

CENTRAL MOTOR CONDUCTION TIME EKSTREMITAS ATAS MENGGUNAKAN TRANSCRANIAL MAGNETIC STIMULATION PADA DEWASA NORMAL

CENTRAL MOTOR CONDUCTION TIME OF UPPER EXTREMITIES USING WITH TRANSCRANIAL MAGNETIC STIMULATION EXAMINATION IN NORMAL ADULTS

Galuh Absari Utomo, M. Hasnawi Haddani,* Theodorus**

ABSTRACT

Introduction: Transcranial magnetic stimulation (TMS) is a non-invasive, safe, and painless method for evaluating the corticospinal pathway. When TMS is applied to the motor cortex at appropriate stimulation intensity, motor evoked potentials (MEPs) can be recorded from contralateral extremity muscles. MEP consist of latency, amplitudo, duration and central motor conduction time (CMCT). CMCT is an estimate of the conduction time of corticospinal fibers between motor cortex and spinal (or bulbar) motor neurons. However, until now there has been no research in Indonesia on normal value of CMCT. Preferably every center has its own normal values.

Aims: To obtain normal value of CMCT in dr. Mohammad Hoesin General Hospital, Palembang.

Methods: A cross-sectional study with purposive sampling technique was done during May 2015. Every normal adult aged 20-60 years who met the criteria were examined to obtain CMCT and MEP on the right abductor pollicis brevis muscle.

Results: From the 42 samples CMCT on the right abductor pollicis brevis muscle was 8.58 ± 1.05 ms. Consecutively the MEPlatency, amplitude, and duration were 20.54 ± 1.74 msec, 2.52 ± 1.73 mV, and 7.62 ± 2.38 ms.

Discussion: Normal value of CMCT was 8.58 ± 1.05 ms, normal value of MEP latency was 20.54 ± 1.74 msec, normal value of MEP amplitude was 2.52 ± 1.73 mV, normal value of MEP duration: 7.62 ± 2.38 ms. These normal values can be used as a reference in dr. Mohammad Hoesin General Hospital.

Keywords: Central motor conduction time, motor evoked potentials, normal values transcranial magnetic stimulation

ABSTRAK

Latar Belakang: Transcranial magnetic stimulation (TMS) merupakan suatu metoda stimulasi otak non invasif yang menggunakan gelombang magnet untuk mengevaluasi traktus kortikospinalis. Potensial aksi yang timbul setelah stimulasi TMS disebut *motor evoked potentials* (MEP), terdiri dari latensi, amplitudo, durasi, dan *central motor conduction time* (CMCT). CMCT didefinisikan sebagai perkiraan waktu konduksi serabut kortikospinal antara korteks motorik sampai motor neuron spinal (atau bulbar). Di luar negeri sudah ada data mengenai nilai normal CMCT, namun belum ada di Indonesia. Mengingat adanya perbedaan ukuran tubuh, sebaiknya setiap tempat pemeriksaan memiliki nilai normalnya sendiri.

Tujuan: Mendapatkan nilai rerata normal CMCT ekstremitas atas pada pemeriksaan TMS di RSUP dr. Mohammad Hoesin Palembang.

Metode: Penelitian deskriptif secara potong lintang selama bulan Mei 2015, terhadap setiap orang dewasa normal berusia 20-60 tahun yang memenuhi kriteria diperiksa CMCT dan MEP ekstremitas atas pada otot abduktor pollicis brevis kanan.

Hasil: Didapatkan 42 subjek dengan hasil pemeriksaan CMCT pada otot abduktor pollicis brevis kanan $8,58 \pm 1,05$ mdet. Secara berurutan hasil pemeriksaan latensi, amplitudo, dan durasi MEP adalah $20,54 \pm 1,74$ mdet, $2,52 \pm 1,73$ m, dan $7,62 \pm 2,38$ mdet.

Diskusi: Didapatkan nilai normal CMCT $8,58 \pm 1,05$ mdet, nilai latensi MEP $20,54 \pm 1,74$ mdet, nilai amplitudo MEP $2,52 \pm 1,73$ mV, dan nilai durasi MAP $7,62 \pm 2,38$ mdet. Nilai normal ini dapat digunakan sebagai nilai acuan di RSUP dr. Mohammad Hoesin Palembang.

Kata kunci: Central motor conduction time, motor evoked potentials, nilai normal, transcranial magnetic stimulation

*Departemen Neurologi FK Universitas Sriwijaya/RSUP Dr. Mohammad Hoesin, Palembang.

Korespondensi: galuhabsari@yahoo.co.id

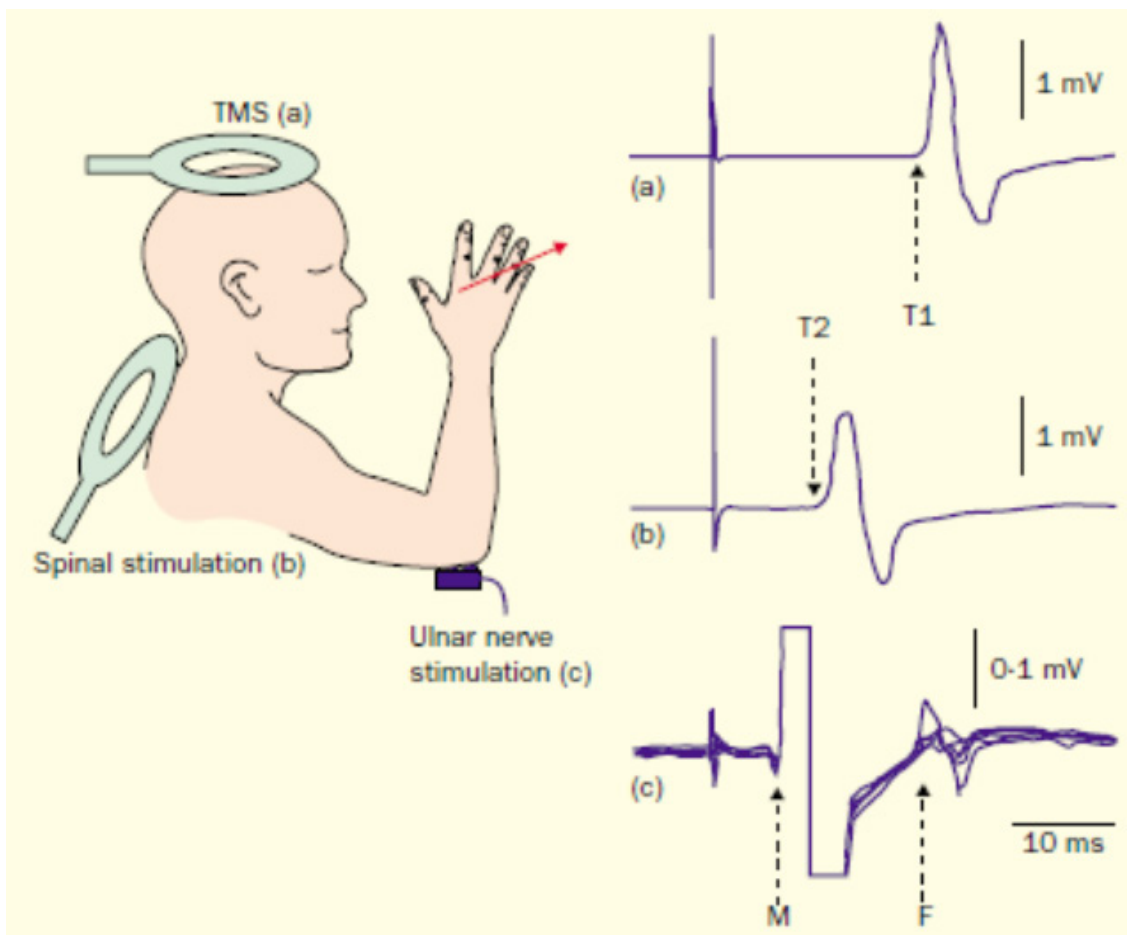
PENDAHULUAN

Transcranial magnetic stimulation (TMS) merupakan suatu metode stimulasi otak non-invasif yang menggunakan gelombang magnet. Pada teknik stimulasi ini, sejumlah lempeng ditempatkan pada kulit kepala, selanjutnya arus listrik yang dialirkan ke lempeng tadi menghasilkan medan magnet yang menstimulasi otak.^{1,2}

TMS pada awalnya diperkenalkan pada tahun 1985 sebagai suatu metoda untuk merangsang korteks serebral yang aman dan non invasif. Aktivasi korteks motorik oleh TMS menghasilkan *muscular-evoked potentials* (MEPs) kontralateral yang selanjutnya dapat digunakan sebagai alat untuk pemetaan fungsional dari korteks motorik. Kemajuan teknologi

kemudian memperkenalkan alat ini sebagai suatu alat yang mampu menghasilkan stimulasi magnetik secara cepat dan berulang. Medan magnet melewati rambut, kulit, tulang dan selanjutnya mencapai jaringan otak yang kemudian menginduksi arus listrik mengalir ke otak tanpa menimbulkan kejang dan tanpa membutuhkan obat anestetik. Jumlah listrik yang dialirkan sangat kecil dan tidak dapat dirasakan oleh pasien, tetapi listrik tadi dapat mengakibatkan neuron menjadi aktif dan selanjutnya melepaskan neurotransmitter seperti serotonin, norepinefrin, dan dopamin.^{2,3,4}

TMS berguna dalam evaluasi penyakit-penyakit saraf, misalnya multiple sklerosis, lesi medula spinalis, penyakit motor neuron, stroke,



Gambar 1. Skema Pengukuran Central Motor Conduction Time⁶

(a) Motor evoked potentials (MEP) yang diinduksi oleh TMS. (b) MEP setelah stimulasi radikl servikal medulla spinalis. (c) F-waves setelah stimulasi elektrik nervus ulnaris. CMCT dihitung dari latensi T1 dikurangi dengan latensi T2. CMCT dapat juga dihitung dengan rumus $T1-(F+M-1)/2$. T1: latensi MEP yang diinduksi TMS, T2: latensi MEP yang diinduksi oleh koil yang ditempatkan pada servikal medula spinalis, M: latensi M-wave pada stimulasi elektrik nervus ulnaris, F: latensi F-wave pada stimulasi elektrik nervus ulnaris. (disadur dari THE LANCET Neurology Vol 2 March 2003 <http://neurology.thelancet.com> dengan izin).

spondilosis servikalis, monitor intraoperatif, epilepsi, gangguan pelvis, gangguan gerakan, dan beberapa penelitian seperti studi tentang pemetaan otak.⁴

Central motor conduction time (CMCT) merupakan salah satu parameter pengukuran TMS, didefinisikan sebagai perkiraan waktu konduksi serabut kortikospinal dari korteks motorik sampai motor neuron spinal (atau bulbar). Hal ini termasuk waktu untuk eksitasi sel kortikal, konduksi melalui traktus kortikospinal (atau kortikobulbar) dan eksitasi dari motor neuron. Perkiraan tersebut didapatkan dengan mengurangi latensi dari korteks ke otot dengan latensi motor neuron spinal ke otot.⁵

CMCT dipengaruhi oleh faktor usia, tinggi badan dan lokasi pengukuran. Pada neonatus, CMCT lebih panjang dibandingkan pada dewasa. Karena CMCT tergantung pada panjang jalur konduksi, seharusnya terdapat hubungan antara CMCT dan tinggi badan. Namun, beberapa penelitian menunjukkan CMCT otot-otot lengan tidak dipengaruhi tinggi badan, sementara CMCT pada segmen lumbal dipengaruhi oleh tinggi badan. Tidak ada perbedaan bermakna CMCT ekstremitas atas pada wanita dan pria, sementara CMCT ekstremitas bawah wanita lebih pendek daripada pria. Beberapa penelitian menunjukkan tidak ada hubungan yang bermakna antara CMCT dengan lokasi pengukuran.⁵ Selain itu faktor lain yang menentukan nilai normal CMCT adalah lokasi otot target, posisi dan ukuran koil, arah arus magnet, dan intensitas stimulus.⁷

Di luar negeri sudah ada data mengenai nilai normal CMCT. Akan tetapi sampai saat ini belum ada penelitian di Indonesia tentang nilai normal CMCT. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk mengetahui rentang nilai normal CMCT pada orang dewasa dari populasi lokal sesuai dengan standar pemeriksaan yang direkomendasikan.

TUJUAN

Untuk mendapatkan nilai CMCT ekstremitas atas dengan pemeriksaan TMS pada dewasa normal (20-60 tahun) yang dapat digunakan sebagai acuan untuk di RSUD dr. Mohammad Hoesin Palembang.

METODE

Penelitian deskriptif secara potong lintang ini dilakukan di lingkungan Departemen Neurologi

RSUP dr. Mohammad Hoesin (RSMH) Palembang secara konsekutif pada bulan Mei 2015. Populasi adalah mahasiswa tingkat klinik, peserta pendidikan dokter spesialis neurologi, paramedis, pegawai di lingkungan RSUD dr. Mohammad Hoesin (RSMH) Palembang dan di lingkungan yang dapat dijangkau.

Kriteria inklusi adalah dewasa sehat berusia 20-60 tahun, berdomisili di Palembang, bersedia ikut dalam penelitian, dan dapat berkomunikasi. Kriteria eksklusi adalah kebiasaan konsumsi alkohol atau obat psikotropika, memiliki riwayat penyakit sistemik (diabetes mellitus, penyakit tiroid, gagal ginjal, penyakit hati, keganasan dengan/tanpa kemoterapi), ada gejala neuropati, riwayat patah tulang, riwayat penyakit reumatik/penyakit sendi degeneratif, memakai alat pacu jantung, memakai implan metalik, atau didapatkan gangguan konduksi pada pemeriksaan elektroneuromiografi. Alat yang digunakan adalah alat TMS merk Neurosoft tahun 2011 yang dilakukan kalibrasi setiap setahun sekali.

Subjek dilakukan wawancara terlebih dahulu mengenai riwayat penyakit sebelumnya, riwayat pemakaian alkohol maupun obat psikotropika. Setelah itu dilakukan *informed consent* dan tanda tangan persetujuan ikut serta dalam penelitian. Dilakukan pencatatan identitas subjek penelitian dan dilakukan pengukuran tinggi badan dan berat badan untuk penilaian indeks massa tubuh (IMT). Kemudian dilakukan pemeriksaan konduksi hantar saraf nervus medianus kanan dan kiri. Bila didapatkan hasil yang normal (KHS 52-66m/det; latensi 2,7-3,9mdet; amplitudo 8-14mV), akan dilanjutkan dengan pemeriksaan CMCT ekstremitas atas menggunakan koil tipe *round* koil diameter 7,5cm.

Koil diletakkan di verteks dengan arah arus listrik koil ke arah otot yang akan distimulasi. Diberikan stimulasi dengan intensitas 100mA lalu posisi sedikit digeser sampai ditemukan *hot-spot* yang menghasilkan gelombang paling tinggi. Setelah itu dilakukan stimulasi dengan intensitas stimulus 70mA pada radiks servikal medulla spinalis (pada area bahu \pm 3 jari lateral dari prosesus spinosus C7) dengan arah koil berlawanan dengan pemeriksaan kortikal (verteks).

Nilai CMCT ekstremitas atas didapatkan dengan mengurangi latensi MEP yang diinduksi oleh

TMS dengan latensi MEP setelah stimulasi radiks servikal medulla spinalis.⁶ Latensi MEP didapatkan dengan mengukur jarak dari pemberian stimulus magnet sampai menimbulkan respon. respon maksimal voltase yang terekam. Amplitudo dapat diukur dari dasar dari puncak negatif sampai puncak positif (*peak to peak amplitudo*). Durasi dapat diukur dari jarak dari respon pertama sampai hilangnya respon.⁷ Teknik yang digunakan ini berdasarkan referensi.⁶

HASIL

Dilakukan pemeriksaan nervus medianus kanan kiri pada 44 subjek, sebanyak 2 orang dieksklusi karena ditemukan abnormalitas pada pemeriksaan nervus medianus, sehingga total subjek sebanyak 42 orang. Tabel 1 menunjukkan kategori usia yang terbanyak adalah usia 20-30 tahun (40,5%) dengan proporsi laki-laki dan perempuan hampir sama dan mayoritas berat badan (BB) normal (IMT 18,5-24,99), yaitu sebanyak 81%. Hasil pengukuran rerata BB subjek adalah 60,43±10,54 kg, tinggi badan (TB) 161,76±6,84 cm, dan IMT 23,02±3,41 kg/m².

Tabel 1. Karakteristik Demografi Subjek Penelitian

Karakteristik Demografi	n	%
Kategori Usia		
• 20-30 tahun	17	40,5
• 31-40 tahun	7	16,7
• 41-50 tahun	9	21,4
• 51-60 tahun	9	21,4
Jenis Kelamin		
• Laki-laki	20	47,6
• Perempuan	22	52,4
Indeks Massa Tubuh (IMT)		
• BB rendah (≤18,49)	2	4,8
• BB normal (18,5-24,99)	34	81,0
• BB lebih (≥25-29,99)	4	9,5
• Obesitas (≥30)	2	4,8

BB: berat badan

Tabel 2 menunjukkan nilai normal CMCT dan MEP subjek, sedangkan distribusi nilai rerata CMCT dengan karakteristik demografi terdapat pada Tabel 3.

PEMBAHASAN

Tabel 4 menunjukkan perbandingan hasil pemeriksaan CMCT pada penelitian ini dengan beberapa penelitian sebelumnya. Dari penelitian

sebelumnya, yang dilakukan oleh Rossini dkk, pada 50 orang sehat didapatkan nilai rata-rata normal CMCT pada otot thenar adalah 6,4±0,3mdet.⁸ Pada penelitian sebelumnya, yang dilakukan oleh Rayegani pada 112 orang normal, nilai rerata normal CMCT pada otot thenar adalah 9,6±1,9mdet.⁴ Zwartz dkk mendapatkan nilai rata-rata normal CMCT pada otot abduktor polllisis brevis 36 orang sehat adalah 7,4±0,9mdet.⁹ Penelitian Eisen dkk pada 90 orang sehat didapatkan nilai rata-rata normal CMCT pada otot thenar adalah 6,7±1,2mdet.¹⁰

Penelitian ini mendapatkan nilai yang berbeda dari penelitian sebelumnya. Hal ini disebabkan ada beberapa faktor. Perbedaan dapat disebabkan karena merk alat TMS yang digunakan pada penelitian ini berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya. Perbedaan merk dapat diatasi dengan menyamakan keluaran (*output*) dari mesin. Pada penelitian ini keluaran dari alat TMS yang digunakan 220/230volt, 50Hz, 890VA, sedangkan pada penelitian lainnya tidak mencantumkan keluaran dari alat TMS yang digunakan.

Selain itu, penempatan koil pada penelitian ini berbeda dengan penelitian Rayegani. Pada penelitian ini, untuk stimulasi kortikal, koil diletakkan di verteks, sedangkan pada penelitian Rayegani koil diletakkan 7 cm lateral verteks. Untuk stimulasi *peripheral conduction time* (PCT) pada penelitian ini, koil diletakkan 3 jari lateral dari prosesus spinosus C7. Penelitian Rayegani koil diletakkan di fossa supraklavikular. Penempatan koil pada penelitian Rossini sama dengan di penelitian ini. Otot target penelitian ini sama dengan penelitian Rayegani,⁴ Rossini,⁸ Zwartz,⁹ Eisen,¹⁰ yaitu diambil dari otot abduktor polllisis brevis, dengan penempatan elektrode yang sama. Koil yang digunakan pada penelitian ini berbentuk *round* koil dengan diameter 7,5cm, sama dengan koil yang digunakan pada penelitian Rayegani⁴ dan Rossini.⁸

Tidak didapatkan data mengenai sebaran sampel pada penelitian-penelitian sebelumnya. Intensitas stimulus yang digunakan sama, yaitu 100%. Hasil penelitian ini sama dengan penelitian sebelumnya, yaitu pada penelitian Rayegani dkk, yang menyatakan bahwa jenis kelamin tidak

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan CMCT dan MEP Ekstremitas Atas

Variabel	Rerata	Min-Maks	IK 95%
CMCT (mdet)	8,58±1,05	6,20–11,30	8,26–8,91
Latensi MEP (mdet)	20,54±1,74	17,5–24,9	19,99–21,08
Amplitudo MEP (mV)	2,52±1,73	0,15–6,36	1,98–3,05
Durasi MEP (mdet)	7,62±2,38	3,04–19,6	3,04–19,6

IK: interval kepercayaan

Tabel 3. Distribusi Nilai Rerata CMCT Ekstremitas Atas berdasarkan Karakteristik Demografi

Variabel	n	Rerata CMCT (mdet)	IK 95%
Jenis Kelamin			
• Laki-laki	20	8,69±1,00	8,22–9,16
• Perempuan	22	8,48±1,11	7,99–8,98
Usia			
• 20-30 tahun	17	8,69±0,82	8,27–9,11
• 31-40 tahun	7	7,88±1,13	6,83–8,92
• 41-50 tahun	9	8,68±1,27	7,70–9,66
• 51-60 tahun	9	8,83±1,12	7,98–9,69
Tinggi Badan			
• <150 cm	2	7,24±0,05	6,73–7,75
• 151–160 cm	18	8,66±1,14	8,09–9,23
• 161–170 cm	18	8,851±0,86	8,42–9,28
• >170 cm	4	7,7125±0,96	6,18–9,24

IK: interval kepercayaan

Tabel 4. Perbandingan Hasil Pemeriksaan CMCT Ekstremitas Atas pada Beberapa Studi

	Penelitian ini	Eisen's	Zwarts	Rossini	Rayegani
Tahun	2015	1990	1992	1994	2007
Negara	Indonesia	Canada	Netherlands	Italia	Iran
Jumlah Sampel	42	90	36	50	112
Rerata CMCT	8,58±1,05	6,7±1,2	7,4±0,9	6,4±0,3	9,6±1,9

mempengaruhi hasil pengukuran CMCT.⁵ Pada penelitian ini tidak didapatkan korelasi antara nilai CMCT dengan usia. Dari penelitian Duron dan Khater-Boidin, didapatkan CMCT pada neonatus lebih memanjang dibandingkan pada dewasa, tetapi pada usia dewasa, nilai CMCT tidak mempunyai korelasi dengan usia.⁵ CMCT pada otot ekstremitas atas tidak mempunyai korelasi dengan tinggi badan. Pada penelitian ini mempunyai hasil yang sama dengan penelitian sebelumnya, yaitu nilai CMCT pada otot abduktor pollisis brevis tidak mempunyai korelasi dengan tinggi badan.⁵

Penelitian ini memiliki keterbatasan, yaitu jumlah sampel yang terlalu sedikit dan tidak dilakukan

perhitungan sampel berdasarkan proporsi. Dalam melakukan pengambilan sampel riwayat penyakit sistemik hanya mengandalkan anamnesis, tidak dilakukan pemeriksaan penunjang. Selain itu tidak dilakukan pengukuran *motor threshold* sebelumnya.

KESIMPULAN

Didapatkan nilai rerata CMCT ekstremitas atas pada otot abduktor pollisis brevis pada dewasa normal adalah 8,58±1,05mdet dengan rerata latensi MEP 20,54±1,74mdet. Jenis kelamin, usia, dan tinggi badan subjek penelitian tidak mempengaruhi hasil pengukuran CMCT.

SARAN

Hasil penelitian ini direkomendasikan untuk digunakan sebagai nilai acuan pada pemeriksaan

TMS di RSUP dr. Mohammad Hoesin Palembang dengan alat TMS yang sejenis.

DAFTAR PUSTAKA

1. Peterchev AV, Wagner TA, Miranda PC, Nitsche MA, Paulus W, dkk. Fundamentals of transcranial electric and magnetic stimulation dose: definition, selection, and reporting practices. *J Brain Stimulation*. 2012;5(4):435-53.
2. Coslett HB. Transcranial magnetic stimulation: safety consideration. [serial online]. 2015 [Diunduh 8 Maret 2015]. Tersedia dari: MRRI.
3. Rossi S, Hallett M, Rossini PM, Pascual-Leone A, Safety of TMS Consensus Group. Safety, ethical considerations, and application guidelines for the use of transcranial magnetic stimulation in

- clinical practice and research. *Clin Neurophysiol.* 2009;120(12):2008–39
4. Rayegani SM, Hollisaz MT, Hafezi R, Nassirzadeh S. Application of magnetic motor stimulation for measuring conduction time across the lower part of the brachial plexus. *J Brachial Plex Peripher Nerve Inj.* 2008;3:7.
 5. Chen R, Cros D, Curra A, Lazzaro VD, Lefaucheur JP, dkk. The clinical diagnostic utility of transcranial magnetic stimulation: report of an IFCN committee. *Clin Neurophysiol.* 2008;119:504-32.
 6. Kobayashi M, Pascual-Leone A. Transcranial magnetic stimulation in neurology. *Lancet Neurol.* 2003;2:145-56.
 7. Kimura J. *Electrodiagnosis in diseases of nerve and muscle.* Edisi ke-4. Iowa City: Oxford University Press; 2013.
 8. Rossini PM, Barker AT, Berardelli A, dkk. Non-invasive electrical and magnetic stimulation of the brain, spinal cord and roots: basic principles and procedures for routine clinical application. Report of an IFCN Committee. *Electroencephal Clin Neurophysiol.* 1994;91:79-92.
 9. Zwarts MJ. Central motor conduction in relation to contra and ipsilateral activation. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 1992;425-9.
 10. Eisen AA, Shtybel W. Clinical experience with transcranial magnetic stimulation. *Muscle Nerve.* 1990;13:995-1011.