


**Artigo Original****Tempo de Reação da Mão Ipsilateral de Indivíduos com Hemiparesia**

Ipsilateral Hand Reaction Time in Individuals with Hemiparesis

 <http://dx.doi.org/10.18316/sdh.v10i1.8159>

Caroline Freire Silva<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-8157-3200, Lucas Sinesio Santos<sup>1</sup> ORCID: 0000-0001-6836-3295, Vanessa Ariane Neves<sup>1</sup> ORCID: 0000-0003-0147-8738, Emmily Santos Ribeiro<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-8920-5971, Elnatan Emanuel Lima Santos<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-8198-5432, Gabriela Lopes Gama<sup>1,2\*</sup> ORCID: 0000-0002-7352-6711

**RESUMO**

**Introdução:** Embora um maior comprometimento sensorial e motor após o Acidente Vascular Cerebral (AVC) ocorra no hemicorpo contralateral à lesão cerebral, comprometimentos no hemicorpo ipsilateral têm sido relatados. As características desses comprometimentos, entretanto, não estão claras. **Objetivo:** Avaliar o Tempo de Reação (TR) simples do membro superior ipsilateral em indivíduos com hemiparesia pós-AVC. **Materiais e Métodos:** Ao todo, foram avaliados 26 indivíduos, sendo 13 com hemiparesia crônica pós-AVC (GE) e 13 controles pareados por sexo e idade (GC). Inicialmente, as informações gerais dos participantes foram registradas, seguida da avaliação da independência funcional, função motora e lateralidade do membro superior, bem como o TR simples com uso de pistas visuais (TRV) e auditivas (TRA). **Resultados:** O GE apresentou diferenças entre o TRV e TRA, quando o TRV apresentou melhores resultados. Não foram observadas diferenças para o TRV e TRA no GC. Diferenças entre os grupos foram observadas quanto ao TRV e TRA, quando o GC foi significativamente mais rápido. **Conclusão:** Indivíduos com hemiparesia pós-AVC apresentam comprometimentos no TR do membro superior ipsilateral à lesão, fato influenciado pela característica do estímulo inicial fornecido.

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

1 Centro Universitário UNIFACISA, Campina Grande – PB, Brasil.

2 Fisioterapeuta do Instituto de Pesquisa Professor Joaquim Amorim Neto (IPESQ), Campina Grande – PB, Brasil

\***Autor Correspondente:** Gabriela Lopes Gama, Centro Universitário UNIFACISA. R. Manoel Cardoso Palhano, 124-152 - Itararé, Campina Grande - PB, 58408-326.

E-mail: [gabilopes\\_@hotmail.com](mailto:gabilopes_@hotmail.com)

Submetido em: 19.02.2021

Aceito em: 08.06.2021

## ABSTRACT

**Introduction:** Although a greater sensory and motor impairment after a stroke occurs on the contralateral body side to brain injury, impairments on the ipsilateral side have been reported. However, the characteristics of this commitment are unclear. **Objective:** To evaluate the simple reaction time (RT) of the ipsilateral upper limb in individuals with post-stroke hemiparesis. **Material and Methods:** Altogether, 26 individuals were evaluated, 13 with chronic post-stroke hemiparesis (EG) and 13 controls matched by gender and age (CG). Initially, the general information of the participants was recorded, followed by the evaluation of functional independence, motor function and laterality of the upper limb, as well as simple RT with the use of visual (RVT) and auditory (RAT) cues. **Results:** The EG showed differences between RVT and RAT when the RVT presented better results. No differences were observed for RT in the CG. Differences between groups were observed when the CG was significantly faster. **Conclusion:** Individuals with post-stroke hemiparesis present impairments in the RT of the upper limb ipsilateral to the lesion, a fact influenced by the characteristic of the initial stimulus provided.

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

## INTRODUÇÃO

O Acidente Vascular Cerebral (AVC) é a principal causa de incapacidade crônica no mundo, sendo definido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como uma síndrome caracterizada por sinais clínicos decorrentes de distúrbios focais ou globais da função encefálica, de origem vascular cuja duração superior a 24 horas<sup>1</sup>. Os principais comprometimentos sensoriais e motores vivenciados após um AVC ocorrem no hemicorpo contralateral ao hemisfério cerebral acometido (lado contralateral), o que caracteriza a hemiparesia, quando parcial, e a hemiplegia, quando total<sup>2-4</sup>.

Embora após um AVC o maior comprometimento sensorial e motor ocorra no lado contralateral, comprometimentos no hemicorpo ipsilateral à lesão cerebral (lado ipsilateral) vêm sendo descritos<sup>5-8</sup>. Ao contrário do que acontece no lado contralateral, entretanto, déficits de coordenação e destreza têm sido descritos no lado ipsilateral<sup>8,9</sup>. Esses achados sugerem que, em indivíduos com hemiparesia pós-AVC, comprometimentos no lado ipsilateral estão relacionados a execução de atividades complexas que envolvam mecanismos de percepção e ação.

Um parâmetro que permite a avaliação do mecanismo de percepção e ação é o Tempo de Reação (TR). Esse é definido como o intervalo de tempo entre um estímulo sensorial e a resposta motora subsequente, sendo um importante indicador da velocidade de processamento e controle neuromuscular<sup>10</sup>. Nesse sentido, TR mais curto está relacionado à maior eficácia no mecanismo de percepção e ação. Além disso, este parâmetro pode ser utilizado para avaliar a eficácia da tomada de decisão e atenção, elementos essenciais para o desempenho das atividades cotidianas e independência funcional<sup>11</sup>.

Jones *et al*<sup>12</sup> avaliaram o TR de oito indivíduos com hemiparesia pós-AVC diante de estímulos visuais, ao longo de 11 sessões realizadas no primeiro ano após a lesão cerebral. Esses indivíduos apresentaram redução do TR ao longo do período de acompanhamento. Quando comparados a um grupo controle, entretanto, indivíduos com hemiparesia permaneceram com comprometimentos significativos no TR, mesmo após 12 meses da lesão encefálica. Diante desses comprometimentos, estudos realizados de forma isolada têm sugerido que estímulos visuais e auditivos podem promover uma redução do TR em indivíduos com hemiparesia<sup>13,14</sup>.

Apesar da importância desse achado, não se sabe se variáveis como o tempo após a lesão, comprometimento motor e independência funcional estão associadas ao TR de indivíduos com hemiparesia. Além disso, ainda não é claro se o estímulo sensorial fornecido (visual ou auditivo) pode influenciar o TR nessa população. Esses achados além de ampliar os conhecimentos a respeito dos comprometimentos no hemicorpo ipsilateral a uma lesão encefálica, podem auxiliar na escolha de estímulos a serem fornecidos durante programas de reabilitação, visando a plasticidade neural e redução do TR diante das particularidades do indivíduo.

Diante do exposto, esse estudo tem como objetivo avaliar o TR do lado ipsilateral a lesão cerebral de indivíduos com hemiparesia pós-AVC diante de estímulos visuais e auditivos, e investigar a possível associação do TR com variáveis, como tempo decorrido após a lesão cerebral, comprometimento motor e independência funcional.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Foi realizado um estudo transversal e prospectivo. Todos os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ensino Superior e Desenvolvimento (CAAE: 01960918.0.0000.5175). Antes da coleta de dados, todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

### **Participantes**

Ao todo, participaram do estudo 26 indivíduos, dos quais 13 apresentavam hemiparesia pós-AVC isquêmico ou hemorrágico (GE) e 13 indivíduos controles ditos saudáveis, pareados por sexo e idade (GC). A amostra foi recrutada de forma não probabilística por conveniência. O cálculo amostral foi realizado a partir do estudo que comparou a destreza manual do lado ipsilateral de indivíduos com hemiparesia e o lado não dominante de idosos ditos saudáveis<sup>15</sup>, tendo sido considerado um nível de erro alpha de 5% e de erro beta de 20%. Com base nesses parâmetros foi calculado um número total de 16 indivíduos, considerando possíveis perdas e a fim de aumentar o poder estatístico dos dados registrados, foi determinado um número de 13 pacientes por grupo.

Os critérios de inclusão para o GE foram: (1) tempo decorrido após a lesão cerebral superior a seis meses; (2) hemiparesia unilateral; (3) ausência de qualquer patologia ortopédica conhecida ou outro comprometimento neurológico que pudesse afetar a função do membro superior; (4) capacidade de compreender e seguir comandos verbais simples; (5) não fazer uso de qualquer medicamento que comprometesse a função e coordenação das mãos e (6) ausência ou deficiência visual e auditiva não corrigida. Foram excluídos os indivíduos que não compreenderam o teste proposto e que realizaram atividade física imediatamente antes da realização dos testes experimentais.

### **Procedimentos de Coleta de Dados**

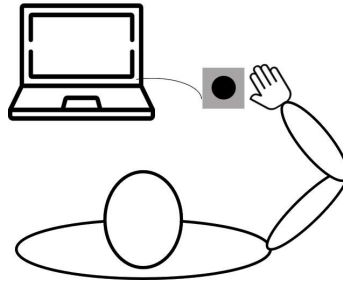
Após o recrutamento dos participantes, foram registrados seus dados clínicos e demográficos, como idade, sexo, tipo de lesão cerebral e tempo decorrido após a lesão cerebral, por meio de um formulário estruturado elaborado pelos pesquisadores. Em seguida, os participantes foram submetidos à avaliação clínica da independência funcional por meio do domínio motor da Medida de Independência Funcional (MIF), função dos membros superiores por meio domínio dos membros superiores da Escala de Fugl-Meyer (F-M) e dominância da mão pelo Inventário de Lateralidade de Edinburg (ILE).

A MIF é um instrumento de avaliação que permite investigar a quantidade de cuidados que um indivíduo necessita durante a realização de 18 atividades cotidianas<sup>16,17</sup>. A Escala de Fugl-Meyer (F-M) permite uma avaliação das funções sensoriais e motoras dos diversos segmentos do corpo a partir dos domínios: amplitude de movimento, dor, sensibilidade, função motora dos membros superiores e inferiores, coordenação e velocidade<sup>18</sup>. Neste estudo, apenas os itens relacionados à capacidade sensorial e motora dos membros superiores foram considerados.

O Inventário de Lateralidade de Edinburg (ILE) permite a identificação da dominância lateral dos membros superiores. Neste inventário, os participantes devem informar qual membro superior (direito ou esquerdo) eles costumam usar para realizar tarefas cotidianas, como: escrever, arremessar, usar uma tesoura, escova de dentes, faca (sem garfo), colher, vassoura, fósforo (mão do fósforo) e abrir caixas com tampas<sup>19</sup>.

Por fim, após as avaliações clínicas, o TR foi avaliado por meio de um software customizado compatível com um notebook (Windows 10) onde os dados foram registrados, armazenados, analisados e posteriormente exportados. Para coleta de dados, inicialmente todos os participantes foram posicionados em uma cadeira confortável com o antebraço ipsilateral (GE) ou o não dominante (GC) apoiado sobre uma mesa, tocando a lateral de um botão personalizado e na frente de um computador com tela de 14 polegadas (Figura 1).

**Figura 1.** Vista superior da configuração experimental.



Após o posicionamento, os participantes foram orientados a apertar o botão o mais rápido possível, logo após ser apresentado um estímulo visual (círculo amarelo com 5,7 polegadas de diâmetro no centro de uma tela preta) ou auditivo (alerta de um trem, cujo volume foi mantido máximo e constante em todas as tentativas). O TR foi definido como o tempo decorrido entre o estímulo sensorial (visual ou auditivo) e a ativação do botão.

Foram realizadas 20 tentativas, sendo 10 associadas ao estímulo sensorial visual e 10 associadas ao estímulo sensorial auditivo. Antes do início de cada tentativa, os participantes foram alertados pelo avaliador sobre o início do teste. O tempo decorrido após esse alerta e a apresentação do estímulo sensorial foi aleatório entre um e 10 segundos. Esse intervalo foi concedido para evitar efeitos de antecipação. A coleta de dados foi realizada individualmente em sala silenciosa. Após serem instruídos sobre a coleta de dados e antes do registro dos dados, os participantes puderam realizar quatro tentativas de teste para se familiarizar com as condições experimentais. Os participantes do GE realizaram testes com o membro superior ipsilateral, enquanto o GC realizou testes com o membro superior não dominante.

Foram considerados como desfechos primários: tempo de reação após a apresentação do estímulo visual (TRV), tempo de reação após a apresentação do estímulo auditivo (TRA) e tempo de reação total (TRT). Como desfechos secundários, foram considerados os escores da MIF e os escores da escala de F-M.

## **Análise Estatística**

Para avaliar o TR do lado ipsilateral à lesão cerebral de indivíduos com hemiparesia pós-AVC e seus respectivos pares, inicialmente foi realizada uma estatística descritiva dos dados para caracterização da amostra. Para estatística inferencial, testes *t Student* pareados foram realizados para comparação do TRV e TRA de cada grupo individualmente. Em seguida, para comparar o GE e GC, foi realizada uma ANOVA *One Way*, considerando as variáveis TRV e TRA.

Para avaliar uma possível associação entre idade, tempo de AVC, independência funcional, função motora dos membros superiores e as variáveis TRV e TRA, foram realizados testes de correlação de Pearson. O nível de significância foi estabelecido em 0,05 para todos os testes estatísticos realizados por meio do software MedCalc (MedCalc Software Bvba, Ostend, Belgium) versão 18.11.6.

## RESULTADOS

A amostra foi composta por 13 (9 homens) indivíduos com hemiparesia pós-AVC ( $61 \pm 11.69$  anos) e 13 controles pareados por sexo e idade ( $62.13 \pm 13.12$  anos). As características gerais dos participantes de ambos os grupos estão descritas na Tabela 1. Os grupos foram homogêneos em todas as características gerais, não havendo diferença estatística entre eles.

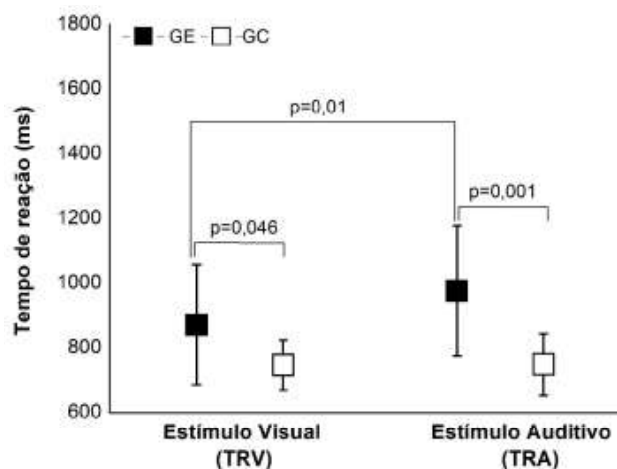
**Tabela 1.** Características gerais dos indivíduos com hemiparesia crônica pós-AVC e controles não deficientes pareados por idade e sexo.

Variável	GE (n=13)	GC (n=13)	p
Sexo (feminino/masculino)	4/9	4/9	
Idade (anos)*	$61 \pm 11.69$	$62.13 \pm 13.12$	0.92
Tempo pós-AVC (meses)*	$75.23 \pm 72.6$	-	
Tipo de lesão (isquêmica/hemorragica)	9/4	-	
Lado da hemiparesia (direito/esquerdo)	7/6	-	
Pontuação Fulg-Meyer (máx. 100)*	$70.7 \pm 28.6$	-	
Pontuação de Independência Funcional (máx. 91)*	$83.3 \pm 7.3$	-	
Mais de um AVC (sim/não)	2/11	-	
Dominância da mão (direito/esquerdo)	13/0	12/1	

\*Média  $\pm$  Desvio Padrão. GE = Grupo AVC, GC = Grupo Controle.

Em relação aos indivíduos com hemiparesia, o teste t pareado revelou diferenças entre TRV ( $870.86 \pm 186.32$ ms) e TRA ( $976.01 \pm 201.41$ ms),  $p=0.01$  (IC95% de diferença = 180.23 a -30.06), quando TRV apresentou valores inferiores. Por outro lado, o GC não apresentou qualquer diferença entre TRV ( $746.34 \pm 77.86$ ms) e TRA ( $748.44 \pm 95.47$ ms),  $p=0.95$  (IC95% de diferença = -52.6918 a 56.8817) (Figura 2). ANOVA *One Way* considerando fator grupo revelou diferenças entre os grupos para TRA ( $p=0.001$ ) e TRV ( $p=0.046$ ), quando o GC apresentou valores inferiores, independente do estímulo fornecido.

**Figura 2.** Tempo de reação diante do estímulo visual (TRV) e auditivo (TRA). GE = Grupo AVC, GC = Grupo Controle.



Testes de correlação revelaram uma correlação negativa entre TRV e independência funcional motora ( $p=0.04$ ), onde quanto maior o TRV menor a independência dos participantes para execução de atividades cotidianas. A Tabela 2 apresenta o coeficiente  $r$  para correlação entre TRA e TRV, para o GE.

**Tabela 2.** Coeficiente de correlação  $r$  para correlação entre o tempo de reação auditivo e visual, e as características do GE.

Características do GE	TRA	TRV
Independência Funcional Motora (pontuação da MIF)	-0.31	-0.56*
Função Motora (pontuação da Fugl-Meyer)	0.05	0.25
Tempo pós-AVC (meses)	-0.34	-0.29

\*Correlação significativa. GE = Grupo AVC, TRA = Tempo de reação auditivo, TRV = Tempo de reação visual.

## DISCUSSÃO

O presente estudo foi proposto com objetivo de melhor compreender o desempenho motor do membro superior do lado ipsilateral à lesão de indivíduos com hemiparesia pós-AVC e auxiliar na tomada de decisão clínica em programas de reabilitação voltados para essa população. Os achados desse estudo corroboraram com evidências anteriores que apontam prejuízos no TR do membro superior ipsilateral à lesão em indivíduos com hemiparesia. Adicionalmente, demonstrou que o estímulo sensorial desencadeador da ação motora parece ser um elemento crítico para o desempenho motor, e que a independência funcional está negativamente associada ao TR.

Sabe-se que o TR é um parâmetro relacionado com a idade e a dominância lateral, quando, em indivíduos saudáveis, um menor TR é descrito com o avançar da idade e quando a tarefa é executada com o membro não dominante<sup>20-22</sup>. No presente estudo, mesmo com o pareamento de idade e gênero, e o uso do braço não dominante, participantes do grupo controle apresentaram um menor TR quando comparados com os indivíduos com hemiparesia, sugerindo os efeitos da lesão cerebral na função do lado ipsilateral à lesão.

Diversos estudos buscam a melhor compreensão da função motora dos membros superiores em indivíduos com hemiparesia pós-AVC<sup>8,23</sup>. Especificamente, os comprometimentos do lado ipsilateral parecem estar relacionados com a capacidade de controlar e coordenar os músculos dos membros superiores<sup>5</sup>, o que pode ser justificado pelo alto grau de comunicação inter-hemisférica necessária para execução de tarefas com maior coordenação, controle e necessidade de atenção<sup>8,19</sup>. O desempenho dos voluntários do presente estudo apresentou associação com sua independência funcional, mas não à função motora, o que sugere que a execução de atividades cotidianas simples, como alcançar um objetivo diante de um estímulo inesperado, exige muito mais do que a integridade da função motora do segmento, mais também habilidades perceptivo-motoras.

Além disso, o desempenho na tarefa proposta nesse estudo, mensurada pelo TR, também foi influenciada pelo estímulo sensorial fornecido, quando o estímulo visual esteve associado a um TR mais curto. Essas diferenças foram anteriormente observadas em indivíduos saudáveis, quando respostas mais rápidas diante de estímulos visuais parecem estar associadas a correções motoras durante a execução da tarefa e um processamento espacial mais eficiente. Já estímulos auditivos parecem estar associados a um planejamento cuidadoso que não exijam respostas rápidas, comuns na execução de atividades mais complexas<sup>24</sup>. Em indivíduos com hemiparesia pós-AVC, entretanto, estudos anteriores descreveram a facilitação de movimentos diante de estímulos auditivos<sup>25,26</sup> e visuais<sup>27</sup> apenas de forma isolada.

Quando comparado o TR após um estímulo visual e auditivo, respostas mais rápidas foram observadas após um estímulo visual em indivíduos com hemiparesia, sugerindo à dependência ao sistema visual dessa população. Com base nesses achados, se sugere que, em programas

de reabilitação, o uso de estímulos visuais pode ser mais eficiente que estímulos auditivos para o treinamento de tarefas de mira, como alcançar objetos que exige um planejamento simples. Tal fato, destaca a importância da escolha do estímulo sensorial fornecido com base nos objetivos terapêuticos almejados e da tarefa a ser executada. Essas sugestões, entretanto, devem ser interpretadas com cautela, pois é apenas uma hipótese baseada nos resultados atuais e deve ser confirmada por estudos longitudinais futuros.

Apesar da relevância dos achados do presente estudo algumas limitações devem ser consideradas: Primeiro, o pequeno número de participantes da amostra e a localização indefinida da lesão cerebral, que pode limitar a generalização dos resultados. Em segundo lugar, não houve nenhuma definição da frequência do estímulo auditivo, uma vez que o presente estudo foi realizado no computador, não sendo possível mensurar a intensidade sonora do estímulo. No entanto, considerando o objeto comparativo, que o estímulo foi mantido no volume máximo e constante ao longo de toda as avaliações, sendo garantido a escuta adequada do mesmo pelos voluntários, essa limitação não pode influenciar os resultados principais do estudo. Além disso, a natureza do estudo transversal também pode limitar conclusões sobre os efeitos dos estímulos visuais e auditivos durante os programas de reabilitação em indivíduos com hemiparesia pós-AVC.

O TR representa um dos elementos que influencia a tomada de decisão durante as atividades diárias, diante disso sugere-se que estudos futuros devem envolver um maior número de participantes e avaliar mais parâmetros relacionados ao controle motor do lado ipsilateral à lesão cerebral em indivíduos com AVC, e como esses parâmetros podem diferir entre um AVC agudo e crônico.

## **CONCLUSÃO**

Os resultados do presente estudo mostraram que indivíduos com hemiparesia pós-AVC têm prejuízos no TR do lado ipsilateral que podem ser influenciados pelo estímulo sensorial fornecido previamente a resposta motora. Os protocolos de reabilitação para indivíduos com hemiparesia devem envolver o membro ipsilateral, quando as características do estímulo fornecido parecem ser um elemento crítico a ser considerado na tomada de decisão clínica.

## **Contribuições**

CFS: Concepção e desenho do estudo, coleta de dados, redação do manuscrito.

LSS: Concepção e desenho do estudo, coleta de dados, redação do manuscrito.

VAN: Concepção e desenho do estudo, coleta de dados, redação do manuscrito.

ESR: Concepção e desenho do estudo, coleta de dados, redação do manuscrito.

EELS: Concepção e desenho do estudo, coleta de dados, redação do manuscrito.

GLG: Análise e interpretação dos dados, revisão crítica do texto e análise estatística.

## **Conflito de Interesse**

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

## REFERÊNCIAS

1. Organization WHOJWH. WHO STEPS Stroke Manual: the WHO STEPwise approach to stroke surveillance. Geneva. 2006 Maio 6; 1-96. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43420>.
2. Beinotti F, Fonseca CP, do Carmo Silva M, de Arruda Serra MIF, Cacho EWA, Oberg TDJRAfT. Treino de marcha com suporte parcial de peso em esteira ergométrica e estimulação elétrica funcional em hemiparéticos. 2007 Set 9; 14(3): 159-63. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2317-0190.v14i3a102824>.
3. Benvegna AB, Gomes LA, Souza Cd, Cuadros TBB, Pavão LW, Ávila SNJRCS. Avaliação da medida de independência funcional de indivíduos com seqüelas de acidente vascular encefálico (AVE). 2008 Fev 02; 1(2): 71-7. DOI: <https://doi.org/10.15448/1983-652X.2008.2.4115>.
4. Brouwer B, Parvataneni K, Olney SJ. A comparison of gait biomechanics and metabolic requirements of overground and treadmill walking in people with stroke. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2009 Nov 6; 24(9): 729-34. DOI: [10.1016/j.clinbiomech.2009.07.004](https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2009.07.004).
5. Cunha BP, de Freitas S, de Freitas PB. Assessment of the Ipsilesional Hand Function in Stroke Survivors: The Effect of Lesion Side. J Stroke Cerebrovasc Dis. 2017 Mar 8; 26(7): 1615-21. DOI: [10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2017.02.023](https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2017.02.023).
6. Gama GL, Novaes MM, Franco CIF, de Araújo DP, Galdino GSJRN. Habilidade manual do paciente hemiplégico comparado ao idoso saudável. 2010 Abr 4; 18(4): 443-7. DOI: <https://doi.org/10.34024/rnc.2010.v18.8431>.
7. Laufer Y, Gattenio L, Parnas E, Sinai D, Sorek Y, Dickstein R. Time-related changes in motor performance of the upper extremity ipsilateral to the side of the lesion in stroke survivors. Neurorehabil Neural Repair. 2001 Set 1; 15(3): 167-72. DOI: [10.1177/154596830101500303](https://doi.org/10.1177/154596830101500303).
8. Noskin O, Krakauer JW, Lazar RM, Festa JR, Handy C, O'Brien KA, et al. Ipsilateral motor dysfunction from unilateral stroke: implications for the functional neuroanatomy of hemiparesis. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 2008 Mar 14; 79(4): 401-6. DOI: [10.1136/jnnp.2007.118463](https://doi.org/10.1136/jnnp.2007.118463).
9. Nolan L, Kerrigan DC. Keep on your toes: gait initiation from toe-standing. J Biomech. 2003 Mar 1; 36(3): 393-401. DOI: [10.1016/S0021-9290\(02\)00429-3](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(02)00429-3).
10. Vagheti CAO, Roesler H, Andrade AJRBdMdE. Tempo de reação simples auditivo e visual em surfistas com diferentes níveis de habilidade: comparação entre atletas profissionais, amadores e praticantes. 2008 Abr 14; 13(2): 81-5. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1517-86922007000200003>.
11. Monteiro AD, Ennes FCM, Ugrinowitsch H, Vieira MM, Benda RNJRbCdE. Tempo de reação de escolha de capoeiristas iniciantes e experientes. 2015 Ago 24; 37(4): 395-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rbce.2015.08.005>.
12. Jones RD, Donaldson IM, Parkin PJ. Impairment and recovery of ipsilateral sensory-motor function following unilateral cerebral infarction. Brain. 1989 Fev 1; 112(Pt 1): 113-32. DOI: [10.1093/brain/112.1.113](https://doi.org/10.1093/brain/112.1.113).
13. Coombes SA, Janelle CM, Cauraugh JH. Chronic stroke and aging: the impact of acoustic stimulus intensity on fractionated reaction time. Neurosci Lett. 2009 Jan 21; 452(2): 151-5. DOI: [10.1016/j.neulet.2009.01.041](https://doi.org/10.1016/j.neulet.2009.01.041).
14. Sanchez Y, Pinzon D, Zheng B. Reaction time for processing visual stimulus in a computer-assisted rehabilitation environment. Disabil Rehabil Assist Technol. 2017 Dez 7; 12(7): 725-9. DOI: [10.1080/17483107.2016.1253118](https://doi.org/10.1080/17483107.2016.1253118).
15. Gama GL, Novaes MM, Franco CIF, de Araújo DP, GSJRN. G. Habilidade manual do paciente hemiplégico comparado ao idoso saudável. Rev Neurocienc. 2010 Abr 4; 18(4): 443-7. DOI: <https://doi.org/10.34024/rnc.2010.v18.8431>.
16. Coombes SA, Janelle CM, Cauraugh JH. Chronic stroke and aging: the impact of acoustic stimulus intensity on fractionated reaction time. Neurosci Lett. 2009 Jan 21; 452(2): 151-5. DOI: [10.1016/j.neulet.2009.01.041](https://doi.org/10.1016/j.neulet.2009.01.041).
17. Haynes BI, Kliegel M, Zimprich D, Bunce D. Intraindividual reaction time variability predicts prospective memory failures in older adults. Neuropsychol Dev Cogn B Aging Neuropsychol Cogn. 2018 Mar 19; 25(1): 132-45. DOI: [10.1080/13825585.2016.1268674](https://doi.org/10.1080/13825585.2016.1268674).



18. Darbutas T, Juodzbaliene V, Skurvydas A, Krisciunas A. Dependence of reaction time and movement speed on task complexity and age. *Medicina (Kaunas)*. 2013 Jan 31; 49(1): 18-22. DOI: [10.3390/medicina49010004](https://doi.org/10.3390/medicina49010004).
19. Ehrsson HH, Fagergren A, Jonsson T, Westling G, Johansson RS, Forssberg H. Cortical activity in precision- versus power-grip tasks: an fMRI study. *J Neurophysiol*. 2000 Jan 1; 83(1): 528-36. DOI: [10.1152/jn.2000.83.1.528](https://doi.org/10.1152/jn.2000.83.1.528).
20. Debeljak M, Vidmar G, Oberstar K, Zupan A. Simple and choice reaction times of healthy adults and patients after stroke during simulated driving. *Int J Rehabil Res*. 2019 Set 1; 42(3): 280-4. DOI: [10.1097/MRR.0000000000000351](https://doi.org/10.1097/MRR.0000000000000351).
21. Haynes BI, Kliegel M, Zimprich D, Bunce D. Intraindividual reaction time variability predicts prospective memory failures in older adults. *Neuropsychology, Development, and Cognition Section B, Aging, Neuropsychology and Cognition*. 2018 Mar 19; 25(1): 132-45. DOI: [10.1080/13825585.2016.1268674](https://doi.org/10.1080/13825585.2016.1268674).
22. Darbutas T, Juodzbaliene V, Skurvydas A, Krisciunas A. Dependence of reaction time and movement speed on task complexity and age. *Medicina*. 2013 Jan 31; 49(1): 18-22. DOI: [10.3390/medicina49010004](https://doi.org/10.3390/medicina49010004).
23. Pandian S, Arya KN. Motor impairment of the ipsilesional body side in poststroke subjects. *J Bodyw Mov Ther*. 2013 Abr 24; 17(4): 495-503. DOI: [10.1016/j.jbmt.2013.03.008](https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2013.03.008).
24. Glazebrook CM, Welsh TN, Tremblay L. The processing of visual and auditory information for reaching movements. *Psychol Res*. 2016 Ago 8; 80(5): 757-73. DOI: [10.1007/s00426-015-0689-2](https://doi.org/10.1007/s00426-015-0689-2).
25. Ehrsson HH, Fagergren A, Jonsson T, Westling G, Johansson RS, Forssberg H. Cortical activity in precision- versus power-grip tasks: an fMRI study. *Journal of Neurophysiology*. 2000 Jan 1; 83(1): 528-36. DOI: [10.1152/jn.2000.83.1.528](https://doi.org/10.1152/jn.2000.83.1.528).
26. Walker ER, Hyngstrom AS, Schmit BD. Influence of visual feedback on dynamic balance control in chronic stroke survivors. *J Biomech*. 2016 Feb 8; 49(5): 698-703. DOI: [10.1016/j.jbiomech.2016.01.028](https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2016.01.028).
27. Day BL, Lyon IN. Voluntary modification of automatic arm movements evoked by motion of a visual target. *Exp Brain Res*. 2000 Jan 15; 130(2): 159-68. DOI: [10.1007/s002219900218](https://doi.org/10.1007/s002219900218).