

Kertas Asli/Original Article

**Kefungsian Saraf Sensori Median dan Hubungannya
dengan Tempoh *Carpal Tunnel Syndrome* dan
Indeks Jisim Tubuh**

(Median Sensory Nerve Function and its Relationship with the
Duration of Carpal Tunnel Syndrome and Body Mass Index)

NOR AZURA AZMI, NOR AZLIN MOHD. NORDIN & NOR AZILA NOH

ABSTRAK

Kajian ini menilai kefungsian pelbagai jenis serat saraf sensori median, serta menentukan hubungan fungsi saraf dengan tempoh Carpal Tunnel Syndrome (CTS) dan indeks jisim tubuh (body mass index, BMI) di kalangan penghidap CTS di Unit Fisioterapi Hospital Universiti Kebangsaan Malaysia (HUKM). Sejumlah 30 orang subjek (6 lelaki dan 24 perempuan) dengan min umur 53.30 ± 9.20 tahun dan min tempoh penyakit 51.17 ± 50.22 bulan terlibat dalam kajian ini. Kepekaan serat saraf sensori dinilai menggunakan ujian Current Perception Threshold (CPT) menggunakan rangsangan 5 Hz, 250 Hz dan 2000 Hz; yang masing-masing mempamerkan kefungsian serat saraf C, A δ dan A β . Kajian mendapati bahawa majoriti subjek mempunyai fungsi saraf yang normal untuk ketiga-tiga jenis serat saraf sensori median. Sejumlah 40% subjek mempunyai keabnormalan fungsi serat saraf A β , 7% mempunyai keabnormalan serat saraf A δ dan 27% subjek mengalami keabnormalan serat saraf C. Ujian korelasi Spearman menunjukkan tiada hubungan yang signifikan di antara kefungsian saraf sensori median dengan tempoh menghidap CTS dan BMI ($p > 0.05$). Kesimpulannya, walaupun majoriti penghidap CTS di HUKM mempunyai fungsi serat saraf sensori median yang normal, keabnormalan sensitiviti serat A β , A δ dan C bagi saraf sensori median di kalangan sebahagian penghidap perlu diberi perhatian bagi mencegah keterukan fungsi saraf seterusnya komplikasi lanjutan. Ahli Fisioterapi di HUKM boleh meningkatkan penggunaan modaliti perangsang saraf seperti Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) bagi mengembalikan kefungsian serat saraf pesakit yang terlibat.

Kata kunci: Carpal Tunnel Syndrome, Current Perception Threshold, Sensitiviti saraf sensori median, body mass index

ABSTRACT

The study evaluated the function of median sensory nerve fibers, as well as determining the relationship between its function with the duration of Carpal Tunnel Syndrome (CTS) and body mass index (BMI) among CTS patients in Physiotherapy Unit, Universiti Kebangsaan Malaysia Hospital (HUKM). Thirty subjects (6 males and 24 females) with mean age 53.30 ± 9.20 years and duration of the CTS 51.17 ± 50.22 months participated in this study. The sensitivity of median sensory nerve was evaluated using Current Perception Threshold (CPT) Test with stimulation frequencies of 5 Hz, 250 Hz and 2000 Hz; which demonstrated the function of C, A δ and A β nerve fiber respectively. Majority of the CTS patients had normal function in the 3 types of median sensory nerve fiber. Forty percents of the subjects had abnormality in the A α function, 7% had abnormality of the A β function and 27% demonstrated abnormality in the C fiber function. Spearman Correlation Test showed no significant relationship between the function of median sensory nerve and the duration of CTS and body mass index (BMI) ($p > 0.05$). In conclusion, although majority of the patients demonstrated normal median sensory nerve function, abnormality of the A β , A δ and C fibers sensitivity in some patients requires attention to prevent worsening of the nerve function thus avoiding related complications. Physiotherapists in HUKM may intensify the use of nerve-stimulating modalities such as Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) to normalize the nerve functions of these patients.

Key words: Carpal Tunnel Syndrome, Current perception threshold, Median sensory nerve sensitivity, Body mass index

PENDAHULUAN

Carpal tunnel syndrome (CTS) adalah masalah neuropati yang sering berlaku, yang melibatkan penekanan saraf median di antara flexor retinaculum dan terowong fibro-oseus (Peæina et al. 2001; Norvell 2006). Penekanan saraf ini biasanya disebabkan oleh penyempitan terowong karpus oleh beberapa patologi seperti pembentukan osteophytes, tumor, hipertrofi lapisan synovium, masalah inflamasi dan jangkitan (Fuller 2003).

Neuropati akut yang melibatkan peningkatan tekanan secara tiba-tiba di dalam terowong karpus akan menyebabkan terjadinya iskemia tisu setempat (Gell et al. 2005). Fenomena ini berlaku disebabkan oleh kerosakan kapilari dalam vasa nervorum, mengakibatkan sistem saraf kekurangan oksigen dan seterusnya menyebabkan sistem konduksi terhalang. Di peringkat awal, iskemia setempat mengakibatkan kerosakan fisiologi pada saraf namun keadaan histologi saraf masih normal. Walau bagaimanapun, keadaan iskemia yang kronik akan menyebabkan infarksi pada saraf (Gell et al. 2005). Keadaan neuropati, sekiranya

masih akut boleh kembali kepada normal apabila proses penyahtekanan dilakukan (Fuller 2003).

Saraf sensori yang tipikal terbahagi kepada 3 kategori utama serat. $A\beta$ yang merupakan serat saraf besar bermielin berfungsi untuk mengesan sensasi sentuhan dan tekanan pada permukaan kutaneus (mechanoreceptor), manakala serat saraf berdiameter kecil sama ada bermielin (serat $A\delta$) atau tidak bermielin (serat C) berfungsi sebagai pengesan kesakitan (nociceptor). $A\delta$ membawa rangsangan kesakitan mengejut, suhu dan tekanan, manakala serat C yang merupakan 80% dari keseluruhan serat membawa rangsangan suhu dan kesakitan perlahan yang berfungsi mencegah dari kecederaan yang serius (Kitchen 2002). Penekanan pada serat saraf menyebabkan konduksi rangsangan terganggu samada peningkatan sensitiviti (hiperesthesia), pengurangan sensitiviti (hypoesthesia) atau kehilangan sensitiviti (anesthesia) terhadap rangsangan, yang menjejaskan fungsi saraf (Neurotron Inc. 2002). Serat saraf yang terlebih dahulu terjejas biasanya adalah saraf yang berdiameter besar. Saraf yang kecil hanya terlibat dalam kondisi yang kronik dan penekanan saraf pada tekanan yang rendah (Gell et al. 2005).

Ujian kefungsihan saraf secara tradisionalnya hanya menilai serat besar yang bermielin dan kurang sensitif terhadap kepincangan 90% serat saraf lain. Ujian *Current Perception Threshold* (CPT), satu ujian diagnostik resolusi tinggi yang tidak menyakitkan diperkenalkan bagi menilai kefungsihan serat saraf sensori secara neuroselektif (Neurotron Inc. 2002), lantas meningkatkan sensitiviti diagnosa saraf dan membolehkan masalah saraf dikesan dari peringkat awal penyakit. Ujian ini menggunakan ransangan pada intensiti 0.001 hingga 9.99 mA dan frekuensi 5 Hz, 250 Hz dan 2000 Hz bagi menilai kefungsihan serat saraf C, $A\delta$ dan $A\beta$.

Kebanyakan pesakit CTS mengalami masalah hiperesthesia atau hypoesthesia serat saraf $A\beta$, $A\delta$ dan C terhadap rangsangan sentuhan tanpa disedari (Jiang 2001). Ujian CPT mengenal pasti hiperesthesia saraf sensori dengan menunjukkan nilai aras ambang yang rendah secara abnormal, manakala peningkatan secara abnormal nilai aras ambang terjadi bagi keadaan hypoesthesia (Katims et al. 1991). Hiperesthesia adalah gejala neuropati peringkat awal yang melibatkan regenerasi saraf sensori dan ini diikuti oleh hypoesthesia iaitu pengurangan kepekaan serat saraf yang membayangkan peringkat kehilangan fungsi saraf. Kedua-dua keadaan ini menggambarkan kefungsihan saraf yang abnormal (Neurotron Inc. 2002).

Kajian mengenai CTS dan keabnormalan fungsi saraf sensori median, khususnya dengan menggunakan ujian CPT masih terhad. Kebanyakan kajian terdahulu tertumpukan kepada masalah saraf yang disebabkan oleh kecederaan, penyakit metabolik, bahan toksik dan penyakit genetik (Neurotron Inc. 2002). Satu-satunya kajian bagi populasi CTS menggunakan ujian ini ialah kajian oleh Nishimura et al. (2004) yang mengkaji hubungan antara keterukan gejala CTS dengan keabnormalan nilai CPT. Kajian penyelidikan ini melibatkan 51 penghidap

CTS yang dibahagikan mengikut 3 kategori keterukan CTS iaitu ringan, sederhana atau teruk. Lima puluh subjek normal turut diambil sebagai kumpulan kawalan. Kajian Nishimura et al. (2004) mendapati, keabnormalan nilai CPT meningkat mengikut peningkatan keterukan CTS dan terjadi secara progresif daripada rangsangan dengan frekuensi paling besar (2000 Hz) kepada frekuensi lebih kecil (250 Hz dan 5 Hz).

Di Malaysia, kajian menggunakan ujian CPT belum pernah dijalankan. Memandangkan CTS pada asasnya boleh menjejaskan kefungsi individu akibat kesukaran menggunakan tangan di dalam melakukan aktiviti harian, penilaian terperinci pesakit CTS termasuk menilai fungsi saraf median yang terlibat adalah penting. Oleh yang demikian, kajian ini dibentuk bagi menilai kefungsi ketigatiga jenis serat saraf sensori median (C , $A\delta$ dan $A\beta$) di kalangan pesakit CTS di Malaysia. Hubungan di antara keabnormalan fungsi saraf sensori median dengan tempoh menghidap CTS dan indeks jisim tubuh (body mass index, BMI) akan juga dikenal pasti. Adalah dijangkakan bahawa semakin lama tempoh menghidap CTS dan semakin tinggi BMI, semakin nyata tahap keabnormalan fungsi saraf sensori median di kalangan penghidap CTS.

KAEDAH KAJIAN DAN BAHAN

SUBJEK

Penghidap CTS yang disahkan menghidap CTS oleh pakar ortopedik, berumur antara 20 sehingga 70 tahun, dan dapat mengenalpasti persepsi sensori, telah diambil sebagai subjek kajian. Pesakit yang mengalami CTS berulang, pembedahan terowong karpus, keabnormalan saraf disebabkan penyakit lain seperti diabetes, neuropati periferi dan kondisi sistem saraf pusat dikeluarkan dari kajian ini. Pesakit CTS yang layak telah diberikan penerangan mengenai kajian ini secara lisan dengan menggunakan dokumen penerangan kajian. Pesakit telah menandatangani borang keizinan menyertai kajian dan kelulusan etika diperolehi dari Jawatankuasa Etika dan Penyelidikan UKM.

REKA BENTUK KAJIAN DAN KAEDAH PENSAMPELAN

Kajian ini merupakan kajian keratan rentas yang dijalankan dari bulan Julai 2006 hingga Februari 2007. Kaedah pensampelan mudah digunakan iaitu sampel kajian diambil di kalangan semua penghidap CTS yang dirujuk sebagai pesakit luar di Unit Fisioterapi, Hospital Universiti Kebangsaan Malaysia (HUKM). Sejumlah anggaran 25 ke-30 pesakit baru CTS didaftar untuk menjalani rawatan di Unit Fisioterapi dalam setahun sejak tahun 2005. Dengan merujuk kepada jadual saiz sampel oleh Krejcie dan Morgan (1970, dipetik dari Bartlett et al. (2001) yang berasaskan pecahan sampel (p) sekitar ± 0.05 daripada pecahan populasi (P) dan selang keyakinan 95%, sampel yang diperlukan bagi saiz populasi 30 ialah

seramai 28 subjek. Menjangkakan ketidakhadiran di kalangan subjek yang layak, sejumlah 30 orang subjek diambil untuk kajian ini.

PERALATAN

Fungsi serat saraf diukur dengan ujian CPT, menggunakan mesin elektronik Neurometer® CPT/EAGLE® (Baltimore, USA). Peralatan ini menggunakan bateri berkuasa 6 Volt untuk berfungsi bagi tujuan keselamatan. Rangsangan dicetuskan oleh sepasang elektrod emas yang disaluti dengan lapisan nipis gel konduksi. Arus rangsangan yang dihasilkan ialah arus ulang-alik dari intensiti 0.001 mA sehingga 9.99 mA pada frekuensi 5 Hz, 250 Hz and 2000 Hz bagi menilai tiga jenis saraf sensori yang berbeza iaitu serat saraf C, A δ dan A β . Frekuensi rangsangan ini mengukur unit CPT, yang mewakili intensiti minimum yang diperlukan bagi mencetus sensasi (1 CPT = 0.01 mA atau 10 mikroAmperes). Nilai CPT bagi serat saraf yang normal ialah 16 – 101 bagi serat C, 22-180 bagi serat A δ dan 120-398 bagi serat A β (Neurotron Inc. 2002). Ujian CPT didapati 92% sensitif berbanding ujian *Nerve Conduction* (79% sensitif) di dalam mengenal pasti keabnormalan saraf di kalangan pesakit CTS. Hasil ujian kedua-dua kaedah diagnostik ini juga didapati berkorelasi secara signifikan ($r = 0.70$, $p < 0.001$) (Katims et al. 1989).

PROSEDUR KAJIAN

Data demografi yang merangkumi umur, jantina dan tempoh menghidap CTS diambil. Bagi mengira BMI, data antropometri berat badan dan ketinggian setiap subjek turut diambil menggunakan alat pengukur yang dikalibrasi. Subjek seterusnya menjalani ujian CPT berdasarkan protokol yang dibina oleh Neurotron Incorporated, 2002. Bahagian rangsangan ialah sebelah medial dan sebelah lateral kutaneus jari telunjuk tangan yang mengalami CTS. Nilai arus rangsangan apabila sesuatu sensasi dilaporkan oleh subjek direkodkan. Rangsangan diulangi sebanyak tiga kali untuk menentukan ketepatannya dan purata nilai arus rangsangan. Data yang diperolehi direkodkan di dalam borang ujian Neurometer. Selepas ujian tamat, kulit hujung jari telunjuk subjek diperiksa untuk memastikan tiada sebarang kesan sampingan akibat rangsangan arus seperti kemerahan, kelecuman dan kesakitan. Subjek juga diminta memantau bahagian yang dirangsang selama tempoh 24 jam bagi memastikan kesan sampingan benar-benar tidak wujud. Prosedur ujian CPT ini mengambil masa 9 minit bagi setiap subjek.

ANALISIS DATA

Data yang diperolehi diproses dengan perisian SPSS versi 12.0. Data demografi dianalisa secara deskriptif (min dan sisihan piawai) manakala status kefungsi-

serat saraf ditentukan dengan membandingkan nilai CPT setiap pesakit dengan nilai normatif yang telah diwujudkan oleh Neurotron Inc. (2002). Hubungan di antara fungsi saraf sensori median dengan tempoh menghidap CTS dan BMI ditentukan menggunakan ujian Korelasi Spearman. Aras keertian ditetapkan pada nilai $p < 0.05$.

HASIL KAJIAN

Jadual 1 menunjukkan ciri-ciri demografi subjek kajian. Daripada 30 orang subjek, 24 (80%) adalah wanita dan 6 (20%) adalah lelaki. Julat umur subjek adalah di antara 35 dan 68 tahun dengan purata umur 53.30 ± 9.20 tahun. Tempoh subjek menghidap CTS adalah antara 2 hingga 240 bulan dengan purata tempoh penyakit ialah 51.17 ± 50.22 bulan. BMI subjek dikelaskan kepada 3 kategori iaitu normal ($n = 2$, 6.70%), lebih berat ($n = 5$, 16.70%) dan obes ($n = 23$, 76.70%).

JADUAL 1. Ciri-ciri demografi subjek kajian

	Ciri-ciri	n	%	Purata
Jantina	Lelaki	6	20	
	Wanita	24	80	
BMI	Normal	2	6.70	
	Lebih Berat	5	16.70	
	Obes	23	76.70	
Julat Umur (tahun)	35-68	-	-	53.30 ± 9.20
Julat Tempoh CTS (bulan)	2-240	-	-	51.17 ± 50.22

Jadual 2 menunjukkan kefungsiian setiap serat saraf sensori median berdasarkan ujian CPT. Sejumlah 22 (73%) subjek mempunyai fungsi serat saraf C yang normal manakala 8 (27%) subjek menunjukkan fungsi serat C abnormal iaitu 6 (20%) hiperesthesia dan 2 (7%) hipoesthesia. Bagi serat saraf $A\delta$, sejumlah 28 (94%) subjek menunjukkan fungsi normal dan hanya 2 (6%) mempunyai fungsi yang abnormal (hiperesthesia = 1, 3% dan hipoesthesia = 1, 3%). Pada rangsangan 2000 Hz bertujuan menguji serat saraf $A\beta$, didapati seramai 18 (60%) subjek mempunyai fungsi saraf yang normal manakala jumlah yang menunjukkan keabnormalan fungsi ialah 12 (40%) subjek iaitu 6 (20%) hiperesthesia dan 6 (20%) hipoesthesia.

Ujian Korelasi Spearman dalam Jadual 3 menunjukkan tiada hubungan yang bererti ($p > 0.05$) di antara tempoh menghidap CTS dengan kefungsiian ketiga-tiga jenis serat saraf sensori median. Hubungan yang bererti juga tidak ditemui ($p > 0.05$) di antara BMI dengan kefungsiian ketiga-tiga jenis serat saraf sensori median.

JADUAL 2. Kefungsian saraf sensori median berdasarkan ujian CPT

Frekuensi (serat saraf)	Interpretasi	Nilai CPT	n	%
5Hz (C)	Normal	$\geq 16, \leq 101$	22	73
	Hiperesthesia	< 16	6	20
	Hipoesthesia	> 101	2	7
250Hz (A δ)	Normal	$\geq 22, \leq 180$	28	94
	Hiperesthesia	< 22	1	3
	Hipoesthesia	> 180	1	3
2000Hz (A β)	Normal	$\geq 120, \leq 398$	18	60
	Hiperesthesia	< 120	6	20
	Hipoesthesia	> 398	6	20

Rujukan nilai skala normatif ujian CPT di ambil daripada Neurotron Inc. (2002)

JADUAL 3. Hubungan di antara kepekaan saraf sensori median dengan tempoh menghidap CTS dan BMI

Serat Saraf Sensori Median	Tempoh Menghidap CTS		BMI Penghidap CTS	
	r	p	r	p
C	0.12	0.95	-0.01	0.95
A δ	-0.36	0.06	0.00	1.00
A β	-0.12	0.53	-0.03	0.88

PERBINCANGAN

Sejumlah besar penghidap CTS yang menghadiri rawatan di Unit Fisioterapi HUKM adalah wanita (n= 24, 80%) berbanding lelaki (n= 6, 20%). Ini menunjukkan CTS lebih kerap terjadi di kalangan wanita. Penemuan ini disokong oleh Mondelli et al. (2005), melalui kajian keratan rentasnya yang melibatkan 172 penghidap CTS. Mereka mendapati kaum wanita lebih ramai mengalami CTS iaitu sebanyak 126 orang berbanding kaum lelaki iaitu 46 orang. Wanita juga didapati lebih sensitif terhadap keterukan gejala klinikal CTS. CTS terjadi sebanyak 3 kali di kalangan wanita berbanding lelaki kerana terowong karpus pada pergelangan tangan wanita secara anatominya lebih sempit berbanding lelaki (Burke et al. 2003).

Hasil kajian mendapati sebilangan besar penghidap CTS mempunyai fungsi serat saraf sensori yang normal bagi C (73%), A δ (93%) dan A β (60%). Walau

bagaimanapun, hasil kajian juga menunjukkan terdapat subjek yang mempunyai keabnormalan fungsi pada serat saraf sensori C, A δ dan A β . Serat saraf A β didapati mempunyai keabnormalan fungsi yang paling tinggi (40%) berbanding C (27%) dan A δ (7%). Penemuan ini sebanding dengan hasil kajian kes-kawalan oleh Nishimura et al. (2004) yang mendapati penjejasan fungsi serat A β di semua peringkat CTS manakala serat A δ dan C hanya terlibat di peringkat kronik. Serat saraf yang berdiameter besar didapati akan terlebih dahulu terjejas dalam masalah keabnormalan fungsi saraf sensori median dan diikuti oleh serat saraf yang berdiameter lebih kecil (Neurotron 2002).

Kajian ini tidak dapat menunjukkan hubungan yang bererti ($p > 0.05$) di antara tempoh menghidap CTS dengan kepekaan saraf sensori median di kalangan subjek kajian. Hasil kajian ini berbeza dari penemuan kajian Nishimura et al. (2004), yang mendapati bahawa pada tempoh 15 bulan pertama menghidap CTS, kebanyakan subjek mengalami keabnormalan nilai CPT hanya pada rangsangan 2000 Hz, manakala bagi tempoh menghidap CTS melebihi 15 bulan, keabnormalan ditemui pada rangsangan 2000 Hz dan 250 Hz. CTS bagi tempoh melebihi 24 bulan menunjukkan keabnormalan CPT pada rangsangan ketiga-tiga frekuensi iaitu 2000 Hz, 250 Hz dan 5 Hz lantas membuktikan penjejasan ketiga-tiga serat saraf A β , A δ dan C. Satu penjelasan terhadap perbezaan hasil kajian ini ialah kajian di HUKM ini melibatkan penghidap CTS yang telah menjalani beberapa siri rawatan fisioterapi ke atas masalah CTS yang dialami. Rawatan fisioterapi dapat merawat masalah keabnormalan fungsi saraf sensori pada peringkat awal dan mencegah keterukan gejala CTS yang sering meningkat dengan meningkatnya tempoh menghidap kondisi ini (Garziona & Schroeder 1994).

Modaliti perangsang saraf seperti *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation* (TENS) adalah antara pilihan rawatan yang utama di kalangan Ahli Fisioterapi di HUKM. TENS berfungsi mengaktifkan secara langsung reseptor mekanikal iaitu serat A β lantas memperbaiki keupayaan serat ini mengalirkan rangsangan. Modaliti lain seperti Ultrasound pula bertindak memulihkan pengaliran darah dan mengurangkan masalah bengkak pada pergelangan tangan subjek, seterusnya mengurangkan penekanan pada saraf median (Kitchen 2002). Penghidap CTS dalam kajian ini mungkin semakin pulih dari masa ke masa kesan dari rawatan fisioterapi, oleh itu tidak menunjukkan peningkatan keabnormalan fungsi saraf dengan meningkatnya tempoh menghidap CTS.

Sebilangan besar subjek dalam kajian ini adalah obes (76.7%), dan selebihnya lebih berat (16.7%) dan normal (6.7%). Namun begitu, hasil kajian ini menunjukkan tiada hubungan yang bererti ($p > 0.05$) di antara BMI dengan kepekaan saraf sensori median di kalangan penghidap CTS. Ini berbeza dengan laporan kajian oleh Kouyoumdjian et al. (2000) yang menyatakan bahawa mononeuropati saraf median mempunyai korelasi yang bererti dengan peningkatan BMI di kalangan subjek yang obes (BMI > 29) jika dibandingkan dengan subjek yang mempunyai BMI < 20 dalam populasi CTS di Brazil. Mereka

menghuraikan bahawa di kalangan individu obes, berlaku pengumpulan cecair di dalam tisu atau peningkatan tisu lemak pada terowong karpus yang meningkatkan tekanan hidrostatik pada terowong karpus (Kouyoumdjian et al. 2000).

KESIMPULAN

Walaupun sebilangan besar penghidap CTS di HUKM mempunyai fungsi serat saraf sensori median yang normal, tetapi keabnormalan fungsi serat $A\beta$, $A\delta$ dan C bagi saraf sensori median di kalangan sebahagian penghidap perlu diberi perhatian bagi mencegah keterukan fungsi saraf seterusnya komplikasi lanjutan. Ahli Fisioterapi di HUKM boleh meningkatkan penggunaan modaliti perangsang saraf seperti TENS bagi mengembalikan kefungsiian serat saraf pesakit yang terlibat.

PENGHARGAAN

Pihak kami merakamkan penghargaan kepada Prof. Madya Dr. Zaleha Md. Isa di atas bantuan di dalam analisa statistik dan Prof. Dr. Siti Zamratol-Mai Sarah Mukari yang membantu memurnikan penulisan ini. Penghargaan juga diberikan kepada Unit Fisioterapi, HUKM di atas bantuan yang diberikan sepanjang kajian ini dijalankan.

RUJUKAN

- Bartlett, J.E., Kotrlik J.W. & Higgins, C. 2001. Organisational research: Determining appropriate sample size in survey research. *Information Technology, Learning and Performance Journal* 19(1): 43-50.
- Burke, F.D., Ellis, J., Mcknenne, H. & Bradley, M.J. 2003. Primary care management of carpal tunnel syndrome. *Br. Med. J.* 9(934): 433-437.
- Fuller, D.A. 2003. Carpal Tunnel Syndrome. eMedicine. Available from: <http://www.emedicine.com/orthoped/topic455.htm>. (Accessed on 2nd December 2006).
- Garziona, J.E. & Schroeder, P. 1994. Mapping carpal tunnel syndrome by serial current perception threshold. *Proceedings of The International Conference of Physical Therapy*, s-Hertogenbosch, the Netherlands, Norwich. Available from: <http://www.neurotron.com/abstracts/abs110235.html>. (Accessed on 17 th April 2006).
- Gell, N., Werner, R.A., Franzblau, A., Ulin, S.S. & Armstrong, T.J. 2005. A longitudinal study of industrial and clerical worker: Incidence of carpal tunnel syndrome and assessment of the risk factor. *J. Occup. Rehabil.* 151(1): 47-55.
- Jiang, Y.D., Hsich, S.T., Wu, H.P., Tai, T.Y., Katims, J.J. & Chuang, L.M. 2001. Characterization of hyperesthetic stage of diabetic neuropathy with current perception threshold, a method for diabetic neuropathy staging. *Proceedings of the 11th European Diabetic Neuropathy Study Group Meeting*. Available from: <http://www.neurotron.com/abstracts/html>. (Accessed on 17th April 2006).

- Katims, J.J., Patil, A.S., Rendell, M., Rouvelas, P., Sadler, B., Weseley, S.A. & Bleecker, M.L. 1991. Current perception threshold screening for carpal tunnel syndrome. *Arch. Environ. Health* 46(4): 207-212.
- Katims, J.J., Rouvelas, P., Sadler, B.T. & Weseley, S.A. 1989. Current perception threshold: Reproducibility and comparison with nerve conduction in evaluation of carpal tunnel syndrome. *ASAIO Trans.* 35(3): 280-284.
- Kitchen, S. 2002. *Electrotherapy Evidence Based Practice*. 2nd Edition. Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Kouyoumdjian, J.A., Morita, M.D.P.A., Rocha, P.R.F., Miranda, R.C. & Gouveia, G.M. 2000. Body mass index and carpal tunnel syndrome. *Arq. Neuro-Psiquiatr.* 58: 1590-1593.
- Mondelli, M., Aprile, I., Ballerini, M., Ginanneschi, F., Reale, F., Romano, C. & Rossi, S. 2005. Sex differences in carpal tunnel syndrome: comparison of surgical and non-surgical population. *Eur. J. Neurol.* 12: 976-983.
- Nishimura, A., Ogura, T., Hase, H., Makinodon, A., Hojo, T., Katsumi, Y., Yagi, K., Mikami, Y. & Kubo, T. 2004. A correlative electrophysiologic study of nerve fiber involvement in carpal tunnel syndrome using current perception thresholds. *Clin. Neurophysiol.* 115: 1921-1924.
- Neurotron, Incorporated Innovative Medical Technology. 2002. Neurometer® sNCT/CPT, overview and references. Baltimore, M.D.
- Norvell, J.G. 2006. Carpal tunnel syndrome. Medscape. New York. Available from: <http://www.emedicine.com/copyright.html> (Accessed on 2nd December 2006).
- Peæina, M.M., Nemanias, J.K. & Markiewitz, A. D. 2001. *Tunnel Syndromes, Periphery Nerves Compression Syndrome*. 3rd Edition. California: CRC Press.

Nor Azura Azmi
 Nor Azlin Mohd. Nordin
 Program Fisioterapi
 Fakulti Sains Kesihatan Bersekutu
 Jalan Raja Muda Abdul Aziz
 50300 Kuala Lumpur, Malaysia

Nor Azila Noh
 Fakulti Perubatan
 Universiti Sains Islam Malaysia
 Bandar Baru Nilai
 71800 Nilai
 Negeri Sembilan, Malaysia.

Corresponding author: Nor Azura Azmi
 Email address: juare_pt03@yahoo.com
 Tel: 603 26878003; Fax: 603-: 603-26878199

Received: August 2008
 Accepted for publication: May 2009