

## **PELATIHAN *MIRROR NEURON SYSTEM* SAMA DENGAN PELATIHAN *CONSTRAINT INDUCED MOVEMENT THERAPY* DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN FUNGSIONAL ANGGOTA GERAK ATAS PASIEN STROKE**

Meidian, A.C

Fakultas Fisioterapi Universitas Esa Unggul-Jakarta  
Jalan Arjuna Utara no. 9, Kebun Jeruk, Jakarta 11510  
achmeidian@yahoo.com

### **Abstrak**

**Latar belakang:** Stroke merupakan gangguan sistem vaskularisasi darah di otak yang menyebabkan disfungsi neurologis secara tiba-tiba, kerusakan jaringan otak secara klinis dalam jangka waktu yang relatif lama, penurunan mobilitas fisik dan gangguan kemampuan fungsional anggota gerak atas. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan kemampuan fungsional anggota gerak atas pasien stroke pada pelatihan *mirror neuron system* dan pelatihan *constraint induced movement therapy* serta mengetahui perbandingan kedua pelatihan tersebut. **Metode:** Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental dengan rancangan penelitian *pre test and post test control group design*. Jumlah sampel kelompok pertama sebesar 13 pasien diberikan pelatihan *mirror neuron system* selama 30-60 menit, sedangkan pada kelompok kedua sejumlah 13 pasien diberikan pelatihan *constraint induced movement therapy* selama 30-60 menit. Penelitian dilakukan dalam periode waktu selama 2 bulan. Setiap pasien diajarkan berbagai kemampuan fungsional anggota gerak atas sesuai dengan konsep panduan operasionalnya dan pasien diminta melakukan pengulangan latihan mandiri di rumah sesuai arahan. Tes pengukuran fungsional anggota gerak atas menggunakan instrumen *wolf motor function test*. **Hasil:** Penelitian menunjukkan terjadinya peningkatan kemampuan fungsional anggota gerak atas sebesar 21,7% pada kelompok pelatihan *mirror neuron system* dan membuktikan adanya perbedaan yang signifikan ( $p < 0,05$ ) dan terjadi peningkatan kemampuan fungsional anggota gerak atas sebesar 17,1% pada kelompok pelatihan *constraint induced movement therapy* dan membuktikan adanya perbedaan yang signifikan ( $p < 0,05$ ) sedangkan perbedaan peningkatan kemampuan fungsional anggota gerak atas kedua kelompok menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan ( $p > 0,05$ ). **Kesimpulan:** Pelatihan *mirror neuron system* sama dengan pelatihan *constraint induced movement therapy* dalam meningkatkan kemampuan fungsional anggota gerak atas pasien stroke.

**Kata kunci:** stroke, kemampuan fungsional anggota gerak atas, *mirror neuron system*

### **Abstract**

**Background:** Stroke is an interruption of blood vasculature system in the brain that causes suddenly neurological dysfunction, resulted in clinically brain tissue damage in a relatively long time period, decreased physical mobility and functional ability impaired of upper limb. **Objective:** The purpose of this study is to know an increasing in upper limb functional ability among stroke patients after mirror neuron system exercise and constraint induced movement therapy exercise and to know the comparison of both exercise. **Method:** This study uses an experimental research with pre-test and post-test control group design. Number of samples of the first group is 13 patients given mirror neuron system exercise for 30-60 minutes, while the second group 13 patients were given constraint induced movement therapy exercise for 30-60 minutes. The research was conducted in 2 month period time. Each patient is taught a variety of upper limb functional ability in accordance with the operational concept guidance and patients were asked to repeat the exercise independently at home as directed. Measuring test of upper limb functional ability is using the wolf motor function test instruments. **Result:** The result is an increase the upper limb functional ability of 21.7% in the mirror neuron system exercise group and proved a significant difference ( $p < 0.05$ ) and an increase in the upper limb functional ability of 17.1%

*in the constraint induced movement therapy exercise group and proved a significant difference ( $p < 0.05$ ) while the difference of increasing of upper limb functional ability of the two groups showed no significant difference ( $p > 0.05$ ). **Conclusion:** It was concluded that the mirror neuron system exercise is similar with constraint induced movement therapy exercise in increasing the upper limb functional ability among stroke patients.*

**Keywords:** stroke, upper limb functional ability, mirror neuron system

## Pendahuluan

Pasien yang telah didiagnosis menderita gangguan saraf pusat seperti stroke dan penyakit *brain damage* lainnya akan mengalami salah satu atau secara bersamaan gejala yang mungkin timbul yaitu gangguan fungsi organ tubuh dan ekstremitas, struktur tubuh, emosional dan kognitif. Tentunya sangat diperlukan penanganan dan intervensi khusus yang optimal dan tepat sasaran oleh para dokter dan tenaga medis lainnya termasuk fisioterapis yang berperan untuk melakukan penanganan fisioterapi bagi pasien stroke untuk memulihkan kapasitas fisik dan kemampuan fungsional berdasarkan potensi pasien yang masih dimilliki sepanjang daur kehidupan mereka.

Pasien yang menderita penyakit stroke tentunya akan mengalami berbagai problematika, keterbatasan dan hambatan pada semua tingkat termasuk struktur tubuh, fungsi tubuh, aktifitas dan partisipasi dalam lingkungan dan kehidupan sehari-hari sehingga sangat banyak penderita stroke akan selalu membutuhkan peran keluarga atau orang lain diluar dirinya sendiri sebagai pendamping dalam menyelesaikan aktifitas kerja dan tugas sehari-hari demi memenuhi semua kebutuhan dasar dan kebutuhan tambahan bagi dirinya yang mengalami gangguan akibat sakit sehingga dalam hal ini akan terjadi masalah ketidakmandirian individu yang merupakan masalah pokok yang dihadapi oleh mereka sebagai pasien itu sendiri maupun bagi keluarga sebagai orang terdekatnya.

Banyak faktor yang menyebabkan pasien stroke menjadi tergantung dengan orang lain dan menjadi tidak mandiri dalam memenuhi kebutuhannya dan dalam melakukan aktifitas sehari-hari, diantaranya adalah adanya keterbatasan fungsional anggota gerak atas (AGA) yang mengalami kelemahan akibat stroke.

Berbagai pelatihan, pendekatan, metode dan tehnik dalam bidang fisioterapi telah

banyak dikembangkan guna melengkapi dan memperkaya khazanah keilmuan dalam mengatasi masalah fisik dan fungsional bagi pasien penderita stroke, diantaranya adalah pelatihan *Mirror Neuron System* (MNS) dan Pelatihan *Constraint Induced Movement Therapy* (CIMT). Keduanya memiliki dasar ilmiah yang sampai saat ini masih terus dikembangkan dan diteliti oleh para dokter maupun fisioterapis yang berkonsentrasi pada penanganan klinis bagi penderita stroke untuk memulihkan kapasitas fisik dan kemampuan fungsional termasuk tentunya fungsi AGA yang mengalami kelemahan (*weakness*) akibat lesi neurologis saraf pusat yang mereka alami.

Pelatihan MNS merupakan pelatihan yang masih dianggap baru dan belum memiliki banyak bukti uji klinisnya, dimana pada pelatihan MNS memandang bahwa gerakan motorik secara fungsional dapat dihasilkan secara lebih baik yang diawali dari suatu proses imitasi gerakan dan imajinasi gerakan yang dilakukan sebelumnya dan hal ini akan menimbulkan rangsangan pada bagian atau pusat motorik pada kortek terstimulasi atau terangsang untuk menghasilkan suatu gerakan fungsional yang diinginkan (Iacoboni dan Galesse, 2009; Rizzolatti, 2011)

Sebuah penelitian tentang MNS yang dilakukan oleh Marijnissen (2011), dilakukan terhadap 171 sampel yang dibagi beberapa kelompok dalam merespon suatu gerakan yang diobservasi terlebih dahulu (imitasi) sebelum melakukan kembali eksekusi aksi gerakan tersebut memberikan sebuah hasil yang baik. Kelompok yang melakukan proses observasi penuh hasilnya lebih dari 97% dapat menunjukkan aktivitas yang sesuai dengan apa yang telah diobservasi tersebut. Kelompok yang melakukan eksekusi gerakan disaat sedang mengobservasi hasilnya sejumlah 60,75% dapat menunjukkan aktivitas yang sesuai. Kelompok yang hanya melakukan sedikit observasi hasilnya hanya 38,6% dapat menunjukkan aktivitas gerakan yang sesuai. Kelompok kontrol tanpa observasi hanya 4,6%

dapat melakukan aktivitas gerakan yang sesuai dengan tujuan. Namun penelitian tersebut tidak spesifik menjelaskan kondisi sampel yang diteliti dan aktivitas apa yang diteliti.

Penelitian lain tentang pelatihan MNS yang dilakukan oleh Salama (2011), menjelaskan bahwa penelitian yang dilakukan terhadap dua puluh lima sampel dan penilaian dilakukan dengan menggunakan *The Functional Magnetic Resonance Imaging* (MRI) menunjukkan bahwa terjadi aktivitas otak sejumlah 50% dibagian otak tertentu disaat mereka melakukan observasi gerakan sebelum eksekusi gerakan tersebut. Namun sayangnya penelitian ini pun masih dirasa kurang dapat mengukur kemampuan fungsional AGA bagi subjek yang diteliti.

Pelatihan CIMT merupakan salah satu pelatihan dalam penatalaksanaan pasien pasca stroke dimana pada CIMT pasien diharuskan menggunakan sisi tangan yang sakit atau yang mengalami kelemahan saat melakukan program terapi dan aktivitas sehari-hari sementara sisi tangan lain yang sehat atau yang tidak mengalami kelemahan sengaja ditahan atau dipaksa agar tidak digunakan untuk bergerak melakukan aktifitas sehari-hari tersebut. Termasuk dalam melakukan stabilisasi objek kecuali saat beristirahat (Hayner dkk., 2010).

Sebuah penelitian tentang pelatihan CIMT yang dilakukan oleh Tariah dkk. (2010), menjelaskan bahwa penelitian dilakukan terhadap delapan belas sampel pasien dengan riwayat stroke, dibagi menjadi dua kelompok yaitu sepuluh sampel perlakuan pelatihan CIMT dan delapan lainnya sebagai kelompok kontrol perlakuan pelatihan lain, setelah dilakukan intervensi pelatihan CIMT selama dua bulan menunjukkan hasil peningkatan kemampuan fungsional AGA yang diukur dengan *Wolf Motor Function Test* (WMFT) sebesar 39%, sedangkan pada kelompok kontrol hanya sebesar 34% peningkatan selama empat bulan. Hasil ini menunjukkan bahwa pelatihan CIMT dinilai lebih baik dari pelatihan lainnya pada kelompok kontrol yang diteliti.

Penelitian lainnya tentang pelatihan CIMT yang dilakukan oleh Hayner dkk. (2010), menjelaskan bahwa penelitian dilakukan terhadap dua belas sampel pasien stroke, dibagi menjadi dua kelompok perlakuan, enam sampel perlakuan pelatihan CIMT dan enam lainnya sebagai kelompok kontrol, setelah

dilakukan intervensi selama sepuluh hari dan diukur dengan tes WMFT, menunjukkan hasil bahwa adanya peningkatan skor sebesar 3,35 dan hanya skor 1,92 untuk kelompok kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa pelatihan CIMT lebih baik sebesar skor 1,43 dari pelatihan lainnya dari kelompok kontrol.

Kedua pelatihan atau pendekatan (*approach*) tersebut masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan dasar ilmiah (*evidence based*) yang berbeda. Pelatihan MNS merupakan pelatihan yang lebih baru dari pada pelatihan CIMT. Pada pelatihan MNS masih sedikit sekali bukti ilmiah yang melakukan uji coba pada manusia dan pasien pasca stroke, sehingga masih banyak dan perlu dikembangkan penggunaannya dalam pemulihan fisik pasien pasca stroke (Iacoboni dan Mazziotta, 2007). Pada pelatihan CIMT telah banyak dilakukan uji klinis dan penelitian yang dicobakan pada manusia dan pasien dalam rangka pemulihan fisik dan peningkatan kemampuan fungsional pasca stroke dan telah banyak memberikan hasil yang signifikan pada kemampuan fungsional AGA (Hayner dkk., 2010; Tariah dkk., 2010; Lin dkk., 2010). Pelatihan MNS relatif lebih mudah, murah, cepat, praktis dan nyaman bagi pasien dibandingkan dengan pelatihan CIMT yang cenderung membuat pasien tidak nyaman pada sisi ekstremitas atas yang sedang dihambat (*constraint*) gerakannya dengan alat bantu tertentu sehingga terkesan ada unsur paksaan bagi pasien untuk menggerakkan AGA yang sedang mengalami kelemahan akibat stroke. Namun hal ini masih perlu pembuktian lebih lanjut sebagai dasar ilmiah yang mendukung dan memperkuat pandangan teoritik bagi kedua pelatihan tersebut.

Berdasarkan uraian latar belakang maka peneliti merasa perlu untuk melakukan penelitian tersendiri yang diharapkan akan lebih melengkapi dasar ilmiah (*evidence based*) bagi kedua pelatihan atau pendekatan tersebut. Serta hendak membuktikan bagaimana perbedaan peningkatan kemampuan fungsional AGA yang terjadi sebelum dan sesudah pelatihan MNS dan pelatihan CIMT. Penelitian yang dilakukan oleh peneliti bahwa pelatihan diterapkan pada pasien dengan kondisi yang sama yaitu pasien pasca stroke dan akan menilai bagaimana perbandingan peningkatan kemampuan fungsional AGA yang mengalami

kelemahan atau keterbatasan fungsional dari kedua kelompok pelatihan.

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut: Apakah pelatihan MNS sama dengan pelatihan CIMT dalam meningkatkan kemampuan fungsional anggota gerak atas pasien stroke?

Tujuan penelitian yang hendak dicapai adalah Mengetahui persamaan pelatihan MNS dibandingkan dengan pelatihan CIMT terhadap peningkatan kemampuan fungsional anggota gerak atas pasien stroke.

Manfaat yang hendak didapat dari penelitian ini adalah (1) Bagi peneliti, menambah pengetahuan, wawasan dan pengalaman dalam melakukan penelitian dan mendapatkan data empirik dari hasil penelitian yang didapat tentang pelatihan MNS dan pelatihan CIMT dalam meningkatkan kemampuan fungsional AGA pasien stroke, berupaya menemukan cara baru yang lebih efisien dan sebagai bagian dari proses menyelesaikan program pendidikan magister, serta bekal keilmuan dimasa yang akan datang. (2) Bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi bidang kedokteran dan kesehatan akan semakin melengkapi khazanah keilmuan dan kepustakaan terutama bidang fisiologi olah raga dan fisioterapi tentang pelatihan MNS dan pelatihan CIMT dalam meningkatkan kemampuan fungsional AGA pasien stroke. (3) Bagi para sejawat fisioterapi sebagai tambahan dasar ilmiah (*evidence based*) dalam melakukan program penatalaksanaan dan proses fisioterapi bagi penderita stroke dalam kegiatan pelayanan klinis maupun bidang akademis dan penelitian fisioterapi berikutnya. (4) Bagi masyarakat sebagai salah satu upaya dalam memperluas dan mengembangkan berbagai pendekatan dan metode untuk mempercepat proses peningkatan kemampuan fungsional pasien penderita stroke di berbagai layanan fisioterapi klinis dan rumah sakit.

## **Metode Penelitian**

### **Ruang Lingkup Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental (*experimental research*). Pada kelompok pertama diberikan perlakuan pelatihan MNS sedangkan kelompok kedua diberikan perlakuan pelatihan CIMT. Pengukuran atau tes dilakukan pada saat sebelum dan sesudah perlakuan dengan

rancangan *pre test and post test control group design*.

Lokasi penelitian dilakukan di Poliklinik Fisioterapi Rumah Sakit Umum Daerah Cengkareng dan Klinik Stroke Carmel di Jakarta Barat. Waktu penelitian dilakukan pada jam pelayanan fisioterapi sesuai dengan jam layanan di masing-masing lokasi sekitar pukul 08.00–12.00 WIB. Penelitian dilakukan selama periode dua sampai dengan tiga bulan yang dimulai pada tanggal 01 maret 2013 sampai dengan tanggal 01 juni 2013.

### **Populasi dan Sampel**

Populasi yang diteliti adalah pasien atau klien yang datang berobat dalam rangka meningkatkan kemampuan fungsional AGA atau restorasi fisik (*physical restoration*) fisioterapi dengan kondisi pasca stroke fase pasca akut di klinik fisioterapi pada lokasi yang telah ditentukan. Memenuhi kriteria inklusi, eksklusi dan pengguguran. Ditentukan berdasarkan rumus Pocock (2008) didapatkan sampel berjumlah 26 orang pasien dengan jumlah 13 orang pasien pada masing-masing kelompok.

### **Kelompok perlakuan I**

Kelompok perlakuan I diberikan pelatihan MNS dengan prosedur (1) posisi fisioterapis berada didepan berhadapan langsung dengan pasien, (2) pasien diminta untuk mengobservasi gerakan (proses imitasi) dan memperhatikan aktifitas fungsional AGA yang dilakukan oleh fisioterapi yang berada persis di depan pasien, (3) pasien diminta untuk melakukan imajinasi visual dan menjelaskan apa dan bagaimana gerakan dan aktifitas fungsional yang dilihat atau yang diobservasi, (4) pasien diminta untuk meniru (imitasi) dan melakukan pengulangan gerakan dan aktifitas fungsional tersebut secara seksama dan perlahan, (5) pasien dikoreksi dan diedukasi oleh fisioterapis jika ada gerakan yang salah dan tidak sesuai dengan apa yang diobservasi dan dijelaskan sebelumnya, (6) dosis pelatihan diberikan dengan frekuensi latihan 1-3 kali kunjungan dalam seminggu, intensitas latihan 5-10 kali pengulangan gerakan, selama durasi latihan 30-60 menit, (6) pasien diminta untuk datang kembali untuk latihan dengan fisioterapis pada jadwal yang telah ditentukan berikutnya

## **Kelompok perlakuan II**

Kelompok perlakuan II diberikan pelatihan CIMT dengan prosedur, yaitu:

- a. pasien diminta untuk menahan AGA yang dominan atau yang lebih kuat dengan kain halus atau gendongan lengan yang telah disiapkan
- b. posisi fisioterapis berada disamping pasien yang melakukan latihan
- c. pasien dipandu dan diajarkan tentang berbagai aktifitas fungsional AGA yang lemah sesuai dengan level lesi dan tingkat kelemahan masing-masing subjek
- d. pasien diminta untuk melakukan pengulangan berbagai aktifitas fungsional AGA yang lemah secara mandiri sesuai dengan kemampuan dan toleransi pada masing-masing pasien
- e. dosis pelatihan diberikan dengan frekuensi latihan 1-3 kali kunjungan dalam seminggu, intensitas latihan 5-10 kali pengulangan gerakan, selama durasi latihan 30-60 menit
- f. setelah selesai latihan tersebut pasien diminta untuk melepas tahanan kain halus atau gendongan lengan yang terpasang
- g. pasien diminta untuk melakukan pengulangan sebisa mungkin di rumah terhadap bentuk latihan fungsional AGA yang telah diajarkan
- h. pasien diminta untuk datang kembali untuk latihan dengan fisioterapis pada jadwal yang telah ditentukan berikutnya

## **Cara pengumpulan data**

Sebelum dan sesudah pelatihan pada kelompok MNS dan kelompok CIMT dilakukan pengumpulan data pengukuran kemampuan fungsional AGA dengan menggunakan instrumen WMFT (wolf motor function test)

## **Prosedur pengukuran kemampuan fungsional anggota gerak atas**

Bahan dan instrumen yang digunakan pada saat pengukuran pertama atau tes awal (*pre test*) dan pengukuran kedua atau tes akhir (*post test*) adalah:

1. Form assesment data diri dan riwayat sakit pasien beserta alat tulisnya
2. Form tes fungsi kognisi MMSE dan alat tulisnya
3. Form tes WMFT dan perangkatnya yang terdiri dari : Form tes dan alat tulis,

stopwatch, meja, kotak box, kantong pasir, beban satu kilogram, kaleng, pensil, klip kertas, papan main dam atau halma, kartu, kunci, handuk, dan bola basket (Amster, 2007).

Instruksi tugas dalam tes WMFT terdiri dari 15 item tugas yaitu lengan ke meja (samping), lengan ke kotak (samping), memperpanjang siku (samping), memperpanjang siku dengan beban (ke samping), , tangan ke meja (depan), tangan ke box (depan), meraih dan mengambil (depan), mengangkat kaleng (depan), mengangkat pensil (depan), mengambil klip kertas (depan), menumpuk papan main dam (depan), membalik kartu (depan), memutar kunci dalam gembok (depan), melipat handuk (depan), mengangkat basket (berdiri).

Kemudian dinilai dengan skala pengukuran berikut Nilai 0, jika tidak ada upaya sama sekali dari AGA yang di tes. Nilai 1, jika AGA yang di tes tidak bisa berpartisipasi secara fungsional, namun, ia mencoba untuk menggunakan AGA, pada sisi AGA unilateral yang tidak di tes boleh digunakan untuk membantu gerakan AGA yang sedang di tes. Nilai 2, jika bisa melakukan, tapi membutuhkan bantuan dari AGA yang tidak di tes untuk sedikit menyesuaikan diri atau merubah posisi, atau membutuhkan lebih dari dua kali percobaan untuk menyelesaikan tugas, atau diselesaikan dengan sangat lambat. Pada tugas bilateral AGA yang di tes akan dipakai hanya sebagai penolong. Nilai 3, jika bisa melakukan, tapi gerakan dipengaruhi beberapa derajat oleh sinergi atau dilakukan secara perlahan atau adanya usaha dorongan. Nilai 4, jika bisa melakukan, gerakan dilakukan secara normal, tapi masih sedikit lambat; kurang teliti, koordinasi halus atau kurang stabil. Nilai 5, bisa melakukan, gerakan dilakukan atau diselesaikan secara normal.

## **Analisis Data**

Semua data yang telah terkumpul dilakukan analisis menggunakan aplikasi SPSS versi 21 dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Statistik deskriptif untuk menganalisis karakteristik subjek penelitian terkait dengan usia, jenis kelamin, frekuensi latihan, skor MMSE, riwayat sakit,

- pendidikan, pekerjaan dan hobi yang datanya diambil pada saat assesmen dan pengukuran pertama atau tes awal.
- Uji validitas dan uji reliabilitas instrumen WMFT menggunakan rumus statistik korelasi *pearson product moment* dan *cronbach's alpha*.
  - Uji normalitas data hasil instrumen WMFT dengan *shapiro wilk test*
  - Uji homogenitas data hasil instrumen WMFT dengan *levene's test of varians*
  - Uji hipotesis pertama dan kedua untuk mengetahui peningkatan kemampuan fungsional anggota gerak atas pasien stroke kelompok perlakuan I dan II dengan *paired t-test* karena merupakan jenis data parametrik
  - Uji hipotesis ketiga untuk mengetahui perbedaan peningkatan kemampuan fungsional anggota gerak atas dari kedua kelompok perlakuan dengan *independent t-test*.

## Hasil Dan Pembahasan

### Karakteristik Subjek

Subjek penelitian awalnya terdaftar sejumlah 35 orang pasien, 32 orang pasien termasuk dalam kriteria inklusi, 3 orang pasien termasuk dalam kriteria eksklusi, 6 orang pasien termasuk kriteria *drop out*. Sehingga akhirnya didapatkan 26 orang subjek sebagai sampel sejumlah 13 orang pasien pada kelompok MNS dan 13 orang pasien pada kelompok CIMT.

**Tabel 1**  
**Karakteristik Subjek Penelitian**

Variabel Data Numerik	Rerata ± SB		Selisih Rerata
	Kelompok 1 (n=13)	Kelompok 2 (n=13)	
Usia	55,15 ± 12,89	54,85 ± 8,35	0,3
MMSE	27,08 ± 1,89	28,15 ± 1,46	1,07
Kunjungan	4,46 ± 3,28	5,52 ± 3,51	1,06

Keterangan:

- n = Jumlah Sampel  
Min = Minimal  
Maks = Maksimal

- SB = Simpangan Baku  
Kelompok 1 = Kelompok perlakuan pelatihan MNS  
Kelompok 2 = Kelompok perlakuan pelatihan CIMT

Tabel 1 menunjukkan bahwa pada variabel usia rata-rata usia kelompok perlakuan pelatihan MNS lebih tua 0,3 tahun dari pada kelompok perlakuan pelatihan CIMT dengan selisih usia termuda adalah 11 tahun dan terdapat kesamaan usia maksimal pada kedua kelompok. Pada variabel skor MMSE rata-rata skor kelompok perlakuan pelatihan CIMT lebih besar dari pada kelompok perlakuan pelatihan MNS dengan selisih rata-rata skor 1.07 dan terdapat kesamaan pada skor MMSE minimal dan maksimal. Pada variabel frekuensi jumlah kunjungan menunjukkan bahwa kelompok perlakuan pelatihan CIMT lebih sering 1,06 dari pada kelompok perlakuan pelatihan MNS.

Karakteristik subjek penelitian yang termasuk data katagorik yaitu jenis kelamin, tipe stroke, topis lesi, stroke yang ke, jenis lateralisasi, dan riwayat stroke.

Pada tabel 2 menunjukkan bahwa pada variabel jenis kelamin kategori laki-laki lebih banyak terdapat pada kelompok 2 sedangkan kategori perempuan lebih banyak terdapat pada kelompok 1, pada variabel tipe stroke kategori iskemik lebih banyak terdapat pada kelompok 1 sedangkan kategori haemoragik lebih banyak terdapat pada kelompok 2, pada variabel topis lesi kortikal merupakan kategori yang lebih banyak terdapat pada kelompok 1 sedangkan kortikal juga merupakan kategori yang lebih banyak terdapat pada kelompok 2, pada variabel stroke pertama merupakan kategori yang paling banyak terdapat pada kelompok 1 sedangkan pada kelompok 2 semua subjek merupakan stroke yang pertama, pada variabel jenis lateralisasi hemiparese kiri merupakan kategori yang paling banyak terdapat di kelompok 1 sedangkan hemiparese kiri juga merupakan kategori yang paling banyak terdapat pada kelompok 2, pada variabel riwayat stroke 6–12 bulan merupakan kategori yang paling banyak terdapat pada kelompok 1 sedangkan 1-2 tahun dan lebih dari 4 tahun merupakan kategori yang paling banyak terdapat pada kelompok 2.

**Tabel 2**  
**Data Katagorik Subjek Penelitian**

Variabel/ Kategori	Kelompok 1	Kelompok 2
	%	%
<b>Jenis Kelamin</b>		
Laki-laki	46,2	76,9
Perempuan	53,8	23,1
<b>Tipe Stroke</b>		
Iskemik	76,9	69,2
Hemoragik	15,4	23,1
Lain-lain	7,7	7,7
<b>Topis Lesi</b>		
Kortikal	69,2	61,5
Subkortikal	7,7	-
Lain-lain	23,1	38,5
<b>Sroke ke</b>		
Pertama	84,6	100
Kedua	15,4	-
<b>Jenis Lateralisasi</b>		
Monoparese Kiri	-	7,7
Hemiparese Kanan	46,2	38,5
Hemiparese Kiri	53,8	53,8
<b>Riwayat Stroke</b>		
< 3 bulan	23,1	15,4
3 - 6 bulan	7,7	15,4
6 -12 bulan	38,5	7,7
1 -2 tahun	23,1	23,1
2 - 4 tahun	7,7	15,4
> 4 tahun	-	23,1

**Tabel 3**  
**Uji Normalitas dan Uji Homogenitas Data Hasil Instrumen WMFT**

Variabel	Nilai p Uji Normalitas (shapiro-wilk test)			Nilai p Uji Homogenitas (levene's test)
	Kelompok 1 (n=13)	Kelompok 2 (n=13)	Kelompok 1 dan 2 (n=26)	
Pre Test	0,782	0,832	0,378	0,801
Post Test	0,630	0,883	0,436	0,788
Selisih	0,277	0,148	0,015	0,178

Tabel 3 menunjukkan bahwa hasil uji normalitas dengan menggunakan uji *shapiro wilk test* pada semua variabel *pre test*, *post test* dan selisih pada kedua kelompok data adalah berdistribusi normal ( $p>0,05$ ). Sedangkan pada variabel *pre test* dan *post test* gabungan kedua kelompok data adalah berdistribusi normal ( $p>0,05$ ) namun pada variabel selisih gabungan kedua kelompok data adalah berdistribusi tidak normal ( $p<0,05$ ). Uji homogenitas dengan menggunakan uji *levene's test of varian* pada semua variabel *pre test*, *post test* dan selisih pada kedua kelompok data adalah homogen ( $p>0,05$ ). Sebaran data yang berdistribusi normal merupakan jenis data parametrik sehingga uji komparasi yang digunakan adalah

dengan uji parametrik sedangkan sebaran data yang berdistribusi tidak normal merupakan jenis data non parametrik sehingga uji komparasi yang digunakan adalah dengan uji non parametrik. Dengan demikian pada pengolahan data berikutnya untuk uji komparasi statistik menggunakan uji parametrik *paired t-test* dan *independent t-test*.

### **Pelatihan MNS dan Pelatihan CIMT meningkatkan kemampuan fungsional AGA**

Untuk mengetahui perbedaan rerata peningkatan kemampuan fungsional AGA sebelum dan sesudah perlakuan pada masing-masing kelompok MNS dan kelompok CIMT

dan untuk mengetahui signifikansi perbedaan peningkatan kemampuan fungsional AGA sebelum dan sesudah perlakuan pada masing-masing kelompok MNS dan kelompok CIMT

maka dilakukan uji t-berpasangan (*paired t-test*) yang disajikan pada tabel 4 sebagai berikut:

**Tabel 4**  
**Uji Beda Rerata dan Uji Komparasi *Paired t-test***  
**Terhadap Data Hasil Instrumen WMFT**

Perlakuan	Pre Test		Post Test		Selisih Rerata	p
	Skor WMFT	Rerata ± SB	Skor WMFT	Rerata ± SB		
Kelompok 1 (n=13)	28,19	2,17 ± 1,01	34,32	2,64 ± 0,99	0,47	0,000
Kelompok 2 (n=13)	27,40	2,11 ± 1,03	32,12	2,47 ± 0,94	0,36	0,000

Tabel 4 menunjukkan bahwa pada kelompok 1 selisih rerata peningkatan kemampuan fungsional AGA sebelum dan sesudah perlakuan pelatihan MNS adalah 9,4% dan menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ( $p < 0,05$ ). Sedangkan pada kelompok 2 selisih rerata peningkatan kemampuan fungsional AGA sebelum dan sesudah perlakuan pelatihan CIMT adalah 7,2% dan menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ( $p < 0,05$ ).

Hal senada juga diungkapkan oleh Salama (2011) yang menyatakan bahwa kegiatan observasi sebelum eksekusi gerakan dapat meningkatkan aktivitas otak yang berdampak pada keterampilan tangan walaupun pada laporan ini masih perlu dilakukan penelitian lanjutan agar dapat diaplikasikan pada pasien dalam rangka pemulihan fisik dan kemampuan fungsional anggota gerak. Namun jika menelaah fungsi dari MNS terutama pada pasien stroke akan memberikan bukti lebih lanjut dan mengkonfirmasi asumsi-asumsi sebelumnya bahwa kegiatan observasi bisa dimanfaatkan sebagai suatu pendekatan dalam aplikasi klinis (Salama, 2011).

Hal serupa juga pernah sebelumnya diungkapkan oleh Ertelt dkk. (2007), yang menyatakan bahwa adanya kemungkinan kegiatan observasi digunakan sebagai alat rehabilitatif dalam studi empirik yang dilakukan pada kelompok pasien yang mengalami kelemahan motorik akibat stroke dan dapat dikombinasikan dengan pelatihan aktif. Berdasarkan penemuannya maka diusulkan bahwa kegiatan observasi mengarah pada peningkatan kemampuan fungsional AGA

pasien yang dihasilkan dari kondisi pelatihan fisik yang mengaktifasi MNS pada pasien.

Pandangan serupa juga pernah sebelumnya disampaikan oleh Buccino dkk. (2004), bahwa MNS dapat merespon persepsi dari spesies lain atau orang lain. Namun MNS tidak menanggapi persepsi secara langsung tetapi lebih mengambil fitur secara umum dari orang lain. Diperkirakan bahwa MNS memberi respon dalam tindakan yang dilakukan selama masa observasi (Buccino dkk., 2004)

Hal ini membuktikan bahwa pelatihan CIMT dapat meningkatkan kemampuan fungsional AGA pasien stroke. Hal senada juga pernah diungkapkan oleh Menon (2010), mengatakan bahwa tujuan dari pelatihan CIMT adalah untuk membantu mendapatkan kembali kekuatan dan fungsi lengan dan tangan pada sisi yang lemah akibat stroke. Program latihan ini membutuhkan kedisiplinan diri dan komitmen dari individu pasien stroke itu sendiri agar menghasilkan bukti yang terbaik bagi mereka yang mengaplikasikannya. Hal serupa juga dilaporkan oleh Hayner dkk. (2010), bahwa telah ditemukan perbaikan kemampuan fungsional AGA pada instrumen WMFT pada kelompok yang diteliti menggunakan pelatihan CIMT dengan hasil peningkatan yang signifikan ditunjukkan dengan nilai p yaitu 0,008 ( $p < 0,05$ ).

Hasil peningkatan signifikan ( $p = 0,003$ ) kemampuan fungsional AGA pasien stroke dengan pelatihan CIMT juga sebelumnya telah ditemukan oleh Tariah dkk. (2010), pada penelitian mereka terdapat hasil peningkatan sebesar 13,2% skor WMFT setelah pelatihan CIMT selama 2 bulan dan kembali terjadi

penambahan peningkatan sebesar 4% skor WMFT setelah evaluasi 2 bulan kemudian. Penelitian tersebut dilakukan dengan jumlah subjek 10 orang pasien stroke. Sehingga penelitian yang mereka lakukan ini mengkonfirmasi kelayakan pendekatan pelatihan CIMT yang dilakukan dirumah bersama keluarga.

Hasil serupa juga ditemukan sebelumnya oleh Wolf dkk. (2009), bahwa pada pasien yang mengalami stroke sejak 3 sampai 9 bulan mengalami perbaikan signifikan ( $p = 0,001$ ) secara statistik dan klinis yang relevan setelah pelatihan CIMT dilakukan kepada pasien yang berlangsung selama minimal 1 tahun. Hasil ini pula sebelumnya telah dibuktikan oleh Lin dkk. (2010), menjelaskan bahwa terjadi peningkatan yang signifikan kemampuan fungsional AGA pada pelatihan CIMT akibat proses reorganisasi otak dan melihat pada tingkat aktifitas otak pada hemisfer kontrasional selama gerakan tangan dilakukan disaat tahanan diberikan pada tangan yang lebih dominan dan mereka menemukan bahwa adanya kemungkinan terjadi proses adaptasi otak akibat perlakuan pelatihan CIMT yang dilakukan.

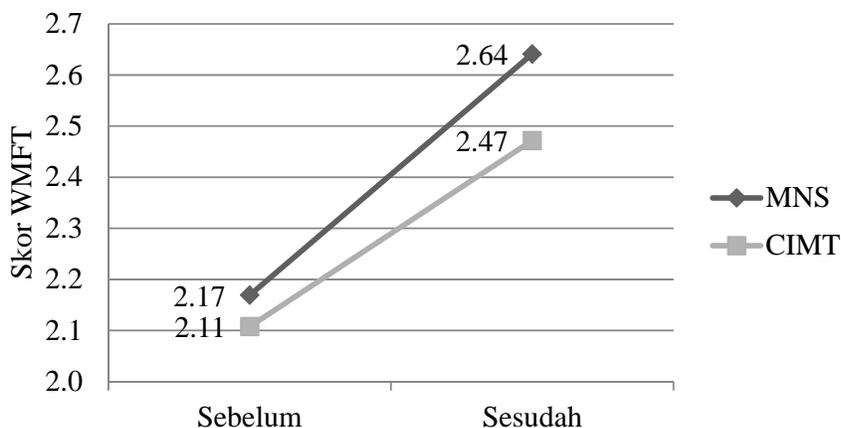
### Pelatihan MNS sama dengan Pelatihan CIMT dalam meningkatkan kemampuan fungsional AGA

Berdasarkan uji statistik komparasi parametrik uji t-tidak berpasangan pelatihan MNS dan kelompok pelatihan CIMT adalah tidak berbeda secara signifikan. Seperti dijelaskan pada grafik gambar 2 dibawah ini.

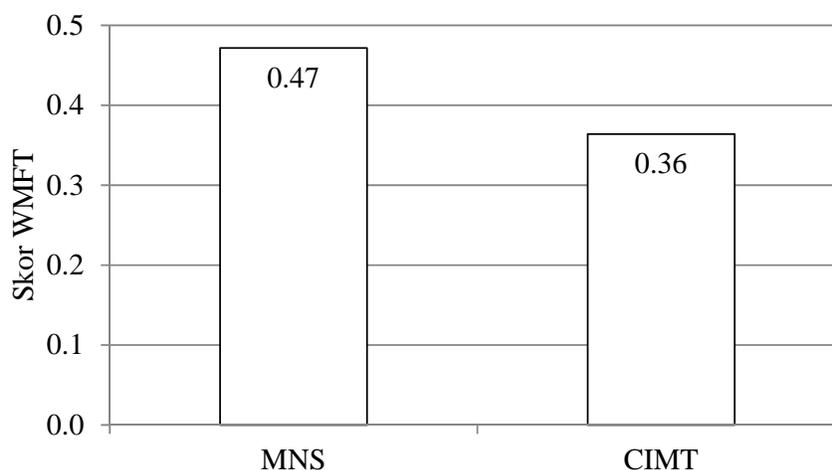
(*independent t-test*) terhadap hasil penelitian yang dilakukan diketahui bahwa pada saat sebelum pelatihan MNS dan pelatihan CIMT selisih rerata peningkatan kemampuan fungsional AGA pasien stroke hanya sebesar 0,06 atau 1,2% dengan nilai probabilitas uji kemaknaan (0,880) lebih besar *alpha* ( $p > 0,05$ ), sehingga disimpulkan bahwa perbedaan selisih sebelum peningkatan kemampuan fungsional AGA antara kelompok pelatihan MNS dan kelompok pelatihan CIMT adalah tidak berbeda secara signifikan.

Gambar 1 menunjukkan bahwa pada saat sesudah pelatihan MNS dan pelatihan CIMT selisih rerata peningkatan kemampuan fungsional AGA pasien stroke hanya sebesar 0,17 atau 3,4% dengan nilai probabilitas uji kemaknaan (0,660) lebih besar *alpha* ( $p > 0,05$ ), sehingga disimpulkan bahwa perbedaan selisih sesudah peningkatan kemampuan fungsional AGA antara kelompok pelatihan MNS dan kelompok pelatihan CIMT adalah tidak berbeda secara signifikan.

Sedangkan pada selisih pelatihan MNS dan pelatihan CIMT selisih rerata peningkatan kemampuan fungsional AGA pasien stroke hanya sebesar 0,11 atau hanya 4,6% dengan nilai probabilitas uji kemaknaan (0,305) lebih besar *alpha* ( $p > 0,05$ ), sehingga disimpulkan bahwa perbedaan selisih antara sebelum dan sesudah perlakuan antara kelompok



Gambar 1  
Peningkatan Kemampuan Fungsional AGA pasien Stroke



**Gambar 2**  
**Selisih Peningkatan Kemampuan Fungsional AGA pasien Stroke**

Berdasarkan hasil uji kompatibilitas diketahui bahwa pada distribusi data *pre test* gabungan kedua kelompok adalah normal dan hasil uji beda *pre test* antara kedua kelompok adalah tidak berbeda secara signifikan maka keputusan hipotesis perbandingan dari kedua kelompok perlakuan tersebut dapat diambil berdasarkan perbandingan hasil uji beda *post test* antara kedua kelompok yaitu tidak ada perbedaan secara signifikan. Hal ini merupakan suatu hasil temuan baru yang belum pernah ditemukan oleh penulis pada penelitian yang dilakukan oleh peneliti lain. Hasil akhir yang dibuktikan dari penelitian ini adalah bahwa pelatihan MNS dan Pelatihan CIMT keduanya sama-sama dapat meningkatkan kemampuan fungsional AGA pasien stroke namun tidak terdapat perbedaan peningkatan kemampuan fungsional AGA pasien stroke yang terbukti antara kedua kelompok tersebut jika dibandingkan dengan uji beda statistik. Walaupun secara uji beda rerata selisih peningkatan kemampuan fungsional AGA pada kelompok MNS kecenderungannya terlihat lebih tinggi dari pada selisih peningkatan kemampuan fungsional AGA pada kelompok CIMT.

Bisa saja terdapat kemungkinan pengaruh dari faktor-faktor lain yang menyebabkan hasil ini menjadi belum terlihat berbeda signifikan secara uji beda statistik. Kemungkinan diantaranya adalah karena pengaruh faktor periode waktu penelitian yang singkat hanya selama 2 bulan dan sensitifitas alat ukur WMFT dalam mengukur perbandingan

peningkatan kemampuan fungsional AGA yang belum menunjukkan perbedaan perubahan dalam jangka periode waktu tersebut. Sehingga mungkin saja diperlukan waktu 2 bulan lagi agar lebih tampak perbedaannya. Kemungkinan lain yaitu pengaruh faktor data numerik karakteristik subjek penelitian seperti usia, skor MMSE dan jumlah kunjungan yang bervariasi homogen dan terlihat juga tidak ada perbedaan yang signifikan pada kedua kelompok pelatihan MNS dan pelatihan CIMT. Kemungkinan lain yaitu karena pengaruh faktor data kategorik umum karakteristik subjek penelitian terutama variabel jenis kelamin yang memiliki komposisi yang tidak terpaut jauh berbeda. Kemungkinan lainnya yaitu pengaruh faktor data kategorik riwayat sakit karakteristik subjek penelitian yang ditunjukkan pada kesamaan komposisi dominan pada variabel tipe stroke kategori iskemik, variabel topis lesi kategori kortikal, variabel stroke yang pertama, dan variabel jenis lateralisasi kategori hemiparese kiri sebagaimana yang telah dijelaskan frekuensi distribusinya masing-masing pada bab hasil penelitian.

Kesamaan komposisi dominan pada variabel tipe stroke kategori iskemik, variabel topis lesi kategori kortikal, variabel stroke yang pertama, dan variabel jenis lateralisasi kategori hemiparese kiri dimungkinkan sebagai salah satu penyebab kesamaan peningkatan kemampuan fungsional AGA karena kondisi tersebut memiliki potensi kesembuhan dan pemulihan lebih baik dan lebih cepat jika dibandingkan dengan kondisi stroke lain yang

dianggap sebagai penyulit dalam proses restorasi dan fisioterapi pasien. Penulis berharap akan ada lagi penelitian lanjutan yang dilakukan oleh peneliti lain untuk melengkapi dan mengkonfirmasi kebenaran hasil penelitian ini di masa yang akan datang.

Beberapa kelemahan yang dijumpai oleh penulis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kesulitan dalam mengontrol atau mengendalikan motivasi dan keadaan psikis subjek khususnya diluar jam tindakan intervensi fisioterapi, terutama saat pemberian program latihan yang perlu dilakukan pengulangan oleh pasien secara mandiri di rumah.
2. Masih adanya keterlibatan pasien pada program terapi lainnya yang dilakukan selama mengikuti program pelatihan semasa periode penelitian dilakukan.

Beberapa upaya yang telah dilakukan oleh penulis sebagai peneliti untuk mengatasi kelemahan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Berupaya memberi saran edukatif dengan melibatkan keluarga atau pendamping pasien untuk mengontrol dan memberikan motivasi pasien untuk menjalankan program latihan secara mandiri dirumah.
2. Memberikan saran bagi pasien agar hanya mengikuti program latihan fisioterapi yang telah diprogramkan semasa periode penelitian dilakukan.

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa pelatihan *mirror neuron system* meningkatkan kemampuan fungsional anggota gerak atas pasien stroke, pelatihan *constraint induced movement therapy* meningkatkan kemampuan fungsional anggota gerak atas pasien stroke, pelatihan *mirror neuron system* sama dengan pelatihan *constraint induced movement therapy* dalam meningkatkan kemampuan fungsional anggota gerak atas pasien stroke.

## Daftar Pustaka

Amster, D., Carr, L., Comans, T., Fairfull, A., Grimley, R., Gordon, G., Kendall, M., Levy, J., Parker, A., Ross-Edward, B., Willis, M, "*Compendium of Clinical*

*Measures for Community Rehabilitation*", p. 30-31, University of South Australia, Queensland, 2007

Anonim, "*International Classification of Functioning, Disability and Health*", World Health Organization, Geneva, 2001

Asten, T.V, "*The Mirror Neuron System and its Role in Learning*", tesis, Utrecht University, Utrecht, 2009

Boon, N.A., Cumming, A.D., John, G, "*Davidsons Principle and Practice of Medicine*", 20th. Ed, p. 1200 Churchill Livingstone, London, 2007.

Buccino, G., Lui, F., Canessa, N., Patteri, I., Lagravinese, G., Benuzzi, F., et. Al, "*Neural Circuits Involved in The Recognition of Actions Performed by Non-Conspesifics: An fMRI Study*", Journal of Cognitive Neuroscience, p. 114-126, 2004

Buccino, G., Solodkin, A., Small, S.L, "*Functions of The Mirror Neuron System: Implications for Neurorehabilitation*", p. 58-61, University of Parma, Italy, 2006

Byl, N.N, "Neuroplasticity: Applications to Motor Control. In : Montgomery, P.C., Connolly, B.H., editors", Clinical Applications for Motor Control, Slack Incorporated. p. 87, Thorofare, 2003

Cattaneo, L., Rizzolatti, G, "*The Mirror Neuron System*", p. 4, University of Parma, Italy, 2009

Chen, H., Wu, C., Lin, K., Chen, C., Chen, C.K, "*Rasch Validation of The Streamlined Wolf Motor Function Test in People with Chronic Stroke and Subacute Stroke*", 2012. [cited 2012 Sept.4]. Available from: <http://ptjournal.apta.org>

Cohen, L.G., Hallet, M, "Neural Plasticity and Recovery of Function", 2nd. Ed, p. 99-105, In : Greenwood, R.J., Barnes, M.P., McMillan, T.M., Ward, C.D., editors,

- Handbook of Neurological Rehabilitation, Psychology Press, Canada, 2003
- Davis, L.E., King, M.K., Schultz, J.L., "Fundamental of Neurologis Desease", p. 87, Demos Medical Publishing, New York, 2005
- Derenzo, J.S., Fritz, S, "Registry of Selected Functional Physical Therapy Outcome Measures with Minimal Detectable Change Scores", p. 86, University of South Calrolina, Columbia, 2010
- Despopoulus, A., Silbernagl, S, "Color Atlas of Physiology", 5th. Ed, p. 310-313 and p. 324-325, Thieme, Germany, 2003
- Desvigne-Nickens, P, "Stroke: Frequently Asked Questions", p. 1-4, National Heart, Lung, and Blood Institute, New York, 2009
- Duncan, P.W., Blankenship, D., dan Bitensky, N.K, "Post Stroke Rehabilitation and Recovery", In : Goldstein, L.B., editor. A Primer on Stroke Prevention and Treatment. 1st. Ed. Dallas: Wiley-Blackwell. p. 100-101, 2009
- Edward, S, "Neurological Physiotherapy: A Problem Solving Approach", 2nd. Ed, p. 16, Churchill Livingstone, London, 2002
- Ertelt, D., Small, S., Solodkin, A., Dettmers, C., McNamara, A., Binkofski, F., Buccino, G, "Action observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke", p. 164–173, NeuroImage, 2007
- Fritz, S.L, "Functional and Descriptive Predictors of Outcomes Following Constraint Induced Movement Therapy for Individuals with Post-Stroke Hemiparesis", disertasi, University of Florida, Florida, 2004
- Frolov, A.A, Dufosse, M, "How Cerebral and Cerebellar Plasticities May Cooperate During Arm Reaching Movement Learning: A Neural Network Model", p. 105, In : Latash, M. L., Lestienne, F., editors, Motor Control and Learning, Springer, New York, 2006.
- Gallese, V, "Mirror Neurons, Embodied Simulation, and the Neural Basis of Social Identification", p. 520-523, University of Parma, Italy, 2009
- Ganong, W.F, "Review of Medical Physiology", 21st. Ed, University of California, San Fransisco, 2003
- Greenberg, D.A., Aminoff, M.J., Simon, R.P, "Clinical Neurology", 5th. Ed, University of California, San Fransisco, 2002
- Guyton, A.C., Hall, J.E, "Textbook of Medical Physiology", 7th. Ed, p. 555-557, Elsevier Saunders, Pennsylvania, 2006
- Haberland, C, "Clinical Neuropathology: Text and Color Atlas", p. 43, Demos Medical Publishing, New York, 2007
- Hallett, M, "The Role of Motor Cortex in Motor Learning", p. 89, In : Latash, M. L., Lestienne, F., editors, Motor Control and Learning, , Springer, New York, 2006
- Hastono, S.P, "Analisa Data Kesehatan: Basic Data Analysis for Health Research Training", p. 61, University of Indonesia, Depok, 2011
- Hayner, K., Gibson, G., Giles, G.M, "Comparison of Constraint Induced Movement Therapy and Bilateral Treatment of Equal Intensity in People With Chronic Upper-Extremity Dysfunction After Cerebrovascular Accident", p. 528, The American Journal of Occupational Therapy, Oakland, 2010
- Heyes, C, "Where do Mirror Neurons Come From?", p. 581 University of Oxford, Oxford, 2009
- Hudlicka, O. "Cardivasular System: Changes With Exercise Training and Muscle Stimulation", In : Vrbova, G., Hudlicka, O., Centofanti, K.S., editors. Application of Muscle/Nerve Stimulation in Health

- and Disease, p. 44-45, Springer, London, 2008
- Iacoboni, M. "Imitation, Empathy, and Mirror Neurons", p. 667, Brain Research Institute, California, 2009.
- Iacoboni, M., Mazziotta, J.C., "Mirror Neuron System: Basic Findings and Clinical Applications", p. 216-217, Brain Research Institute, Los Angeles, 2007
- Keyesers, C., Gazzola, V., "Social Neuroscience: Mirror Neurons Recorded in Humans", p. 1-2, University of Groningen, Amsterdam, 2010
- Lederman, E., "Neuromuscular Rehabilitation in Manual and Physical Therapies: Principles to Practice", p. 72, Elsevier, London, 2010
- Lin, K-C., Chung, H-Y., Wu, C-Y., Liu, H-L., Hsieh, Y-W., Chen, I-H., Chen, C-L., Chuang, L-L., Liu, J-S., Wai, Y-Y, "Constraint Induced Therapy Versus Control Intervention in Patients with Stroke", p. 177-178, National Taiwan University, Taipei, 2010
- Marijnissen, M., "Sparse Restricted Boltzman Machines as a Model of The Mirror Neuron System", tesis, University of Nijmegen, Radboud, 2011
- Menon, A., "Constraint Induced Movement Therapy Information for patients and Families", 2010. (serial online), Des. , [cited 2012 Nov. 9]. Available from: URL:<http://www.strokengine.ca>
- Morris, D.M., Uswatte, G., Crago, J.E., Cook III, E.W., Taub, E., "The reliability of The Wolf Motor Function Test for Assessing Upper Extremity Function After Stroke", Arch Phys Med Rehabil, Birmingham, 2001
- Nadler, M., "Treatment of The Upper Limb Following Stroke: A Critical Evaluation of Constraint Induced Movement Therapy", In : Partridge, C., editor, p. 127, Recent Advances in Physiotherapy, John Wiley and Sons Ltd, England, 2007
- Nikonenko, I., Jourdain, P., Boda, B., Muller, D., "Synaptogenesis as a Correlate of Activity-Induced Plasticity", In : Baudry, M., Bi, X., Schreiber, S.S, p. 25, Synaptic Plasticity: Basic Mechanisms to Clinical Applications, Editors, Taylor and Francis Group, Boca Raton, 2005
- Nudo, R.J., Dancause, N., "Neuroscientific Basis for Occupational and Physical Therapy Interventions". In : Zasler, N.D., Katz, D.I., Zafonte, R.D., editors, p. 915, Brain Injury Medicine: Principles and Practice, Demos, New York, 2007
- Partridge, C., "Neurological Physiotherapy: Bases of evidence for practice", p. 8, Whurr Publishers, London, 2002
- Pendlebury, S.T., Giles, M.F., Rothwell, P.M. "Transient Ischemic Attack and Stroke", . p. 1-35 and p. 274-277, Cambridge University, New York, 2009
- Pocock, "Clinical Trial, A Practical Approach", A Willey Medical Publication, New York, 2008
- Rizzolatti, G., "Mirror Neurons Enhance Human Understanding", The EMBO Meeting, Braunschweig, Germany, 22-25 september, 2011
- Robinson, R.G., "The Clinical Neuropsychiatry of Stroke", 2nd. Ed, p. 32, Cambridge University, New York, 2006
- Rohkamm. R., "Color Atlas of Neurology", p. 166, Thieme, New York, 2004
- Salama, I.M.M., "Effect of Action Observation on Brain Activity, Function and Strength", disertasi, The University of Birmingham, Birmingham, 2011
- Sullivan, K.J., "Therapy Interventions for Mobility Impairment and Motor Skill Acquisition After TBI". In : Zasler, N.D., Katz, D.I., Zafonte, R.D., editors, . p. 931-942, Brain Injury Medicine:

- Principles and Practice, Demos, New York, 2007
- Tariah, H.A., Almaty, A.M., Sbeih, Z., Al-Oraibi, S, "Constraint Induced Movement Therapy for Stroke Survivors in Jordan: a Home-Based Model" , p. 638, Hashemite University, Jordan, 2010
- Vuadens, P, "Definition and Measurement of Outcome". In : Bogousslavsky, J., editor, p.1, Long-Term Effects of Stroke, University of Lausanne, Switzerland, 2005
- Wade, E., Parnandi, A.R., Mataric, M.J. "Automated Administration of The Wolf Motor Function Test for Post-Stroke Assesment", University of Southern California, Los Angeles, 2009
- Wilkinson, I., Lennox, G, "Essential Neurology", 4th. Ed, p. 25, Blackwell Publishing, Massachusetts, 2005
- Williams, J.A., Leone, A.P., Fregni, F. "Interhemispheric Modulation Induced by Cortical Stimulation and Motor Training", p. 406-408, Harvard Medical School, Boston, 2010
- Wittenberg, G.F., Schaechter, J.D, "The Neural Basis of Constraint Induced Movement Therapy", Lippincott Williams and Wilkins, Baltimore, 2009
- Wolf, S.L., Winstein, C.J., Miller, J.P., Taub, E., Uswatte, G., Morris, D., Giuliani, C., Light, K.E., Nichols-Larsen, D., "Effect of Contraind-Induced Movement Therapy on Upper Extremity Function 3 to 9 Months After Stroke", Emory University School of Medicine, Atlanta, 2006
- Zipp, G.P., Sullivan, J.E, "Neurology Section", Seton Hall University, San Diego, 2010