

Análise cinemática e eletromiográfica do tronco e membro superior durante movimento de alcance e preensão em indivíduos hemiparéticos decorrente de acidente vascular encefálico: Estudo de protocolo para um ensaio clínico.

Kinematic and electromyographic analysis of the trunk and upper limb during reaching and grasping movements in hemiparetic individuals due to stroke: A protocol study for a clinical trial.

Bruno Paulino Venâncio¹, Lisiane Perin², Alex Coutinho da Silva³, Guilherme Nascimento dos Santos de Goés⁴, Nicoli Padilha Pires⁵, Cleverson Rafael de Souza⁶, Anderson Machado Filho⁷, Adriano de Maman Oldra⁸, Lilian Raquel Ramirez⁹

¹ Bruno Paulino Venâncio (<https://orcid.org/0009-0005-6999-0828>)- Discente de la carrera de Medicina ,Universidad Central del Paraguay- UCP. Correo eletrônico: bruno.paulino0704@gmail.com; Colaborador de pesquisa no programa de Mestrado e doutorado da Universidade Cidade de São Paulo.

² Lisiane Perin (<https://orcid.org/0000-0003-4470-7625>), Discente de la carrera de Medicina , Universidad Central del Paraguay- UCP. Correo eletrônico: lisianeperin@hotmail.com

³ Alex Coutinho da Silva (<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0009-0008-8161-3525>), Discente de la carrera de Medicina , Universidad Central del Paraguay- UCP. Correo eletrônico: alexcoutinho0407@gmail.com

⁴ Guilherme Nascimento dos Santos de Goés (<https://orcid.org/0009-0000-9821-9219>), Discente de la carrera de Medicina, Universidad Central del Paraguay- UCP. Correo eletrônico: guigoes020@gmail.com

⁵ Nicoli Padilha Pires (<https://orcid.org/0009-0003-5785-2239>), Discente de la carrera de Medicina , Universidad Central del Paraguay- UCP. Correo eletrônico: nicolipadd@gmail.com

⁶ Cleverson Rafael de Souza (<https://orcid.org/0009-0002-1286-8491>), Discente de la carrera de Medicina , Universidad Central del Paraguay- UCP. Correo eletrônico: cleverson.rafael85@gmail.com

⁷ Anderson Machado Filho (<https://orcid.org/0009-0003-5416-5011>), Discente de la carrera de Medicina , Universidad Central del Paraguay- UCP. Correo eletrônico: andermachado82@hotmail.com

⁸ Adriano de Maman Oldra (<https://orcid.org/0009-0009-7101-0808>), Discente de la carrera de Medicina , Universidad Central del Paraguay- UCP. Correo eletrônico:adriano_oldra@gmail.com

⁹ Dra. Lilian Raquel Ramirez (<https://orcid.org/0009-0009-2053-9760>)- Docente de la carrera de Medicina , Universidad Central del Paraguay- UCP. Correo eletrônico:lilian.ramirez@central.edu.py

Resumo

Pessoas acometidas por Acidente Vascular Encefálico (AVE) podem apresentar comprometimento na função motora do membro superior que leva a maior dependência em atividades de vida diária e diminuição da qualidade de vida dos indivíduos. Dessa forma identificar como este comprometimento motor interfere na função pode auxiliar na elaboração de estratégias de reabilitação para facilitar sua independência. **Objetivo:** Avaliar as características biomecânicas e estratégias do controle neuromuscular do membro superior parético e tronco de indivíduos pós AVE durante o movimento de alcance. **Métodos:** Trata-se de um estudo clínico, transversal, cuja amostra será composta por 10 indivíduos adultos hemiparéticos decorrente de AVE no hemisfério esquerdo e 10 indivíduos saudáveis pareados pela idade e gênero, e que sejam destros. A tarefa selecionada para avaliar o movimento de alcance e prensão do membro superior parético será o teste Box and Block test (BBT). Para análise da atividade elétrica dos músculos deltoide anterior e posterior, bíceps braquial, tríceps braquial, flexores e extensores de punho será utilizado o equipamento de eletromiografia da marca Delsys® (Trigno® Wireless Systems). Para análise cinemática serão utilizados o sistema para análise de imagens 3D (Vicon Motion Systems Ltd®) composto por oito câmeras infravermelho, que captam o movimento por meio do rastreamento de marcadores reflexivos passivos. Por meio da análise cinemática serão construídos sistemas de coordenadas locais da cabeça, do tronco, braço, antebraço e mão seguindo as recomendações da Sociedade Internacional de Biomecânica. Os dados cinemáticos e da eletromiografia serão realizados de forma sincronizada e simultânea por meio do Vicon Nexus Software® e o processamento dos sinais serão realizados off-line em programas personalizados no software Matlab®. Os dados serão apresentados como média \pm desvio padrão ou mediana e intervalo interquartil. A normalidade será verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. Para comparações entre grupos, será utilizado o teste t de Student para dados paramétricos ou o teste de Mann-Whitney para dados não paramétricos. O nível de significância adotado será de 5% ($p < 0,05$).

Palavras chaves: Avaliação cinemática, movimento de alcance, membro superior parético.

Abstract

Individuals who have experienced a stroke may present impairments in upper limb motor function, leading to greater dependence in activities of daily living and reduced quality of life. Therefore, identifying how these motor impairments affect functional performance may contribute to the development of rehabilitation strategies aimed at promoting independence in this population. **Objective:** To evaluate the biomechanical characteristics and neuromuscular control strategies of the paretic upper limb and trunk in post-stroke individuals during a reaching task. **Methods:** This is a cross-sectional clinical study. The sample will consist of 10 adult individuals with hemiparesis resulting from a left-hemisphere stroke and 10 healthy individuals matched by age and sex, all right-handed. The task selected to assess reaching and grasping movements of the paretic upper limb will be the **Box and Block Test (BBT)**. Electrical activity of the anterior and posterior deltoid, biceps brachii, triceps brachii, wrist flexor, and wrist extensor muscles will be analyzed using a **Delsys® electromyography system (Trigno® Wireless Systems)**. Kinematic analysis will be performed using a three-dimensional motion analysis system (**Vicon Motion Systems Ltd®**) composed of eight infrared cameras that capture movement through passive reflective marker tracking. Based on the kinematic analysis, local coordinate systems of the head, trunk, arm, forearm, and hand will be constructed according to the recommendations of the International Society of Biomechanics. Kinematic and electromyographic data will be collected simultaneously and synchronously using **Vicon Nexus® software**, and signal processing will be performed offline using customized programs developed in **Matlab®**. Data will be presented as mean \pm standard deviation or median and interquartile range. Normality will be assessed using the Shapiro–Wilk test. Comparisons between groups will be performed using Student’s t-test for parametric data or the Mann–Whitney U test for non-parametric data. Statistical significance will be set at 5% ($p < 0.05$).

Keywords: Kinematic assessment, reaching movement, paretic upper limb.

Introdução

O Acidente Vascular Encefálico (AVE) é uma das principais causas de incapacidade crônica proveniente de lesão neurológica (FEIGIN, V. L. e colaboradores 2010) e é a segunda principal causa de morte no mundo (Feigin V, Brainin M. e colaboradores 2019). O grau de comprometimento varia em função da área lesionada e da extensão da lesão. A recuperação das respostas motoras e sensoriais podem ser efetivas ou não em relação ao nível de acometimento da área afetada (Schaefer SY e colaboradores 2019).

A estrutura e função corporal do indivíduo é acometida em decorrência do AVE, e o membro superior está intimamente ligado a níveis de acometimentos sensório-motores transitórios ou permanentes. Quando essas alterações permanecem, prejudica o movimento de alcance, preensão e manipulação, impactando nas atividades funcionais diárias (Schaefer SY e colaboradores 2019).

O membro superior mais acometido pelo AVE, pode apresentar sinergismos patológicos envolvendo o movimento do ombro e cotovelo que resultam em um aumento da coativação muscular que podem ser provocados voluntariamente ou como uma reação reflexa (TWITCHELL TE;2016). Esses sinergismos podem ser apresentados por: (1) Abdução e rotação externa do ombro, flexão do cotovelo e supinação do antebraço ao elevar o membro parético (apresentando sinergismo de flexão); e (2) Abdução e rotação interna do ombro, extensão do cotovelo e pronação do antebraço ao gerar extensão do cotovelo (apresentando sinergismo em extensão) (Brunnstrom S; 1970). Entretanto os sinergismos patológicos acarretam menos combinações de articulações durante o movimento de alcance, diminuindo o número de graus de liberdade do movimento do ombro e cotovelo, o que leva esses indivíduos a compensarem com o movimento de tronco (Roby-Brami A, 2003; Reisman DS, 2003; Reisman DS,2003).

Sabe-se que o membro superior é predominante inervado por vias corticoespinais contralaterais, já os músculos do tronco recebem projeções de entrada bilateral de via corticoespinais. Em decorrência do AVE as vias corticoespinais são danificadas, enquanto os músculos do tronco apresentam as vias ipsilaterais intactas o que pode levar a esses indivíduos gerarem movimentos de tronco como estratégia para compensar as

alterações estruturais e funcionais dos membros superiores, como por exemplo, em um movimento de alcance (Palmer E, 1992; Ferbert A, 1992; Schwerin S, 2008).

Nesta população, o movimento de alcance já foi investigado em diferentes complexidades de tarefas, comparada em relação a especialização hemisférica (Winstein, CJ; 1999; 1995; Boyd, LA, 2001; Hanlon RE. 1996). a fim de identificar como ocorre a aprendizagem motora em função da repetição do movimento do membro superior parético. Estudos anteriores já demonstraram que a posição do objeto determina a direção com que os membros superiores são realizados e a necessidade de maior ou menor envolvimento das articulações, sabendo-se que o movimento de alcance é multiarticular, e a coordenação pode se modificar, porém não está claro na literatura se o movimento de alcance pode ser influenciado pelo tronco comprometendo a trajetória e velocidade do movimento.

Diante desta afirmação, o presente estudo tem como objetivo analisar a cinemáticas do membro superior parético e do tronco superior durante o movimento de alcance, que irá fornecer uma medida quantitativa e objetiva do nível de função corporal. Ao se compreender como se dá o movimento do tronco superior e membro superior parético durante o movimento de alcance, será possível elaborar estratégias específicas de reabilitação para um movimento preciso e funcional.

Metodologia

Trata-se de um estudo clínico, transversal, que seguirá as recomendações do STROBE (STrengthening the Reporting of OBservational studies in Epidemiology), que será conduzido em 10 pacientes com diagnóstico de AVE com comprometimento de membro superior leve e moderado por amostragem de conveniência. O estudo será executado no Núcleo de Apoio à pesquisa em Análise do Movimento (NAPAM) localizado no Laboratório de Doutorado e Mestrado em Saúde da Universidade Nove de Julho (UNINOVE), localizado na Rua Vergueiro 235/249 - Vergueiro, São Paulo-SP.

Este estudo será iniciado após aprovação do pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brasil, em conformidade com a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde do Brasil. E após registro no Rebec.

Todos os participantes da pesquisa deverão assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido após serem informados da finalidade e dos aspectos pertinentes ao estudo.

Participantes

Grupo AVE

Serão eleitos indivíduos que sofreram Acidente Vascular Encefálico recrutados no Ambulatório da Universidade Nove de Julho (UNINOVE) do Campus Vila Maria, Memorial e centros de reabilitação, que apresentem os seguintes critérios de elegibilidade:

Apresentarem diagnóstico de AVE de origem isquêmica ou hemorrágica, ocorrido há mais de 6 meses, definido com base nos exames de imagens e laudo médico neurológico, idade de 18 a 70 anos, ambos os sexos e todos deverão ser destros baseados na versão modificada do inventário de Edinburg (Oldfield RC. 1971), sendo este respondido com base no uso do membro superior anterior à lesão cerebral. Os indivíduos deverão ter lesão restrita ao território vascular anterior, que é irrigado pelas artérias cerebrais anterior e/ou média, baseada nos exames de imagens, em hemisfério esquerdo e deverão apresentar sinais clínicos de hemiparesia, definidos por meio da escala Fugl-Meyer (Maki T, 2007).

Serão excluídos do estudo indivíduos que apresentarem escore do Mini Exame do Estado Mental (Maki T, 2007) inferior ao esperado em relação ao seu nível de escolaridade (13 pontos para analfabeto, 18 pontos para baixa/média escolaridade e 26 pontos para alta escolaridade) (Bertolucci PHF, 1994), outras doenças neurológicas associadas; deformidades em membros superiores; contraturas em membros superiores; limitação de amplitude de movimento passiva (ADM); intervenção de toxina botulínica (BOTOX) nos últimos 6 meses; alterações ortopédicas e/ou presença de dor no membro superior parético que comprometa a realização da tarefa proposta; afasia de compreensão, apraxias, heminegligência, deficiência visual ou auditiva (identificados na avaliação inicial de dados sócios clínicos e demográficos), aumento de tônus que limite o participante a realizar a avaliação e lesões de pele nos locais de fixação de marcadores e eletrodos.

Grupo Controle

Para compor o grupo controle (GC) serão convidados verbalmente indivíduos com idade e gênero pareados com os participantes do Grupo AVE. Este grupo terá o mesmo número de participantes do grupo- pós- AVE a fim de pareá-los.

Para isso, os critérios de exclusão do GC serão: indivíduos que apresentem escore do Mini Exame do Estado Mental (Brucki SMD, 2003), 3) inferior ao esperado em relação ao seu nível de escolaridade (13 pontos para analfabeto, 18 pontos para baixa/média escolaridade e 26 pontos para alta escolaridade) (Bertolucci PHF,1994), doenças neurológicas associadas; limitação de amplitude de movimento (ADM); alterações ortopédicas e/ou com dor no membro superior dominante que possa comprometer a realização da tarefa proposta; dificuldade de compreensão e execução do teste, (identificados na familiarização do aparato experimental), deficiência visual ou auditiva e lesões de pele nos locais de fixação de marcadores e de eletrodos.

Cálculo amostral

A amostragem de conveniência será composta por 10 indivíduos saudáveis funcionários da Uninove e mais 10 indivíduos com diagnóstico de AVE com comprometimento de membro superior leve e moderado que serão triados por meio de prontuário na clínica de Fisioterapia da Uninove.

Variáveis

Os participantes serão avaliados quanto aos dados sócios-demográficos e clínicos e antropométricos. O Questionário de dados sócio- demográficos e clínicos elaborado pelo pesquisador contém perguntas relacionadas à idade, gênero, raça, escolaridade, profissão, etiologia do AVE, tempo de AVE, número de comorbidades, número de medicamentos, possíveis complicações e tipo de acompanhamento clínico e avaliação por meio de escalas clínicas como: Fulg-Meyer, Mini exame do estado Mental, Ashworth, força de preensão palmar .

Avaliações para caracterização da amostra

Avaliação de força muscular

Para estrutura e função do corpo será utilizada a avaliação da força de preensão palmar muscular bilateral mensurada por meio da dinamometria manual (Jamar®), cuja unidade de medida será o quilograma força (Kgf).

Para realização do teste, os participantes serão posicionados sentados com o tronco apoiado e estável, membro superior a ser testado sobre apoio da cadeira, ombro em adução, e posição neutra para rotação, cotovelo fletido a 90°, antebraço em posição neutra, e punho com leve extensão, máximo de 30°, de acordo com o sugerido pela Sociedade Americana de Terapia Ocupacional. O participante será instruído a pressionar a manopla do equipamento com força máxima, o resultado da força (Kgf) despendida será medida. Serão realizadas 3 repetições consecutivas do teste, cuja média será considerada como resultado (Mathiowetz V, 1985).

Avaliação de tônus muscular

Será avaliado o tônus dos músculos flexores de cotovelo e flexores de punho do membro superior parético por meio da Escala de *Ashworth* Modificada. O paciente será orientado a ficar posicionado em decúbito dorsal e a não realizar contração muscular no segmento avaliado; os músculos testados serão posicionados em seu limite de encurtamento, em seguida o terapeuta realizará movimento passivo do membro no sentido oposto a ação do músculo avaliado, de forma rápida em cinco repetições sequenciais para se estabelecer a média da graduação de acordo com os preceitos para a mensuração da alteração tônica em que zero corresponde ao tônus normal e grau 4 o segmento permanece fixo em flexão ou em extensão.

A diferença que existe de graduação comparada a escala original é a presença do +1, sendo uma leve resistência, seguida de uma tensão, gerando uma resistência mínima em menos da metade do arco do movimento (Bohannon RW, 1987).

Escala de Fugl-Meyer

A escala de avaliação Fugl- Meyer (EFM)[90], é um instrumento para mensuração quantitativa de comprometimento sensório-motor de indivíduos pós-AVE com confiabilidade inter e intra-observador (IC=0,99 e 0,98 respectivamente).

A avaliação é composta por um sistema de pontuação numérica cumulativa, que avalia seis aspectos do indivíduo: a amplitude de movimento, dor, sensibilidade, função motora da extremidade superior e inferior, e equilíbrio, incluindo coordenação e velocidade, totalizando 226 pontos. Uma escala ordinal de três pontos é aplicada em cada item: 0-não pode ser realizado, 1-realizado parcialmente, e 2- realizado completamente, apresentando semelhanças específicas para cada item dentro dos critérios. Esta escala tem uma função de 100 pontos para a função motora normal, em que a pontuação máxima para a extremidade superior é 66 pontos e de membro inferior é 34 pontos, função sensorial 24 pontos, equilíbrio 14 pontos, amplitude de movimento articular 44 pontos. A pontuação será determinada de acordo com o nível de comprometimento motor leve (≥ 50 pontos), moderado a grave (< 50 pontos) (Fugl-Meyer AR, 1975).

Serão avaliadas a motricidade reflexa, sinergia flexora e extensora, movimento com e sem sinergia, atividade reflexa normal, controle de punho e mão e coordenação motora, totalizando 66 pontos no escore máximo para a função motora do membro superior [22].

Procedimentos

Inicialmente serão realizadas mensurações antropométricas serão aplicadas ao protocolo do sistema Vicon® que são capazes de captarem o movimento por meio do rastreamento de marcadores reflexivos passivos, para servir de referência para o modelo biomecânico do membro superior, composto pela aferição bilateral da distância acrômio-ombro, diâmetro do cotovelo, diâmetro do punho, espessura da mão e distância entre as espinhas ilíacas ântero-superiores.

A análise cinemática do membro superior e análise eletromiográfica dos músculos do membro superior e tronco serão analisadas durante o movimento de alcance por meio do teste da caixa de blocos (TCB) . Para isso, previamente o preparo do paciente iniciará pela colocação dos marcadores e eletrodos.

Preparação para a colocação dos marcadores e eletrodos

Todos os participantes do presente estudo serão instruídos a vestirem bermudas e os de gênero feminino utilizarem top para permitir a colocação dos marcadores da cinemática. A pele será higienizada com algodão e álcool 70% para melhor fixação dos marcadores e eletrodos.

Colocação dos marcadores

Os marcadores são esferas de poliestireno revestidas por uma fita adesiva de esferas microscópicas de vidro sobre uma base de plástico para fixação de fita dupla face e posteriormente na pele do indivíduo. O formato permite que a luz reflita em todas as direções, não importando a posição, uma vez que ela permaneça no campo de visão do conjunto de câmeras, além disso, não provocando incômodo e nem dificuldade de movimentar-se.

Os marcadores representam as projeções ósseas e serão fixadas em pontos anatômicos pré-definidos (Figura 2): quatro na cabeça, dois no tronco anterior (esterno e manúbrio), no processo espinhoso da vértebra C7, escápula, nas espinhas ilíaca ântero superiores, um conjunto de três marcadores (*cluster*) entre as espinhas póstero anteriores, e mais cinco no membro superior parético (acrômio, epicôndilo lateral do úmero, processo estiloide do rádio e da ulna, e do terceiro dedo).

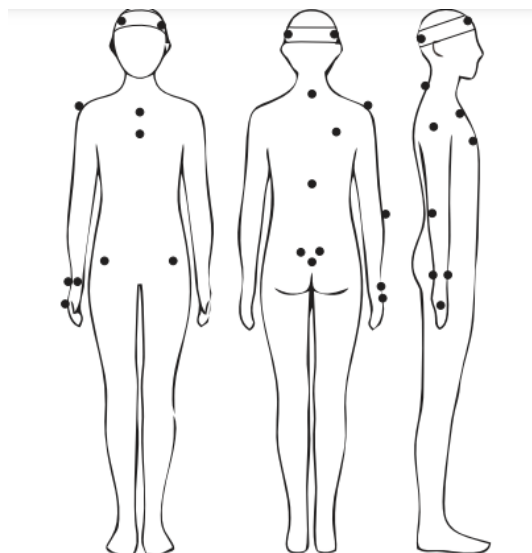


Figura 2: Representação dos marcadores fixados em pontos anatômicos pré-definidos

Fonte: Própria

Colocação dos eletrodos

Os eletrodos serão posicionados baseados nos critérios de Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles (SENIAM) em regiões do ombro e cotovelo e para região de punho serão utilizados a referência de Crisweel. Serão colocados seis eletrodos de captações sendo: dois eletrodos serão posicionados nas projeções das fibras musculares do deltoide anterior (DA), deltoide posterior (DP), bíceps braquial (BB), tríceps braquial (TB), flexores de punho (FP) e extensores de punho (EP) (Figura 3).

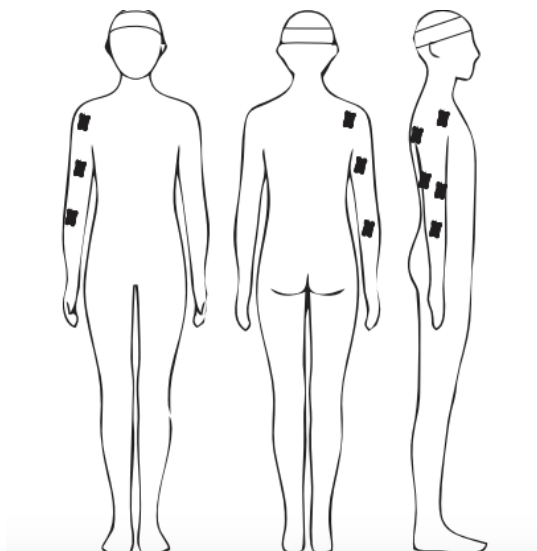


Figura 3: Representação dos eletrodos fixados em grupos musculares pré- definidos.

Fonte: Própria

A distância obter-eletrodo será mantida constante (20 mm) e a fixação será reforçada com fita adesiva do tipo *transpore® marca 3M* na pele, e ainda será colocada uma faixa elástica envolvendo-os para diminuir os riscos de objeções da técnica. Após a fixação dos eletrodos, será verificada a presença de ruídos pela observação da informação exibida no display do equipamento.

A tarefa- Avaliação da atividade de alcance

Após a colocação dos marcadores nas regiões previamente definidas, os participantes serão posicionados em sedestação em uma cadeira com regulagem de altura de modo que o participante permaneça com os pés apoiados no chão, joelhos e quadris flexionados a aproximadamente 90° e em posição neutra quanto à abdução, adução e rotação interna e externa de quadris.

O membro superior parético que irá executar a tarefa será posicionado sobre uma mesa, também de altura ajustável, o ombro será posicionado neutro, cotovelo a 90° de flexão e antebraço pronado com as mãos apoiadas sobre a mesa. O posicionado descrito tem a finalidade de proporcionar estabilidade ao participante e que este possa realizar apenas movimentos com o membro superior analisado, sem compensações. O membro superior não parético será posicionado neutro, cotovelo a 90° de flexão e antebraço pronado com as mãos apoiadas sobre a mesa (Figura 4).

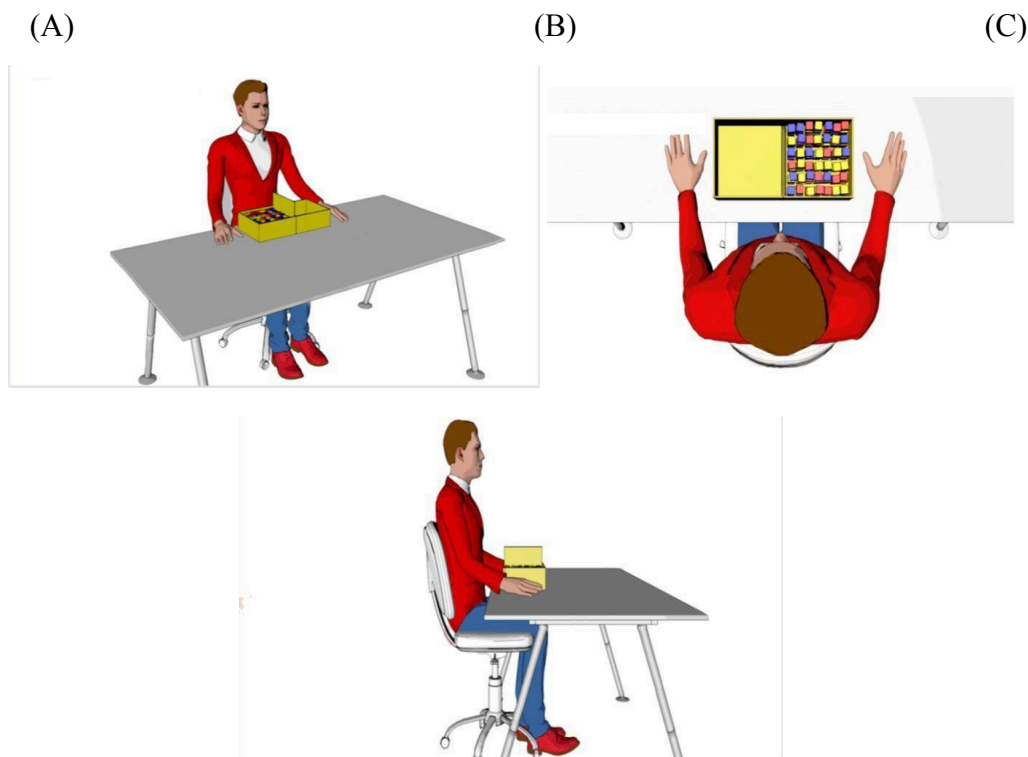


Figura 4: Vista anterior (A); Vista Superior (B); Vista lateral (C).

Fonte: própria.

O movimento de alcance será realizado por meio do teste da caixa de blocos (TCB), ou Box and Block Test (BBT) como é conhecido originalmente com objetivo de avaliar a destreza manual grossa unilateral. Para o teste utiliza-se uma caixa de madeira

compensada de 1 centímetro (cm) com revestimento interno de EVA para eliminar o ruído gerado pelo impacto dos cubos na caixa. As dimensões de sua base são 53,7 cm X 25,4 cm e é dividida ao meio por uma madeira de 1 cm de espessura, e dimensões de 25,4 cm X 15,2 cm. Um dos lados da caixa contém 150 cubos de madeira coloridos de 2,5 cm de aresta (Figura 5) (Mathiowetz V , 1985).

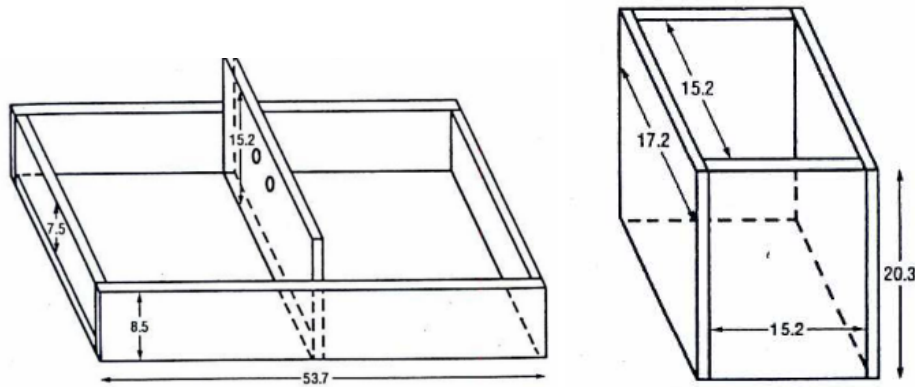


Figura 5: Descrição de medidas da caixa que será utilizada no Box and Block Test.

Fonte: Mathiowetz et al. 1985

O teste será considerado como uma avaliação de atividade, pois a tarefa envolvida requer a integração de aspectos motores, sensoriais e de coordenação em uma tarefa controlada, em que serão avaliadas variáveis de planejamento e execução de movimento voluntário com marcadores em projeções ósseas específicas do membro superior a fim de avaliar o desempenho funcional.

A caixa do TCB estará centralizada à linha média e entre as duas mãos do avaliado a 75% da extensão passiva máxima do cotovelo. O local exato do posicionamento da caixa será marcado com “X”. A posição inicial do movimento será determinada com a posição de flexão de ombro ao alcance da caixa posicionada à mesa cotovelo em flexão, o antebraço em posição neutra em relação a prono-supinação e a mão manipulando os cubos dentro da caixa. O membro superior menos comprometido ficará posicionado como descrito acima. Os indivíduos não terão o tronco estabilizado a fim de avaliar se o mesmo influencia no desempenho do membro superior parético durante a tarefa.

Após o posicionamento adequado, o participante será instruído quanto à realização do teste. O examinador sentará a frente do participante, para explicar / demonstrar como é realizado o teste e o participante será convidado a realizar uma familiarização do teste

praticando durante 60 segundos e se algum erro for cometido durante este tempo, eles serão corrigidos para que o registro real do teste seja feito sem erros e, conseqüentemente com maior confiabilidade (Mathiowetz V,1985).

O teste consistirá em passar um bloco de cada vez para o outro lado da caixa, sobre a divisória, utilizando as polpas dos dedos o mais rápido que conseguir durante 60 segundos. O participante irá realizar o teste com o membro superior parético, sendo que os blocos deverão estar no lado da caixa homolateral ao membro superior parético utilizado para executar o teste). No caso deste estudo os blocos deverão estar do lado direito da caixa. Os participantes do grupo controle irão realizar o teste com o membro superior dominante.

O examinador deverá instruí-lo da seguinte forma: “Pegue um bloco de cada vez com sua mão direita (ou esquerda) o mais rápido que você conseguir, levando para o outro lado da caixa”. É importante ressaltar para o participante que se o mesmo pegar dois blocos de cada vez, eles serão contados como um só, e caso o participante esbarrar na divisória, o bloco será descontado (Mathiowetz V, 1985).

Após as instruções, o participante irá colocar as mãos sobre a mesa, uma de cada lado da caixa e, ao sinal do examinador, pode começar a pegar os blocos o mais rápido que conseguir. O teste será cronometrado e ao final de 15 segundos é pedido para o participante parar. Se algum erro for cometido ele será corrigido. Seguidamente o examinador dará outro sinal e o sujeito dará início novamente. Após se passarem 60 segundos, o examinador alerta a parada. Os blocos serão organizados para se dar início ao novo teste caracterizando o segundo bloco, seguindo os mesmos procedimentos de 15 e 60 segundos. Ao final de cada etapa, os blocos serão contados. Os participantes deverão realizar 6 repetições da tarefa. O resultado se dará pela quantidade de blocos passados ao final de 60 segundos em cada bloco. Quanto mais blocos melhor será a execução da tarefa (Mathiowetz V,1985).

Aquisição e processamento dos dados

Os dados cinemáticos do movimento de alcance e preensão realizados com o membro superior parético serão capturados por oito câmeras de Vicon ®. Bonita 10 (*Oxford Metrics Group, Oxford, UK*) com frequência de captura de 120 Hz, empregando quatro componentes: emissor; meio; refletor; e receptor. A reconstrução e o processamento serão feitos pelo programa Vicon Nexus ® 2.5.

O equipamento de cinemática é um sistema de visão composto por câmeras, que trabalha como um receptor, com espectro de resposta sensível ao infravermelho e pelo emissor de infravermelho que circunda a lente de cada câmera. Dessa maneira emissor e receptor cobrem sempre a mesma área. Cada câmera verifica vários pontos no espaço, supervisionando uma área pré-determinada, serão necessárias três câmeras para a obtenção de imagens 3D com a posição de cada marcador no espaço. O uso de oito câmeras permite a captação em situações onde uma câmera possa obstruir a captação de imagem de uma outra câmera. As posições destes planos no espaço serão captadas pelos marcadores posicionados no participante sendo comparadas conforme o movimento dos segmentos entre si e em relação a um sistema de coordenadas pré-estabelecido.

Todas as câmeras serão conectadas a um computador para o tratamento do sinal de vídeo, Vicon Lock®. Este possui diferentes funções: Circuito de temporização/ controle e circuito de interface para sincronizar as câmeras. Uma vez na memória de vídeo, os dados serão transferidos para um segundo computador que contém o software próprio, Nexus ® 2.5 que será utilizado para processamento e reconstrução da imagem 3D dos marcadores por meio de um modelo biomecânico modificado de Rab (2002) (Rab G, 2002) A marcação do ciclo funcional do movimento de alcance será dividida nas fases de movimento de ida, ajuste, e final do movimento conforme mostra a Figura 5. Cada ponto irá referir a posição dos marcadores.

Os dados serão filtrados por um filtro Butterworth de quarta ordem e atraso de fase zero. A trajetória e o limiar de velocidade do marcador posicionado no terceiro dedo serão utilizados para determinar as fases da tarefa.

Serão analisadas as seguintes variáveis cinemáticas durante o movimento de alcance e preensão do membro parético:

- Amplitude de movimento do ombro, cotovelo e punho parético durante o movimento de alcance e preensão,
- Velocidade do movimento do membro superior parético durante o desempenho de uma resposta para realizar uma determinada atividade (alcançar o alvo durante o movimento de alcance e preensão),
- Atividade muscular do bíceps braquial, tríceps braquial e flexores e extensores de punho do membro superior parético dos indivíduos que tiveram AVE durante o movimento de alcance e preensão por meio de análise comparativa da amplitude de movimento de indivíduos adultos saudáveis,

□ Comparação da destreza manual grosseira unilateral dos indivíduos que tiveram AVE por meio de análise comparativa realizando o movimento de alcance através do box and block test com os indivíduos adultos saudáveis.

Eletromiografia

Será mensurado o sinal de seis grupos musculares do membro superior parético: Deltóide anterior (DA), Deltóide posterior (DP), tríceps braquial (TB), bíceps braquial (BB)[77] e flexores de punho (FP) e, extensores de punho (EP) (Cram's E.2001). Os dados de eletromiografia serão captados por um sistema sem fio de oito canais, com entrada analógica digital (A/D) de 16 bits, modo de rejeição comum de 100 decibéis (d/B), filtro passa banda 20-500 Hz, pré aplicação de 1000 x e frequência de amostragem de 1920 Hz de frequência de amostragem por canal (EMG System do Brasil Ltda®), eletrodos ativos bipolares de superfície com transmissão de dados via wireless sincronizado por meio do sistema Vicon Lock® com a análise cinemática.

Eletrodos de superfície duplo autoadesivos, descartáveis da marca Double Trace Bipolar (Shanghai Litu Medical Appliances Co., Ltd. China), com dimensões de (44 mm) de comprimento, largura de (21 mm) e (20 mm) de centro a centro.

Análise Estatística

O teste de Shapiro- Wilk será utilizado para determinar a distribuição dos dados. O two-way Anova será usado para comparação entre grupos e movimentos e análise post hoc, usando a correção de Bonferroni e o teste t para comparações de pares múltiplos, mantendo um nível alfa de 0,05 para análise de significância. Para análise estatística será utilizado o software SPSS Statistical Package for Social Science) versão 24.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA).

Discussão

O comprometimento do membro superior após o acidente vascular encefálico representa uma das principais limitações funcionais observadas nessa população, impactando diretamente a independência nas atividades de vida diária. Embora estudos anteriores tenham investigado o movimento de alcance em indivíduos pós-AVE, ainda existem lacunas relacionadas à compreensão integrada das adaptações cinemáticas e dos padrões de ativação muscular envolvidos durante tarefas funcionais.

Nesse contexto, o presente protocolo propõe uma avaliação simultânea da cinemática do tronco e membro superior associada à eletromiografia de músculos relevantes para o movimento de alcance e preensão. Essa abordagem poderá fornecer informações mais detalhadas sobre os mecanismos compensatórios utilizados por indivíduos hemiparéticos, especialmente quanto à participação do tronco durante a execução da tarefa.

Espera-se que os achados deste estudo contribuam para ampliar o conhecimento sobre as alterações biomecânicas e neuromusculares presentes após o AVE, auxiliando no desenvolvimento de estratégias de avaliação e reabilitação mais específicas e direcionadas à recuperação funcional do membro superior. Além disso, a utilização combinada de análise cinemática e eletromiográfica poderá favorecer uma compreensão mais objetiva da qualidade do movimento, complementando as avaliações clínicas tradicionalmente empregadas.

Conclusão

Este protocolo apresenta um método para investigar as características cinemáticas e eletromiográficas do tronco e do membro superior durante o movimento de alcance e preensão em indivíduos hemiparéticos após AVE. Espera-se que os resultados contribuam para uma melhor compreensão dos mecanismos compensatórios e das alterações neuromusculares envolvidas nessas tarefas funcionais, fornecendo subsídios para o desenvolvimento de estratégias de avaliação e reabilitação mais específicas e eficazes para a recuperação funcional do membro superior.

REFERÊNCIAS

- [1] Feigin VL, Forouzanfar MH, Krishnamurthi R, Mensah GA, Connor M, Bennett DA, et al. Global and regional burden of stroke during 1990–2010: findings from the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet* 2014;383:245–55. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61953-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61953-4).
- [2] Feigin V, Brainin M. Reducing the burden of stroke: Opportunities and mechanisms. *International Journal of Stroke* 2019;14:761–2. <https://doi.org/10.1177/1747493019874718>.

- [3] Schaefer SY, Haaland KY, Sainburg RL. Hemispheric specialization and functional impact of ipsilesional deficits in movement coordination and accuracy. *Neuropsychologia*. 2009;47 (13):2953-66. n.d.
- [4] TWITCHELL TE. THE RESTORATION OF MOTOR FUNCTION FOLLOWING HEMIPLEGIA IN MAN. *Brain* 1951;74:443–80. <https://doi.org/10.1093/brain/74.4.443>.
- [5] Brunnstrom S. *Terapia de movimento em hemiplegia: uma abordagem neurofisiológica*. Departamento Médico, Harper & Row, Nova York 1970.
- [6] Roby-Brami A, Feydy A, Combeaud M, Biryukova E V., Bussel B, Levin MF. Motor compensation and recovery for reaching in stroke patients. *Acta Neurol Scand* 2003;107:369–81. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0404.2003.00021.x>.
- [7] Reisman DS. Aspects of joint coordination are preserved during pointing in persons with post-stroke hemiparesis. *Brain* 2003;126:2510–27. <https://doi.org/10.1093/brain/awg246>.
- [8] Levin MF, Kleim JA, Wolf SL. What Do Motor “Recovery” and “Compensation” Mean in Patients Following Stroke? *Neurorehabil Neural Repair* 2009;23:313–9. <https://doi.org/10.1177/1545968308328727>.
- [9] Palmer E, Ashby P. Corticospinal projections to upper limb motoneurons in humans. *J Physiol* 1992;448:397–412. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1992.sp019048>.
- [10] Ferbert A, Caramia D, Priori A, Bertolasi L, Rothwell JC. Cortical projection to erector spinae muscles in man as assessed by focal transcranial magnetic stimulation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Evoked Potentials Section* 1992;85:382–7. [https://doi.org/10.1016/0168-5597\(92\)90051-C](https://doi.org/10.1016/0168-5597(92)90051-C).
- [11] Schwerin S, Dewald JPA, Haztl M, Jovanovich S, Nickeas M, MacKinnon C. Ipsilateral versus contralateral cortical motor projections to a shoulder adductor in chronic hemiparetic stroke: implications for the expression of arm synergies. *Exp Brain Res* 2008;185:509–19. <https://doi.org/10.1007/s00221-007-1169-8>.
- [12] Winstein, CJ; Merians , AS; Sullivan, KJ. Motor learning after unilateral brain damage. *Neuropsychologia*, v.37,p.975-987, 1999. n.d.
- [13] Winstein CJ, Pohl Os. Effects of unilateral brain damage on the control of goal-directed hand movements. *Experimental Brain Research* 1995;105(1):163-74 n.d.
- [14] Boyd, LA; WINSTEIN, CJ. Implicit Motor-Sequence Learning in Humans Following Unilateral Stroke:the Impact of Practice and Explicit Knowledge. *Neuroscience Letters*, v298, p.65-69, 2001. n.d.

- [15] Hanlon RE. Motor learning following unilateral stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 1996;77:811–5. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(96\)90262-2](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(96)90262-2).
- [16] Oldfield RC. The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia* 1971;9:97–113. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(71\)90067-4](https://doi.org/10.1016/0028-3932(71)90067-4).
- [17] Maki T, Quagliato E, Cacho E, Paz L, Nascimento N, Inoue M, et al. Estudo de confiabilidade da aplicação da escala de Fugl-Meyer no Brasil. *Revista Brasileira de Fisioterapia* 2006;10:177–83. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552006000200007>.
- [18] Brucki SMD, Nitrini R, Caramelli P, Bertolucci PHF, Okamoto IH. Sugestões para o uso do mini-exame do estado mental no Brasil. *Arq Neuropsiquiatr* 2003;61:777–81. <https://doi.org/10.1590/S0004-282X2003000500014>.
- [19] Bertolucci PHF, Brucki SMD, Campacci SR, Juliano Y. O Mini-Exame do Estado Mental em uma população geral: impacto da escolaridade. *Arq Neuropsiquiatr* 1994;52:01–7. <https://doi.org/10.1590/S0004-282X1994000100001>.
- [20] Mathiowetz V, Kashman N, Volland G, Weber K, Dowe M, Rogers S. Grip and pinch strength: normative data for adults. *Arch Phys Med Rehabil*. 1985;66 (2):69-74. n.d.
- [21] Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther*. 1987;67 (2):206-7. n.d.
- [22] Fugl-Meyer AR, Jaasko 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. n.d.
- [23] Mathiowetz V, Volland G, Kashman N, Weber K. Adult Norms for the Box and Block Test of Manual Dexterity. *The American Journal of Occupational Therapy* 1985;39:386–91. <https://doi.org/10.5014/ajot.39.6.386>.
- [24] Rab G, Petuskey K, Bagley A. A method for determination of upper extremity kinematics. *Gait Posture* 2002;15:113–9. [https://doi.org/10.1016/S0966-6362\(01\)00155-2](https://doi.org/10.1016/S0966-6362(01)00155-2).
- [25] cram's E. Introduction to surface Electromyography. Jones and Bartlett Publishers; 2001.