

# **TESIS**

**HUBUNGAN PARAMETERS CERVICAL SAGITTAL DAN PERUBAHAN  
MODIC BERDASARKAN MRI DENGAN DERAJAT NYERI LEHER  
BERDASARKAN NECK PAIN TASK FORCE (NPTF)**

**CORRELATION OF SAGITTAL CERVICAL SAGITTAL PARAMETERS  
AND MODIC CHANGES BASED ON MRI WITH DEGREES OF NECK  
PAIN BASED ON NECK PAIN TASK FORCE (NPTF)**

**BERNARD JOHAN**



**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS-1 (SP-1)**

**PROGRAM STUDI ILMU RADIOLOGI**

**FAKULTAS KEDOKTERAN**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2022**

**HUBUNGAN PARAMETERS CERVICAL SAGITTAL DAN  
PERUBAHAN MODIC BERDASARKAN MRI DENGAN DERAJAT  
NYERI LEHER BERDASARKAN NECK PAIN TASK FORCE  
(NPTF)**

Karya Akhir

Sebagai Salah Satu Syarat untuk  
Mencapai Gelar Dokter Spesialis-1

Program Studi Ilmu Radiologi

Disusun dan Diajukan Oleh

Bernard Johan

Kepada

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS-1 (SP-1)**

**PROGRAM STUDI ILMU RADIOLOGI**

**FAKULTAS KEDOKTERAN**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2022**

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR****HUBUNGAN CERVICAL SAGITTAL PARAMETERS DAN PERUBAHAN  
MODIC BERDASARKAN MRI DENGAN DERAJAT NYERI LEHER  
BERDASARKAN NECK PAIN TASK FORCE (NPTF)**

Disusun dan diajukan oleh :

**BERNARD JOHAN**

Nomor Pokok :C125172006

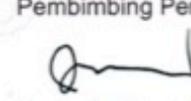
Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Pendidikan Dokter Spesialis Program Studi Pendidikan  
Radiologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin  
pada tanggal 21 Juli 2022  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui :

Pembimbing Utama

  
Prof. Dr. dr. Muhammad Ilyas, Sp.Rad (K)  
NIP. 19520112 198312 1 001

Pembimbing Pendamping

  
dr. Junus Baan Sp.Rad (K)  
NIP. 19581019 201901 5 001

Ketua Program Studi

  
Dr. dr. Mirna Muis, Sp.Rad (K)  
NIP. 19710908 200212 2 002

Dekan Fakultas

  
Prof. Dr.dr.Haerani Rasyid,M.Kes,Sp.PD-KGH,Sp.GK  
NIP. 19680530 199603 2 001

**PERNYATAAN KEASLIAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bernard Johan

NIM : C125172006

Program Studi : Ilmu Radiologi

Jenjang : S2/PPDS-1

Menyatakan dengan ini bahwa tesis dengan judul "Hubungan Cervical Sagittal Parameters dan Perubahan Modic Berdasarkan MRI dengan Derajat Nyeri Leher Berdasarkan Neck Pain Task Force (NPTF)" adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila di kemudian hari, karya saya ini terbukti bahwa sebagian atau keseluruhannya adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, Agustus 2022

Yang Menyatakan



Bernard Johan

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan karya akhir ini yang berjudul **“Hubungan Cervical Sagittal Parameters dan Perubahan Modic Berdasarkan MRI dengan Derajat Nyeri Leher Berdasarkan Neck Pain Task Force (NPTF)”**. Karya akhir ini disusun sebagai tugas akhir dalam Program Studi Dokter Spesialis-1 (Sp-1) Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin.

Saya menyadari bahwa karya akhir ini masih sangat jauh dari sempurna sehingga dengan segala kerendahan hati saya mengharapkan kritik, saran dan koreksi dari semua pihak. Banyak kendala yang dihadapi dalam rangka penyusunan karya akhir ini, namun berkat bantuan berbagai pihak maka karya akhir ini dapat juga selesai pada waktunya.

Pada kesempatan ini pula saya ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. dr. Muhammad Ilyas, Sp.Rad (K) selaku Ketua Komisi Penasehat
2. dr. Junus Baan, Sp.Rad (K) selaku Sekretaris Komisi Penasehat
3. Dr. dr. Andi Alfian Zainuddin, M.KM selaku Anggota Komisi Penasehat
4. dr. Cahyono Kaelan, Ph.D, Sp.PA (K), Sp.S selaku Anggota Komisi Penasehat
5. Dr. dr. Mirna Muis, Sp.Rad (K) selaku Anggota Komisi Penasehat

Atas segala arahan, bimbingan dan bantuan yang telah diberikan mulai dari pengembangan minat terhadap permasalahan, pelaksanaan selama penelitian hingga penyusunan dan penulisan sampai dengan selesainya karya akhir ini. Saya ucapkan terima kasih atas segala arahan, nasehat dan bimbingan yang telah diberikan selama saya menjalani pendidikan di Bagian Radiologi FK UNHAS ini.

Pada kesempatan ini pula saya ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan saya kepada:

1. Rektor Universitas Hasanuddin, Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, Ketua TKP-PPDS FK UNHAS, Ketua Konsentrasi PPDS Terpadu FK UNHAS dan Direktur Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk mengikuti Program Pendidikan Dokter Spesialis Terpadu di Bagian Radiologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Makasar.
2. dr. Sri Asriyani, Sp.Rad (K), M.Med.Ed selaku Kepala Bagian Departemen Radiologi Universitas Hasanuddin, Dr. dr. Mirna Muis, Sp.Rad(K) selaku Ketua Program Studi Ilmu Radiologi Universitas Hasanuddin dan Kepala Instalasi RSPTN Universitas Hasanuddin, dr. Eny Sanre, Sp.Rad (K), M.Kes selaku Kepala Instalasi Radiologi RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo, Prof. Dr. dr. Bachtiar Murtala, Sp.Rad (K), Prof. Dr. dr. Muhammad Ilyas, Sp.Rad. (K), dr. Nurlaily Idris, Sp.Rad (K), dr. Nikmatia Latief, Sp.Rad (K), dr. Junus Baan, Sp.Rad (K), dr. Luthfy Attamimi, Sp.Rad, dr. Dario Nelwan, Sp.Rad(K), dr. Rafika Rauf, Sp.Rad (K), M.Kes, dr. Rosdianah, Sp.Rad, M.Kes, dr. Isqandar Mas'oud, Sp.Rad (Alm), dr. Sri Muliati, Sp.Rad, Dr. dr. Shofiyah Latief, Sp.Rad (K), dr. Erlin Sjahril, Sp.Rad (K), dr. Suciati Damopolii, Sp.Rad(K), M.Kes, dr. St. Nasrah Aziz, Sp.Rad, dr. Achmad Dara, Sp.Rad, dr. Isdiana Kaelan, Sp.Rad, dr. Amir, Sp.Rad, dr. M. Abduh, Sp.Rad, dr. Taufiqulhidayat, Sp.Rad, dr. Besse Arfiana Arif, Sp.Rad (K), M.Kes, dr. Alia Amalia, Sp.Rad, dan dr. Nur Amelia Bachtiar, MPH, Sp.Rad, serta seluruh pembimbing dan dosen luar biasa dalam lingkup Bagian Radiologi FK- UNHAS atas arahan dan bimbingan selama saya menjalani pendidikan.
3. Direksi beserta seluruh staf RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo Makasar dan RSPTN Universitas Hasanuddin Makassar atas kesempatan yang diberikan kepada kami untuk menjalani pendidikan di rumah sakit ini.

4. Para staf Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, staf Administrasi Bagian Radiologi FK UNHAS, dan Radiografer Bagian Radiologi RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar dan RSPTN Universitas Hasanuddin Makassar atas bantuan dan kerja samanya.
5. Istri saya dr. Steffy Rebecca Gosal, anak saya Seira Vania Johan dan Brixton Martin Johan, kedua orang tua saya Ayah Ir. Frengky Johan dan Ibu Anna Johan, mertua saya Willy Gosal dan Anny Limona, adik saya Siska Johan, SH dan Fredy Johan, ST beserta seluruh Keluarga Besar, yang sangat saya cintai dan hormati yang dengan tulus dan penuh kasih sayang senantiasa memberikan dukungan, bantuan dan selalu mendoakan saya.
6. Teman PPDS terbaik angkatan Januari 2018 (Wa Ode Zerbarani, Sumantri, Atika Puspita Dewi, Frielianny Febbry Bato, dan Hendrick Revian) serta seluruh teman PPDS Radiologi lainnya yang telah banyak memberikan bantuan materi, motivasi dan dukungan kepada saya dan keluarga selama masa pendidikan dan penyelesaian karya akhir ini.
7. Kepada semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, yang telah memberikan dukungan, bantuan dan doanya. Saya ucapkan banyak terima kasih.

Melalui kesempatan ini pula perkenankan saya mengucapkan mohon maaf sebesar-besarnya atas segala kesalahan dan kekhilafan saya baik disengaja maupun tidak kepada semua pihak selama menjalani pendidikan ini.

Saya berharap semoga karya akhir ini bermanfaat bagi kita semua dan dapat memberikan sumbangan bagi perkembangan Ilmu Radiologi di masa yang akan datang. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta membalas budi baik kepada semua pihak yang telah memberikan dukungannya.

Makassar, Agustus 2022

Bernard Johan

**ABSTRAK**

BERNARD JOHAN. *Hubungan Parameters Cervical Sagittal dan Perubahan Modic Berdasarkan MRI dengan Derajat Nyeri Leher Berdasarkan Neck Pain Task Force* (dibimbing oleh Muhammad Ilyas dan Junus Baan).

Nyeri leher merupakan kondisi muskuloskeletal dengan prevalensi tinggi yang dapat memengaruhi aspek fisik, sosial, dan psikologis individu. Nyeri leher didefinisikan sebagai nyeri leher dengan atau tanpa menjalar ke ekstremitas atas yang berlangsung minimal satu hari. Cervical sagittal parameter merupakan parameter pengukuran cervical sagittal yang bermanfaat mencerminkan bentuk cervical. Pasien dengan ketidakseimbangan cervical sagittal lebih mungkin mengembangkan nyeri leher. Perubahan Modic (MC) merupakan perubahan degeneratif yang umum dan cepat diamati dalam pencitraan resonansi magnetik (MRI) di tulang belakang degeneratif sebagai sinyal tulang abnormal di endplate vertebral. Hubungan terjadinya modic dan keseimbangan sagittal penting karena keselarasan tulang belakang pada bidang sagittal telah terbukti mempercepat degenerasi segmen dan juga dapat menyebabkan modic. Penelitian ini bertujuan mengetahui hubungan *cervical sagittal parameters* dan perubahan modic menggunakan MRI dengan derajat nyeri leher berdasarkan *neck pain task force*. Penelitian dilaksanakan di Instalasi Radiologi Sentral RSUP dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar mulai pada bulan Januari 2022 - Mei 2022. Sampel sebanyak seratus orang. Metode yang digunakan adalah uji korelasi Chi square dan Kruskal Willis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 53 sampel laki-laki (53%) dan 47 sampel perempuan (47%). Usia terbanyak sampel rentang umur 46 - 55 tahun (36%). Tipe modic terbanyak, yaitu modic tipe II (34%) dan derajat nyeri leher terbanyak, yaitu nyeri leher derajat 2 (41%). Dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan antara perubahan modic dan derajat nyeri leher dengan nilai  $p < 0.02$ . Adapun, untuk *cervical sagittal parameters* dengan derajat nyeri leher tidak didapatkan adanya hubungan dan juga tidak terdapat hubungan antara modic dan *cervical sagittal parameters*.

Kata kunci: *cervical sagittal parameters*, derajat nyeri leher, perubahan modic



**ABSTRACT**

**BERNARD JOHAN.** *Relationship of Cervical Sagittal Parameters and Modic Changes Based on MRI with Degree of Neck Pain Based on the Neck Pain Task Force* (supervised by Muhammad Ilyas and Junus Baan)

Neck pain is a chronic musculoskeletal condition that can affect an individual's physical, social, and psychological aspects. It is defined as neck pain with or without radiating to the upper extremities that last at least one day. The cervical sagittal parameter is a cervical sagittal measurement parameter that is useful for reflecting cervical shape. Patients with sagittal cervical imbalance are more likely to develop neck pain. Modic Changes (MC) are common degenerative changes and are rapidly observed in the degenerative spine's magnetic resonance imaging (MRI) as abnormal bone signals in the vertebral endplate. The relationship between modic occurrence and sagittal balance is important because the spine's alignment in the sagittal plane has been shown to accelerate segment degeneration and may also cause modic. This study aims to determine the relationship between cervical sagittal parameters and modic changes using MRI with the degree of neck pain based on the Neck Pain Task Force. The research was carried out at the central radiology installation of Dr. Wahidin Sudirohusodo Hospital in Makassar, from January 2022 until May 2022. The research sample was 100 people. The method used was the Chi-square and Kruskal Willis correlation tests. The results showed 53 male samples (53%) and 47 female samples (47%). Most of the samples were aged 46-55 years (36%). The most Modic type is Modic type II (34%), and the highest degree of neck pain is grade 2 neck pain (41%). In conclusion, there is a relationship between Modic Changes and the Degree of Neck Pain with a p-value of 0.02. Meanwhile, there was no relationship between Cervical Sagittal Parameters with Degree of Neck Pain, and there was also no relationship between Modic and Cervical Sagittal Parameters.

Keywords: Cervical Sagittal Parameters, Degree of Neck Pain, Modic Changes



## DAFTAR ISI

SAMPUL DEPAN .....	i
KARYA AKHIR .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR).....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK .....	ix
ABSTRACT .....	x
DAFTAR ISI. ....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
I.1 Latar Belakang.....	2
I.2 Rumusan Masalah .....	3
I.3 Tujuan Penelitian .....	3
I.3.1 Tujuan Umum.....	3
I.3.2 Tujuan Khusus .....	3
I.4 Hipotesis Penelitian .....	4

I.5 Manfaat Penelitian .....	4
I.5.1 Manfaat Teoritik .....	4
I.5.2 Manfaat Metodologik.....	4
I.5.3 Manfaat Aplikatif.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
II.1 Anatomi Leher dan Vertebra Cervicalis.....	5
II.2 Nyeri Leher .....	15
II.3 Cervical Sagittal Parameters.....	28
II.4 Perubahan Modic.....	34
II.1 Hubungan Nyeri Leher dengan Modic .....	37
II.2 Hubungan Modic dengan Cervical Sagittal Parameters.....	38
II.3 Hubungan nyeri Leher dengan Modic dan Cervical Sagittal .	42
<b>BAB III KERANGKA PENELITIAN.....</b>	<b>43</b>
a. Kerangka Teori .....	43
b. Kerangka konsep.....	44
<b>BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>45</b>
IV.1 Desain Penelitian.....	45
IV.2 Tempat dan waktu penelitian .....	45
IV.3 Populasi Penelitian .....	45
IV.4 Sampel dan Cara Pengambilan Sampel .....	46
IV.5 Perkiraan Besar Sampel .....	46

IV.6 Cara Pengambilan Sampel.....	47
IV.7 Ijin Penelitian dan Ethical Clearance.....	47
IV.8 Alat dan Bahan serta Cara Kerja .....	48
IV.9 Identifikasi dan Klasifikasi Variabel.....	49
IV.10 Metode Analisis .....	51
IV.11 Alur Penelitian .....	51
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	55
V.1 Hasil Penelitian.....	55
V.2 Pembahasan.....	62
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....	67
a.Kesimpulan.....	67
b.Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA .....	73
LAMPIRAN.....	73

**DAFTAR TABEL**

Nomor	Halaman
1. Dimensi Rata-Rata Diskus Intervertebral pada cervical	18
2. Derajat Nyeri Leher Berdasarkan Neck Pain Task Force	25
3. Parameters Sagittal Cervical	35
4. Keselarasan Cervical Normal	38
5. Keselarasan Cervical Normal berdasarkan Usia	39
6. Perbandingan Parameter Cervical Sagital terhadap Kelompok Usia	39
7. Nilai Cervical Sagittal Parameter pada Nyeri Leher dengan Kontrol	40
8. Tipe Modic	43
9. Perbedaan Nilai Cervical Sagittal Parameter terhadap Perubahan Modic	46
10. Nilai Rerata Cervical Sagittal Parameters	47
11. Perbandingan Nilai Cervical Sagital Parameter terhadap Modic	50
12. Distribusi kelompok usia menurut Kementerian Kesehatan	63
13. Distribusi Jenis Kelamin Sampel	63
14. Distribusi Cervical Sagittal Parameters Sampel	63
15. Distribusi Perubahan Modic Sampel	64
16. Distribusi Derajat Nyeri Leher Sampel	65
17. Tabel Pengujian Normalitas	65
18. Hasil Analisis Hubungan Cervical Sagittal dengan Derajat Nyeri Leher	66
19. Hasil Analisis Hubungan Perubahan Modic dengan Cervical Sagittal	67
20. Hasil Analisis Hubungan Perubahan Modic dengan Derajay Nyeri Leher	68

**DAFTAR GAMBAR**

Nomor	Halaman
1. Anatomi Leher	1
2. Anatomi Otot Leher	12
3. Anatomi Pembuluh Darah pada Leher	15
4. Anatomi Vertebra Cervical	17
5. Wilayah Anatomi Leher	19
6. Evaluasi Klinis dan Diagnostik Nyeri Leher	33
7. Gambaran Skematik Cervical Sagittal Parameters	37
8. Anatomi NT, T1 Slope, dan TIA	37
9. Pengukuran Cervical Sagittal Parameters pada X Ray dan MRI	38
10. Mekanisme dan Konversi Modic	42
11. Perubahan Modic Tipe I pada Cervical	47
12. Perubahan Modic Tipe II pada Cervical	47
13. Perubahan Modic Tipe III pada Cervical	48
14. Perubahan Mielopati Cervical Degenerative dan Modic	48
15. Jenis Perubahan Sinyal pada Pasien Mielopati Cervical	49

## DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

<b>Lambang/Singkatan</b>	<b>:</b>	<b>Arti dan Keterangan</b>
NPTF	:	Neck Pain Task Force
MC	:	Modic
MRI	:	Magnetic Resonance Imaging
T1	:	Sekuens T1 weighted image
T2	:	Sekuens T2 weighted image
CT	:	Computed Tomography
CV C	:	Columna Vertebrae Cervical
CV T	:	Columna Vertebrae Thoracal
CV L	:	Columna Vertebrae Lumbal
CN	:	Cranial Nerves
QBC	:	Quebec Task Force
ROM	:	Range of Motion
CCR	:	Cervical Spine Rule
CSB	:	Cervical Sagittal Balance
TIA	:	Thoracic Inlet Angle
NT	:	Neck Tilt
T1 S	:	T1 Slope
IL-8	:	Interleukin-8
IL-6	:	Interleukin-6
TNF- $\alpha$	:	Tumor Necrosis Factor- Alpha
cSVA	:	Cervical Sagittal Vertical Axis
SD	:	Standard Devias
GE2	:	Prostaglandin E2
PGP	:	Product Gen Protein

**DAFTAR LAMPIRAN**

Nomor		Halaman
1.	Data sampel penelitian	73
2.	Statistik	77
3.	Informed consent	85
4.	Rekomendasi Persetujuan Etik	89
5.	<i>Curriculum Vitae</i>	90

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Nyeri leher merupakan kondisi muskuloskeletal dengan prevalensi tinggi yang dapat mempengaruhi aspek fisik, sosial, dan psikologis individu, dan juga berkontribusi pada besarnya peningkatan biaya dalam masyarakat. Nyeri leher didefinisikan sebagai nyeri leher dengan atau tanpa menjalar ke ekstremitas atas yang berlangsung minimal satu hari. (Genebra CV,2017; Hurwitz EL,2018)

Prevalensi nyeri leher didunia adalah berkisar 16,7% sampai 75,1%. Dalam penelitian dari Brasil selatan, prevalensi nyeri leher sebesar 24,0%, Spanyol 19,5%, dan Yunani 20,4%, Cina 48,7% dan Sri Lanka 56,9%, dan lebih tinggi daripada yang ditemukan di Amerika Serikat 4,4%. (Genebra CV,2017)

Penyebab nyeri leher sangat bervariasi. Namun penyebab utamanya adalah ergonomi yang tidak memadai di tempat kerja, duduk dan mempertahankan postur leher dalam posisi nonfisiologis untuk jangka waktu yang lama. Nyeri leher dapat diklasifikasikan berdasarkan durasi gejala. Disebut akut bila nyeri berlangsung kurang dari 6 minggu, subakut bila nyeri berlangsung 3 bulan atau kurang, dan kronis bila lebih dari 6 bulan. Terdapat hubungan antara durasi nyeri leher yang lebih pendek dan prognosis yang lebih baik untuk hasil jangka panjang. (Popescu A,2019)

Cervical sagittal parameter merupakan parameter pengukuran cervical sagittal. Parameter ini bermanfaat untuk mencerminkan bentuk cervical. Keseimbangan sagittal cervical memungkinkan manusia untuk mempertahankan posisi berdiri dengan sedikit tenaga otot. Status keseimbangan sagittal telah terbukti menjadi prediktor independen dari banyak aspek tulang belakang, seperti status klinis dan hasil pada subjek dengan skoliosis dewasa, pada pasien yang menjalani operasi untuk deformitas, dan penyakit degeneratif dan spondylolisthesis degeneratif. Studi terbaru menunjukkan pentingnya keselarasan sagittal cervical, karena nyeri leher dan cacat fungsional dapat disebabkan oleh hilangnya lordosis cervical, selain trauma, tumor, degenerasi diskus, peradangan jaringan lunak. (Buel TJ,2018; Xing R,2018)

Pasien dengan ketidakseimbangan cervical sagittal lebih mungkin untuk mengembangkan nyeri leher. Mengingat ketidakseimbangan cervical sagittal merupakan salah satu alasan utama degenerasi diskus servikal dan gangguan terkait. Ketidaksejajaran tersebut memperburuk beban pada diskus intervertebralis dan sendi posterior, yang mempercepat perkembangan penyakit degeneratif tulang belakang. (Li J,2020)

Selain itu, malalignment juga dapat menyebabkan perubahan patologis dalam kinematika dan mempercepat degenerasi unit gerak fungsional. Perhatian lebih telah diberikan untuk perubahan Modic (MC) dalam beberapa tahun terakhir, yang merupakan perubahan degeneratif yang umum dan cepat diamati dalam pencitraan resonansi magnetik (MRI) di tulang belakang degeneratif diringkas oleh Modic et al. pada tahun 1988. Perubahan modic biasanya diamati sebagai sinyal tulang abnormal di bawah endplate vertebral dan dapat dibagi menjadi 3 jenis: Modic type 1 change (MC1) mengacu pada jaringan edema dan granulasi di area endplate dengan sinyal T1 rendah dan T2 tinggi, MC2 mengacu untuk jaringan adiposa di daerah endplate dengan sinyal T1 dan T2 tinggi, dan MC3 mengacu pada tulang sklerosis di daerah endplate dengan sinyal T1 dan T2 rendah. Modic dari tulang belakang leher biasanya diamati; karena tulang belakang leher adalah daerah yang paling bergerak dari tulang belakang dan menahan beban aksial kepala, beban lempeng ujung yang berlebihan dapat mempercepat degenerasi tulang belakang. Degenerasi Modic servikal dapat menyebabkan morbiditas servikal, seperti nyeri leher, gangguan gerak, dan defisit neurologis, dan dengan demikian memerlukan peningkatan perhatian penelitian. (Ma Z,2017)

Hubungan antara terjadinya modic dan keseimbangan sagittal adalah penting karena keselarasan tulang belakang pada bidang sagittal telah terbukti mempercepat degenerasi segmen dan juga dapat menyebabkan modic. Seperti pada penelitian Jian-Wu P (2018), yang meneliti tentang hubungan antara perubahan modic dan parameter keseimbangan cervical pada tulang belakang cervical, membuktikan bahwa terdapat hubungan antara nilai parameter sagittal cervical terhadap perubahan modic. Penelitian ini menunjukkan bahwa Cobb C2-C7 (kurang dari  $8,5^\circ$ ) merupakan faktor risiko potensial untuk perkembangan modic. (Jian,Wu P,2018)

Pada penelitian Ma Z (2017), disimpulkan terdapat perbedaan antara cervical sagittal parameter dan modic, namun perbedaan tersebut tidak signifikan berdasarkan statistic. T1 *slope* pada kelompok dengan perubahan modic secara signifikan lebih tinggi daripada pada kelompok modic(-). Modic paling sering pada tingkat C5-6 diikuti oleh C4-5 dan bahwa prevalensi modic pada pasien dengan T1 yang lebih tinggi lebih besar daripada mereka dengan T1 yang lebih rendah. Temuan ini menyiratkan korelasi antara modic dan T1 yang lebih tinggi. Namun, tidak ada perbedaan yang signifikan secara statistik antara parameter dan modic yang diamati.(Ma Z,2017)

Sepengetahuan kami, penelitian yang mengevaluasi korelasi antara perubahan modic dan keselarasan sagital di tulang belakang leher masih terbatas. Oleh karena itu, kami melakukan penelitian ini.

## B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas dapat dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut : **“Bagaimana hubungan cervical sagittal parameters dan perubahan modic menggunakan MRI dengan derajat nyeri leher berdasarkan Neck Pain Task Force (NPTF) ?”**

## C. Tujuan Penelitian

### 1. Tujuan Umum :

Mengetahui hubungan cervical sagittal parameters dan perubahan modic menggunakan MRI dengan derajat nyeri leher berdasarkan Neck Pain Task Force (NPTF)

### 2. Tujuan Khusus :

1. Menilai derajat nyeri leher pada pasien berdasarkan Neck Pain Task Force (NPTF)
2. Mengukur cervical sagittal parameters menggunakan MRI pada pasien dengan nyeri leher
3. Mengklasifikasikan perubahan modic menggunakan MRI pada pasien dengan nyeri leher
4. Menganalisa hubungan derajat nyeri leher dengan perubahan cervical sagittal parameters menggunakan MRI pada pasien dengan nyeri leher

5. Menganalisa hubungan derajat nyeri leher dengan perubahan modic menggunakan MRI pada pasien dengan nyeri leher
6. Menganalisa hubungan antara derajat nyeri leher dengan perubahan cervical sagittal parameters dan perubahan modic menggunakan MRI pada pasien dengan nyeri leher

#### **D. Hipotesis Penelitian**

Terdapat hubungan antara cervical sagittal parameters dan perubahan modic menggunakan MRI dengan derajat nyeri leher berdasarkan Neck Pain Task Force (NPTF)

#### **E. Manfaat Penelitian :**

##### **A. Manfaat Teoritis**

Memberikan informasi ilmiah, menambah wawasan dan pengetahuan mengenai hubungan cervical sagittal parameters dan perubahan modic dengan klasifikasi nyeri leher menurut Neck Pain Task Force.

##### **B. Manfaat Metodologis**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dan menjadi acuan serta dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya.

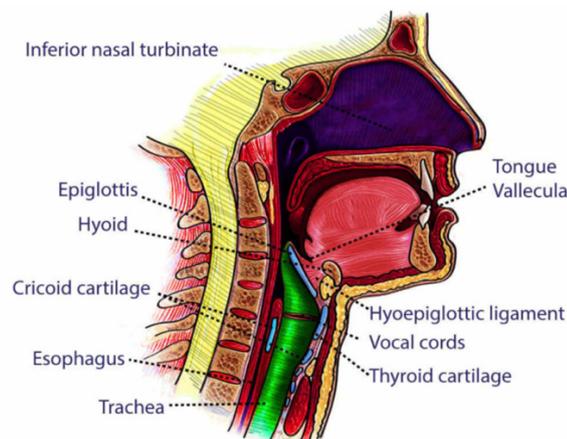
##### **C. Manfaat Aplikatif**

1. Membantu klinisi dalam pemilihan terapi pada pasien nyeri leher berdasarkan cervical sagittal parameters dan perubahan modic.
2. Penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan dengan mengukur parameter cervical sagittal dan menilai perubahan modic dalam membaca MRI Cervical pasien dengan klinis nyeri leher.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### A. Leher dan Vertebra Cervicalis

Leher adalah jembatan antara kepala dan bagian tubuh lainnya. Leher terletak di antara mandibula dan klavikula, menghubungkan kepala langsung ke batang tubuh, dan berisi banyak struktur vital. Leher memiliki fungsi untuk mendukung dan memposisikan kepala. Leher memungkinkan seseorang untuk memposisikan sistem sensorik di kepala relatif terhadap isyarat lingkungan tanpa menggerakkan seluruh tubuh. Leher berisi beberapa anatomi tubuh yang paling kompleks dan rumit dan terdiri dari banyak organ dan jaringan dengan struktur dan fungsi penting untuk fisiologi normal. Struktur yang terdapat di dalam leher bertanggung jawab untuk bernafas, berbicara, menelan, mengatur metabolisme, mendukung dan menghubungkan otak dan tulang belakang leher, dan aliran masuk dan keluar peredaran darah dan limfatik dari kepala. (Roesch ZK,2020; Drake RL,2018)



**Gambar 1.** Anatomi Leher (Roesch ZK,2020)

#### 1. Struktur dan Fungsi

Leher terpisah menjadi dua segitiga yaitu bagian anterior dan posterior, dengan ini dibagi menjadi segitiga tambahan dan area anatomis. Segitiga anterior dikelilingi inferior oleh takik sternum dan klavikula, lateral oleh sternokleidomastoid, dan medial oleh trakea, tiroid, dan kartilago krikoid. Segitiga posterior dibatasi di posterior oleh otot trapezius, di anterior oleh otot sternokleidomastoid, dan di inferior oleh klavikula. (Roesch ZK,2020)

### A) Segitiga Anterior

Segitiga anterior dibagi menjadi empat segmen yang lebih kecil yaitu segitiga submental, submandibular, karotis, dan otot.

- 1) Segitiga submental, juga disebut segitiga suprahyoid, berisi otot mylohyoid sebagai dasarnya. Di bagian inferior, batasnya adalah tulang hyoid. Secara medial, batasnya adalah garis tengah leher. Di posterior, batasnya adalah belly anterior digastrik.
- 2) Segitiga submandibular, atau segitiga submaksila, dibatasi secara superior oleh mandibula. Bagian lain dari segitiga adalah belly anterior dan posterior otot digastrik.
- 3) Segitiga karotis, atau segitiga karotis superior, dibatasi di posterior oleh otot sternokleidomastoid, di anterior oleh otot omohyoid, dan di superior oleh otot stylohyoid dan belly posterior m. digastricus. Otot thyrohyoid, hyoglossus, konstriktor faring tengah, dan konstriktor faring inferior membentuk dasar segitiga karotis.
- 4) Segitiga otot, atau segitiga karotis inferior, dibatasi medial oleh garis tengah leher, superior oleh belly superior omohyoid, dan posterior oleh sternokleidomastoid.

### B) Segitiga Posterior

Segitiga posterior dibagi menjadi segitiga oksipital dan segitiga subklavia oleh inferior otot omohyoid. Leher juga memiliki beberapa lapisan fascia, tetapi dua divisi utama adalah fascia superfisial dan dalam. Fascia servikal superfisial memanjang dari kepala ke thorax dan aksila. Di leher, berisi kelenjar getah bening superfisial, nervus kutaneus, vena jugularis eksternal dan anterior, dan otot platysma. Ini diatur secara longgar untuk memungkinkan gerakan leher. Fascia servikal profunda terbagi menjadi lapisan superfisial fascia servikal profunda, lapisan tengah fascia servikal profunda, dan lapisan profunda fascia servikal profunda. (Shadfar S, 2014)

- 1) Lapisan superfisial fascia serviks dalam, atau lapisan investasi, terletak di antara otot-otot leher dan fascia serviks superfisial, mengelilingi otot sternokleidomastoid dan trapezius. Ini menempel inferior ke skapula, klavikula, dan manubrium. Superior, melekat pada mandibula, proses mastoid, garis nuchal superior, dan tonjolan oksipital eksternal.

- 2) Lapisan tengah fascia servikal profunda, atau lapisan pretrakeal, berjalan dari mediastinum secara inferior ke dasar tengkorak secara superior. Ini memiliki divisi otot dan visceral. Bagian otot meliputi otot strap, sternohyoid, sternothyroid, omohyoid, dan otot thyrohyoid. Divisi visceral membungkus laring, faring, kerongkongan, tiroid, kelenjar paratiroid, trakea, dan saraf laring berulang.
- 3) Lapisan dalam fascia serviks dalam, atau lapisan prevertebral, berjalan dari dasar tengkorak ke mediastinum. Dua divisinya adalah lapisan alar dan prevertebral. Lapisan-lapisan ini mengelilingi otot-otot dalam leher dan vertebra serviks, membentuk bagian dari ruang retrofaring.

Terdapat beberapa struktur penting pada vertebra cervicalis. Pertama, sebuah tonjolan yang disebut prosesus uncinata ditemui (yang berbatasan dengan diskus intervertebralis C3-4 dan corpus vertebra C3, membentuk sendi uncinata dan terdiri dari dinding anterior foramen intervertebralis untuk nervus spinalis C4 yang keluar). Kedua, prosesus uncinata diikuti oleh lekukan (yang membentuk dinding inferior foramen intervertebralis). Ketiga, ada tonjolan lain, yang disebut faset artikular (yang menghubungkan, melalui sendi sinovial sejati, ke vertebra C3 untuk membentuk sendi zygapophyseal dan dinding posterior foramen intervertebralis). Oleh karena itu, (1) dinding anteromedial foramen intervertebralis adalah sendi uncovertebral, yang bukan merupakan sendi sinovial sejati dan sering menjadi tempat pertumbuhan tulang yang berlebihan, dan (2) dinding posterolateral foramen intervertebralis terdiri dari sendi zygapophyseal, yang merupakan sendi sinovial sejati dan memberikan stabilitas pada tulang belakang. (Evans G, 2014)

## 2. Otot

### A) Segitiga Anterior

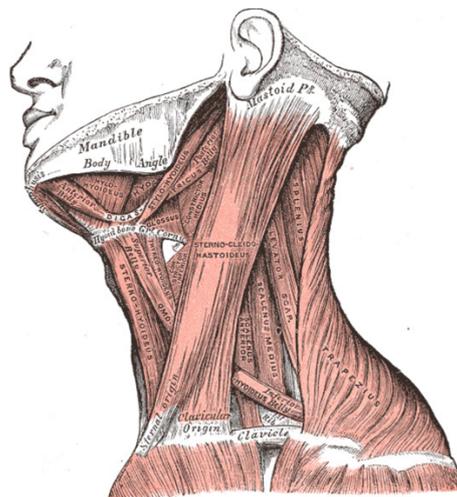
Otot infrahyoid, atau strap, dipasangkan pasangan otot bilateral yang menempati area antara tulang dada dan tulang hyoid. Persarafan

masing-masing otot strap berasal dari ansa cervicalis. Sternotiroid dan tirohyoid adalah otot yang relatif lebih pendek dan lebih dalam dari otot omohyoid dan sternohyoid yang lebih panjang. Sternotiroid berasal dari manubrium tepat di lateral garis tengah dan berinsersi pada garis miring kartilago tiroid. Fungsinya untuk menekan kartilago tiroid. Tirohyoid adalah lanjutan superior dari sternotiroid. Berasal dari garis miring kartilago tiroid dan berinsersi pada kornu mayor dan corpus os hyoidea. Ketika tulang hyoid diperbaiki, itu mengangkat tulang rawan tiroid. Ketika kartilago tiroid difiksasi, itu menekan hyoid. Sternohyoid juga hanya lateral dari garis tengah dan dangkal untuk kedua sternotiroid dan tirohyoid. Ini berasal dari sendi sternoklavikularis dan manubrium tetangga dan menyisipkan pada tubuh tulang hyoid. Ini menekan tulang hyoid selama menelan. Otot omohyoid terletak di lateral sternohyoid dan juga superfisial dari sternothyroid dan thyrohyoid. Ini memiliki dua belly yang disatukan oleh tendon perantara. Lambung superior memisahkan segitiga otot dan segitiga karotis. Ini berasal dari tendon intermediet posterior ke sternokleidomastoid dan menyisipkan pada tubuh tulang hyoid lateral sternohyoid. Belly posterior omohyoid tidak terdapat di dalam segitiga anterior, tetapi melewati segitiga posterior leher dan melekat pada aspek superior skapula. Omohyoid menekan tulang hyoid. Otot tambahan yang berhubungan dengan segitiga anterior leher termasuk digastrik, stylohyoid, dan mylohyoid. Otot digastrik memiliki perut anterior dan posterior bergabung dengan tendon umum yang menempel pada tubuh tulang hyoid. Belly anterior berasal dari fossa digastrika pada permukaan internal korpus mandibula dan dipersarafi oleh divisi mandibula nervus trigeminal. Belly posterior berasal dari permukaan medial prosesus mastoideus dan dipersarafi oleh nervus fasialis. Otot digastrik berfungsi untuk mengangkat tulang hyoid dan menekan mandibula. Stylohyoid mengikuti jalur yang mirip dengan perut posterior digastrik, dan bersama-sama otot-otot ini membagi karotis dari segitiga submandibular. Stylohyoid berasal dari processus styloideus di dasar tengkorak dan berinsersi pada corpus hyoid dan tendon digastricus. Stylohyoid menerima persarafannya oleh saraf wajah dan menarik tulang hyoid selama menelan.

Mylohyoid merupakan permukaan dalam dari segitiga submandibular dan submental dan membentuk dasar rongga mulut. Asalnya dari garis mylohyoid permukaan internal tubuh mandibula, dan memasukkan pada tubuh hyoid dan otot mylohyoid kontralateral di garis tengah. Persarafannya berasal dari saraf ke mylohyoid, yang bercabang dari cabang alveolar inferior dari divisi mandibula saraf trigeminal. Mylohyoid mengangkat dan menopang dasar rongga mulut. (Stathakios J,2020)

#### **B) Segitiga Posterior**

Otot sternokleidomastoid dan trapezius berkontribusi pada batas segitiga posterior. Otot-otot yang relatif besar ini terbungkus dalam fascia investasi dan dipersarafi oleh saraf aksesori tulang belakang. Sternokleidomastoid berasal dari manubrium dan ujung medial klavikula, dan berinsersi pada prosesus mastoideus dan garis nuchal superior tulang oksipital. Fungsinya dalam fleksi ipsilateral leher dan rotasi kepala kontralateral. Trapezius berasal secara luas dari garis nuchal superior dan proses spinosus C2 melalui vertebra T2, dan berinsersi pada tulang belakang skapula, proses akromion, dan ujung lateral klavikula. Ini berfungsi dalam berbagai gerakan skapula, termasuk elevasi, rotasi lateral, retraksi, dan depresi.[4] Sementara belly superior otot omohyoid berada di segitiga anterior, belly inferior membagi dua segitiga posterior. Belly inferior berasal dari batas superior skapula dekat takik supraskapular dan berinsersi pada tendon intermediet jauh ke sternokleidomastoid. Ini berbagi persarafan dan tindakan yang sama dengan belly superior, seperti yang dibahas dalam diskusi tentang otot-otot segitiga anterior. (Stathakios J,2020)



Gambar 2. Otot Leher (Roesch ZK,2020)

### 3. Perdarahan dan Limfatik

#### A) Segitiga Anterior

Selubung karotis adalah lapisan tebal fascia yang membungkus bagian superior arteri karotis komunis, bagian proksimal arteri karotis interna dan eksterna, vena jugularis interna, dan nervus vagus. Selubung karotis muncul dari aspek posterior sternokleidomastoid. Ini naik melalui segitiga karotis sebelum isinya masuk jauh ke belly posterior otot digastrik dan terus sepanjang aspek lateral leher. Arteri karotis komunis berjalan anteromedial ke vena jugularis interna di dalam selubung dan bercabang dua antara vertebra serviks ketiga dan keempat, yang sejajar dengan batas superior kartilago tiroid. Arteri karotis interna tidak bercabang di leher dan naik ke posterior ke arteri karotis eksterna untuk memasuki rongga tengkorak. Arteri karotis eksterna bercabang langsung mengikuti bifurkasi dan menyediakan suplai darah ke sebagian besar struktur kepala dan leher. (Chengazi HU,2019)

Ada delapan cabang arteri karotis eksterna, meskipun hanya empat yang paling proksimal yang berada dalam batas-batas segitiga anterior. Arteri tiroid superior keluar dari aspek anterior arteri karotis dan turun untuk mensuplai kutub superior kelenjar tiroid, otot tirohyoid dan krikotiroid, dan laring internal melalui arteri laring superior. Arteri faring ascendens muncul dari aspek posterior karotis

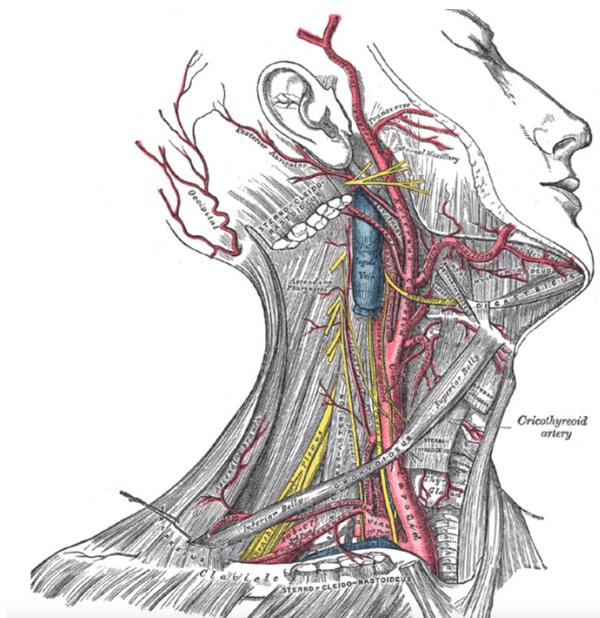
eksterna, tepat di atas arteri tiroid superior. Arteri ini menyelam dalam untuk menembus fascia pretrakeal dan mempersarafi otot-otot konstriktor faring. Arteri lingual berasal dari permukaan anterior karotis eksterna dan segera berjalan jauh ke otot mylohyoid untuk memasok otot-otot lidah dan kelenjar ludah sublingual. Arteri fasialis juga bercabang dari permukaan anterior karotis eksterna tepat di atas arteri lingual. Kemudian melewati jauh ke belly posterior otot digastrik dan stylohyoid dan melanjutkan perjalanannya yang berliku-liku dangkal ke otot mylohyoid sebelum mengaitkan tepi inferior mandibula tepat di anterior otot masseter. Arteri wajah memasok kelenjar ludah submandibular, langit-langit lunak, dan banyak lagi struktur wajah melalui banyak cabangnya. (Padur AA, 2019)

Segitiga anterior adalah rumah bagi kelenjar getah bening, termasuk cekungan nodus submandibular dan submental. Nodus submandibular ada jauh ke kelenjar submandibular di dalam segitiga submandibular. Mereka mengeringkan rongga mulut dan beberapa struktur jaringan lunak wajah bagian bawah. Kelenjar getah bening submental terletak di dalam segitiga submental dan mengalirkan bibir bawah, dasar mulut, dan puncak lidah. Kedua kelompok kelenjar getah bening ini secara klinis penting dalam infeksi ruang leher dalam dan juga kanker kepala dan leher. (Eguchi K,2020)

## **B) Segitiga Posterior**

Struktur vaskular yang paling menonjol dari segitiga posterior adalah arteri subklavia. Arteri ini ditemukan di segitiga subklavia dan menjadi terbungkus dalam fascia prevertebral saat melintasi jauh ke otot skalenus anterior. Tepat di medial skalene anterior, arteri subklavia mengeluarkan trunkus tiroservikal, yang selanjutnya bercabang menjadi arteri supraskapular, serviks transversal, serviks ascendens, dan arteri tiroid inferior. Arteri servikal suprascapular dan transversal berjalan secara lateral di atas permukaan anterior skalene anterior dan masing-masing mempersarafi otot skapula dan trapezius. Arteri serviks ascendens naik di dalam fascia prevertebral untuk memasok otot-otot leher yang dalam. Arteri tiroid inferior berlanjut secara superomedial ke lobus inferior tiroid, akhirnya beranastomosis dengan arteri tiroid superior. (Weiglein AH,2005)

Ada banyak kelenjar getah bening yang terkait dengan segitiga posterior yang mengalirkan struktur lokal dan memindahkan cairan limfatik di sepanjang rantai. Nodus aurikularis posterior dan oksipital terletak di dekat puncak segitiga, pada permukaan superfisial tendon sternokleidomastoid dan trapezius. Nodus servikal superfisial ada pada aspek anterior sternokleidomastoid, sedangkan nodus servikal profunda berada di permukaan dalam sternokleidomastoid. Nodus servikal posterior menyertai vena jugularis saat menembus fascia investasi dan memasuki segitiga posterior. Kelenjar getah bening supraklavikula berada di permukaan superior sepertiga tengah klavikula. (Eguchi K,2020)



Gambar 3. Pembuluh Darah pada Leher. (Roesch ZK,2020)

#### 4. Persyarafan

Banyak saraf penting di wilayah ini mempersarafi struktur lokal dan struktur lain di kepala dan leher. Area ini menampung bagian dari saraf kranial utama. Misalnya, cabang nervus glosfaringeal (CN IX) dan nervus vagus (CV X) mempersarafi korpus karotis dan sinus karotis, keduanya merupakan struktur kunci dalam homeostasis. Ini terlibat dalam pengaturan tekanan darah dan mengukur kadar oksigen darah, masing-masing.

Selain itu, saraf vagus berjalan di antara arteri karotis dan vena jugularis interna di selubung karotis. Cabang-cabang faringnya memasok input motorik ke otot-otot internal faring. Salah satu cabang utamanya, saraf laring superior bercabang menjadi saraf laring internal dan eksternal, yang masing-masing memasok sensasi ke laring superior pita suara dan persarafan ke otot krikotiroid.

Saraf kranial penting lainnya, saraf hipoglossal (CN XII), dapat ditemukan di daerah ini yang turun ke posterior arteri karotis interna saat melintasi ke dalam segitiga karotis pada permukaan lateral arteri karotis bercabang dua. Ini akan berjalan jauh ke dalam segitiga submandibular untuk menginervasi otot-otot intrinsik lidah.

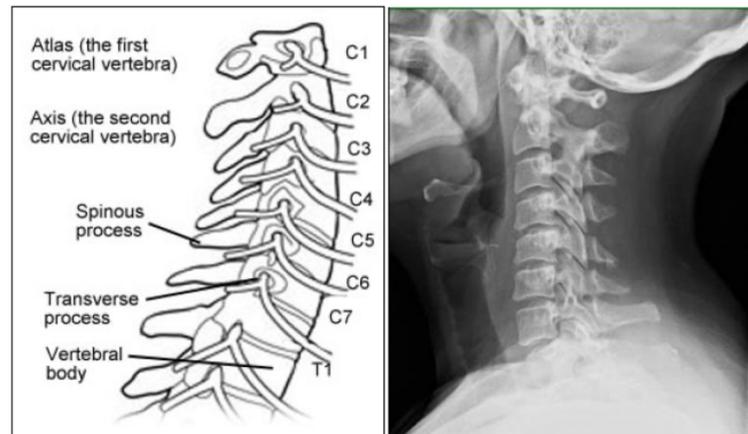
Sebuah loop utama saraf di segitiga anterior adalah bagian dari ansa cervicalis di pleksus cervicalis. Akar superior dari ramus anterior berjalan dengan CN XII dan turun ke permukaan anterior selubung karotis. Saraf untuk tirohyoid adalah cabang dari akar superior yang berjalan dengan hypoglossal untuk menginervasi otot ini. Akar inferior berasal dari rami anterior saraf tulang belakang C2-C3 dan turun. Kedua loop ini kemudian bergabung di sekitar vertebra C5 dan mengeluarkan cabang untuk mempersarafi otot omohyoid, sternohyoid, dan sternothyroid. (Shah A, 2020)

## **5. Vertebrae Cervical**

Pada bagian leher, terdapat bagian tulang belakang yang terdiri dari tujuh vertebra (C1-C7) dan enam diskus intervertebralis dan memanjang dari dasar tengkorak ke bagian atas batang tubuh. Fungsi utama tulang belakang leher yaitu untuk mendukung dan bantalan beban ke kepala atau leher sambil memungkinkan untuk rotasi dan melindungi sumsum tulang belakang yang memanjang dari otak. Dari ketujuh vertebra tersebut, atlas (C1) dan axis (C2) termasuk yang paling penting untuk rotasi dan pergerakan kepala. Atlas adalah satu-satunya vertebra cervicalis yang tidak mengandung tubuh vertebral, tetapi memiliki struktur yang lebih seperti cincin untuk menopang tengkorak di tulang oksipital, yang menciptakan sendi atlanto-oksipital. Sendi ini secara khusus membentuk sekitar 50% dari proses rentang fleksi dan ekstensi kepala. Vertebra C3-7 yang tersisa terhubung secara superior dan inferior ke

diskus intervertebralis, dan berartikulasi dengan vertebra yang berdekatan melalui 2 sendi penting:

- Sendi uncovertebral (juga disebut sendi Luschka)
- Sendi zygapophyseal (juga disebut sendi z atau sendi facet) (Evans G,2014; Frost BA,2019)



**Gambar 4.** Anatomi Cervical (Windsor RE,2013)

Tulang belakang leher terdiri dari enam cakram intervertebralis (C2/C3-C7/T1), dengan tidak adanya diskus antara atlas (C1) dan sumbu (C2). Diskus ini lebih kecil di area penampang daripada diskus lain di tulang belakang, karena peran bantalan beban tulang belakang leher jauh lebih sedikit daripada di bagian lain, oleh karena itu mengurangi kebutuhan untuk distribusi beban. Rata-rata luas penampang dan ketebalan yang diambil dari 70 cakram cervical berkisar antara 190–440 mm<sup>2</sup> dan 3,5 hingga 4,5 mm, masing-masing, ditunjukkan pada Tabel 1

**Tabel 1.** Dimensi Rata-Rata Diskus Intervertebral pada cervical. (Frost BA,2019)

Cervical IVD Dimensions	C2/C3	C3/C4	C4/C5	C5/C6	C6/C7	C7/T1
Area (mm <sup>2</sup> )	190 ± 10	280 ± 40	240 ± 20	300 ± 30	460 ± 5	440 ± 5
Thickness (mm)	3.51 ± 0.71	3.74 ± 0.36	4.07 ± 0.36	4.45 ± 0.21	4.11 ± 0.28	4.50 ± 0.53

Pada orang dewasa, fleksi dan ekstensi maksimum tulang belakang leher terjadi di sekitar cakram C5/C6, oleh karena itu ketebalannya mewakili dan rata-rata akan lebih tebal daripada yang lain. Diskus cervicalis juga menunjukkan ketebalan maksimum di bagian anterior dan tinggi minimum di bagian posterior, memberikan kelengkungan cembung alami. Karena mobilitas tulang belakang leher, diskus ini memiliki risiko kerusakan yang

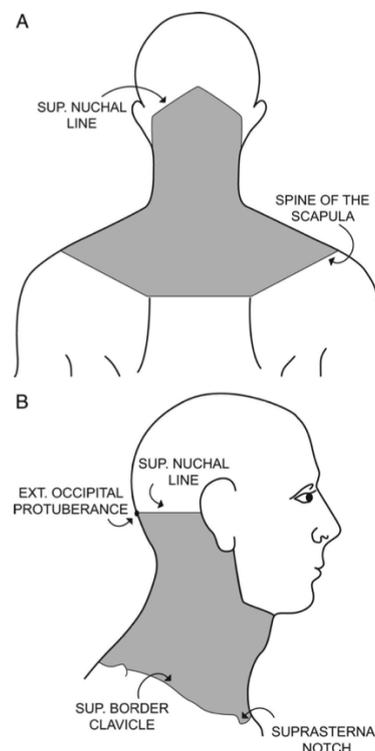
jauh lebih tinggi dari tekukan dan torsi, menjadikannya bagian tulang belakang paling umum kedua untuk cedera diskus. (Frost BA,2019)

## B. Nyeri Leher

### 1. Definisi

Nyeri leher merupakan nyeri pada wilayah anatomi leher (Gambar 4) dengan atau tanpa radiasi ke kepala, batang tubuh, dan ekstremitas atas dan dirasakan minimal satu hari atau lebih. (Guzman J,2008; Hurwitz EL,2018)

Nyeri leher digambarkan sebagai “perasaan sensorik dan emosional yang tidak menyenangkan terkait dengan kerusakan jaringan aktual atau potensial” di daerah leher, yang dimulai pada garis nuchal superior dan berlanjut ke tingkat tulang belakang skapula. Nyeri leher termasuk *whiplash-associated disorder*, sakit kepala cervicogenic, dan sindrom radikular serviks. (Bier JD,2018)



**Gambar 5.** Wilayah Anatomi Leher

### 2. Epidemiologi

Nyeri leher memiliki prevalensi yang tinggi di negara maju. Satu tinjauan sistematis memperkirakan titik rata-rata, tahunan, dan tingkat

prevalensi seumur hidup masing-masing 7,6% (kisaran 5,9-22,2%), 37,2% (kisaran 16,7-75,1%), dan 48,5% (kisaran 14,2-71%). Menurut Studi *Global Burden of Disease 2010*, nyeri leher adalah penyebab kecacatan paling umum keempat di Amerika Serikat, setelah nyeri punggung, depresi, dan gangguan muskuloskeletal lainnya. Wanita lebih mungkin mengalami nyeri leher, dengan prevalensi puncak terjadi di usia paruh baya. (Cohen SP,2017)

Populasi orang dewasa (usia 15-74 tahun) menunjukkan prevalensi titik mulai dari 5,9% hingga 38,7%. Prevalensi nyeri leher 1 tahun pada populasi lansia berkisar antara 8,8% dan 11,6%. Wanita melaporkan leher nyeri lebih sering daripada laki-laki. (Popescu A,2019)

Pekerja kantor dan komputer memiliki insiden tertinggi gangguan leher dengan insiden tahunan nyeri leher adalah sebesar 57% dari pekerja kantor tanpa gejala di AS, 36% dari pekerja administrasi kota Swedia dan 34% dari karyawan kota Finlandia. Selain itu, insiden nyeri leher pada petugas kesehatan dan operator transit juga tinggi. (Hoy DG,2010)

Satu studi melaporkan bahwa 30% pasien dengan nyeri leher akan mengembangkan gejala kronis, dengan nyeri leher yang lebih besar mengalami episode nyeri leher. Selain itu, nyeri leher baru-baru ini akan melaporkan masalah persisten selama setidaknya 12 bulan. Lima persen dari populasi orang dewasa dengan nyeri leher, tidak dapat melakukan aktivitas oleh karena rasa sakit yang dialaminya. Dalam survei pekerja dengan cedera pada leher dan ekstremitas atas, Pransky et al melaporkan bahwa kekambuhan dalam waktu 1 tahun. Beban ekonomi akibat gangguan leher tinggi, dan termasuk biaya pengobatan, kehilangan upah, dan pengeluaran kompensasi. Nyeri leher adalah yang kedua setelah nyeri punggung bawah dalam kompensasi pekerja tahunan. (Childs JD,2011)

Nyeri leher diklasifikasikan berbagai macam. Salah satunya adalah dengan menilai adanya nyeri neuropatik atau tidak. Satu-satunya penelitian yang dilakukan di daerah servikal menemukan bahwa 43% dari 100 pasien tidak memiliki nyeri neuropatik, 7% memiliki nyeri neuropatik yang dominan, dan 50% memiliki nyeri campuran (Cohen SP,2017)

### 3. Etiologi dan Faktor Risiko

Penyebab nyeri leher sangat bervariasi. Namun penyebab utamanya adalah ergonomi yang tidak memadai di tempat kerja, duduk dan mempertahankan postur leher dalam posisi nonfisiologis untuk jangka waktu yang lama. (Popescu A,2019)

Beberapa faktor risiko predisposisi terjadinya nyeri leher, yaitu termasuk psikopatologi, genetika, masalah tidur, merokok, obesitas, gaya hidup menetap, nyeri leher sebelumnya, trauma, nyeri punggung, dan kesehatan umum yang buruk. Olahraga dan cedera kerja juga telah terjadi. terkait dengan nyeri leher, dengan insiden tertinggi tercatat untuk mengemudi mobil balap, gulat, dan hoki es. Meskipun pekerja kantor dan komputer, pekerja manual, petugas kesehatan, dan pengemudi pekerjaan lebih mungkin mengalami nyeri leher dan bahu dibandingkan yang lain. Kepuasan kerja dan dukungan kerja yang dirasakan buruk adalah faktor utama terkait pekerjaan yang terkait dengan nyeri leher (Cohen SP,2017) Nyeri leher juga dapat disebabkan oleh kondisi medis yang tidak biasa dan sistemik. Berikut ini dapat menyebabkan nyeri leher: (Cohen SP,2017)

#### a) **Neoplastik**

- Tumor metastasis
- Multiple myeloma
- Tumor medulla spinalis
- Chordoma

#### b) **Inflamasi**

- Rheumatoid arthritis
- Spondiloartropati seronegatif

#### c) **Infeksi**

- Osteomielitis
- Abses epidural
- Diskitis
- Herpes zoster
- meningitis

#### d) **Vaskular**

- Malformasi atau fistula arteriovenosus

#### e) **Endokrinologi**

- *Paget's Disease*

- Fraktur osteoporotic

f) **Neurologi**

- Neuropati perifer
- Sclerosis amiotropik lateral
- Myelitis transvers
- Guillain-Barre syndrome
- Lesi pleksus brakial

**4. Patofisiologi**

Patofisiologi untuk sebagian besar kondisi nyeri leher tidak diklarifikasi. Patologi ini termasuk whiplash, postur tubuh yang buruk, dan cedera olahraga kecepatan tinggi yaitu gegar otak. Nyeri leher dikaitkan dengan perubahan koordinasi otot-otot leher dan gangguan proprioepsi di leher dan bahu. Bukti menunjukkan bahwa fenomena ini disebabkan oleh rasa sakit, tetapi juga dapat memperburuk kondisi. Untuk nyeri leher dengan onset pasca trauma, cedera jaringan lunak dapat mengganggu informasi dari mekanoreseptor di jaringan yang cedera, yang dapat menyebabkan disfungsi sensorik dan motorik. (IASP,2009)

Fungsi sensorik dan motorik penting dalam mempertahankan kontrol postural yang memungkinkan leher untuk melakukan gerakan yang diperlukan seperti mengemudikan kendaraan bermotor dan untuk melindungi dari potensi bahaya olahraga seperti *tackling* dalam sepak bola atau heading dalam sepak bola. Struktur yang terlibat dalam fungsi sensorik dan motorik yang sesuai yaitu spindel otot, reseptor artikular, otot, jalur motorik eferen, jalur sensorik aferen, jaringan ikat dan artikulasi tulang yang bekerja secara sinergis untuk menopang kepala.(Cheever KM,2015)

Rasa posisi kepala dikendalikan sebagian oleh kendala pasif seperti ligamen, tendon dan jaringan ikat dan arsitektur masing-masing vertebra servikal individu, dan kedua oleh umpan balik aferen dari spindle otot di otot servikal yang mengirim pesan ke korteks sensorik dan korteks motorik masing-masing melalui otak kecil dan thalamus. Kerusakan pada otot servikal telah dilaporkan mengganggu komunikasi antara spindel otot di otot serviks dan korteks somatosensori di otak yang menyebabkan

penurunan fungsi leher. Gangguan akibat nyeri leher telah dilaporkan mempengaruhi kekuatan otot leher, ukuran dan ketebalan otot leher, rentang gerak, kesalahan reposisi leher (NRE), dan ketajaman taktil (TA) dari dermatom servikal. (Cheever KM,2015)

Selain disfungsi sensorik, disfungsi motorik seperti yang diidentifikasi oleh defisit kekuatan leher isometrik dan rentang gerak aktif telah dilaporkan pada penderita nyeri leher kronis. Namun, peran gangguan sensorik berkontribusi terhadap disfungsi motorik servikal kurang dipahami karena penelitian sebelumnya biasanya berfokus pada evaluasi satu aspek fungsi servikal yaitu penurunan kekuatan atau peningkatan kesalahan posisi. Laporan terbaru mengidentifikasi gangguan keseimbangan dan gangguan okulomotor dalam hubungannya dengan kesalahan reposisi leher pada pasien yang menderita nyeri leher kronis telah menyoroti pentingnya memahami patofisiologi lengkap nyeri leher dan implikasinya. (Cheever KM,2015)

Peningkatan NRE telah dilaporkan pada pasien yang menderita nyeri leher dan merupakan indikasi perbedaan antara posisi kepala individu yang "dirasakan" dan posisi kepala yang sebenarnya sehingga menurunkan kemampuan untuk memposisikan kepala secara tepat pada posisi yang diinginkan. Demikian pula penurunan sensasi telah dilaporkan pada pasien yang menderita gangguan terkait nyeri kompleks dan merupakan indikasi penurunan fungsi sensorimotor. Peran utama NRE adalah untuk menilai input aferen dari spindel otot di otot servikal dengan mengukur kemampuan kepala untuk kembali ke postur istirahat normal setelah gerakan, sehingga memberikan metode kepada dokter untuk mengukur proprioseptif di leher. NRE telah dilaporkan lebih tinggi pada pasien yang menderita gejala terkait nyeri sebagai akibat dari gangguan jalur sensorik naik ke reseptor dan ke korteks sensorik dan motoric. Aktivitas mekanoreseptor yang tepat di leher dan area sekitarnya sangat penting untuk merasakan sentuhan dan berkontribusi pada fungsi leher.(Cheever KM,2015;Peng B,2021)

Ada juga bukti untuk metabolisme oksidatif yang terganggu dan peningkatan kadar zat penyebab nyeri di otot leher, menunjukkan bahwa gangguan sirkulasi atau metabolisme otot lokal dapat menjadi bagian dari patofisiologi. (IASP,2009)

## 5. Klasifikasi Nyeri Leher

Nyeri leher dapat diklasifikasikan dalam beberapa cara. Berdasarkan mekanismenya, nyeri leher diklasifikasikan menjadi tiga yaitu nyeri leher mekanik (atau idiopatik atau non-spesifik), nyeri leher traumatik (misalnya, gangguan terkait whiplash, cedera olahraga, jatuh, trauma tumpul pada kepala atau leher), dan kelainan degeneratif (spondylosis) yang dapat berkisar dari penyempitan diskus minor hingga stenosis didapat. Nyeri leher mekanis adalah nyeri yang tidak timbul dari insiden trauma, proses penyakit inflamasi atau patologi intrinsic atau ekstrinsik lainnya yang dapat diidentifikasi. Nyeri leher mekanis ini dapat memiliki komponen mekanis (diskus intervertebralis servikal, sendi zygapophyseal servikal, sendi facet, ligamen, dan sendi atlantoaksial). (Jull G, 2019)

Berdasarkan durasi gejala, nyeri kepala dapat mengklasifikasikan nyeri leher sebagai akut kurang dari 6 minggu, subakut pada 3 bulan atau kurang, atau kronis lebih dari 6 bulan. (Popescu A, 2019)

Dapat juga diklasifikasikan menjadi terkait atau tidak terkait dengan sakit kepala oksipital. Nyeri kepala mungkin dapat memiliki komponen mekanik atau komponen neuropatik (radikulopati sekunder akibat kompresi atau iritasi saraf tulang belakang akibat herniasi diskus, stenosis foraminal, atau stenosis tulang belakang sentral), atau kombinasi keduanya. Namun, klasifikasi yang paling relevan adalah dengan membedakan antara nyeri leher neuropatik, yang ditandai dengan adanya cedera saraf yang dapat diidentifikasi sebagai penyebab gejala, atau nyeri leher non-neuropatik. Karena perbedaan ini mempengaruhi penilaian diagnostik dan pengobatan di semua tingkat perawatan. (Cohen SP, 2017; Popescu A, 2019)

## 6. Derajat Nyeri Leher

Nyeri leher telah dibagi menjadi 4 tingkatan oleh *Neck Pain Task Force* (NPTF)/Quebec Task Force (**Tabel 2**). (Bier JD, 2018)

**Tabel 2.** Derajat Nyeri Leher

<b>Derajat</b>	<b>Gejala</b>
<b>1</b>	Nyeri leher dan gangguan terkait tanpa tanda atau gejala yang menunjukkan patologi struktural utama dan tidak ada atau sedikit gangguan pada aktivitas hidup sehari-hari
<b>2</b>	Tidak ada tanda atau gejala patologi struktural utama tetapi gangguan besar pada aktivitas hidup sehari-hari
<b>3</b>	Tidak ada tanda atau gejala patologi struktural utama tetapi adanya tanda neurologis, seperti penurunan refleks tendon dalam, kelemahan, atau defisit sensorik
<b>4</b>	Tanda atau gejala patologi struktural utama; patologi struktural utama termasuk fraktur, dislokasi vertebra, cedera pada sumsum tulang belakang, infeksi, neoplasma, atau penyakit sistemik, termasuk artropati inflamasi

## 7. Diagnosis

Anamnesis menyeluruh dan pemeriksaan fisik diperlukan untuk membedakan nyeri neuropatik dari nyeri leher mekanis karena keputusan pengobatan didasarkan pada perbedaan ini. Gangguan medis dan sistemik dapat menyebabkan nyeri leher dan sebagian besar bersifat muskuloskeletal regional atau neuropatik. (Cohen SP, 2017)

Adapun kriteria diagnosis untuk nyeri leher yaitu seperti dibawah ini:

1. Untuk sebagian besar kondisi nyeri leher, kriteria diagnostik objektif masih kurang. Oleh karena itu, diagnosis didasarkan pada gejala.
2. Pencitraan *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) berguna untuk gangguan spesifik seperti mielopati dan pasien cedera parah, tetapi nilainya terbatas untuk sebagian besar gangguan nyeri leher.
3. Tes provokasi manual berguna untuk menentukan keterlibatan kompresi akar saraf.
4. Untuk nyeri leher yang berhubungan dengan trauma whiplash, sistem klasifikasi telah diusulkan oleh Gugus Tugas Quebec (QTF). Ini

mendefinisikan lima nilai yang sesuai dengan tingkat keparahan gangguan. (IASP,2009)

- a. Derajat 0 : Tidak ada keluhan pada leher. Tidak ada tanda fisik.
- b. Derajat I : Leher hanya mengeluh nyeri, kaku atau nyeri tekan. Tidak ada tanda fisik.
- c. Derajat II: Keluhan leher dan tanda muskuloskeletal. Tanda-tanda muskuloskeletal termasuk penurunan *range of motion* (ROM) dan *point tenderness*
- d. Derajat III: Keluhan leher dan tanda neurologis. Tanda-tanda neurologis termasuk penurunan *range of motion* (ROM) dan *point tenderness*
- e. Derajat IV: Keluhan leher dan fraktur atau dislokasi.

#### a) Manifestasi Klinis

Nyeri leher yang berlangsung minimal satu hari secara terus menerus. Nyeri sendi facet servikal berkorelasi dengan ergonomi yang buruk atau mekanisme cedera fleksi/ekstensi. Tergantung pada tingkat yang terkena, pasien mungkin datang dengan keluhan nyeri oksipital atau temporoparietal (sakit kepala servikogenik) atau nyeri punggung atas dan bahu. (Popescu A,2019)

Keluhan adanya pembengkakan di leher, disertai limfadenopati, adanya penonjolan atau ekstrusi diskus, postur leher yang tidak normal, leher terasa kaku di pagi hari, tremor kepala dengan nyeri leher perlu ditanyakan guna menentukan penyebab nyeri leher. (Vijiaratnam N, 2018)

#### b) Pemeriksaan Fisik

Berikut ini beberapa pemeriksaan yang diperlukan pada individu dengan keluhan nyeri leher:

##### 1) Test Berjalan Tandem

Jika berjalan tandem (berjalan dengan 1 kaki di depan kaki lainnya) adalah normal, ada kemungkinan rendah kompresi medula spinalis atau stenosis tulang belakang yang signifikan secara klinis. Tes ini dapat digunakan sebagai perkembangan ukuran penyakit. Jika tanda L'Hermitte (sensasi seperti listrik di tulang belakang atau lengan dengan fleksi pasif leher) ada, seseorang harus mencurigai

mielopati servikal karena temuan pemeriksaan ini membawa spesifisitas lebih dari 90%.

## 2) **Manuver Spurling**

Tes ini dilakukan dengan cara melakukan fleksi ke lateral dan rotasi ke sisi yang terkena dengan kompresi aksial kepala yang mereproduksi nyeri ekstremitas atas radicular. Jika hasil pemeriksaan ini positif, maka menunjukkan nyeri neuropatik servikal/radikulitis dengan spesifisitas 85% hingga 95% dan sensitivitas 40% hingga 60%.

## 3) **Tanda Hoffmann**

Uji ini dilakukan dengan cara melakukan fleksi-adduksi involunter ibu jari dan jari telunjuk yang ditimbulkan dengan fleksi jari tengah distal phalanx) merupakan indikasi mielopati serviks atau gangguan demielinasi dengan sensitivitas 50% hingga 80% dan spesifisitas 78%.

Pengujian kekuatan ekstremitas atas harus mencakup penilaian pegangan tangan, abduksi jari, ekstensi pergelangan tangan, pronasi dan supinasi tangan, fleksi dan ekstensi pada siku, dan abduksi bahu. Defisit kekuatan mungkin merupakan indikasi kelemahan miotomal. Klonus pergelangan kaki yang berkelanjutan (>3 ketukan klonus dengan tekanan cepat konstan pada telapak kaki depan) signifikan untuk proses neuron motorik atas seperti penyakit demielinasi versus kompresi sumsum tulang belakang versus cedera sumsum tulang belakang. Abduksi bahu, juga dikenal sebagai tanda Bakody (menghilangkan nyeri radikular servikal ipsilateral dengan menempatkan lengan yang terkena di kepala melalui abduksi bahu), menunjukkan radikulitis servikal dengan spesifisitas hingga 90% dengan keandalan sedang. (Popescu A,2019)

Temuan pemeriksaan fisik untuk mengidentifikasi nyeri sendi facet servikal membantu untuk mengurangi kecurigaan kemungkinan penyebab lain dari nyeri leher dan nyeri bahu. Namun belum ada manuver yang dapat mengidentifikasi nyeri sendi facet servikal. (Popescu A,2019).

Pemeriksaan fisik perlu dilakukan secara menyeluruh. Adanya pembengkakan di leher anterior mungkin terjadi keganasan, dan pemeriksaan yang cermat harus menentukan organ yang terkena. Tiroiditis dapat menyebabkan pembengkakan kelenjar tiroid yang cepat dan nyeri kompartemen anterior.

Infeksi saluran pernapasan atas dapat bermanifestasi dengan nyeri kompartemen leher anterior dan menghasilkan limfadenopati yang teraba. Penonjolan atau ekstrusi diskus yang menyebabkan kompresi saraf yang tampak pada pencitraan dapat menyebabkan nyeri hebat akut pada leher atau punggung, dengan nyeri radikuler, dan disertai dengan kelemahan miotomal spesifik dan perubahan sensorik segmental.

Kekakuan pagi hari yang membaik sepanjang hari merupakan indikasi kondisi reumatologis (arthritis reumatoid, ankylosing spondylitis, myositis, difus idiopathic skeletal hyperostosis, polymyalgia rheumatic dan fibromyalgia). Meskipun ketegangan otot lebih sering terjadi, mereka biasanya tidak mempengaruhi ROM dan bersifat disertai dengan sakit kepala servikogenik.

Postur leher yang tidak normal terjadi dengan massa leher atau perubahan tulang (patah tulang akibat osteoporosis, ankylosing spondylitis dan dislokasi sendi) menghasilkan deformitas. (Vijiaratnam N, 2018)

### **c) Pemeriksaan Penunjang**

#### **1) Pemeriksaan Darah**

Pemeriksaan darah jarang berguna dalam evaluasi nyeri leher, kecuali mungkin dalam evaluasi seseorang dengan gejala tanda bahaya yang menunjukkan infeksi, kanker, dan sebagainya.

#### **2) Pemeriksaan Radiologi**

Menurut *The Canadian Cervical Spine Rule* (CCR), pasien dianggap berisiko tinggi jika mereka (1) berusia lebih dari 65 tahun, (2) memiliki cedera yang berbahaya, atau (3) mengalami parestesia pada ekstremitas. Mekanisme cedera yang berbahaya dianggap jatuh dari ketinggian setidaknya satu meter atau lima tangga, beban

aksial ke kepala, tabrakan kendaraan bermotor dengan kecepatan tinggi (>100 km/jam) atau dengan terguling atau ejeksi, tabrakan yang melibatkan kendaraan rekreasi bermotor atau tabrakan sepeda. Mereka yang diklasifikasikan sebagai berisiko tinggi harus menjalani *computed tomography* (CT) atau radiografi servikal. Selanjutnya, faktor-faktor risiko rendah berikut menunjukkan bahwa penilaian rentang gerak servikal (ROM) yang aman dapat dilakukan: jika pasien (1) dapat duduk di unit gawat darurat, (2) memiliki trauma yang ringan, (3) dapat berjalan setiap saat, (4) memiliki onset nyeri leher yang tertunda, atau (5) tidak memiliki nyeri tekan tulang belakang leher bagian tengah. Jika mampu secara aktif memutar kepala 45° di setiap arah, pasien diklasifikasikan sebagai risiko rendah. Pencitraan pada stadium akut tidak diperlukan bagi mereka yang tergolong berisiko rendah. (Blanpied PR, 2021; Wee B, 2008)

## **2A. Radiografi polos**

Radiografi polos pada keadaan non traumatic tidak banyak manfaatnya karena tidak terlihat kelainan pada radiografi polos. Pemeriksaan radiografi polos dipertimbangkan hanya dalam kasus di mana riwayat dan pemeriksaan telah menghasilkan tanda bahaya untuk penyakit serius (dalam hal ini kebutuhan untuk pencitraan yang lebih maju mungkin menggantikan radiografi, tergantung pada situasinya). (Evans G, 2014)

Radiografi cervical polos tersedia secara luas dan merupakan pemeriksaan radiologi yang paling umum diminta saat menyelidiki dugaan cedera tulang belakang leher. Serangkaian radiografi standar terdiri dari tiga pandangan yaitu anteroposterior, lateral, dan *anteroposterior odontoid peg views*. Tampilan lateral harus menunjukkan bagian atas tubuh vertebral T1, dan tampilan pasak odontoid harus menunjukkan massa lateral dari artikulasi atlantoaksial.

Kelemahan utama dari radiografi tulang belakang servikal polos adalah sulitnya mendapatkan rangkaian yang memadai secara teknis untuk interpretasi. Persimpangan servikal-kranial dan servikal-toraks sering kurang divisualisasikan dalam radiografi. Akibatnya, meskipun cedera yang terlewat terjadi pada semua tingkat, sebagian besar terjadi pada tingkat servikal yang lebih rendah dan pada vertebra servikal kedua (C2).

NEXUS menghitung bahwa radiografi polos memiliki sensitivitas 99% dan nilai prediksi negatif 99,8% ketika film yang memadai secara teknis diperoleh sesuai dengan pedoman mereka. (Wee B,2008)

## **2B. Computed Tomography (CT)**

*Computed tomography* dari tulang belakang leher semakin tersedia untuk sebagian besar departemen darurat dan lebih sensitif daripada radiografi polos dalam mendeteksi fraktur. Teknik ini secara elegan mendeteksi baik cedera jaringan lunak dan cedera tulang-terutama jika elemen tulang posterior terlibat. Selain itu, pemformatan ulang multiplanar, yang dapat dilakukan dengan pemindai multidetektor modern, memungkinkan tulang belakang leher divisualisasikan dalam bidang aksial, koronal, dan sagital. Lebih penting lagi, teknik ini lebih mudah dan lebih cepat untuk dilakukan daripada radiografi film biasa, dan sangat berguna pada cedera multisistem, karena seluruh tulang belakang dapat dievaluasi dengan cepat dan efisien, seringkali saat memindai daerah lain.

*Computed tomography* diindikasikan jika foto polos dianggap tidak memadai, mencurigakan, atau pasti abnormal, atau jika kecurigaan klinis cedera berlanjut meskipun radiografi normal. *Computed tomography* lebih unggul daripada radiografi polos, dengan sensitivitas yang dilaporkan 100% dan spesifisitas dari 99%. *Computed tomography* tidak menggambarkan jaringan lunak atau cedera ligamen seefisien pencitraan MRI. (Wee B,2008)