



Alterações na cinemática angular da marcha de pacientes hemiparéticos após Acidente Vascular Encefálico

Changes in gait angular kinematics of hemiparetic patients After Cerebrovascular Accident

**Stéfanie Defaveri Ciotta¹, Luana Zanardi Lipreri Rubert², Laura Buzin Zapparoli³,
Fernanda Cechetti⁴, Leandro Viçosa Bonetti⁵, Raquel Saccani⁵**

¹ Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul (RS), Brasil.

² Fisioterapeuta, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul (RS), Brasil.

³ Graduanda em Fisioterapia, Universidade de Caxias do Sul (UCS), Caxias do Sul (RS), Brasil.

⁴ Departamento de Fisioterapia, Docente do Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Porto Alegre (RS), Brasil.

⁵ Departamento de Fisioterapia, Docente do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul (RS), Brasil.

***Autor correspondente:** Raquel Saccani – *E-mail:* rsaccani@ucs.br

Recebido em: 21 março 2023

Aceito em: 21 maio 2023

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar as alterações na cinemática angular da marcha de adultos com hemiparesia após acidente vascular encefálico (AVE). A amostra foi composta por 17 pacientes pós-AVE; e, para a avaliação da marcha, foi utilizado um sistema de captura da trajetória tridimensional da marcha. Quanto aos membros sadio e afetado, as variáveis estudadas foram: velocidade, ângulos máximos de flexão e extensão do quadril e joelho. Para as comparações entre os membros, foi utilizado o teste *t* pareado; e, para as comparações com valores normais, o teste *t* para uma amostra, considerando, como critério de decisão, o nível de significância $p \leq 0,05$. Os resultados demonstraram, na comparação entre os membros, diferenças significantes na flexão (0,001) e extensão de joelho (0,05). Já na comparação entre o membro afetado e o sadio, destaca-se a diferença significativa das angulações de flexão de joelho ($<0,000$) e extensão de quadril (0,004). Os pacientes com hemiparesia pós-AVE apresentam alterações na cinemática angular da marcha quando comparado o membro afetado com o sadio e com os valores da normalidade. Observou-se um padrão de marcha predominantemente flexor, com grande variabilidade entre os pacientes avaliados.

Palavras-chave: Marcha. Acidente Vascular Encefálico. Hemiparesia.

ABSTRACT

This study aimed to analyze changes in gait angular kinematics of adults with hemiparesis after cerebrovascular accident (CVA). The sample consisted of 17 post- cerebrovascular accident (CVA) patients; and, for gait evaluation, it used a three-dimensional gait trajectory capture system. As for healthy and affected limbs, the variables studied were: speed, maximum angles of flexion, and extension of the hip and knee. For the comparisons between the members, the study used the *t*-paired test; and, for comparisons with normal values, it used the *t* test for a sample, whereas, as a decision criterion, the significance level $p \leq 0.05$. The results showed, in the comparison between the limbs, significant differences in flexion (0.001) and knee extension (0.05). In the comparison between the affected limb and the healthy one, there is a significant difference in knee flexion angles (<0.000) and hip extension (0.004). Patients with post-CVA hemiparesis present changes in gait angular kinematics when the affected limb is compared with the healthy limb and with normal values. The study observed a predominantly flexor gait pattern, with a considerable variability among the evaluated patients.

Keywords: Gait. Stroke. Hemiparesis.

INTRODUÇÃO

O Acidente Vascular Encefálico (AVE) é um importante agravo à saúde da população mundial, sendo a causa mais comum de incapacidades motoras e cognitivas no mundo¹. Especificamente no Brasil, as limitações consequentes do AVE afetam aproximadamente 600 mil pessoas². Os sinais clínicos são definidos pela área cortical lesionada e extensão do dano, repercutindo na funcionalidade dos indivíduos³. Entre os comprometimentos mais comuns, destaca-se a hemiparesia espástica, caracterizada pela diminuição da força muscular no lado contralateral à lesão encefálica⁴. A espasticidade é considerada um sintoma comum em hemiparéticos, sendo que 42% dos indivíduos com AVE a desenvolvem nos primeiros seis meses após a lesão⁵.

A espasticidade provoca o aumento da tensão muscular e uma hiperexcitabilidade dos reflexos, provocando contrações involuntárias dos músculos, o que prejudica a capacidade de executar movimentos coordenados e impacta a execução das atividades de vida diária⁶. Esse aumento de tônus também provoca mudanças importantes no padrão de marcha dos pacientes, alterando sua funcionalidade e qualidade de vida⁷. Diferentes pesquisas já descreveram as alterações na cinemática linear: baixa velocidade, menor comprimento do passo, menor cadência, maior largura do passo, menor comprimento do ciclo, maior duração do apoio duplo, com maior duração do ciclo de marcha⁸⁻¹¹.

No que se refere às características angulares da marcha, embora pouco ressaltado, as alterações nas variáveis angulares são citadas em alguns trabalhos^{8,10,12-15}. Visto que a grande maioria dos pacientes hemiparéticos almejam melhorar seu padrão da marcha, é muito importante a compreensão das alterações angulares ocorridas durante a locomoção hemiparética, de modo que seja possível o direcionamento adequado do processo de reabilitação, assim como a prescrição de órteses e dispositivos auxiliares. Entretanto, são escassos os artigos que abordam, em específico, as alterações angulares da marcha, principalmente se considerada a avaliação laboratorial tridimensional. Portanto, o objetivo principal deste estudo foi analisar as alterações na cinemática angular da marcha de adultos com hemiparesia após AVE e comparar o lado afetado com o sadio e com a normalidade.

METODOLOGIA

Esta pesquisa é um estudo observacional, analítico, com abordagem transversal¹⁶. Faz parte de um projeto aprovado (protocolo 4.812.281) pelo Comitê de Ética e Pesquisa da

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (Porto Alegre, estado do Rio Grande do Sul, Brasil) e conduzido de acordo com as disposições legais da Resolução Nº 510, de abril de 2016, do Conselho Nacional de Saúde, que aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. O local de realização deste estudo foi o Laboratório de Análise Biomecânica do Movimento Humano, do Centro Clínico da Universidade de Caxias do Sul (CECLIN-UCS).

A amostra foi composta por 17 pacientes, selecionados por meio de leitura de prontuários do CECLIN-UCS. O estudo ocorreu entre setembro de 2020 e dezembro de 2022, e a amostra foi determinada de forma intencional e não probabilística, por conveniência, de acordo com o número de pacientes cadastrados no serviço. Foram considerados como critérios de inclusão: a) presença de hemiparesia após AVE; b) idade entre 20 e 59 anos; c) assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE); d) capacidade funcional para concluir a análise de marcha. Os critérios de exclusão foram: a) alterações cognitivas que impedissem o entendimento do TCLE e a realização da análise da marcha e; b) alteração de sinais vitais no dia da coleta; c) história pregressa de outras doenças neurológicas ou musculoesqueléticas.

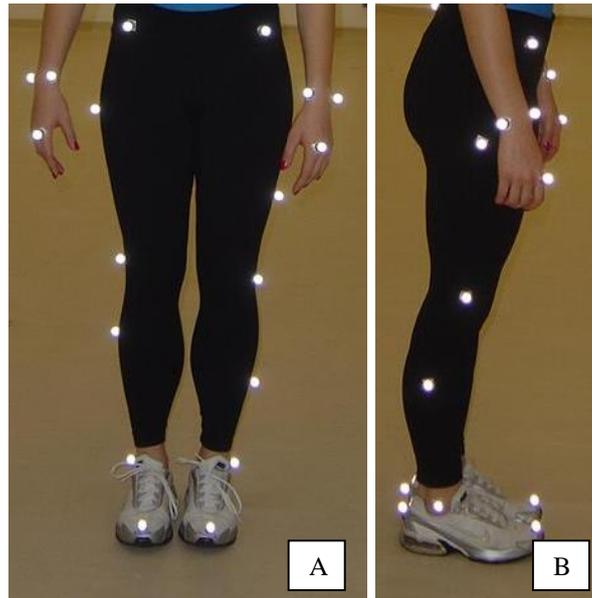
Inicialmente, foi solicitada à Clínica de Fisioterapia do CECLIN a liberação para acesso ao local e aos prontuários dos pacientes visando à seleção amostral. As informações referentes a dados pessoais, diagnóstico clínico, principais características clínicas e funcionais foram coletadas nos prontuários. Com a amostra selecionada, foram realizados os agendamentos para coleta de dados no laboratório de marcha.

A análise de marcha foi realizada no Laboratório de Análise Biomecânica do Movimento Humano, do CECLIN-UCS, localizado no Bloco 70, da Universidade de Caxias do Sul. Ele contém um sistema e protocolo para captação de dados cinemáticos e cinéticos da marcha. Para a captura da trajetória tridimensional da marcha, foi utilizado um sistema de cinemetria dotado de sete câmeras integradas (*VICON MX systems, Oxford Metrics Group, UK*). Os dados cinemáticos foram coletados em uma taxa de amostragem de 100 Hz.

No dia da coleta, os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e responderam a um questionário para caracterização da amostra, considerando: dados pessoais; história da patologia atual e pregressa; informações sobre a lesão; e tempo de fisioterapia. Para avaliação da funcionalidade, foi utilizada a Escala de Medida de Independência Funcional (MIF), que é traduzida e validada no Brasil¹⁷. Ela avalia os indivíduos de forma quantitativa quanto aos cuidados demandados por uma pessoa para realizar tarefas motoras e cognitivas de vida diária. As tarefas avaliadas estão divididas nos domínios:

Autocuidado, Transferência, Locomoção, Controle esfinteriano, Comunicação e Cognição social. Cada item é avaliado com pontuação de 1 (dependência total) a 7 (independência total), e a pontuação total varia de 18 a 126¹⁷. Além disso, foram aferidos os sinais vitais para garantir a estabilidade clínica durante as coletas, peso corporal e estatura de cada indivíduo. Para isso, foram usados: estetoscópio, esfigmomanômetro, oxímetro, termômetro e balança.

Coletadas as informações iniciais, os pacientes passaram à avaliação da marcha, seguindo o Protocolo de Laroche¹⁸. Para adaptação do participante ao protocolo de avaliação de marcha, foi solicitada uma caminhada de oito metros em linha reta, na velocidade autosselecionada, no local destinado à coleta de marcha no laboratório. Cada participante memorizou o número de passos e o ritmo necessário para ser capaz de realizar o contato na plataforma, ora com o pé direito inteiro, ora com o pé esquerdo inteiro. Após a familiarização, foram afixados marcadores reflexivos nos seguintes pontos anatômicos: espinhas ilíacas anterossuperiores, espinhas ilíacas posterossuperiores, porções mediolaterais dos fêmures, porções mediolaterais dos joelhos, porções mediolaterais das tíbias, maléolo lateral dos tornozelos, porções centroposteriores dos calcâneos e face dorsal dos segundos metatarsos (Figura 1).



Legenda: Figura 1A: afixação de marcadores reflexivos vista frontal.

Figura 1B: afixação de marcadores reflexivos vista sagital.

Figura 1. Afixação de marcadores reflexivos em pontos anatômicos

O protocolo de marcha consistiu na realização de passos sobre a plataforma, sendo que, em todas as tentativas, o sujeito fez o mesmo percurso da sessão da familiarização. Tentativas foram realizadas até que oito passos fossem capturados integralmente, seguindo o protocolo de

Laroche¹⁸. O técnico do laboratório foi responsável pelo posicionamento dos marcadores para avaliação, bem como pelo registro das variáveis angulares e lineares da marcha.

Quanto aos membros sadio e afetado, as variáveis avaliadas foram a velocidade da marcha, ângulos máximos de flexão e extensão do quadril e joelho. As angulações de tornozelo foram desconsideradas devido ao uso de órtese pelos participantes. Como referência para normalidade dos dados, foram utilizados os valores descritos por Neuman¹⁹. Os dados coletados foram analisados por meio do programa estatístico SPSS 21.0 (Statistical Package for the Social Sciences for Windows). Para descrição das variáveis, foi usada estatística descritiva com distribuição de frequência simples e relativa, bem como as medidas de tendência central (média/mediana) e de variabilidade (desvio-padrão e intervalo interquartil). Nas comparações entre os membros, foi aplicado o teste *t* pareado para dados dependentes; e, para as comparações com a normalidade, o teste *t* para média de uma amostra. Como critério de decisão, o nível de significância adotado foi igual ou inferior a 5% ($p \leq 0,05$)²⁰.

RESULTADOS

Fizeram parte do estudo 17 pacientes, 8 homens e 9 mulheres, sendo que 12 eram hemiplégicos à esquerda e 5 à direita. Na Tabela 1, constam as características antropométricas, da lesão e funcionalidade da amostra, em que se observa grande variabilidade em tempo de lesão (7,5 a 23,5 meses) e em nível de funcionalidade (58 a 126 pontos).

Tabela 1. Características gerais dos participantes

Caracterização amostral	Md (DP)	Med (25-75)	Mín.	Máx.
Idade (anos)	48,35 (8,63)	50 (43,50-55,50)	31	59
Peso (Kg)	70,27 (12,49)	70 (61,5-77,5)	49,9	93
Altura (metros)	1,63 (0,10)	1,61 (1,56-1,74)	1,50	1,81
Tempo de AVE (meses)	30 (46,85)	12 (7,50-23,50)	7,5	23,5
MIF	110 (22,00)	122 (105-125)	58	126

Legenda: Md = média, Med = mediana, Dp = desvio padrão, Min. = mínimo, Máx. = máximo, AVE = Acidente Vascular Encefálico e MIF = Escala de Medida de Independência Funcional.

Considerando a marcha, pode-se observar uma velocidade média de 0,44 metros/segundo ($\pm 0,32$), significativamente abaixo dos 1,37 metros/segundo considerados como normais por Neumann et al.¹⁹

Já na análise das variáveis angulares, foram observadas diferenças nas angulações entre membro afetado e sadio, destacando uma diferença significativa para flexão (0,001) e extensão de joelho (0,05), sem grande variabilidade entre os membros nas angulações de quadril. Ainda, no membro afetado, a mediana indica variabilidade no padrão dos pacientes, embora tenha prevalecido o padrão flexor de quadril e joelho (Tabela 2).

Tabela 2. Média das variáveis angulares comparando o membro afetado com o sadio

VCA	Sadio		Afetado		p (0,05*)
	Média ± DP	Mediana (25-75)	Média ± DP	Mediana (25-75)	
Flexão Quadril	32,99 ± 12,39	36,50 (23,12-42,07)	33,23 ± 14,85	30,30 (23,78-37,80)	0,17
Extensão Quadril	-3,18 ± 10,75	-1,95 (-12,75-4,74)	0,58 ± 12,87	3,37 (-11,58-10,75)	0,13
Flexão Joelho	58,94 ± 7,94	60 (55,55-64,43)	35,73 ± 15,84	34,27 (25,82-49,95)	0,001*
Extensão Joelho	8,34 ± 6,97	7,51 (5,15-12,72)	3,20 ± 12,34	3,84 (-8,93-14,18)	0,05*

Legenda: VCA= variáveis cinemáticas angulares, DP = desvio padrão, Fle. = Flexão, Ext. = Extensão.

As médias das variáveis angulares comparadas com a normalidade¹⁹ estão descritas na Tabela 3. Na comparação entre membro afetado e normalidade, destaca-se a diferença significativa das angulações de flexão de joelho (< 0,000) e extensão de quadril (0,004), apontando menor variação angular dessas articulações durante a marcha.

Tabela 3. Média das variáveis angulares comparando o membro afetado com a normalidade

VCA	Membro Afetado			p (0,05*)
	Média ± DP	Mediana (25-75)	Normalidade**	
Flexão Quadril	33,23 ± 14,85	30,30 (23,78-37,80)	30°	0,382
Extensão Quadril	0,58 ± 12,87	3,37 (-11,58-10,75)	-10°	0,004*
Flexão Joelho	35,73 ± 15,84	34,27 (25,82-49,95)	60°	<0,000*
Extensão Joelho	3,20 ± 12,34	3,84 (-8,93-14,18)	0°	0,30

Legenda: VCA= variáveis cinemáticas angulares, DP = desvio padrão, AxN = afetado x normalidade, * significância. ** = Neumann¹⁹.

DISCUSSÃO

O principal objetivo do presente estudo foi avaliar as alterações na cinemática angular da marcha de pacientes hemiparéticos pós-AVE, comparando o lado afetado com o sadio e com a normalidade. Os resultados demonstraram alterações significantes na cinemática angular da

marcha dos pacientes hemiparéticos, tanto na comparação entre membros quanto na relação com a normalidade, predominando o padrão de flexão de quadril e joelho durante a locomoção. Além disso, a velocidade da marcha dos participantes avaliados se mostrou abaixo dos valores sugeridos pela literatura¹⁹.

No que se refere às características dos participantes, o tempo de lesão também pode interferir na funcionalidade do paciente, uma vez que indivíduos com mais tempo de lesão, ou que não estão mais em fase aguda, apresentam um padrão de marcha já estabelecido²¹. Quanto ao nível de funcionalidade, os participantes apresentaram grande variabilidade na avaliação da MIF. Lee et al.¹³ indicam que o grau de comprometimento e a função do paciente interferem nas alterações observadas na marcha, sendo que pacientes leves tendem a não apresentar alterações significativas. Silva e Jacinto²² reforçam que as medidas funcionais estão diretamente relacionadas com as alterações observadas no padrão de locomoção dos pacientes.

Em relação à velocidade, foi observado que os indivíduos apresentavam valores inferiores aos valores de normalidade¹⁹, indicando que a hemiparesia tende a gerar um padrão de marcha mais lento, assim como demonstrado em estudos prévios^{8,9,15}. Esse resultado está diretamente relacionado com a diminuição das amplitudes de movimento articulares desses indivíduos, pois, quanto menor a mobilidade deles, menor será seu comprimento de passo e passada, gerando um padrão de marcha com uma velocidade reduzida^{10,13}. Ainda, quanto maior a espasticidade, maior será o déficit de velocidade⁹, já que a espasticidade está diretamente relacionada com uma diminuição da capacidade de ativação muscular e produção de força; isso gera uma fraqueza muscular, principalmente em flexores de quadril, extensores de joelho e dorsiflexores de tornozelo, que são determinantes para a manutenção da velocidade da marcha¹⁰. Silva e Jacinto²², em seu estudo com 34 pacientes hemiparéticos, também ressaltam a relação entre velocidade da marcha e variáveis angulares. Os autores indicam que, quanto mais próximo do normal for a angulação de quadril, melhor será a velocidade da marcha do indivíduo²². Boudarham et al.¹⁰, ao avaliarem 42 hemiparéticos, reforçam que a presença de alterações angulares em quadril e joelho estão relacionadas com a diminuição de velocidade.

Considerando a análise da cinemática angular, na comparação entre membro sadio e membro afetado, este último demonstrou ter menor amplitude de movimento, na análise da flexão e extensão do quadril, mas sem diferença estatística. Já a amplitude de extensão e a flexão do joelho do membro afetado se mostraram significativamente menores que as do membro sadio. Westphal et al.⁸ avaliaram oito indivíduos pós-AVE e também encontraram diminuições das angulações do quadril e joelho do membro afetado, mas apenas a flexão do joelho apresentou diferença significativa. Neckel et al.¹² também encontraram assimetria entre

os membros de pacientes pós-AVE, com valores médios de extensão do quadril e flexão de joelho significativamente diferentes na avaliação de dez pacientes; demonstrando padrões assimétricos anormais no quadril e joelho.

Quanto às comparações com os parâmetros normativos, a extensão de quadril e a flexão de joelho foram significativamente inferiores aos valores de referência. O padrão flexor da articulação do joelho também foi destacado em estudos prévios que demonstraram uma marcha com predomínio de flexão de joelho e pouca extensão dessa articulação pós-AVE, evidenciando também valores médios inferiores para amplitudes de movimento do joelho^{8,13,23}. Silva e Jacinto²² afirmam que as alterações no joelho, por tal articulação ter a maior amplitude de movimento do plano sagital, têm impacto na progressão do membro à frente provocadas pela espasticidade e pela falta de força desses pacientes. Essa menor amplitude de movimento de flexão do joelho leva a estratégias compensatórias na articulação do quadril, que são características da marcha hemiparética²³. Embora tenha prevalecido o padrão flexor de joelho nos pacientes avaliados, com menor variação angular que a normalidade, Fernández et al.²⁴ citam que alguns pacientes podem apresentar uma hiperextensão na fase de apoio, o que também foi observado em alguns pacientes deste estudo. Os valores angulares de quadril, quando comparados com os da normalidade, também reforçam o padrão geralmente observado no paciente pós-AVE; eles descrevem a redução do pico de extensão da articulação do quadril, alterações no posicionamento da pelve e flexão do joelho, bem como o movimento de tornozelo diminuído²⁵. Westphal et al.⁸ e Fernández et al.²⁴ também ressaltam a diminuição da extensão do quadril em pacientes hemiparéticos.

No conjunto, as alterações das amplitudes de movimento de dorsiflexão do tornozelo, flexão do quadril e do joelho são as responsáveis por esse padrão de marcha patológico¹⁰. Ao comparar pacientes com AVE e indivíduos saudáveis, Lee et al.¹³ indicam diferenças na capacidade de gerar movimento articular, com diminuição nas angulações das articulações do quadril e joelho. Essas alterações podem estar relacionadas principalmente com a diminuição do equilíbrio e do controle motor, fraqueza muscular, déficit proprioceptivo, aumento do tônus, contraturas e deformidades provocadas por desuso da musculatura do lado afetado¹⁵. Stanhope et al.²³ ainda destacam a relação entre quadril e joelho, ao indicar que estratégias compensatórias do quadril são observadas na marcha hemiparética, em resposta ao movimento reduzido do joelho e tornozelo.

CONCLUSÃO

Os pacientes com hemiparesia apresentam alterações na cinemática angular da marcha quando comparado o membro afetado com o sadio e com a normalidade, demonstrando um padrão de marcha predominantemente flexor. Embora a presente pesquisa possua um número amostral reduzido e não tenha incluído um grupo-controle, os resultados podem contribuir para a abordagem terapêutica aos pacientes com hemiparesia. Entender as alterações angulares da marcha possibilita estabelecer estratégias para corrigir o padrão patológico do paciente, potencializando os resultados do processo de reabilitação.

RERERÊNCIAS

1. Naghavi M, Marczak LB, Kutz M, Shackelford KA, Arora M, Miller-Petrie M, et al. Global mortality from firearms, 1990-2016. *Jama*. 2018;320(8):792-814.
2. Bensenor IM, Goulart AC, Szwarzwald CL, Vieira ML, Malta DC, Lotufo PA. Prevalence of stroke and associated disability in Brazil: National Health Survey-2013. *Arq Neuropsiquiatr*. 2015; 73(1):746-50.
3. Belchior ACS. Avaliação da funcionalidade de pacientes com sequelas de acidente vascular cerebral por meio da escala MIF. *Fisioter Bras*. 2018;19(5):S208-17.
4. Belda-Lois JM, Mena-del Horno S, Bermejo-Bosch I, Moreno JC, Pons JL, Farina D, et al. Rehabilitation of gait after stroke: a review towards a top-down approach. *J Neuroeng Rehabil*. 2011;8(1):1-20.
5. Urban PP, Wolf T, Uebele M, Marx JJ, Vogt T, Stoeter P, et al. Occurrence and clinical predictors of spasticity after ischemic stroke. *Stroke*. 2010;41(9):2016-20.
6. Balaban B, Tok F. Gait disturbances in patients with stroke. *PM&R*. 2014; 6(7):635-42.
7. Cha Y, Arami A. Quantitative modeling of spasticity for clinical assessment, treatment and rehabilitation. *Sensors*. 2020;20(18):5046-67.
8. Westphal PJ, Ferreira J, Schmitt VM, Cechetti F, Bonetti L e Saccani R. Análise cinemática da marcha em indivíduos com hemiparesia espástica após acidente vascular cerebral. *Sci Med*. 2016;26(2):1-7.
9. Saccani R, Toss Germano S, de Quadros dos Santos C, Sanfelice Bernardon DC, Cechetti F, Viçosa Bonetti L. Alterações na cinemática da marcha hemiparética: um estudo comparativo. *Saúde Pesquisa*. 2022;15(2):1-11.
10. Boudarham J, Roche N, Pradon D, Bonnyaud C, Bensmail D, Zory R. Variations in kinematics during clinical gait analysis in stroke patients. *PloS One*. 2013; 8(6):e66421.
11. Curuk E, Goyal N, Aruin AS. The effect of motor and cognitive tasks on gait in people with stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2019; 28(11):1-5.
12. Neckel ND, Blonien N, Nichols D, Hidler J. Abnormal joint torque patterns exhibited by chronic stroke subjects while walking with a prescribed physiological gait pattern. *J*

- Neuroeng Rehabil. 2008;5:1-13.
13. Lee HS, Ryu H, Lee SU, Cho JS, You S, Park JH, et al. Analysis of gait characteristics using hip-knee cyclograms in patients with hemiplegic stroke. *Sensors*. 2021;21(22):1-11.
 14. Ozgozen S, Guzel R, Basaran S, Benlidayi IC. Residual deficits of knee flexors and plantar flexors predict normalized walking performance in patients with poststroke hemiplegia. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2020;29(4):104658.
 15. Nascimento CMM, de Carvalho Santana RV, de Oliveira APS, de Araújo MDGR, Guerino MR, das Graças Paiva M. Análise espaço-temporal, cinemática e cinética da marcha em indivíduos pós-acidente vascular cerebral. *Saúde Coletiva*. 2021;11(68):7191-202.
 16. Fronteira, I. Observational Studies in the Era of Evidence Based Medicine: Short Review on their Relevance, Taxonomy and Designs. *Acta Med Port*. 2013;26(2):161-170.
 17. Riberto M, Miyazaki MH, Jucá SSH, Sakamoto H, Pinto PPN, Battistella LR. Validação da Versão Brasileira da Medida de Independência Funcional. *Acta Fisiátr*. 2004;11(2):72-6.
 18. Laroche D, Duval A, Morisset C, Beis JN, D'athis P, Maillefert JF, et al. Test-retest reliability of 3D kinematic gait variables in hip osteoarthritis patients. *Osteoarthritis Cartilage*. 2011;19(2):194-9.
 19. Neumann DA. Cinesiologia do aparelho musculoesquelético: fundamentos para reabilitação. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda; 2018.
 20. Blair R Clifford; Taylor Richard A. Bioestatística para ciências da saúde. São Paulo: Pearson, 2013.
 21. Costa FA, Silva DLA, Rocha VM. Severidade clínica e funcionalidade de pacientes hemiplégicos pós-AVC agudo atendidos nos serviços públicos de fisioterapia de Natal (RN). *Cien Saúde Colet*. 2011;16(1):1341-8.
 22. Silva MR, Jacinto J. Velocity determinants in spastic patients after stroke - gait analysis study. *Neurol Int*. 2020;12(3):48-54.
 23. Stanhope VA, Knarr BA, Reisman DS, Higginson JS. Frontal plane compensatory strategies associated with self-selected walking speed in individuals post-stroke. *Clin Biomech*. 2014;29(5):518-22.
 24. Fernández GP, Molina RF, Cuesta GA, Carratalá TM, Miangolarra PJC. Análisis instrumental de la marcha en pacientes con ictus. *Rev Neurol*. 2016; 63:433-9.
 25. Mohan DM, Khandoker AH, Wasti SA, Ismail Ibrahim Ismail Alali S, Jelinek HF, Khalaf K. Assessment methods of post-stroke gait: A scoping review of technology-driven approaches to gait characterization and analysis. *Front Neurol*. 2021;12:1-24.