

# HABILIDADE MOTORA E HEMISFÉRIO CEREBRAL EM PACIENTES PÓS-AVC: EXISTE RELAÇÃO?

Hélio Mamoru Yoshida,<sup>1</sup> Fabricio Oliveira Lima,<sup>2</sup> Paula Teixeira Fernandes<sup>3</sup>

## RESUMO

O comprometimento motor pós Acidente Vascular Cerebral é muito comum e pode ser uma barreira para a prática de exercícios físicos. Os hemisférios acometidos pelo AVC diferem quanto à linguagem, emoções e aspectos cognitivos, contudo, poucos estudos que verificam estas diferenças quanto ao comprometimento motor global. O objetivo deste estudo foi avaliar as diferenças entre o hemisfério direito e esquerdo acometido pelo AVC isquêmico quanto à habilidade motora e estado neurológico. Foram avaliados 135 pacientes com idade média de 60 anos ( $\pm 15,28$ ), 80 homens. Foram utilizados: Protocolo de Desempenho Motor Fugl-Meyer (FM), Escala Modificada de Rankin (EMR), Índice de Barthel (IB) e *National Institute of Health Stroke Scale* (NIHSS). Os sujeitos foram divididos em dois grupos: HD: 64 pacientes com AVC no hemisfério direito, e HE: 71 pacientes com AVC no hemisfério esquerdo. Os grupos não apresentavam diferenças entre idade e tempo pós-AVC. O grupo HD apresentou média de 120,8 ( $\pm 26,8$ ) para FM; 1,6 ( $\pm 1,2$ ) para EMR; 91,5 ( $\pm 7,7$ ) para IB e 1,5 ( $\pm 1,2$ ) para o NIHSS, já o grupo HE apresentou 115,9 ( $\pm 33,4$ ) para o FM; 1,7 ( $\pm 1,2$ ) para a EMR; 88,9 ( $\pm 23,6$ ) para o IB e 1,7 ( $\pm 1,3$ ) para o NIHSS. Nosso estudo mostrou que não há diferenças estatisticamente significativas entre os grupos HE e HD para habilidade motora e estado neurológico.

**Palavras-chave:** Acidente Vascular Cerebral; Destreza Motora; Cérebro.

## MOTOR ABILITY AND BRAIN HEMISPHERE IN POST-STROKE PATIENTS: IS THERE A RELATIONSHIP?

## ABSTRACT

Motor impairment is common in post stroke patients and it is considered a barrier to physical exercise. There are differences between the hemispheres affected by stroke in language, emotions and cognitive aspects. However, there are few studies that verify the differences in global motor impairment. The aim of this study was to evaluate the differences between right and left brain hemisphere affected by stroke according to motor ability and neurological state. 135 patients, aged 60 years ( $\pm 15.28$ ), 80 male were evaluated. We performed the Fugl-Meyer Motor Scale (FM), Modified Rankin Scale (MRS), Barthel Index (BI) and National Institute of Health Stroke Scale (NIHSS). Patients were divided in two groups: RH with 64 patients with stroke in the right hemisphere, and LH with 71 patients with stroke in the left hemisphere. The both groups did not present statistical differences between age and time after stroke. RH showed a median of 120.8 ( $\pm 26.8$ ) for FM, 1.6 ( $\pm 1.2$ ) for MRS, 91.5 ( $\pm 7.7$ ) for BI, and 1.5 ( $\pm 1.2$ ) for NIHSS. LH showed a median of 115.9 ( $\pm 33.4$ ) for FM, 1.7 ( $\pm 1.2$ ) for MRS, 88.9 ( $\pm 23.6$ ) for BI, and 1.7 ( $\pm 1.3$ ) for NIHSS. Our study showed that motor ability and neurological status did not differ according to the brain hemisphere affected by stroke.

**Keywords:** Stroke; Motor Skills; Brain.

<sup>1</sup> Doutorando em Educação Física na Faculdade de Educação Física (FEF) - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Mestre em Educação Física - FEF/UNICAMP. E-mail: heliomyoshida@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em neurociências pela UNICAMP (2015). Atualmente é coordenador da Unidade de Doenças Cerebrovasculares do Hospital Geral de Fortaleza, professor do curso de medicina e do Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas da Universidade de Fortaleza (UNIFOR). E-mail: fabricio\_oliveira\_lima@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Doutorado em Ciências Médicas - Neurociências, pela UNICAMP. Fez Pós-doutorado pela FCM-UNICAMP (Neurociências), em parceria com a University of South Carolina (EUA) na área de neuroimagem e reabilitação. Pós-doutorado na Universidade do Porto (Portugal) na área de envelhecimento e Psicologia do Esporte, em parceria com a FCM-UNICAMP. Professora Livre Docente UNICAMP. E-mail: paula@fef.unicamp.br

## INTRODUÇÃO

O Acidente Vascular Cerebral (AVC) acomete milhões de pessoas todos os anos, ocupando a segunda posição em causa de morte em todo o mundo(1). No Brasil, é a principal causa de morte(2). Importante ressaltar que, além do significativo número de mortes, o AVC pode ser altamente incapacitante(3).

O AVC pode lesionar algumas áreas do encéfalo e é definido como “rápido desenvolvimento de sinais clínicos de distúrbios focais ou globais da função cerebral com sintomas de no mínimo 24 horas, podendo levar à morte, sem nenhuma causa aparente, além da vascular” (4). Pode ser dividido em isquêmico (AVCi) ou hemorrágico (AVCh), sendo o AVCi decorrente da oclusão do vaso sanguíneo e representa até 80% dos casos de AVC(5).

Alguns estudos reportam diferentes sequelas pós-AVC nos diferentes hemisférios. A *American Stroke Association*(6) mostra que o AVC no hemisfério direito está relacionado à sequelas visuais, perda de memória e alterações no estilo comportamental, enquanto que o AVC no hemisfério esquerdo geralmente causa problemas na fala e linguagem.

Além disso, a *University of Wisconsin-Madison (UW Health)*(7) - uma universidade composta por uma associação de entidades acadêmicas referentes à saúde - afirma que o AVC no hemisfério direito compromete o controle do julgamento de distância, tamanho, velocidade e posição, além da tomada de decisão. Quanto ao hemisfério esquerdo, o comprometimento pode afetar a fala, memória e novos aprendizados.

Portanto, um paciente pós-AVC pode apresentar diferentes sequelas de acordo com a lesão. Dentre as sequelas, o comprometimento motor é muito comum, presente em mais da metade dos pacientes(8). Dessa forma, podem apresentar comprometimento nos membros superiores(9), inferiores e no equilíbrio(10). Porém, são poucos os estudos que relacionam o comprometimento motor com o hemisfério cerebral acometido pelo AVC. A lesão no hemisfério direito mostrou um pior quadro para independência motora(11).

Aliado a isto, o comprometimento motor é considerado uma barreira para a prática do exercício físico(12), contribuindo para o comportamento sedentário em pacientes pós-AVC. A prática do exercício físico melhora os fatores de risco, como hipertensão arterial, sobrepeso, diabetes mellitus, colesterol sanguíneo, além de promover a melhora física e psicossocial(13).

Assim, é importante a compreensão dos déficits motores causados pelo AVC, auxiliando a prática dos profissionais envolvidos com os programas de reabilitação bem como contribui para o melhor direcionamento de programas de exercício físico pós-AVC. Diante

deste contexto, o objetivo deste estudo foi verificar se o AVCi acometido nos diferentes hemisférios causam diferentes sequelas na habilidade motora.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Participantes**

Foram avaliados 135 pacientes de ambos os sexos, com idade entre 18 e 90 anos, diagnosticados com AVCi único de circulação anterior, atendidos no ambulatório de Neurologia de um hospital no interior do estado de São Paulo. Todos os participantes que aceitaram participar da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UNICAMP (377/2011).

### **Instrumentos e medidas**

- Ficha de identificação, coletando dados demográficos dos pacientes como idade, gênero e tempo pós-AVC.

- Protocolo de Desempenho Físico de Fugl-Meyer (FM) (14), que avalia a habilidade motora do paciente em 4 aspectos: membros superiores (FM\_MS: máximo de 66 pontos), inferiores (FM\_MI: máximo de 34 pontos), equilíbrio (FM\_EQ: máximo de 14 pontos) e sensibilidade (FM\_SEN: máximo de 24 pontos). A pontuação é organizada em uma escala ordinal de 3 pontos, que varia de 0 a 2, onde zero corresponde a nenhuma performance e 2 indica a performance completa. Assim, quanto maior a pontuação neste protocolo, maior a capacidade motora do paciente, o escore geral (0 a 100 pontos) é obtido através da soma de FM\_MS e FM\_MI.

Também utilizamos três escalas para verificar o estado neurológico do paciente:

- Escala Modificada de Rankin (EMR)(15): avalia a independência para tarefas, através de 6 itens, cujo escore final varia entre 0 e 5 (0 correspondendo a ausência de sintomas de dependência e 5 para comprometimento severo)(16).

- Índice de Barthel (IB)(16): avalia o desempenho de 10 atividades diárias divididas em cuidados pessoais (alimentação, tomar banho, se vestir entre outras) e mobilidade (deambulação, subir escadas e se transferir). A pontuação final varia entre 0 e 100, onde a pontuação máxima indica total independência e a mínima, indica total dependência.

- *National Institute of Health Stroke Scale* (NIHSS)(17): quantifica os déficits neurológicos, permitindo avaliação quantitativa do paciente pós-AVC, através de 11 itens:

consciência, linguagem, fala, somatognosia, campo visual, movimentação ocular, força, coordenação e sensibilidade. O escore geral varia de 0 a 42, sendo que a maior pontuação indica um menor acometimento.

Para a identificação da lateralidade da lesão, foi realizado o exame de Ressonância Magnética estrutural (RM) (Equipamento 3.0T Philips Achieva).

### **Procedimentos**

Os pacientes que aceitaram participar da pesquisa foram encaminhados para uma sala reservada e foram aplicados os instrumentos já descritos, com duração aproximadamente de 30 minutos, com as mesmas condições de aplicação para todos.

### **Análise de dados**

Variáveis contínuas foram descritas como média e desvio padrão ou mediana e intervalo interquartil de acordo com distribuição normal ou não-normal respectivamente. O teste de Shapiro-Wilk foi usado para testar normalidade. Foi utilizado o teste de Mann-Whitney para testar a diferença na habilidade motora entre os pacientes com lesões em hemisfério esquerdo e direito. Valores de  $p < 0,05$  foram considerados como estatisticamente significantes.

### **RESULTADOS**

Foram avaliados 135 sujeitos com idade média de 60 anos ( $\pm 15,28$ ), 80 (59,25%) do sexo masculino. Destes, 64 (47,41%) sujeitos tinham lesão do AVCi hemisfério direito; 126 (93%) dos sujeitos eram destros; o tempo médio de acometimento do AVCi foi de 17 ( $\pm 30$ ) meses. A Tabela 1 mostra os valores da habilidade motora e o estado neurológico para os pacientes.

Tabela 1 - Habilidade Motora e Estado Neurológico - Grupo Geral

Característica (n=135)	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo	Q1 (25%)	Q2 (75%)
<b>Habilidade Motora</b>							
FM_MS_66	56,3	16,36	0	64	66	57	66
FM_MI_34	29,02	8,35	0	33	34	27,25	34
FM_EQ_14	10,97	3,72	0	12	14	10	14
FM_SEN_24	21,89	4,84	0	24	24	20,25	24
FM_MS+MI_100	85,33	23,87	0	96	100	85	99,75
FM_TOTAL_138	118,19	30,45	0	131	138	116,5	136
<b>Estado Neurológico</b>							
EMR	1,67	1,2	0	1	5	1	2
IB	90,11	20,97	15	100	100	90	100
NIHSS	1,61	1,24	0	1	5	1	2

Legenda: FM\_MS\_66 = Fugl Meyer Membro Superior, máximo de 66 pontos; FM\_MI\_34 = Fugl Meyer Membro Inferior, máximo de 34 pontos; FM\_EQ\_14 = Fugl Meyer Equilíbrio, máximo de 14 pontos; FM\_SEN\_24 = Fugl Meyer Sensibilidade, máximo de 24 pontos; FM\_MS+MI\_100 = Fugl Meyer Membro Superior e Inferior, máximo de 100 pontos; FM\_total\_138 = Fugl Meyer Total, máximo de 138 pontos. EMR = Escala Modificada de Rankin; IB = Índice de Barthel; NIHSS = *National Institute of Health Stroke Scale*.

Para verificar diferenças entre a habilidade motora dos pacientes de acordo com o hemisfério acometido, dividimos em grupo HD (para AVC no hemisfério direito), com 64 sujeitos, e HE (AVC no hemisfério esquerdo) com 71 pacientes. A tabela 2 mostra os valores das comparações entre HD e HE para a idade, tempo pós-AVC, gênero, lateralidade, habilidade motora e estado neurológico.

Tabela 2 - Comparação entre grupo HD e HE para idade, gênero, lateralidade, habilidade motora e estado neurológico

Variável	HD (n=64)	HE (n=71)	p
Idade	60,7 (± 15,4)	61,0 (± 15,2)	0,86 <sup>1</sup>
Tempo pós AVC (meses)	12,88 (± 23,92)	21,13 (± 35,37)	0,16 <sup>1</sup>
Gênero			
Feminino	26 (40,6%)	29 (40,8%)	0,98 <sup>2</sup>
Masculino	38 (59,4%)	42 (59,2%)	
Lateralidade			
Direita	61 (95,3%)	65 (91,5%)	0,50 <sup>3</sup>
Esquerda	3 (4,7%)	6 (8,5%)	
Habilidade Motora			
FM_MS_66	57,8 (± 14,6)	55,0 (± 17,8)	0,48 <sup>1</sup>
FM_MI_34	29,8 (± 7,3)	28,4 (± 9,2)	0,81 <sup>1</sup>
FM_EQ_14	11,1 (± 3,4)	10,9 (± 4,0)	0,87 <sup>1</sup>

FM_SEN_24	22,1 ( $\pm$ 4,1)	21,7 ( $\pm$ 5,4)	0,96 <sup>1</sup>
FM_MS+MI_100	87,5 ( $\pm$ 21,2)	83,3 ( $\pm$ 26,0)	0,56 <sup>1</sup>
FM_TOTAL_138	120,8 ( $\pm$ 26,8)	115,9 ( $\pm$ 33,4)	0,94 <sup>1</sup>
Estado Neurológico			
EMR	1,6 $\pm$ 1,2	1,7 $\pm$ 1,2	0,55 <sup>1</sup>
IB	91,5 $\pm$ 17,7	88,9 $\pm$ 23,6	0,73 <sup>1</sup>
NIHSS_total	1,5 $\pm$ 1,2	1,7 $\pm$ 1,3	0,18 <sup>1</sup>

Legenda: FM\_MS\_66 = Fugl Meyer Membro Superior, máximo de 66 pontos; FM\_MI\_34 = Fugl Meyer Membro Inferior, máximo de 34 pontos; FM\_EQ\_14 = Fugl Meyer Equilíbrio, máximo de 14 pontos; FM\_SEN\_24 = Fugl Meyer Sensibilidade, máximo de 24 pontos; FM\_MS+MI\_100 = Fugl Meyer Membro Superior e Inferior, máximo de 100 pontos; FM\_total\_138 = Fugl Meyer Total, máximo de 138 pontos. EMR = Escala Modificada de Rankin; IB = Índice de Barthel; NIHSS = *National Institute of Health Stroke Scale* <sup>1</sup> Teste de Mann-Whitney <sup>2</sup> Teste Qui-Quadrado.

Apesar do grupo HD ter mostrado maior habilidade motora, não houve diferença estatisticamente significativa para nenhuma das variáveis analisadas. O estado neurológico, mostrado pelas 3 avaliações, também não apresentou diferenças estatisticamente significativas.

## DISCUSSÃO

Nosso estudo teve como objetivo verificar se existe diferença entre a habilidade motora de pacientes acometidos pelo AVC no hemisfério direito e esquerdo. Nossas análises mostraram que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos.

Apesar das diferenças estruturais e funcionais entre os hemisférios cerebrais, nosso estudo comprovou que a habilidade motora dos pacientes acometidos pelo AVCi no hemisfério esquerdo é similar à habilidade motora dos pacientes que foram acometidos pelo AVCi no hemisfério direito, em fase crônica (17 meses). Além disso, o estado neurológico também se mostrou semelhante para os dois grupos de pacientes.

Nossos resultados podem ser explicados por Helmich et al.(18), que verificaram que não há uma especialização no hemisfério cerebral quando à movimentos simples dos membros superiores, portanto, a lesão nos diferentes hemisférios não causaria comprometimento na habilidade motora de forma distinta.

Bernspang e Fisher (19) mostraram não haver diferenças entre as habilidades motoras globais de pacientes que sofreram AVC nos diferentes hemisférios. Contudo, os autores alertam para as especificidades encontradas: pacientes que sofreram AVC no hemisfério direito tinham maior comprometimento na marcha, coordenação e transporte, já pacientes que

sofreram AVC no hemisfério esquerdo apresentaram maiores dificuldades na coordenação dos movimentos, chamando a atenção para a questão motora quanto ao hemisfério cerebral.

Neste mesmo sentido, Mani et al. (20) mostraram que o desempenho de uma tarefa específica do braço pode apresentar diferenças de acordo com o hemisfério afetado, explicando que o AVC acometido no hemisfério esquerdo implica em déficits na trajetória do movimento do braço, enquanto que o AVC no hemisfério direito indica em déficits na estabilização final do movimento do braço.

Vale ressaltar que o volume da lesão do AVCi não foi mensurado e, neste sentido, é intuitivo pensar que o tamanho da lesão poderia se correlacionar com a habilidade motora. Entretanto, Page et al. (21) mostraram que o tamanho da lesão não se correlaciona com o comprometimento motor. No estudo desses autores, foram considerados 139 sujeitos e foi utilizada a mesma escala (FM) para verificar o comprometimento motor.

Para o estado neurológico, Di Legge et al.(22) mostraram haver diferenças no NIHSS entre os grupos: pacientes com AVCi no hemisfério esquerdo tinham maiores valores para o NIHSS, mostrando um maior acometimento de suas funções neurológicas.

Cheng et al.(23) utilizaram a escala modificada de Rankin e o NIHSS em 101 pacientes e não encontraram diferenças entre os hemisférios acometidos pelo AVC. Já o estudo de Hedna et al.,(24) com 317 pacientes, mostrou que houve diferenças na pontuação final do NIHSS no momento da admissão no centro de atendimento; contudo, não houve diferenças para a EMR. Além disso, os autores concluem que pacientes pertencentes ao grupo HE tendem a apresentar maior frequência de AVC e ter comprometimentos mais severos.

Quanto ao Índice de Barthel, Voos e Ribeiro do Valle<sup>25</sup> mostraram que houve diferenças nos pacientes acometidos nos dois hemisférios, sendo que o grupo HE mostrou maior dependência para realização de atividades funcionais. Os autores atribuem maior dependência funcional para esse grupo, pois o hemisfério esquerdo exerce uma função dominante no planejamento e no controle motor dos membros à direita, o que é mais utilizado pelos sujeitos nas atividades diárias por destros(25).

Com relação ao índice de Barthel, este estudo não mostrou diferenças funcionais pelo IB. Nossos pacientes eram em sua maioria destros (93%), contudo, o tempo de acometimento pós-AVC foi de 17 meses, o que pode contribuir para a adaptação e aprendizagem dos sujeitos às atividades funcionais, dessa não havendo diferença entre os grupos HD e HE.

## **CONCLUSÕES**

Nosso estudo mostrou que pacientes em fase crônica pós-AVC, tanto com lesão no HD como no HE, não apresentaram diferenças no comprometimento motor e no estado neurológico.

Este estudo colabora para a formação do conhecimento para os profissionais da educação física e áreas correlatas, uma vez que ter uma melhor compreensão do estado motor e seu comportamento é pressuposto para a prescrição de exercícios físicos e conseqüentemente, colabora para uma vida fisicamente ativa. Assim, contribuimos para sanar mais uma lacuna na formação destes profissionais e, conseqüentemente, na prescrição e no direcionamento para estratégias adequadas e específicas de atividade física.

O AVC é responsável por um significativo número de mortes todos os anos, além de ser uma das doenças mais incapacitantes, assim a demanda por serviços de reabilitação continua a crescer, e ao mesmo tempo, é imprescindível realizar estudos científicos que permeiam e auxiliam neste processo.

## **AGRADECIMENTOS**

Os aurores do estudo agradecem a Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pelo fomento à presente pesquisa. Número de processo: 01-P-03504/2014.

## **REFERÊNCIAS**

1. Lopez AD, Mathers CD, Ezzati M, Jamison DT, Murray CJL. Global and regional burden of disease and risk factors, 2001: systematic analysis of population health data. *Lancet*. 2006;367(9524):1747-1757.
2. Brasil M da S. Saúde Brasil 2009: Uma análise da situação de saúde e da agenda nacional e internacional de prioridades em saúde. 2010.
3. Sturm JW, Donnan GA, Dewey HM, Macdonell RAL, Gilligan AK, Thrift AG. Determinants of handicap after stroke. *Stroke*. 2004;35(3):715-720.
4. WORLD HEALTH ORGANIZATION. The World Health Organization MONICA Project (monitoring trends and determinants in cardiovascular disease): a major international collaboration. WHO MONICA Project Principal Investigators. *J Clin Epidemiol*. 1988;41(2):105-114. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3335877>.



5. Grysiewicz RA, Thomas K, Pandey DK. Epidemiology of ischemic and hemorrhagic stroke: incidence, prevalence, mortality, and risk factors. *Neurol Clin.* 2008;26(4):871-95, vii. doi:10.1016/j.ncl.2008.07.003.
6. ASA ASO. Effects of Stroke.
7. UWHEALTH. Location of Stroke - Left-Brain vs. Right-Brain Strokes. Madison, WI, USA; 2012.
8. Pantano P, Totaro P, Raz E. Cerebrovascular diseases. *Neurol Sci.* 2008;29 Suppl 3:314-318. doi:10.1007/s10072-008-1006-2.
9. Nakayama H, Jørgensen HS, Raaschou HO, Olsen TS. Recovery of upper extremity function in stroke patients: the Copenhagen Stroke Study. *Arch Phys Med Rehabil.* 1994;75(4):394-398. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8172497>.
10. Geurts AC, de Haart M, van Nes IJ, Duysens J. A review of standing balance recovery from stroke. *Gait Posture.* 2005;22(3):267-281. doi:10.1016/j.gaitpost.2004.10.002.
11. Denes G, Semenza C, Stoppa E, Lis A. Unilateral spatial neglect and recovery from hemiplegia. *Brain.* 1982;105(3):543-552.
12. Billinger SA, Arena R, Bernhardt J, Eng JJ, Franklin BA, Johnson CM, MacKay-Lyons M, Macko RF, Mead GE, Roth EJ, Shaughnessy M, Tang A, Council AHAS, Nursing C on C and S, Health C on L and C, Prevention C on E and, Cardiology C on C. Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke.* 2014;45(8):2532-2553. doi:10.1161/STR.0000000000000022.
13. Warburton DER, Nicol CW, Bredin SSD. Health benefits of physical activity: the evidence. *Can Med Assoc J.* 2006;174(6):801-809.
14. Fugl-Meyer AR, Jääskö L, Leyman I, Olsson S, Steglind S. The post-stroke hemiplegic patient. 1. a method for evaluation of physical performance. *Scand J Rehabil Med.* 1975;7(1):13-31. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1135616>.
15. de Haan R, Limburg M, Bossuyt P, van der Meulen J, Aaronson N. The clinical meaning of Rankin “handicap” grades after stroke. *Stroke.* 1995;26(11):2027-2030. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7482643>.
16. Sulter G, Steen C. Use of the Barthel Index and Modified Rankin Scale in Acute Stroke Trials. *Stroke.* 1999;30(8):1538-1541. doi:10.1161/01.STR.30.8.1538.
17. Brott T, Adams HP, Olinger CP, Marler JR, Barsan WG, Biller J, Spilker J, Holleran R, Eberle R, Hertzberg V. Measurements of acute cerebral infarction: a clinical examination scale. *Stroke.* 1989;20(7):864-870. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2749846>.

18. Helmich I, Rein R, Niermann N, Lausberg H. Hemispheric differences of motor execution: a near-infrared spectroscopy study. In: *Oxygen Transport to Tissue XXXV*. Springer; 2013:59-64.
19. Bernspang B, Fisher AG. Differences between persons with right or left cerebral vascular accident on the Assessment of Motor and Process Skills. *Arch Phys Med Rehabil*. 1995;76(12):1144-1151.
20. Mani S, Mutha PK, Przybyla A, Haaland KY, Good DC, Sainburg RL. Contralesional motor deficits after unilateral stroke reflect hemisphere-specific control mechanisms. *Brain*. 2013;136(4):1288-1303.
21. Page SJ, Gauthier L V, White S. Size doesn't matter: cortical stroke lesion volume is not associated with upper extremity motor impairment and function in mild, chronic hemiparesis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2013;94(5):817-821.
22. Di Legge S, Saposnik G, Nilanont Y, Hachinski V. Neglecting the Difference. *Stroke*. 2006;37(8):2066-2069.
23. Cheng B, Forkert ND, Zavaglia M, Hilgetag CC, Golsari A, Siemonsen S, Fiehler J, Pedraza S, Puig J, Cho T-H. Influence of stroke infarct location on functional outcome measured by the modified rankin scale. *Stroke*. 2014;45(6):1695-1702.
24. Hedna VS, Bodhit AN, Ansari S, Falchook AD, Stead L, Heilman KM, Waters MF. Hemispheric differences in ischemic stroke: is left-hemisphere stroke more common? *J Clin Neurol*. 2013;9(2):97-102.
25. Voos MC, Ribeiro do Valle LE. Comparative study on the relationship between stroke hemisphere and functional evolution in right-handed individuals. *Brazilian J Phys Ther*. 2008;12(2):113-120.