6-7. Diameter penampang pada level tersebut pada tikus percobaan pada penelitian ini adalah sekitar 4 mm .....	39

## DAFTAR TABEL

Table 1. Distribusi sampel penelitian berdasarkan grup perlakuan dengan luaran berdasarkan waktu setelah dilakukan perlakuan .....	28
Table 2. Hubungan antara perlakuan selama 1 menit dan Footprint test .....	29
Table 3. Hubungan antara perlakuan selama 1 menit dan forced swim test .....	30
Table 4. Hubungan antara perlakuan selama 1 menit dan kejadian tetraparese .....	30
Table 5. Hubungan antara lama perlakuan dan kejadian tetraparese .....	31

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang Masalah

Trauma medulla spinalis dapat menyebabkan kerusakan parsial ataupun total yang menyebabkan hubungan antara otak dan medulla spinalis. Semakin majunya perkembangan zaman dan perkembangan transportasi maka semakin meningkat pula angka kejadian trauma medulla spinalis. *Canadian Paraplegic Assosiation*, 2008 mencatat 900 orang mengalami trauma medulla spinalis setiap tahunnya, 50% diantaranya adalah kelainan tetraplegia. Kirshblum SC, et al. menyebutkan bahwa trauma medulla spinalis mencapai 10.000 kasus tiap tahunnya atau 40 kasus baru dalam satu juta penduduk setiap tahunnya. Hal ini belum termasuk orang yang meninggal dalam kecelakaan. Genoveva dan Khairunisa, menyebutkan bahwa 90% penyebab trauma medulla spinalis adalah kecelakaan lalu lintas (50%), jatuh (25%), olahraga (10%), atau kecelakaan kerja. Mortaliats sekitar 48% dalam 24 jam pertama.<sup>1,2,3</sup>

Boland A, et al 2011, dalam jurnalnya mengatakan bahwa mekanisme yang menyebabkan trauma medulla spinalis belum sepenuhnya diketahui, sehingga trauma medulla spinalis diprediksi dengan gejala yang ditimbulkan seperti hilangnya gerakan volunteer, dan berkurangnya reflex tendon.<sup>4</sup>

Trauma medulla spinalis merupakan suatu masalah medis yang kompleks dan mempengaruhi kehidupan bagi penderitanya. Trauma medulla spinalis sering dihubungkan dengan tingkat mortalitas yang tinggi. Namun dengan

berkembangnya pengetahuan di Negara maju, trauma medulla spinalis lebih menyebabkan penurunan produktivitas dan perubahan social seseorang. Sebaliknya di Negara berkembang trauma medulla spinalis masih merupakan suatu kondisi terminal. Di Indonesia sendiri data epidemiologi trauma medulla spinalis belum terangkum. Di RS Fatmawati pada tahun 2014, terdapat 104 kasus trauma medulla spinalis, 37 kasus diantaranya merupakan traumatik medulla spinalis dan 67 diantaranya adalah non-traumatik medulla spinalis . sebagian besar etiologi trauma medulla spinalis adalah jatuh dari ketinggian. Sedangkan etiologi non-trumatik medulla spinalis adalah infeksi dan neoplasma.<sup>5</sup>

Chan M, et al 2012 mengatakan bahwa dampak dari trauma medulla spinal bergantung pada :

1. Usia pada saat terjadi trauma medulla spinalis (awal atau akhir dari masa produktivitas seseorang)
2. Luasnya trauma madula spinalis atau derajat kompresi medulla spinalis
3. Fasilitas dan kapabilitasnya sumber daya
4. Lingkungan tempat tinggal pasien, meliputi social dan ekonomi.

Pada penelitian ini ditujukan untuk menilai toleransi retraksi medulla spinalis yang menyebabkan kelainan klinis, terutama pada fungsi motorik berupa paraplegia ataupun tetraplegia. Dengan adanya retraksi medulla spinalis yang dilakukan pada penelitian ini, akan menjadi model trauma medulla spinalis yang berkaitan dengan penyebab primer dan sekunder. Penelitian ini didasarkan

karena belum adanya data yang menyebutkan seberapa jauh retraksi medulla spinalis yang dapat menyebabkan gangguan fungsi motorik.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan penelitian sebagai berikut:

Apakah ada hubungan antara retraksi medulla spinalis dengan fungsi tetraparese pada hewan coba

## **1.3 Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Tujuan Umum**

Untuk mengetahui dampak retraksi medulla spinalis terhadap fungsi motorik

### **1.3.2 Tujuan Khusus**

1.3.2.1.1 Mengetahui dampak retraksi medulla spinalis yang dilakukan dalam berbagai ukuran yang menyebabkan gangguan fungsi motorik (tetraparese)

1.3.2.1.2 Mengetahui dampak retraksi medulla spinalis terhadap waktu yang dapat menyebabkan gangguan fungsi motorik (tetraplegia)



## **1.4 Manfaat Penelitian**

### **1.4.1 Manfaat Bagi Pengetahuan**

Sebagai informasi ilmiah tentang hubungan retraksi medulla spinalis terhadap fungsi motorik.

### **1.4.2 Manfaat bagi Klinisi**

- a. Memberikan informasi ilmiah tentang retraksi medulla spinalis yang menyebabkan gangguan fungsi motorik
- b. Menjadi pedoman pada saat melakukan operasi medulla spinalis untuk melakukan manipulasi terhadap medulla spinalis

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Definisi**

Trauma medulla spinalis merupakan kumpulan gejala dan tanda yang dihasilkan dari mekanisme primer dan sekunder. Mekanisme primer berhubungan dengan kerusakan awal yang disebabkan kerusakan langsung akibat trauma dan bersifat irreversible. Mekanisme sekunder, dimulai segera setelah terjadi lesi pada medulla spinalis, meliputi proses iskemia medulla spinalis, excitotoxicity selular, disregulasi ionic, dan radikal bebas mediated peroksidasi.<sup>4</sup>

Pemeriksaan status neurologis pada trauma medulla spinalis adalah berdasarkan standart yang dikeluarkan American Spinal Injury Assosiation (ASIA). ASIA klasifikasi ini merupakan standar internasional untuk klasifikasi neurologis trauma medulla spinalis.<sup>2,3</sup>

Tumor medulla spinalis merupakan tumor yang jarang ditemukan. Tumor medulla spinalis dapat berupa tumor parenkim dari medulla spinalis (intramedulary lession), dalam saku thecal yang merupakan bagian luar dari medulla spinalis (extramedulary lession), maupun diluar dari saku thecal (extradural lession). Gejala yang ditimbulkan berkaitan erat dengan pertumbuhan tumor dan tergantung dari lokasi. Gejala tersebut dapat berupa kesemutan, hilangnya rasa nyeri dan suhu, dapat pula menyebabkan nyeri apabila tumor mengenai akar saraf pada saat keluar dari kanalis spinalis.<sup>6</sup>

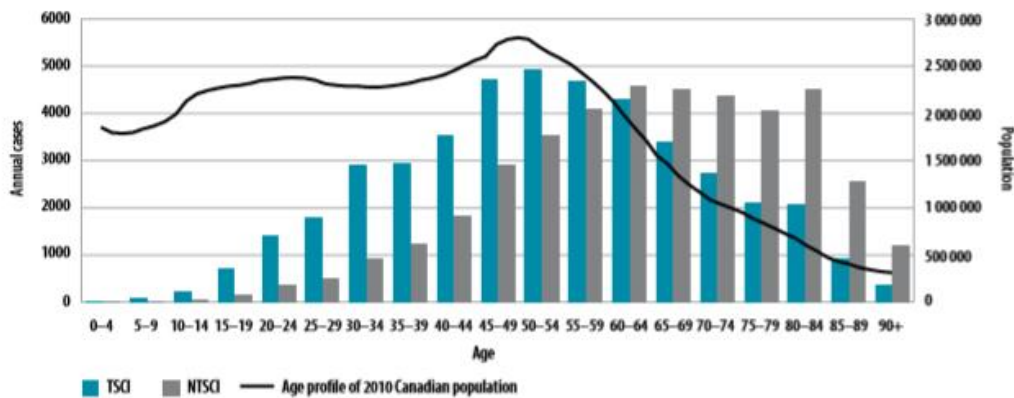
## 2.2 Epidemiologi

Amerika mencatat, insiden trauma medulla spinalis mencapai 40 kasus baru dalam satu juta penduduk, atau 10.000 pertahun. Angka ini tidak mencakup kasus kematian pada kecelakaan. Usia rata-rata 31.8 tahun, mencapai 59% dari seluruh populasi. Laki-laki empat kali lebih banyak dari pada wanita. Tulaar M, et al di Indonesia pada tahun 2014 mencatat 104 penderita trauma medulla spinalis yang dirawat di RS. Fatmawati. 37 diantaranya merupakan akibat trauma yang dialami pada kecelakaan lalu lintas dan jatuh dari ketinggian. 67 penderita lainnya mengalami non-traumatik medulla spinalis yang mengalami pertumbuhan tumor dan infeksi.<sup>5,6</sup>

Chan M, et al, 2012, dalam laporannya mengatakan bahwa prevalensi trauma medulla spinalis penting untuk menyiapkan pelayanan kesehatan yang mumpuni dan dukungan social akibat dari kecacatan yang ditimbulkan. Namun, sayangnya belum ada data prevalensi berkaitan dengan trauma medulla spinalis. Prevalensi trauma medula spinalis di beberapa negara menunjukkan angka yang hampir mirip kecuali di Kanada. Finland mencatat 280 kasus perjuta populasi, Norway mencatat 365 kasus perjuta populasi, Australia mencatat 681 per juta populasi, Kanada mencatat 1298 kasus per juta populasi. Kanada mencatat lebih banyak kasus trauma medula spinalis dibandingkan dengan negara lain.<sup>6</sup>

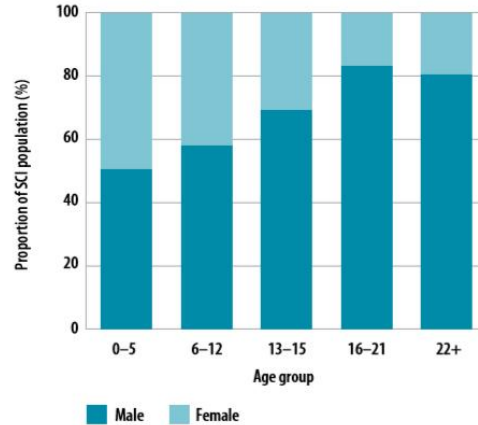
Kanada mencatat data keseluruhan trauma medulla spinalis baik trauma maupun non trumatik mencapai 2525 per juta penduduk, atau berkisar 85.000 orang pada tahun 2010. Sedangkan menurut Genoveva et al, 2017, insidensi cedera medulla spinalis 40-80 kasus baru per juta populasi setiap tahunnya. Ini artinya di Indonesia sekitar 250.000 – 500.000 mengalami cedera medulla

spinalis setiap tahunnya. Sebaran usia pada trauma medulla spinalis paling banyak pada usia muda sedangkan pada non trauma medulla spinalis terbanyak pada usia lebih tua. Trauma medulla spinalis paling banyak terjadi antara usia 50 tahun sampai dengan 54 tahun, sedangkan non trauma medulla spinalis paling sering terjadi pada 60 tahun sampai dengan 84 tahun.<sup>3,6</sup>



**Gambar 1 prevalensi usia trauma medulla spinalis di Kanada tahun 2010<sup>6</sup>**

Prevalensi jenis kelamin trauma medulla spinalis paling banyak pada laki-laki dibandingkan dengan wanita. Pada usia anak-anak rasio laki-laki dan wanita adalah sama. Perbandingan prevalensi jenis kelamin di beberapa Negara dimana laki-laki dan wanita tercatat, Irlandia 6.7:1, Qatar 8.3:1, dan Swedia 3.3:1. Prevalensi jenis kelamin di Amerika pada trauma medulla spinalis menunjukkan bahwa laki-laki mencakup 82% jauh lebih banyak dari wanita, puncak usia 16 sampai dengan 21 tahun.<sup>6</sup>



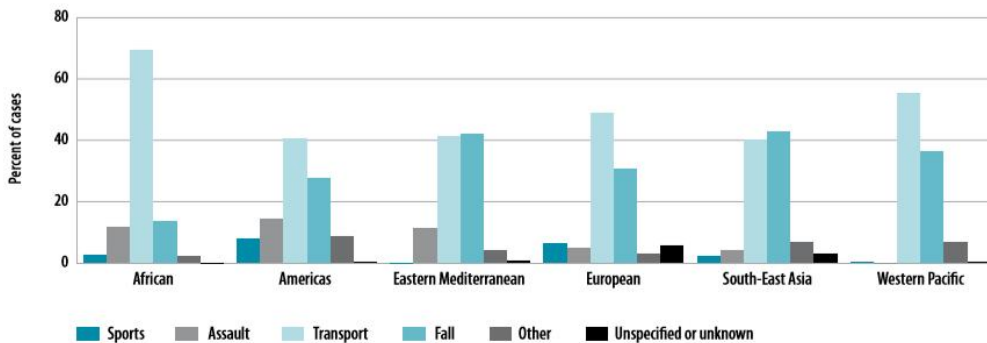
**Gambar 2** Distribusi trauma medulla spinalis berdsarkan jenis kelamin dan kelompok usia<sup>6</sup>

Tumor medulla spinalis intramedullary pada pasien dewasa mencapai 5-10% dari seluruh tumor medulla spinalis. 850-1700 kasus intramedullary tumor medulla spinalis terdiagnosa pada pasien dewasa merupakan astrositoma, ependimoma dan hemangioblastom. Ependimoma merupakan tumor yang paling sering pada pasien dewasa, biasanya didapatkan pada cervikal atau thorakal. Ependimoma dan astrositoma sering didapatkan pada pasien dengan *neurocutaneous syndromes neurofibromatosis type 1 (NF1)* dan dan 2 (NF2).<sup>9</sup>

Lesi intradural extramedullary dapat berupa meningioma, neurofibroma dan scwannomas. Meningioma merupakan lesi jinak dengan prevalensi 25% dari seluruh lesi medulla spinalis, sering didapatkan pada pasien dengan NF2. Scwannomas merupakan tumor selaput saraf yang muncul secara sporadic dan dapat juga berhubungan dengan NF2, lesi ini sering didapatkan pada akar saraf dorsal dan ruang intradura.<sup>9</sup>

## 2.3 Etiologi

WHO mengatakan bahwa etiologi terbanyak trauma medulla spinalis adalah kecelakaan lalu lintas, jatuh dan kekerasan. Kecelakaan lalu lintas merupakan penyebab terbanyak trauma medulla spinalis, mencapai 70% dari seluruh penyebab trauma medulla spinalis. Berdasarkan pembagian geografis WHO, kecelakaan lalu lintas mencapai 40% menyumbang penyebab trauma medulla spinalis di Asia Tenggara, 55% di Negara barat. Penelitian di Amerika menunjukkan bahwa tidak menggunakan sabuk pengaman meningkatkan resiko terjadi trauma medulla spinalis sebanyak 75%. Penelitian serupa di Nigeria menunjukkan bahwa penggunaan sabuk pengaman menurunkan angka trauma medulla spinalis sebanyak 38% dari 63 kasus kecelakaan lalu lintas.<sup>8</sup>



Gambar 3 etiologi trauma medulla spinalis menurut pembagian wilayah WHO<sup>6</sup>

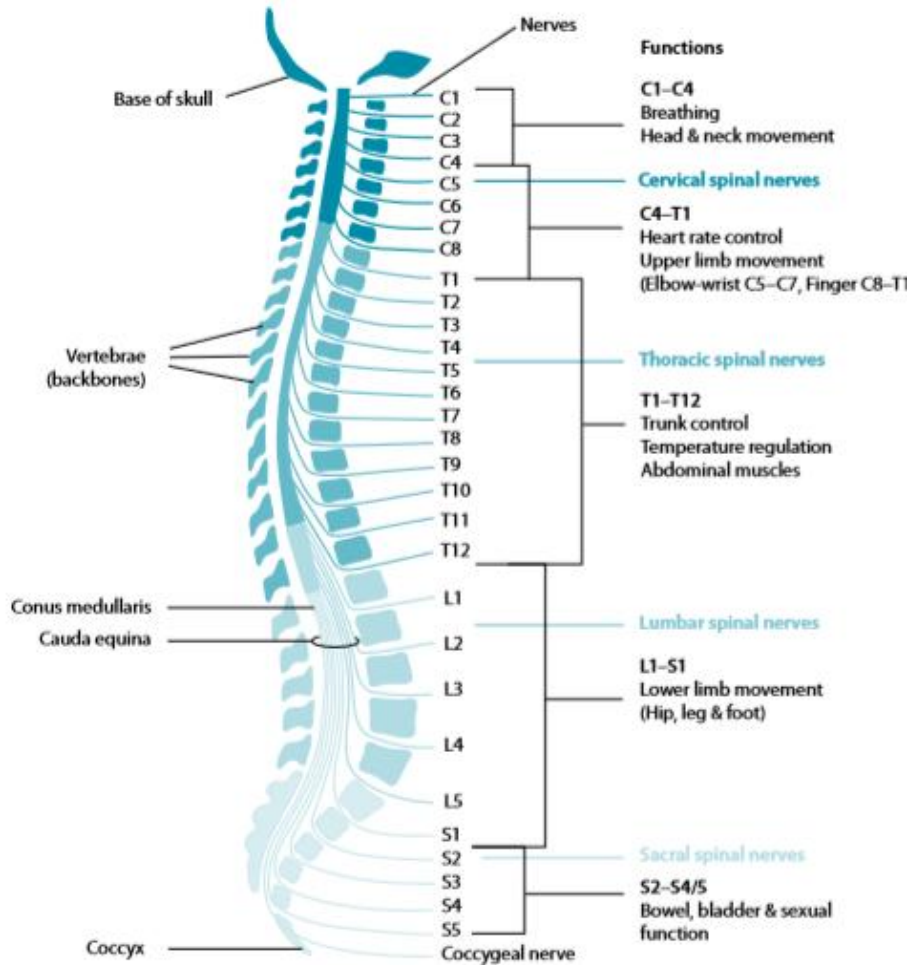
Zadnik PL, et al, 2013 mengatakan etiologi dari tumor medulla spinalis merupakan kelainan genetic. Pada astrositoma gene yang berkaitan mutasi gen *theoronine-protein kinase* B-Raf (BRAF) dan *isositrate dehydrogenase* 1 (IDH1) dan 2 (IDH2). Ependimoma terjadi overexpresi dari gene encoding homeobox B5

(HOXB5), phospholipase A2 groups (PLA2G5), dan inter- $\alpha$ -trypsin inhibitor heavy chain 2 (ITIH2). Hemangioblastoma terjadi mutasi gen VHL, sehingga terjadi peningkatan kadar *VEGF*, *transforming growth factor- $\beta$*  dan tumor *necrosis factor- $\alpha$* . Meningioma terjadi delesi dari kromosom 22q, dengan hilangnya gen pada kromosom ini menyebabkan rangkaian terjadinya meningioma pada medulla spinalis dibandingkan meningioma pada intracranial.<sup>9</sup>

### **2.3 Anatomi**

Medulla spinalis terdapat dalam kolumna spinalis yang terbentang dari otak hingga Lumbal 1 – Lumbal 2, berakhir pada konus medularis. Akhir dari medulla spinalis pada kanalis spinalis, dikenal dengan *cauda equine*. Medulla spinalis memiliki level segment tersendiri yang berkaitan dengan jaras saraf yang keluar dari medulla spinalis diantara setiap tulang vertebra. Terdapat 31 pasang jaras saraf, yaitu 8 servikal, 12 torakal, 5 lumbal, 5 sakral dan 1 koksigeal.<sup>6</sup>

Froster A, et al, 2016 dalam jurnalnya menyebutkan bahwa diameter medulla spinalis paling besar terdapat pada servikal dan terkecil pada sacrum. Diameter transversal servikal 11.3 mm sampai dengan 13.3 mm sedangkan diameter anteroposterior 7 mm sampai dengan 8.3 mm.<sup>9</sup>

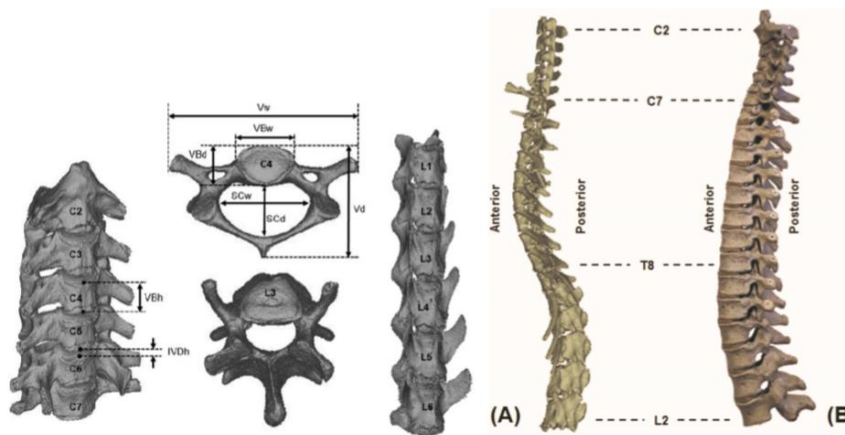


Gambar 4 Potongan longitudinal medulla spinalis, tulang vertebrae, dan saraf spinalis.<sup>9</sup>

Jaumard NV, et al, 2015, menyebutkan bahwa medulla spinalis yang mirip dengan manusia adalah tikus winstar, sehingga hewan ini banyak digunakan sebagai model hewan coba dalam penelitian trauma medulla spinalis. Namun terdapat perbedaan geometri anatomi, perbedaan tersebut adalah bentuk kanalis medulla spinalis pada tikus winstar lebih elips dibandingkan dengan manusia, terutama pada level dibawah cervikal. Hal ini dihipotesiskan karena perbedaan cervicothoracic lordosis



antara manusia dan tikus winstar. Pada lumbal geometri anatomi antara manusia dan tikus winstar adalah sama. Dalam penelitiannya dilakukan pengukuran diameter medulla spinalis, didapatkan diameter medulla spinalis pada cervical lebih lebar daripada level dibawahnya. Pada cervical diameter 4.37 mm sampai dengan 4.99 mm, sedangkan kedalamannya adalah 2.83 mm sampai dengan 2.58 mm.<sup>10</sup>

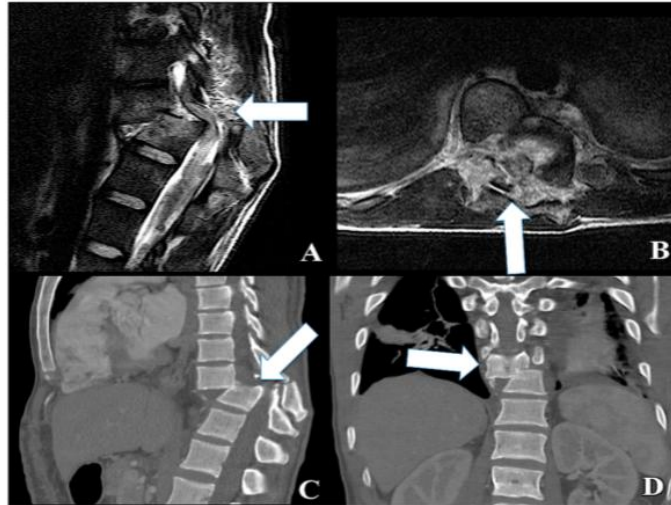


**Gambar 5. (kiri) 3D vertebrae cervical dan lumbal tikus winstar. (kanan) gambaran lateral vertebra tikus A, dan vertebra manusia B.<sup>10</sup>**

## 2.4 Patofisiologi Kerusakan Medulla Spinalis

### 2.4.1 Mekanisme Primer

Mekanisme primer dalam konteks ini adalah kerusakan langsung medulla spinalis akibat penetrasi akibat trauma yang mengenai parenkim. Beberapa kemungkinan yang dapat terjadi adalah trauma dengan rusaknya tulang dan atau avulsi ligament, yang mengenai langsung medulla spinalis. Mekanisme lain trauma medulla spinalis adalah trauma luka tembak yang mengenai medulla spinalis dapat berupa leserasi, ataupun distraksi medulla spinalis.<sup>7</sup>



**Gambar 6 A dan B, fraktur vertebrae dengan dislokasi lengkap. C dan D, dislokasi yang berat pada potongan koronal dan sagittal.<sup>7</sup>**

#### **2.4.2 Mekanisme Sekunder**

Mekanisme primer menyebabkan kerusakan neuron local dan oligodendrisit dengan peningkatan permeabilitas parenkim medulla spinalis dan perubahan konsentrasi elektrolit, dengan perubahan fungsi kanal kalsium dan natrium. Kerusakan langsung neuron dan oligodendrosit selalu bersamaan dengan mikrovaskular, menyebabkan iskemia fokal dan inflamasi yang selanjutnya menyebabkan kerusakan jaringan.<sup>7,10,12</sup>

Pathogenesis lain seperti iskemis fokal, vasospasme, mikrohemoragik, dan thrombosis fokal akibat kelainan gregasi trombosit mengakibatkan radikal bebas oksigen. Keadaan ini selanjutnya mengakibatkan gangguan transport elektron akibat disfungsi pospolipid enzim, sehingga menyebabkan perubahan gradient membrane sel dan menyebabkan kematian selular. Mekanisme iskemia sering ditemukan pada tumor medulla spinalis akibat penekanan pembuluh darah oleh massa tumor.<sup>7,13,14,21</sup>

## 2.5 Diagnosis

Diagnosis trauma medulla spinalis ditegakan berdasarkan dampak defisiensi neurologis yang terjadi. Tiap level trauma medulla spinalis seperti servikal, thorakal, dan lumbal memiliki kelainan khas pada level masing masing dari trauma yang terjadi. Ketikan trauma medulla spinalis mencakup seluruh medulla spinalis, maka seluruh fungsi pada levelnya dan level dibawahnya akan hilang. Ketika kalianan tersebut tidak mencakup seluruh medulla spinalis, kelainan neurologis yng muncul bekaitan dengan daerah yang terkena. Lesi pada kornu posterior atau dorsal roots dapat menyebabkan hiper atau hipoalgesia. Namun, apabila lesi mengenai kornu anterior atau ventral roots akan menyebabkan paralisis, hipotonia, hilangnya reflex, atau hipotropia.<sup>7</sup>

Beberapa kriteria yang dapat digunakan dalam menentukan kelainan trauma medulla spinalis adalah sebagai berikut.

### 1. Frankel

Skala frankel menilai kelainan neurologis akibat trauma medulla spinalis berdasarkan fungsi yang neurologis yang tersisa. Penilaian ini berdsarkan deficit neurologis yang hilang dibawah level lesi.

Skala frankel A, apabila terjadi defisist motorik dan sensorik komplet. Frankel B, kelainan motorik lengkap dengan fungsi sensorik baik. Frankel C, defisik motorik sebagian, namun tidak dapat hidup secara mandiri. Frankel D, hilangnya sebagian kekuatan motorik, namun dapat hidup secara mandiri. Frankel E, fungsi neurologis yang baik.<sup>7</sup>

### 2. ASIA (American Spinal Injury Assosiation)

Berbeda dengan frankel, ASIA Score menilai defisit neurologis di bawah level lesi. Untuk evaluasi fungsi sensorik berdasarkan dermatom persarafan. Skala penilaian sensorik adalah sebagai berikut. Skala 0, tidak ada sensasi sensorik. Skala 1, gangguan sensorik. Skala 2, fungsi sensorik normal. Pemeriksaan fungsi motorik, dengan menilai kekuatan motorik pada setiap grup otot ekstremitas. Tonus anorektal dinilai secara langsung dengan colok dubur atau dengan pemeriksaan reflex bulboscavernosis, apabila ada tonus maka skor yang diberikan 1, dan tidak ada tonus maka skor yang diberikan 0.<sup>7</sup>

### 3. Indeks Barthel

Pertama kali di perkenalkan tahun 1965, dengan tujuan mengukur kemampuan seseorang untuk menajalani aktivitas sehari-hari. Kategori A, pasien dapat menjali aktivitas sehari-hari secara independent. Katagori B, pasien dapat menjalani aktivitas sehari-hari dengan bantuan. Katagori C, pasien sepenuhnya membutuhkan bantuan dalam menjalani aktivitas kehidupan sehari-hari.<sup>7</sup>

## 2.6 Management

Zadnik PL, et al, 2013 mengatakan bahwa penatalaksanaan tumor medulla spinalis adalah tindakan operasi pengangkatan tumor karena memberikan hasil yang lebih baik dari terapi lainnya. Namun disisi lain tindakan operasi memiliki resiko memperburuk kelainan neurologis hingga kematian.<sup>8</sup>

Perfusi dan oksigenasi adekuat serta pencegahan trombosis vena merupakan target utama penatalaksanaan. Hipotensi, yang sering terjadi pada trauma medulla spinlais, dapat menyebabkan iskemia yang menyebabkan kerusakan lebih berat. *Mean arterial pressure* (MAP) dipertahankan 85 sampai dengan 90 MmHg untuk tujuh hari setelah trauma medulla spinalis. Saturasi

oksigen perifer dipertahankan diatas 90%, dan heparin diberikan bersamaan dengan stoking kompresi antitrombotik.<sup>7,14</sup>

Penatalaksanaan trauma medulla spinalis yang dibicarakan dalam empat dekade terakhir adalah pemberian metylprednisolon. Observasi pertama dilakukan pada tahun 1980, dengan tema neuroprotektif yang menjanjikan. Pada observasi tersebut secara statistic menunjukkan peningkatan hasil yang lebih baik dibandingkan tanpa pemberian metylprednisolon pada penelitian multivariate. Namun pada tahun 2013 American Assosiation of Neurological surgeons menyatakan bahwa metylprednisolon tidak lagi direkomendasikan pada pasien dengan trauma medulla spinalis, hal ini karena tidak ada perbedaan bermakna antara pasien yang diberikan metylprednisolon dengan yang tidak, namun efek samping dari pemberian metylprednisolon lebih merugikan dibandingkan manfaat yang diberikan.<sup>7,15</sup>

Pada trauma medulla spinalis disertai fraktur atau dislokasi yang menyebabkan instability sehingga dapat menyebabkan trauma langsung pada parenkim medulla spinalis maka diperlukan tindakan dekompresi. Tindakan tersebut dapat berupa laminotomy yang diikuti dengan stabilisasi dan fiksasi pedikular spinalis. waktu yang tepat untuk melakukan tindakan operatif pada trauma medulla spinalis masih merupakan perdebatan. Beberapa jurnal mengatakan waktu yang terbaik adalah 24 jam sampai dengan 72 jam setelah trauma. Namun pada penelitian trauma cervikal yang dilakukan operasi kurang dari 24 jam menunjukkan hasil yang lebih baik. Namun penelitian ini belum dapat

digeneralisir, disebabkan faktor usia, komorbid dan ada tidak hipotensi setelah trauma.<sup>7,16,17</sup>