

## RESEARCH ARTICLE

### HUBUNGAN ANTARA GEJALA KLINIS CARPAL TUNNEL SYNDROME DAN HASIL PEMERIKSAAN ELEKTRONEUROMIOGRAFI DI RSSA MALANG

#### *THE RELATIONSHIP OF CARPAL TUNNEL SYNDROME CLINICAL SYMPTOMS AND ELECTRONEUROMYOGRAPHY RESULTS IN RSSA MALANG*

Shahdevi Nandar Kurniawan\*, Machlusil Husna\*, Harun Al Rasyid\*\*, Nadiya Elfira Bilqis\*\*\*

\*Laboratorium Neurologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

\*\* Laboratorium Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

\*\*\* Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

pISSN : 2407-6724 • eISSN : 2442-5001 • <http://dx.doi.org/10.21776/ub.mnj.2016.002.01.5> • MNJ.2016;2(1):24-29

• Received 5 January 2015 • Reviewed 5 March 2015 • Accepted 5 June 2015

#### ABSTRAK

**Latar belakang.** Carpal tunnel syndrome (CTS) merupakan neuropati yang terjadi akibat terjepitnya saraf medianus di terowongan karpal yang dapat dideteksi dengan elektroneuromiografi (ENMG).

**Tujuan.** Mengetahui apakah terdapat perbedaan hasil pemeriksaan elektroneuromiografi yang bermakna antara kelompok CTS dengan gejala klinis ringan-sedang dan berat.

**Metode.** Rancangan penelitian ini adalah observasional analitik dengan desain potong lintang dari data rekam medis pasien sebanyak 61 sampel.

**Hasil.** Dari 61 sampel, terdapat dominansi dari usia  $\geq 40$  tahun sebesar 80.32 % dan jenis kelamin perempuan sebesar 88.52%. Tidak ada perbedaan usia dan jenis kelamin yang signifikan antar kedua kelompok ( $p=0.073$  dan  $p=1.000$ ). Terdapat perbedaan nilai amplitudo sensoris, MSDL, dan Ring Diff yang signifikan antar kedua kelompok ( $p=0.005$ ,  $p=0.020$ , dan  $p=0.031$ ). Tidak didapatkan perbedaan nilai amplitudo motoris dan MMDL yang bermakna antar kedua kelompok ( $p=0.384$  dan  $p=0.196$ ).

**Simpulan.** Nilai amplitudo sensoris memiliki hubungan dengan derajat keparahan gejala klinis. Pemeriksaan ENMG dan gejala klinis adalah parameter independen yang tidak dapat saling menggantikan namun dapat saling melengkapi.

**Kata kunci:** Amplitudo, CTS, MSDL, MMDL, Ring Diff

#### ABSTRACT

**Background.** Carpal tunnel syndrome (CTS) is caused by entrapment neuropathy of the median nerve in the carpal tunnel that can be detected with electroneuromyography (ENMG).

**Objective.** To determine whether there are significant differences in parameters of ENMG examination between CTS groups with mild-to-moderate and severe clinical symptoms.

**Methods.** The study design was observational analytic using cross sectional design approach of the patient's medical record data as many as 61 samples.

**Results.** From 61 samples, there were dominance of age  $\geq 40$  years old as many as 80.32% and gender female as many as 88.52%. There was no significant differences in age and gender between the two groups ( $p=0.073$  and  $p=1.000$  respectively). Sensory amplitude, MSDL, and Ring Diff are significantly different between the two groups ( $p=0.005$ ,  $p=0.020$ , and  $p=0.031$  respectively). There are no significant difference of motor amplitude and MMDL between the two groups ( $p=0.384$  and  $p=0.196$  respectively).

**Conclusion.** Sensory amplitude value having a relationship with the severity of clinical symptoms. ENMG examination and clinical symptoms of CTS were independent parameters, that should not be used alone to make a diagnosis both of them could enhance the accuracy of diagnosis.

**Keywords:** Amplitude, CTS, MMDL, MSDL, Ring Diff

**Korespondensi:** shahdevinandar@yahoo.com

## PENDAHULUAN

*Carpal tunnel syndrome* (CTS) merupakan kumpulan gejala dan tanda penyakit yang disebabkan oleh terjepitnya saraf medianus di terowongan karpal. CTS merupakan salah satu jenis neuropati yang paling sering terjadi.<sup>1</sup> Angka kejadian CTS di Amerika Serikat telah diperkirakan sekitar 1-3 kasus per 1.000 orang setiap tahunnya dengan prevalensi sekitar 50 kasus dari 1.000 orang pada populasi umum.<sup>2</sup> Prevalensi kejadian CTS dalam masalah kerja di Indonesia sendiri belum diketahui karena belum adanya survei yang dilakukan.<sup>3</sup> Namun, pada penelitian yang dilakukan pada populasi dengan pekerjaan beresiko tinggi pada pergelangan tangan dan tangan, didapatkan prevalensi CTS sebesar 5,6% sampai dengan 15%.<sup>4</sup>

Meskipun CTS merupakan penyakit yang sering terjadi, tidak didapatkan *gold standard* dalam memastikan diagnosis CTS. Selama ini, penegakan diagnosis hanya didasarkan pada kombinasi riwayat pasien, pemeriksaan fisik, dan pemeriksaan elektroneuromiografi.<sup>5</sup> Elektroneuromiografi (ENMG) merupakan pemeriksaan yang mengkombinasikan antara elektro-neurografi (ENG) atau *nerve conduction study* (NCS) dan elektromiografi (EMG). ENMG berfungsi untuk membantu menegakkan diagnosis penyakit saraf perifer, termasuk CTS. Parameter penting dalam mendiagnosis CTS pada ENMG ini adalah *Compound Muscle Action Potential* (CMAP) dan *Sensory Nerve Action Potential* (SNAP).<sup>6</sup>

Pasien dengan CTS dapat datang dengan gejala yang bervariasi. Gejala yang muncul akibat gangguan pada saraf sensoris menandakan lesi tahap awal, sementara gangguan pada saraf motoris menandakan lesi tahap akhir yang lebih berat.<sup>7</sup> Gejala ringan-sedang meliputi CTS tanpa gejala dan CTS dengan gangguan sensorik ringan seperti nyeri dan parestesia. Gejala berat meliputi CTS dengan gejala sensorik berat yaitu rasa tebal / hipoestesi dan munculnya gejala motorik.<sup>8</sup>

Pendekatan penelitian untuk menilai hubungan antara gejala klinis dan hasil pemeriksaan elektroneuromiografi telah dilakukan, namun beberapa penelitian memberikan hasil yang berbeda-beda. Penelitian yang dilakukan oleh Chan dkk. (2007) menyimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara besarnya gejala klinis dengan hasil pemeriksaan elektroneuromiografi. Sementara Ali dkk. (2012) menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang

bermakna antara besarnya gejala klinis dengan hasil pemeriksaan ENMG.

Berdasarkan hal itulah, penulis ingin melakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui hubungan antara derajat keparahan CTS berdasarkan gejala klinis dan hasil pemeriksaan elektroneuromiografi di Rumah Sakit Saiful Anwar Malang. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber pengetahuan mengenai penyakit Carpal Tunnel Syndrome dan sebagai pedoman untuk penelitian selanjutnya.

## METODE PENELITIAN

Rancangan penelitian ini adalah observasional analitik dengan menggunakan pendekatan desain potong lintang. Data penelitian ini diambil dari rekam medis pasien rawat jalan yang berobat ke Poliklinik Saraf RSSA Malang pada tahun 2013-2014. Pengambilan data dilakukan pada bulan September hingga November 2015 di Bagian Rekam Medis RSSA Malang. Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah semua pasien terdiagnosis *Carpal Tunnel Syndrome* berdasarkan gejala klinis dan pemeriksaan elektroneuromiografi yang tidak disertai dengan polineuropati, *cervical root syndrome*, lesi pleksus brachialis, dan lesi saraf lain yang bukan diakibatkan oleh kompresi nervus medianus pada terowongan karpal. Kriteria eksklusi pada penelitian ini yaitu rekam medis yang tidak memenuhi kelengkapan data (hasil anamnesa, rekam CMAP nervus medianus, rekam SNAP nervus medianus, dan rekam SNAP nervus ulnaris), data anamnesa yang tidak valid, dan nilai latensi SNAP nervus ulnaris SDE (sulit dievaluasi). Sampel diambil dengan metode *consecutive sampling* dan didapatkan jumlah sampel minimal adalah 44 sampel. Sampel yang diikutsertakan dalam penelitian ini adalah 61 sampel. Variabel yang diteliti pada penelitian ini adalah derajat keparahan CTS berdasarkan gejala klinis yang diklasifikasikan berdasarkan Ali dkk. (2012) dan hasil pemeriksaan ENMG yang meliputi: amplitudo sensoris, amplitudo motoris, latensi distal sensoris, latensi distal motoris, dan *Ring Diff*. Data diolah dengan menggunakan *software* SPSS 15.0. Data numerik dari hasil penelitian ini akan dianalisis menggunakan Uji Mann-Whitney (non parametrik). Data kategorik dianalisis menggunakan Uji Chi-Square dan Uji Fisher.

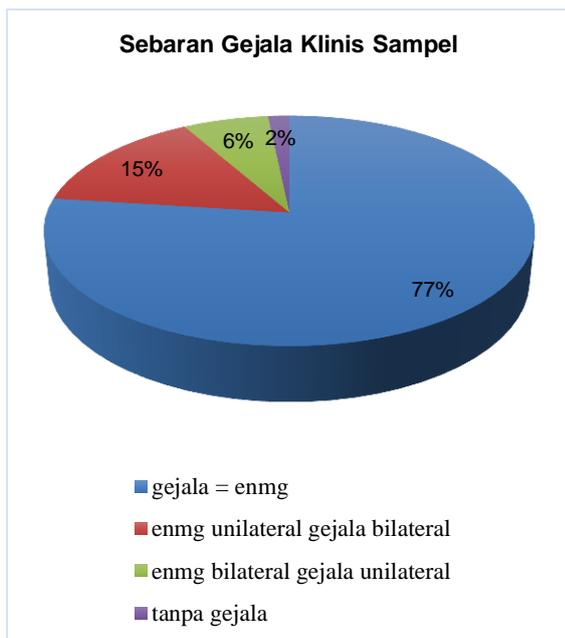
**HASIL PENELITIAN**

Pada penelitian ini didapatkan jumlah keseluruhan sampel adalah sebanyak 61 pasien dengan 37 sampel memiliki gejala ringan-sedang dan 24 sampel memiliki gejala berat. Data sebaran jenis kelamin dan usia sampel ditampilkan pada Tabel 1. Dalam penelitian ini, didapatkan dominansi dari usia  $\geq 40$  tahun sebesar 80.32 % dan jenis kelamin perempuan sebesar 88.52%.

**Tabel 1.** Data Sebaran Jenis Kelamin dan Usia Sampel

	Ringan - Sedang	Berat	Total
<b>Jenis Kelamin</b>			
Laki-laki	4	3	7
Perempuan	33	21	54
<b>Kelompok Umur</b>			
< 40 tahun	10	2	12
$\geq 40$ tahun	27	22	49

Analisis menggunakan Uji Chi-square pada kelompok usia <40 tahun dan  $\geq 40$  tahun menunjukkan tidak ada perbedaan usia signifikan antar kedua kelompok ( $p=0.073$ ). Analisis menggunakan Uji Fisher pada kelompok jenis kelamin juga menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang bermakna antar kedua kelompok ( $p=1.000$ ). Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan usia dan jenis kelamin yang bermakna diantara kedua kelompok yang berarti bahwa derajat keparahan gejala klinis tidak dipengaruhi oleh faktor usia maupun jenis kelamin.



**Gambar 1.** Distribusi Perbandingan Antara Gejala Klinis Dan Hasil Pemeriksaan Elektroneuromiografi.

Analisis gejala klinis sampel digambarkan pada Gambar 1. Didapatkan sebanyak 77.05% sampel memiliki distribusi keluhan gejala klinis yang sesuai dengan kesimpulan pada pemeriksaan ENMG dan sebanyak 22.95% sampel yang memiliki distribusi gejala yang tidak sesuai dengan kesimpulan pemeriksaan ENMG. Dari 22.95% tersebut, sebanyak 14.75% pasien dengan diagnosis CTS unilateral pada ENMG menunjukkan gejala bilateral, 6.56% pasien dengan diagnosis CTS bilateral pada ENMG datang dengan gejala unilateral saja, dan sebanyak 1.64% pasien tidak memunculkan gejala klinis namun telah mengalami abnormalitas pada hasil pemeriksaan ENMG.

**Tabel 2.** Data Median dan Rerata Parameter Elektroneuromiografi pada Kelompok Gejala Klinis Ringan-Sedang dan Kelompok Gejala Klinis Berat.

Gejala Klinis	Parameter ENMG	n	Median	Rerata	Kesimpulan
				$\pm$ simpang baku	
Gejala Klinis Ringan-Sedang	Amplitudo sensoris	37	8.50	16.91 $\pm$ 3.68	↓
	Amplitudo motoris		4.88	28.64 $\pm$ 23.38	N
	MSDL		2.05	1.56 $\pm$ 1.376	N
	MMDL		4.74	5.19 $\pm$ 1.874	↑
	RINGDIFF		1.20	1.23 $\pm$ 0.829	↑
Gejala Klinis Berat	Amplitudo sensoris	24	0.00	7.21 $\pm$ 3.91	↓
	Amplitudo motoris		4.17	1.08 $\pm$ 50.31	N
	MSDL		0.68	0.68 $\pm$ 1.218	N
	MMDL		3.96	4.39 $\pm$ 2.483	↑
	RINGDIFF		1.96	1.81 $\pm$ 0.907	↑

Pada penelitian ini, didapatkan data rerata, median, dan range maksimum-minimum hasil pemeriksaan ENMG yang dicantumkan pada Tabel 2. Analisis menggunakan Uji Mann-Whitney menunjukkan terdapat perbedaan nilai amplitudo sensoris, MSDL, dan Ring Diff yang signifikan antar kedua kelompok ( $p=0.005$ ,  $p=0.020$ , dan  $p=0.031$ ). Tidak didapatkan perbedaan nilai amplitudo motoris dan MMDL yang bermakna antar kedua kelompok ( $p=0.384$  dan  $p=0.196$ ).

**DISKUSI**

Pada kedua kelompok sampel, didapatkan nilai amplitudo sensoris mengalami penurunan di

bawah nilai normal (amplitudo sensoris <12.62mikrovolt).<sup>9</sup> Penurunan nilai amplitudo ini dapat terjadi karena saraf sensoris medianus telah mengalami lesi aksonal.<sup>6</sup> Dari hasil uji Mann-Whitney didapatkan nilai lebih rendah signifikan pada kelompok dengan gejala klinis berat ( $p < 0.05$ ). Penurunan nilai amplitudo sensoris tersebut menunjukkan derajat lesi saraf sensoris yang lebih besar pada kelompok dengan gejala klinis berat. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang juga menyimpulkan bahwa derajat kerusakan saraf lebih besar sehingga nilai amplitudo sensoris lebih kecil signifikan pada kelompok dengan gejala klinis yang lebih berat.<sup>8</sup>

Nilai median amplitudo motoris tidak menunjukkan penurunan di bawah nilai normal (amplitudo motoris  $\geq 3.53$ milivolt) pada kedua kelompok.<sup>9</sup> Tidak adanya penurunan nilai amplitudo motoris dapat terjadi kemungkinan karena jenis lesi yang mengenai serabut saraf motoris medianus tersebut adalah lesi demyelinating. Lesi demyelinating adalah lesi yang mengenai bagian selubung myelin pada saraf tanpa mengganggu bagian akson dari saraf.<sup>6</sup> Pada penelitian ini, hasil uji Mann-Whitney tidak didapatkan perbedaan nilai amplitudo motoris saraf medianus yang signifikan antara kelompok dengan gejala klinis ringan-sedang dan berat ( $p > 0.05$ ). Tidak adanya perbedaan yang signifikan pada amplitudo motoris juga telah dinyatakan pada penelitian sebelumnya.<sup>8,10</sup> Hal ini kemungkinan disebabkan karena tidak semua sampel pada kelompok gejala berat memiliki gejala motoris. Selain itu, nilai normal pada amplitudo motoris pada semua kelompok sampel tidak mampu menggambarkan derajat keparahan lesi yang signifikan. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa jumlah serabut saraf motoris yang terstimulasi baik pada kelompok dengan gejala klinis ringan-sedang maupun berat tidak berhubungan dengan keparahan gejala CTS yang dikeluhkan oleh pasien.

Hasil rerata parameter pemeriksaan ENMG lainnya yaitu latensi distal sensoris dan latensi distal motoris menunjukkan bahwa dengan gejala klinis yang lebih berat didapatkan rerata yang lebih rendah. Latensi sendiri dapat diartikan sebagai waktu yang diperlukan antara awal mulanya diberikan stimulus hingga *onset* / munculnya respon, dan merepresentasikan aliran impuls sepanjang serabut saraf<sup>1</sup>. Pemanjangan rerata latensi saraf pada pemeriksaan ENMG

menunjukkan adanya perlambatan kecepatan hantar saraf, yang mana dapat disebabkan oleh adanya kerusakan pada serabut saraf. Patofisiologi dari kerusakan jaringan saraf pada CTS merupakan kombinasi dari faktor mekanik dan faktor iskemik. Secara mekanik, edema yang terjadi di sekitar kanal ataupun kompresi akan mempersempit terowongan karpal yang mana akan menyebabkan terhambatnya gerakan serabut saraf. Hambatan gerakan saraf di dalam kanal akan mengakibatkan terjadinya trauma minor pada serabut saraf yang berakibat pada terjadinya edema dan iritasi. Sehingga, *scar adhesion* yang muncul akan meningkatkan tekanan lokalis dan menurunkan daya hantar saraf. Secara iskemik, kompresi yang terjadi akan mengakibatkan gangguan pada mikrovaskular intraneural sehingga aliran darah yang memvaskularisasi serabut saraf tersebut menjadi terhambat / stasis aliran intraneural.<sup>11</sup>

Pada penelitian ini, dari hasil uji Mann-Whitney didapatkan perbedaan nilai latensi distal sensoris saraf medianus (MSDL) yang signifikan antara kelompok dengan gejala klinis ringan-sedang dan berat ( $p < 0.05$ ). Adanya perbedaan nilai latensi distal saraf sensoris medianus yang bermakna pada kelompok dengan gejala klinis ringan-sedang dan berat telah didukung oleh penelitian sebelumnya.<sup>8</sup> Nilai latensi distal sensoris saraf medianus lebih rendah signifikan pada kelompok dengan gejala klinis lebih berat. Hal ini disebabkan karena sebaran data MSDL yang tidak normal, yaitu banyaknya nilai MSDL yang tidak terdeteksi atau sama dengan 0.00 milidetik pada kelompok dengan gejala klinis berat. Tidak terdeteksinya nilai MSDL diakibatkan oleh parahnya derajat kompresi saraf medianus sehingga hantaran impuls saraf pada serabut sensoris tidak dapat terjadi.

Hasil uji Mann-Whitney terhadap nilai latensi distal motoris saraf medianus tidak didapatkan perbedaan yang signifikan antara kelompok dengan gejala klinis ringan-sedang dan berat ( $p > 0.05$ ). Hal ini kemungkinan disebabkan karena pada gejala klinis dengan klasifikasi berat tidak harus muncul gejala motoris, namun hilangnya sensibilitas sensoris saja sudah masuk dalam klasifikasi berat. Hal ini berkontradiksi dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan adanya perbedaan nilai latensi distal motoris yang signifikan antara kedua kelompok.<sup>8</sup> Namun, tidak adanya perbedaan yang signifikan pada hasil ENMG antar kelompok gejala juga telah disebutkan dalam penelitian sebelumnya.

Disebutkan pula bahwa alasan tidak adanya asosiasi antara gejala dengan hasil pemeriksaan ENMG masih belum jelas.<sup>10</sup> Kemungkinan hal ini disebabkan oleh karena pemeriksaan ENMG hanya mendeteksi proses demyelinisasi dan atau kerusakan akson saraf pada serabut saraf dengan diameter besar yang bermyelin, sementara gejala pada CTS lebih merepresentasikan adanya kerusakan pada fungsi saraf dengan diameter kecil yang bermyelin dan tidak bermyelin yang mana tidak dinilai pada pemeriksaan ENMG.<sup>12</sup> Pemeriksaan ENMG mendeteksi daya hantar saraf pada serabut A namun tidak mampu mendeteksi daya hantar saraf pada serabut C oleh karena diameternya yang terlalu kecil.<sup>6</sup>

*Ring Difference* adalah perbedaan atau selisih antara latensi distal sensoris nervus medianus dan nervus ulnaris yang diukur secara antidromik pada jari manis atau digit IV.<sup>1</sup> Perbedaan letak anatomis nervus medianus dan ulnaris merupakan dasar dari evaluasi nilai *Ring Diff*. Nervus medianus terletak di dalam terowongan karpal sehingga kondisi apapun yang dapat mempersempit terowongan ini dapat menyebabkan terjadinya penekanan pada nervus medianus. Penekanan pada nervus medianus tersebut akan memunculkan gejala CTS.<sup>7</sup> Nervus ulnaris terletak di luar dari terowongan karpal sehingga adanya kelainan pada nervus ulnaris dapat mengeksklusi diagnosis CTS. Selain itu, pengukuran nilai *Ring Diff* dapat dijadikan sebagai pedoman yang lebih sensitif dan spesifik karena tidak dipengaruhi oleh faktor spesifik pasien seperti: usia, *body mass index*, suhu, dan tinggi badan.<sup>13</sup>

Pada penelitian ini, dari hasil uji *Mann-Whitney* didapatkan perbedaan nilai *Ring Difference* yang signifikan antara kelompok dengan gejala klinis yang ringan-sedang dan berat ( $p < 0.05$ ). Pada kedua kelompok didapatkan pemanjangan nilai *Ring Difference* (*Ring Diff* > 0.4 milidetik) dengan nilai yang lebih besar pada kelompok dengan gejala klinis berat. Pemanjangan nilai *Ring Diff* yang lebih besar menunjukkan adanya derajat kompresi saraf medianus di level terowongan karpal yang lebih berat pada kelompok dengan gejala klinis berat. Hasil penelitian ini mendukung teori bahwa pengukuran nilai *Ring Difference* median-ulna digit IV menjadi salah satu rekomendasi dalam diagnosis CTS yang lebih sensitif dan spesifik.<sup>13</sup>

Penelitian ini mempunyai keterbatasan yaitu data gejala klinis hasil anamnesa masih dipengaruhi oleh subjektivitas pasien dan tidak ada standarisasi pertanyaan yang harus ditanyakan mengenai gejala klinis pada saat anamnesa di Poliklinik Saraf RSSA Malang yang berakibat pada tidak homogenya data hasil anamnesa. Perlu dilakukan penelitian sejenis namun dengan melakukan anamnesa secara langsung kepada pasien baik melalui pertanyaan langsung atau kuisioner agar didapatkan data gejala klinis yang lebih jelas, evaluasi faktor resiko yang lebih lengkap, dan hasil yang lebih akurat.

## SIMPULAN

*Ring Difference* merupakan parameter dari pemeriksaan ENMG yang paling direkomendasikan dalam mendeteksi *Carpal Tunnel Syndrome*. Nilai amplitudo sensoris memiliki hubungan dengan derajat keparahan gejala klinis. Studi elektrodagnostik saraf motoris, baik amplitudo maupun latensi distal, tidak memiliki hubungan dengan derajat keparahan gejala klinis. Parameter latensi distal sensoris tidak dapat dijadikan acuan karena terlalu banyak nilai yang tidak terdeteksi (0.00 milidetik). Pemeriksaan elektroneuromiografi dan gejala klinis adalah parameter independen yang tidak dapat saling menggantikan. Namun, kedua hal tersebut dapat saling melengkapi dalam menegakkan diagnosis CTS dan derajat keparahan dengan lebih baik dan lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Preston DC, Shapiro BE. *Electromyography and Neuromuscular Disorders: Clinical–Electrophysiologic 3rd edition*. Elsevier Inc. China. 2013.
2. Tanaka S, Deanna KW, Seligman PJ. Prevalence and Work-relatedness of Self-Reported Carpal Tunnel Syndrome among U.S. Workers: Analysis of The Occupational Health Supplement Data of 1988 National Health Interview Survey. *Am J Ind Med* 1995; 27: 45 1-470.
3. Yanri Z. Evaluasi pelaksanaan pemeriksaan kesehatan tenaga kerja di Indonesia. Seminar Nasional Surveilans Kesehatan Pekerja. Jakarta. 2001. p. 9.
4. Harsono WR. Carpal tunnel syndrome at workers who were exposed by repeated biomechanical pressures at hand and wrist in

- tire industry RSIN Company. Thesis. Universitas Indonesia, Jakarta. 1995.
5. American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS). Clinical Practice Guideline on the Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome. 2007.
  6. Poernomo H, Mudjiani B, Djoenaidi W. Petunjuk Praktis Elektrodiagnostik. Airlangga University Press. Surabaya. 2003.
  7. Rambe AS. Sindroma Terowongan Karpal. Repository Universitas Sumatera Utara. 2004.
  8. Ali Z, Khan A, Shah SM, Zafar A. Clinical and Electro-Diagnostic Quantification of the Severity of Carpal Tunnel Syndrome. *Ann.Pak.Inst.Med.Sci.*2012; 8(4):207-212.
  9. Herjanto P, Djoenaidi W. Harga Normal NCV. 1996. Surabaya.
  10. Chan L, Turner JA, Comstock BA, Levenson LM, Hollingworth W, Heagerty PJ, dkk. The Relationship between Electrodiagnostic Findings and Patient Symptoms and Function in Carpal Tunnel Syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* Vol 88. 2007.
  11. Luchetti R, Amadio P. Carpal Tunnel Syndrome. Springer. Germany. 2007.
  12. Dhong ES, Han SK, Lee Bi, Kim WK. Correlation of electrodiagnostic findings with subjective symptoms in carpal tunnel syndrome. *Ann Plast Surg* 2000; 45:127-31.
  13. Werner RA, Andary M. Electrodiagnostic Evaluation of Carpal Tunnel Syndrome. *Muscle Nerve*. 2011. 44:597-607.
  14. Gray H, Wikipedia the Free Encyclopedia. Ulnar Canal. 1918. (Online), (<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/31/Gray422.png>, diakses 14 Desember 2015).