

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA
BACHARELADO EM FISIOTERAPIA

FERNANDA ENCK MULLER

DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO PARA OS
PARÂMETROS ESPAÇO-TEMPORAIS DA MARCHA EM INDIVÍDUOS
SAUDÁVEIS

Porto Alegre

2019

FERNANDA ENCK MULLER

**DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO PARA OS
PARÂMETROS ESPAÇO-TEMPORAIS DA MARCHA EM INDIVÍDUOS
SAUDÁVEIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como
requisito parcial para obtenção do título de Bacharela
em Fisioterapia, pelo Curso de Fisioterapia da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS.

Orientador: Prof. Dr. Jefferson Fagundes Loss

Porto Alegre

2019

FERNANDA ENCK MULLER

**DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO PARA OS
PARÂMETROS ESPAÇO-TEMPORAIS DA MARCHA EM INDIVÍDUOS
SAUDÁVEIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Fisioterapia, pelo Curso de Fisioterapia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS.

Porto Alegre, 20 de dezembro de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Jefferson Fagundes Loss
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Cláudia Tarragô Candotti
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Me. Isis Juliene Rodrigues Leite Navarro
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

“Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas ao tocar uma alma humana, seja apenas outra alma humana.”

Carl Jung

Agradecimentos

Nesse momento, acredito que nada do que for aqui escrito será suficiente para expressar o sentimento de gratidão em concluir essa etapa da minha vida. Mas mesmo assim, algumas pessoas precisam ter ideia do quão importantes são na minha vida, na minha formação pessoal, acadêmica e profissional.

Nada mais justo que começar agradecendo quem sempre lutou por mim e todos os dias faz com que eu seja uma pessoa melhor. **Mãe**, esse momento é nosso, ele é do Rafa, do pai e da vó. Hoje eu só posso comemorar essa conquista pois vocês se sacrificaram por mim. Tu és o exemplo de mulher que eu luto todos os dias para ser, determinada, incansável e que faz de tudo para ver os que ama felizes. Obrigada por todas as madrugadas me acompanhando (no quarto vendo Masha e o Urso), por todos os cafés, sanduíches, abraços, carinhos, palavras e gestos, que me fizeram não desistir mesmo nos momentos mais difíceis, eu te amo e tu és o meu maior orgulho!

Rafa, gigante, mamute, meu pequeno grande homem, essa conquista só está acontecendo pois tu abriu mão da tua graduação no momento em que gostaria de ter feito, hoje eu posso dizer que vou lutar todos os dias para te ver formado, realizado na profissão que escolheu e com um diploma bem lindo. Tu és a minha referência, o meu porto seguro, aquele que eu sei que sempre posso contar e não sei como agradecer por te ter na minha vida. Obrigada por sempre estar presente, por fazer a minha vida mais feliz e por ter trazido a **Jessi** para a família, que junto contigo sempre me apoiou, ajudou, além de te aguentar todos os dias (o que não é muito fácil), eu amo vocês!

Mô, embora tu estejas nesse momento fazendo barulhos irritantes na mesa do computador (o que é bem comum), queria dizer que sou feliz por te ter na minha vida. Depois de todas as voltas que a vida deu, tu foste uma das melhores surpresas que poderiam me acontecer e sou extremamente grata por esses quase quatro anos de amor, amizade, cumplicidade, karaokês, banho nos cachorros e “Mô, para de gritar nesse jogo”. Te amo, pestinha! Aos meus **sogros** que sempre me incentivaram a não desistir, me proporcionaram ser parte da família e colocaram no mundo um dos meus maiores presentes!

Jefferson, ou melhor, Jeff, acho que agradecer por tu ter encarado essa orientação não é suficiente. Os teus alunos vão ao extremo, tu fazes com que a gente aprenda a ser mais forte pois a vida bate e se a gente não estiver pronto acaba sendo carregado. Confesso que embora nem sempre eu consiga, eu tento apreender ao máximo contigo. Tuas lições que começam

sempre com um pensamento filosófico, fazem eu me dar conta que tu não está nos preparando para terminar a graduação, ou simplesmente entrar no mestrado, tu está nos preparando para sermos gigantes, assim como tu. Obrigada por junto com a **Claudinha** serem como pais, que brigam, nós desafiam a mostrarmos sempre o nosso melhor, mas que fazem tudo com muito amor, pois ninguém ensina com tanto carinho como os que nos querem bem.

Ed, tu com certeza és uma das minhas maiores conquistas no grupo, tu deixou de ser meu co(des)orientador a partir do momento que me estendeu a mão, que esteve comigo em momentos difíceis, que não desistiu de mim e que mesmo brigando comigo fez com que esta etapa esteja sendo concluída. Obrigada pelos puxões de orelha, pelos momentos em que tu fizeste eu perceber que mesmo a batalha sendo difícil eu aguento e que quando eu não estiver conseguindo, tem pessoas ali para me ajudar, mas também obrigada pelas conversas, pelos almoços, caronas que te fizeram atravessar a cidade e pelos cafés nas terças à tarde, noite e madrugada. Tu com certeza és o meu Pac-Man favorito!

Ao grupo **BIOMECC** por me acolher, ensinar e ser um grupo que eu tenho prazer em **pertencer**. **Gui**, que foi o meu primeiro grande (des)orientador e que carimbou no meu coração o amor pela marcha, por ensinar os outros e pela pesquisa. **Will**, que só sabe me cobrar e ficar me devendo, mas que é um fisioterapeuta e professor apaixonado pelo que faz e que me inspira a ser uma profissional melhor. **Cati e Débora**, que durante o pouco tempo que passamos juntas me ensinaram sobre ser uma mulher forte e lutar pelos meus sonhos. **Wagner**, que me escutou, ajudou e principalmente me fez ver que no final tudo vai dar certo. **Ana**, é só isso, não tem mais jeito, acabou, boa sorte, não tem o que dizer... **Laura, Tati, Iã(n)**, que são pessoas com as quais eu me orgulho de ter convivido e sinto muita falta no cotidiano do laboratório. A **Laura** por ter tabulado coletas a perder de vista. E a **Rê**, que foi minha dupla durante esse ano intenso, difícil, que em diversas vezes pensamos em desistir mas juntas o surto diminuía a intensidade, obrigada por compartilhar comigo esse ano! **Obrigada às minhas 180 amostras amadas, sem vocês o meu trabalho não existiria!**

Meu grupinho amado, minha 5^o série preferida, sem vocês acho que esse ano não seria tão maravilhoso. Vocês fizeram esse ano tão difícil ser mais leve, cheio de desabafos (ou reclamações, depende do ponto de vista), cheio de proatividade, memes explicados, figurinhas, revirada de olhos para cima, mas principalmente fizeram eu ser uma pessoa melhor (juro que tento ser menos dramática), uma fisioterapeuta mais segura e embora eu saiba que vou morrer de saudade de vocês quero que vocês encontrem um trabalho ou emprego (vocês escolhem).

Obrigada por serem exatamente do jeitinho que são, reclamando, acabando com o meu café e sendo os meus nenês!

As minhas amigas de alma, **Jaque** (e a minha pequena, **Maria Alice**), **Géssica** (e a sua fome inesgotável), **Tati** (e a **Julinha**), por compreenderem os meus momentos de ausência e por serem a minha base, as minhas almas gêmeas em forma de amigas. A **May** e o **Matheus** por seguirem sendo tão presentes mesmo a gente se vendo 1 vez a cada 84 anos, obrigada pelos cafés, pelas conversas. Aos pacotes que vieram junto com o meu namorado, **Russo**, **Brê**, **Brasil** (você não), **Lily**, **Rigon**, **Simone**, **Henrique** pelos inimigos secretos, shows em festas infantis, e passeios ruins na cidade baixa, obrigada por tudo!

O meu mais sincero obrigada a todos que de alguma forma torceram por mim!

Resumo

Introdução: A avaliação clínica da marcha tem como objetivo identificar diferentes padrões de marcha, comparar as características da marcha entre diferentes situações, além de auxiliar intervenções individualizadas. Contudo, a aquisição de algumas variáveis necessita equipamentos de alto custo além de um nível de conhecimento no que se refere a aquisição e análise dos dados biomecânicos. Dessa forma, observa-se a importância de maneiras mais acessíveis e clinicamente mais viáveis para obtenção destas informações, afim de contribuir de forma consistente para a prática dos profissionais que atuam com o movimento humano.

Objetivo: Desenvolver e validar equações de predição para o comprimento do passo, duração do suporte simples, duração do suporte duplo, duração da fase de apoio e duração da fase de balanço a partir de goniometria das articulações do quadril, joelho e tornozelo, largura da base de suporte, comprimento dos membros inferiores, velocidade e cadência. **Materiais e**

Métodos: Foram coletados 180 indivíduos, sendo utilizados 150 para o desenvolvimento e 30 para a validação dos modelos. Foi realizada a avaliação clínica, para obtenção dos valores de largura da base de suporte, goniometria e comprimento dos membros inferiores. Após a avaliação clínica, os participantes foram submetidos a coleta dos parâmetros espaço-temporais da marcha com o sensor inercial posicionado na região lombar. Foi utilizada a regressão linear múltipla para verificar se as variáveis clínicas podem ser utilizadas para prever os parâmetros espaço-temporais da marcha e a análise do ICC, SEM, MDC, Erro RMS e Teste t para a validação dos modelos desenvolvidos. **Resultados:** Foram encontrados modelos

estatisticamente significativos para o comprimento do passo esquerdo [$F(2, 144) = 1794,084$; $p < 0,001$; $R^2 = 0,961$], comprimento do passo direito [$F(2, 143) = 1780,882$; $p < 0,001$; $R^2 = 0,961$], duração da fase de apoio esquerda [$F(2, 141) = 321,205$; $p < 0,001$; $R^2 = 0,820$], duração da fase de apoio direita [$F(2, 141) = 341,145$; $p < 0,001$; $R^2 = 0,829$], duração da fase de balanço esquerda [$F(3, 141) = 20,217$; $p < 0,001$; $R^2 = 0,301$], duração da fase de balanço direita [$F(2, 140) = 131,653$; $p < 0,001$; $R^2 = 0,653$], duração do suporte duplo esquerdo [$F(2, 143) = 16,150$; $p < 0,001$; $R^2 = 0,184$], duração do suporte duplo direito [$F(2, 143) = 18,435$; $p < 0,001$; $R^2 = 0,205$], duração do suporte único esquerdo [$F(4, 141) = 20,564$; $p < 0,001$; $R^2 = 0,368$], duração do suporte único direito [$F(3, 140) = 24,531$; $p < 0,001$; $R^2 = 0,345$]. Para a validação, foram observados valores excelentes de ICC, com baixos valores de SEM, MDC e Erro RMS.

Conclusão: As variáveis clínicas foram capazes de prever de maneira satisfatória grande parte das variáveis espaço-temporais da marcha. Essas informações poderão contribuir de maneira a qualificar e orientar as intervenções em pacientes com alterações de marcha.

Palavras-Chave: Marcha; Amplitude de Movimento Articular; Fisioterapia.

SUMÁRIO

Apresentação	10
Artigo	11
Resumo.....	11
Introdução	12
Materiais e Métodos	13
Instrumentos de Coleta.....	14
Coleta de Dados	14
Análise dos Dados.....	16
Análise Estatística	16
Resultados	17
Desenvolvimento dos modelos de predição	17
Validação dos modelos de predição	18
Discussão.....	25
Limitações	27
Conclusão.....	27
Perspectivas.....	28
Conflito de interesse.....	28
Referências.....	28
Anexo 1 – Normas para publicação na Revista Brasileira da Fisioterapia.....	30

Apresentação

O presente estudo refere-se ao Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança para obtenção do título de Bacharela em Fisioterapia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

O interesse pelo estudo da marcha ocorreu nos primeiros semestres da graduação. Após ingressar no Grupo de Investigação da Mecânica do Movimento (BIOMECH) tive a oportunidade de me aproximar de estudos que envolviam análise de marcha, o que aumentou o meu interesse pelo assunto. Ao iniciar as disciplinas para a elaboração do projeto, ainda não sabia o rumo que o trabalho seguiria, mas aos poucos o objetivo do presente estudo foi sendo elaborado em conjunto com o meu orientador Jefferson Fagundes Loss.

O presente estudo foi pensado como uma forma de auxiliar os fisioterapeutas que lidam com avaliações de marcha a terem uma avaliação mais objetiva, simples e com baixo custo através do desenvolvimento e validação de equações de predição para os parâmetros de comprimento do passo, duração da fase de apoio e balanço e duração do suporte único e duplo através de avaliações comuns na prática clínica.

O presente estudo será submetido a Revista Brasileira da Fisioterapia, sendo considerada pelo Qualis como A2 na área da educação física. O artigo segue a formatação solicitadas pela revista e as normas são apresentadas no Anexo 1.

Artigo

Desenvolvimento e validação de equações de predição para os parâmetros espaço-temporais da marcha a partir de avaliações clínicas em indivíduos com marcha normal

Fernanda Enck Muller ^{a*}, Edgar Wagner Santiago Neto ^a, Jefferson Fagundes Loss ^a

^aUniversidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

*Autor correspondente: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rua Felizardo, 750, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança, CEP: 90690-200 Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: feenck@hotmail.com (Fernanda Enck Muller)

Resumo

Introdução: A avaliação clínica da marcha tem como objetivo identificar diferentes padrões de marcha, comparar as características da marcha entre diferentes situações, além de auxiliar intervenções individualizadas. Contudo, a aquisição de algumas variáveis necessita equipamentos de alto custo além de um nível de conhecimento no que se refere a aquisição e análise dos dados biomecânicos. Dessa forma, observa-se a importância de maneiras mais acessíveis e clinicamente mais viáveis para obtenção destas informações, afim de contribuir de forma consistente para a prática dos profissionais que atuam com o movimento humano.

Objetivo: Desenvolver e validar equações de predição para o comprimento do passo, duração do suporte simples, duração do suporte duplo, duração da fase de apoio, duração da fase de balanço a partir de goniometria das articulações do quadril, joelho e tornozelo, largura da base de suporte, comprimento dos membros inferiores, velocidade e cadência.

Materiais e Métodos: Foram coletados 180 indivíduos, sendo utilizados 150 para o desenvolvimento e 30 para a validação dos modelos. Foi realizada a avaliação clínica, para obtenção dos valores de largura da base de suporte, goniometria e comprimento dos membros inferiores. Após a avaliação clínica, os participantes foram submetidos a coleta dos parâmetros espaço-temporais da marcha com o sensor inercial posicionado na região lombar. Foi utilizada a regressão linear múltipla para verificar se as variáveis clínicas podem ser utilizadas para prever os parâmetros espaço-temporais da marcha e a análise do ICC, SEM, MDC, Erro RMS e Teste t para a validação dos modelos desenvolvidos.

Resultados: Foram encontrados modelos estatisticamente significativos para o comprimento do passo esquerdo [$F(2, 144) = 1794,084$; $p < 0,001$; $R^2 = 0,961$], comprimento do passo direito [$F(2, 143) = 1780,882$; $p < 0,001$; $R^2 = 0,961$],

duração da fase de apoio esquerda [F (2,141) =321,205; $p<0,001$; $R^2=0,820$], duração da fase de apoio direita [F (2, 141) =341,145; $p<0,001$; $R^2=0,829$], duração da fase de balanço esquerda [F (3,141) =20,217; $p<0,001$; $R^2=0,301$], duração da fase de balanço direita [F (2, 140) =131,653; $p<0,001$; $R^2=0,653$], duração do suporte duplo esquerdo [F (2, 143) = 16,150; $p<0,001$; $R^2= 0,184$], duração do suporte duplo direito [F (2, 143) = 18,435; $p<0,001$; $R^2= 0,205$], duração do suporte único esquerdo [F (4, 141) = 20,564; $p<0,001$; $R^2=0,368$], duração do suporte único direito [F (3, 140) =24,531; $p<0,001$; $R^2= 0,345$]. Para a validação, foram observados valores excelentes de ICC, com baixos valores de SEM, MDC e Erro RMS.

Conclusão: As variáveis clínicas foram capazes de prever de maneira satisfatória grande parte das variáveis espaço temporais da marcha. Essas informações poderão contribuir de maneira a qualificar e orientar as intervenções em pacientes com alterações de marcha.

Palavras-Chave: Marcha; Amplitude de Movimento Articular; Fisioterapia.

Highlights

Velocidade e cadência explicam o comprimento do passo e a duração da fase de apoio.

A amplitude de movimento não explica os parâmetros da marcha em indivíduos saudáveis.

Introdução

A avaliação clínica da marcha tem se mostrado cada vez mais importante para subsidiar o trabalho dos diversos profissionais que lidam com o movimento humano. Essas avaliações podem ter como objetivo identificar diferentes padrões de marcha (1,2), comparar as características da marcha entre diferentes situações (3,4), auxiliar na elaboração de programas terapêuticos individualizados, além de permitir o acompanhamento e a evolução dos pacientes em diferentes tratamentos (5).

Na prática clínica, é comum que os profissionais utilizem fita métrica, goniômetro e cronômetro para obter resultados objetivos, de fácil aquisição e que auxiliam na elaboração das intervenções (6–8). Entretanto, os resultados relativos as variáveis espaço-temporais da marcha, como comprimento do passo, duração do suporte simples e duplo e duração da fase de apoio e balanço não podem ser obtidas facilmente sem a utilização de instrumentos sofisticados, como por exemplo, a cinemetria.

A cinemetria além de apresentar um alto custo, necessita de profissionais capacitados para manusear os *softwares* e analisar os dados obtidos (9). Dessa forma observa-se a necessidade de avaliações clínicas com baixo custo e de fácil acesso, a fim de proporcionar aos profissionais a garantia de uma avaliação de qualidade.

O objetivo principal do presente estudo foi desenvolver equações de predição para o comprimento do passo, duração do suporte simples, duração do suporte duplo, duração da fase de apoio, duração da fase de balanço a partir de goniometria das articulações do quadril, joelho e tornozelo, largura da base de suporte (LBS), comprimento dos membros inferiores (CMI), velocidade e cadência. De forma complementar, também foi realizada a validação dos modelos de predição propostos para o comprimento do passo, duração do suporte simples e duplo e duração da fase de apoio e balanço.

Materiais e Métodos

O presente estudo é do tipo transversal, com delineamento *ex post facto* preditivo (10) e obteve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (06575819.8.0000.5347). A escrita do artigo segue as recomendações do *Checklist Transparent Reporting of a multivariable prediction model for Individual Prognosis Or Diagnosis* (Tripod) (11).

A amostra foi consecutiva e os indivíduos foram recrutados através da divulgação da pesquisa em redes sociais. O tamanho amostral para a proposição dos modelos foi calculado segundo recomendações de Field (12), onde são necessários pelo menos 15 indivíduos para cada variável independente. Considerando a estimativa inicial de 9 variáveis independentes, para a construção dos modelos seriam necessários 135 indivíduos, considerando possíveis perdas e/ou outliers, foi utilizado um n amostral de 150 indivíduos. Os indivíduos eram de ambos os sexos, com idade entre 18 e 55 anos, sem lesões agudas no último mês, sem lesões crônicas que pudessem alterar visualmente a marcha, sem deformidades aparentes em membros inferiores, sem dor no momento da coleta e sem necessidade de dispositivos auxiliares para a marcha. Para a validação dos modelos foram utilizados mais 30 indivíduos que não participaram da etapa de desenvolvimento dos modelos.

A coleta de dados ocorreu entre maio e julho de 2019, no Laboratório de Pesquisa do Exercício da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, situada na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul – Brasil. Os indivíduos incluídos no presente estudo participaram de uma única sessão de coleta de dados com duração aproximada de 45 min. Um único avaliador com experiência prévia para realização de goniometria e da utilização do sensor inercial foi responsável pelas etapas da coleta de dados.

Instrumentos de Coleta

Foi utilizado um Sensor Inercial *Wireless* (GSensor, BTS Bioengineering S.p.A., Italy), para a aquisição dos parâmetros espaço-temporais da marcha, um goniômetro universal, para medir a Amplitude de Movimento (ADM) das articulações do quadril, joelho e tornozelo, uma fita métrica convencional em centímetros (cm), para a medição do comprimento dos membros inferiores e a largura da base de suporte, e uma maca para o posicionamento do indivíduo.

Coleta de Dados

Inicialmente, os indivíduos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e responderam a anamnese para aquisição de informações como massa, estatura, idade e prática de atividade física, através de auto relato. Foi solicitado que todos os indivíduos utilizassem uma vestimenta padronizada, sendo composta por bermuda e tênis. A sequência de coleta foi randomizada para cada indivíduo, podendo iniciar pela coleta dos parâmetros da marcha ou pela coleta dos parâmetros clínicos. A coleta dos parâmetros da marcha consistia no posicionamento do sensor inercial e a caminhada. A sequência de coleta dos parâmetros clínicos foi randomizada em blocos de acordo com o decúbito adotado pelo indivíduo. Sendo composto de 4 blocos: decúbito dorsal, decúbito ventral, sedestação e ortostase, em cada bloco foram randomizadas as avaliações respectivas a cada decúbito. As randomizações ocorreram anteriormente ao momento da coleta de dados.

Para a coleta dos parâmetros da marcha, foi posicionado o sensor inercial *wireless* (GSensor, BTS Bioengineering S.p.A., Italy), com auxílio de um cinto, na região lombar (a nível de L4-L5) do indivíduo (Figura 1) e foi realizada uma familiarização com o protocolo de marcha. Para a realização do protocolo de marcha, foi estabelecido previamente um ponto de partida para o início da marcha, através de demarcações no chão. Foi solicitado que o indivíduo caminhasse 14 passos em linha reta e velocidade auto selecionada e ao finalizar os 14 passos, o indivíduo realizava um giro de 180° e retornava ao ponto de partida, caminhando mais 14 passos (Figura 2). Cada indivíduo realizou, pelo menos 3 tentativas do protocolo de marcha, visando possíveis perdas de informação.



Figura 1: Posicionamento do sensor inercial

Fonte: <https://www.medicaexpo.com/pt/prod/bts-bioengineering/product-67917-644031.html>

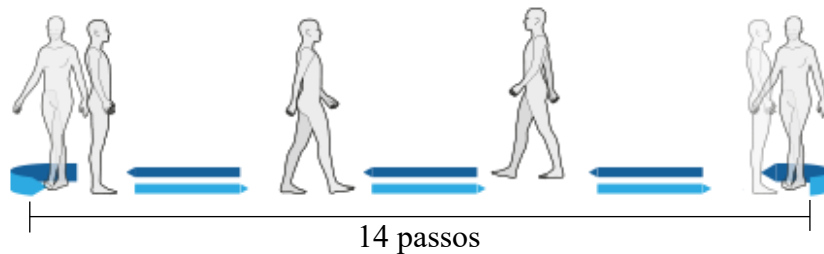


Figura 2: Protocolo de caminhada realizado na coleta de dados.

Fonte: Adaptado de <https://www.btsbioengineering.com/wp-content/uploads/2016/08/bts-g-walk-walk-plus-protocol.png>

Para a coleta dos parâmetros clínicos, foram realizadas as goniometrias para as articulações do quadril (flexão, extensão, abdução, adução, rotação interna e rotação externa), joelho (flexão), tornozelo (plantiflexão e dorsiflexão), largura da base de suporte (distância entre a cabeça do primeiro metatarso do pé esquerdo e direito) a partir de uma postura estática em ortostase e comprimento do membro inferior (distância entre a espinha ilíaca ântero-superior e o maléolo medial) com o indivíduo em decúbito dorsal na maca. Visando evitar possíveis compensações dos indivíduos durante a realização da goniometria, os movimentos foram realizados passivamente e seguiram as recomendações de Marques (13).

O indivíduo foi posicionado em quatro posições distintas para a coleta da goniometria: decúbito dorsal, para as medidas de flexão do quadril, adução do quadril, abdução do quadril, flexão do joelho, dorsiflexão do tornozelo, plantiflexão do tornozelo, comprimento do membro inferior; decúbito ventral, para extensão do quadril; sentado, para rotação interna e rotação externa do quadril; e em pé, para a largura da base de suporte.

Análise dos Dados

As informações obtidas através do sensor inercial foram transferidas via *bluetooth* para um notebook que continha o *software* G-Studio (versão 2.5.9.0), gerando um laudo para cada indivíduo com as informações de velocidade (em metros por segundo), cadência (passos por minuto), comprimento do passo (em % da passada), duração do suporte único e duplo (em % do ciclo da marcha) e duração da fase de apoio e balanço (em % do ciclo da marcha). Estes dados foram considerados os “valores verdadeiros¹” dos parâmetros mensurados. Para a análise foi utilizado a terceira coleta de marcha dos indivíduos.

O valor do comprimento do passo, que era expresso em % da passada, foi convertido para metros, e a duração do suporte único e duplo e duração da fase de apoio e balanço, que eram expressos em % do ciclo da marcha, foram convertidos para segundos. Foram utilizados os valores do lado direito e esquerdo para o comprimento do passo, a duração do suporte único, a duração do suporte duplo, a duração da fase de apoio, a duração da fase de balanço.

A partir da coleta dos parâmetros clínicos foram obtidos os valores de goniometria para as articulações do quadril, joelho e tornozelo, o comprimento do membro inferior e a largura da base de suporte. Os valores de goniometria foram utilizados para calcular a ADM das articulações nos planos de movimento de interesse, a articulação do quadril teve a ADM calculada nos três planos de movimento e a articulação do joelho e tornozelo tiveram apenas a ADM no plano sagital. Foi realizada uma média entre os valores do lado esquerdo e direito para as ADMs e para o comprimento do membro inferior, para a largura da base de suporte foi coletado apenas um valor.

Análise Estatística

A análise estatística foi realizada no *software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) 25, através de uma regressão linear múltipla pelo método retroceder, com o objetivo de verificar se a ADM das articulações do quadril, joelho e tornozelo, largura da base de suporte, comprimento do membro, velocidade e cadência eram capazes de prever o comprimento do passo, a duração do suporte único, a duração do suporte duplo, a duração da fase de apoio e a duração da fase de balanço de indivíduos saudáveis.

¹ Valor verdadeiro: é o valor de uma grandeza que, para determinado objetivo, assume-se como o “real valor” (22)

Para considerar os modelos de regressão aceitáveis, foram analisados os pré-requisitos para a realização de uma análise de regressão. O tamanho amostral seguiu as recomendações de Field (12). A ausência de multicolinearidade foi avaliada através da interpretação dos valores de Tolerância e *Variance Inflation Factor* (VIF), presentes na tabela de coeficientes. Foram aceitos, os valores de tolerância $>0,1$ e $VIF < 10$ (12).

Para verificar se os resíduos eram independentes, foi utilizado o valor de Durbin Watson, que foi considerado aceitável com valores entre 1,5 e 2,5. A análise de *outliers* foi realizada através da observação dos valores de valor previsto padrão e resíduo padronizado presente na tabela de estatística de resíduos, que deveria ter valores entre -3 e 3. Foi analisado visualmente o histograma para verificar se os resíduos seguiam a distribuição normal. Para avaliar a existência de Homocedasticidade e de uma relação linear entre as variáveis dependentes e independentes foi realizada uma análise visual do gráfico de dispersão dos resíduos padronizados pelos valores previstos padronizados.

A partir do desenvolvimento das equações, foram utilizados 30 indivíduos que não participaram da etapa de desenvolvimento dos modelos para verificar a confiabilidade dos modelos. Para isso, foram realizados o Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC), o *Standard Error of Measurement* (SEM), estimado usando a fórmula $SEM = DP\sqrt{1 - ICC}$, onde DP é o desvio padrão das medições e o *Minimal Detectable Change* (MDC), estimado com base em um intervalo de confiança de 95%, onde $MDC = 1,96 * SEM$.

Os valores ICC foram classificados como fracos (ICC $<0,40$), moderados (ICC entre 0,4 e 0,75) e excelentes (ICC $> 0,75$), de acordo com Fleiss (14). Foi realizado também o *Root Mean Square Error* (Erro RMS) e um teste t dependente comparando os valores obtidos pelas equações e os valores coletados. O nível de significância foi 0,05 para todos os testes.

Resultados

Desenvolvimento dos modelos de predição

A amostra do presente estudo foi composta por 150 indivíduos, sendo 87 do sexo feminino e 63 do sexo masculino, com idade média de 28 ± 8 anos, massa média de 69 ± 12 kg e estatura média de 169 ± 8 cm.

Através de uma Regressão Linear Múltipla foram observadas quais variáveis independentes (ADM do quadril no plano sagital, ADM do quadril no plano frontal, ADM do quadril no plano transversal, ADM do joelho no plano sagital, ADM do tornozelo no plano

sagital, largura da base de suporte e comprimento do membro inferior, velocidade e cadência) eram capazes de prever os parâmetros de comprimento do passo, a duração do suporte único, a duração do suporte duplo, a duração da fase de apoio e a duração da fase de balanço de indivíduos saudáveis. Os modelos com os melhores resultados utilizaram: a velocidade, a cadência, o comprimento do membro inferior e a ADM de quadril no plano sagital.

Foram encontrados modelos estatisticamente significativos para o comprimento do passo esquerdo [F (2, 144) = 1794,084; $p < 0,001$; $R^2 = 0,961$], comprimento do passo direito [F (2, 143) = 1780,882; $p < 0,001$; $R^2 = 0,961$], duração da fase de apoio esquerda [F (2, 141) = 321,205; $p < 0,001$; $R^2 = 0,820$], duração da fase de apoio direita [F (2, 141) = 341,145; $p < 0,001$; $R^2 = 0,829$], duração da fase de balanço esquerda [F (3, 141) = 20,217; $p < 0,001$; $R^2 = 0,301$], duração da fase de balanço direita [F (2, 140) = ; $p < 0,001$; $R^2 = 0,653$], duração do suporte duplo esquerdo [F (2, 143) = 16,150; $p < 0,001$; $R^2 = 0,184$], duração do suporte duplo direito [F (2, 143) = 18,435; $p < 0,001$; $R^2 = 0,205$], duração do suporte único esquerdo [F (4, 141) = 20,564; $p < 0,001$; $R^2 = 0,368$], duração do suporte único direito [F (3, 140) = 24,531; $p < 0,001$; $R^2 = 0,345$].

Utilizando como referência a equação: $y = b_0 + b_1.x_1 + b_2.x_2 + \dots + b_i.x_i$, foram construídas as equações para a predição para o comprimento do passo esquerdo, o comprimento do passo direito, a duração da fase de apoio esquerda, a duração da fase de apoio direita, a duração da fase de balanço esquerda, a duração da fase de balanço direita, a duração do suporte duplo esquerdo, a duração do suporte duplo direito, a duração do suporte único esquerdo, a duração do suporte único direito, que estão apresentadas na Tabela 1.

Validação dos modelos de predição

Os resultados obtidos a partir da validação dos modelos podem ser encontrados na Tabela 2. Foram observados valores considerados excelentes de ICC para os modelos de comprimento do passo esquerdo, comprimento do passo direito, duração da fase de apoio esquerda, duração da fase de apoio direita e duração da fase de balanço direita. Os valores de SEM, MDC e Erro RMS foram menores que 0,02 metros; 0,04 metros e 0,04 metros, respectivamente para o comprimento do passo esquerdo e comprimento do passo direito. Para a duração da fase de apoio esquerda, duração da fase de apoio direita e duração da fase de balanço direita, os valores de SEM, MDC e Erro RMS foram menores que 0,03 segundos; 0,05 segundos e 0,05 segundos, respectivamente.

Foram observados valores de ICC moderados para os modelos de duração do suporte duplo direito, duração do suporte único esquerdo e duração do suporte único direito com valores de SEM, MDC e Erro RMS menores que 0,08 segundos; 0,16 segundos e 0,09 segundos, respectivamente. Foram observados valores de ICC fracos para os modelos de duração da fase de balanço esquerda e duração do suporte duplo esquerdo com valores de SEM, MDC e Erro RMS menores que 0,03 segundos; 0,06 segundos e 0,04 segundos, respectivamente.

Em relação ao teste t, foi observado que a comparação entre os valores preditos e os valores coletados tiveram diferença estatisticamente significativa, com exceção do modelo para duração da fase de apoio esquerda ($p=0,74$).

Tabela 1: Modelos de predição e equações para os parâmetros espaço-temporais da marcha.

Modelo	Variável Prevista	Variáveis Predictoras					
		Cadência			Velocidade		
		β	t	p	β	t	p
1	Comprimento do Passo Esquerdo	-0,530	-25,778	<0,001	1,206	58,649	<0,001
Comprimento do passo esquerdo = 0,697 – 0,006*cadência + 0,553*velocidade OBS: A cadência deve ser informada em passos/min; a velocidade deve ser informada em m/s.							
Modelo	Variável Prevista	Variáveis Predictoras					
		Cadência			Velocidade		
		β	t	p	β	t	p
1	Comprimento do Passo Direito	1,201	58,143	<0,001	-0,507	-24,550	<0,001
Comprimento do passo direito = 0,658 – 0,006*cadência + 0,568*velocidade OBS: A cadência deve ser informada em passos/min; a velocidade deve ser informada em m/s.							
Modelo	Variável Prevista	Variáveis Predictoras					
		Cadência			Velocidade		
		β	t	p	β	t	p
1	Duração da Fase de Apoio Esquerda	-0,852	-19,342	<0,001	-0,088	-1,991	0,048
Duração fase apoio esquerda = 1,469 – 0,007*cadência – 0,027*velocidade OBS: A cadência deve ser informada em passos/min; a velocidade deve ser informada em m/s.							

Modelo	Variável Prevista	Variáveis Predictoras								
1	Duração da Fase de Apoio Direita	Cadência			Velocidade					
		β	t	p	β	t	p			
		-0,856	-19,758	<0,001	-0,088	-2,021	0,048			
<p>Duração da fase de apoio direita = $1,422 - 0,007 \cdot \text{cadência} - 0,025 \cdot \text{velocidade}$ OBS: A cadência deve ser informada em passos/min; a velocidade deve ser informada em m/s.</p>										
Modelo	Variável Prevista	Variáveis Predictoras								
1	Duração da Fase de Balanço Esquerda	CMI			Cadência			Velocidade		
		β	t	p	β	t	p	β	t	p
		0,393	4,998	<0,001	0,480	5,889	<0,001	0,188	2,553	0,012
		<p>Duração da fase de balanço esquerda = $0,377 + 0,002 \cdot \text{CMI} - 0,000481 \cdot \text{cadência} - 0,086 \cdot \text{velocidade}$ OBS: O CMI deve ser informado em cm; a cadência deve ser informada em passos/min; a velocidade deve ser informada em m/s.</p>								
Modelo	Variável Prevista	Variáveis Predictoras								
1	Duração da Fase de Balanço Direita	CMI			Cadência					
		β	t	p	β	t	p			
		0,109	2,180	0,031	0,792	-15,860	<0,001			
<p>Duração da fase de balanço direita = $0,794 + 0,001 \cdot \text{CMI} - 0,004 \cdot \text{cadência}$ OBS: O CMI deve ser informado em cm; a cadência deve ser informada em passos/min.</p>										

Modelo	Variável Prevista	Variáveis Predictoras					
1	Duração do Suporte Duplo Esquerdo	CMI			Velocidade		
		β	t	p	β	t	p
		0,165	1,987	0,049	-0,470	-5,671	<0,001
<p>Duração do suporte duplo esquerdo = $0,124 + 0,001 \cdot \text{CMI} - 0,062 \cdot \text{velocidade}$ OBS: O CMI deve ser informado em cm; a velocidade deve ser informada em m/s.</p>							
Modelo	Variável Prevista	Variáveis Predictoras					
1	Duração do Suporte Duplo Direito	Cadência			Velocidade		
		β	t	p	β	t	p
		-0,148	-1,905	0,059	-0,389	-5,024	<0,001
<p>Duração do suporte duplo direito = $0,224 - 0,000306 \cdot \text{cadência} - 0,057 \cdot \text{velocidade}$ OBS: A cadência deve ser informada em passos/min; a velocidade deve ser informada em m/s.</p>							

Modelo	Variável Prevista	Variáveis Predictorass					
		ADM quadril no plano sagital			CMI		
		β	t	p	β	t	p
1	Duração do Suporte Único Esquerdo	0,153	2,067	0,041	0,325	4,369	<0,001
		Desfechos					
		Cadência			Velocidade		
		β	t	p	β	t	p
		-0,465	-5,884	<0,001	-0,318	-4,138	<0,001

Duração do suporte único esquerdo = 0,402 + 0,000409*ADM quadril no plano sagital + 0,002*CMI – 0,001*cadência – 0,083*velocidade

OBS: A ADM quadril no plano sagital deve ser informada em graus; o CMI deve ser informado em cm; a cadência deve ser informada em passos/min; a velocidade deve ser informada em m/s.

Modelo	Variável Prevista	Variáveis Predictorass								
		CMI			Cadência			Velocidade		
		β	t	p	β	t	p	β	t	p
1	Duração do Suporte Único Direito	0,400	5,272	<0,001	-0,212	-2,979	0,003	-0,507	-6,448	<0,001

Duração do suporte único direito = 0,388 + 0,002*CMI – 0,001*cadência – 0,090*velocidade

OBS: O CMI deve ser informado em cm; a cadência deve ser informada em passos/min; a velocidade deve ser informada em m/s.

Tabela 2: Validação dos modelos de predição através do ICC, SEM, MDC, Erro RMS e teste t.

Modelo	ICC	SEM (metros)	MDC (metros)	Erro RMS (metros)	teste t	sig
Comprimento do Passo Esquerdo	0,94	0,02	0,04	0,04	-13,14	<0,001
Comprimento do Passo Direito	0,96	0,02	0,03	0,03	-13,10	<0,001
Modelo	ICC	SEM (segundos)	MDC (segundos)	Erro RMS (segundos)	teste t	sig
Duração da Fase de Apoio Esquerda	0,96	0,01	0,03	0,03	0,33	0,74
Duração da Fase de Apoio Direita	0,83	0,03	0,05	0,05	9,16	<0,001
Duração da Fase de Balanço Esquerda	0,25	0,03	0,06	0,04	8,36	<0,001
Duração da Fase de Balanço Direita	0,85	0,01	0,03	0,03	-3,62	0,001
Duração do Suporte Duplo Esquerdo	0,25	0,02	0,04	0,03	-3,73	0,001
Duração do Suporte Duplo Direito	0,63	0,01	0,02	0,02	-0,58	0,001
Duração do Suporte Único Esquerdo	0,72	0,02	0,03	0,03	3,03	0,005
Duração do Suporte Único Direito	-1,60	0,08	0,16	0,09	18,19	<0,001

Discussão

O objetivo do presente estudo foi desenvolver e validar equações de predição para o comprimento do passo, duração do suporte simples, duração do suporte duplo, duração da fase de apoio, duração da fase de balanço a partir da ADM das articulações do quadril, joelho e tornozelo, largura da base de suporte, comprimento dos membros inferiores, velocidade e cadência.

Os modelos com o maior poder de predição foram para o comprimento do passo esquerdo, comprimento do passo direito, duração da fase de apoio esquerda e duração da fase de apoio direita tendo capacidades de predição de 82% a 96%. Para a construção destes modelos foram utilizadas as variáveis de velocidade e cadência. Especula-se que as variáveis de ADM não foram importantes pelo fato de a marcha de indivíduos saudáveis não utilizar as ADMs máximas, coletadas no presente estudo. Segundo Kirkwood et al. (15) as amplitudes de quadril durante a marcha de indivíduos saudáveis são aproximadamente 40° para o plano sagital, 11° para o plano frontal e 10° para o plano transversal, para a articulação do joelho os valores observados foram 60° para o plano sagital, 5° para o plano frontal e 13° para o plano transversal. Se considerarmos essas ADM o conhecimento da ADM máxima dos indivíduos parece não ser um parâmetro necessário para a construção dos modelos, uma vez que a ADM máxima não representa as ADM realizadas durante a tarefa que se objetivou prever.

Para os modelos de duração da fase de balanço para o lado esquerdo foram utilizadas as variáveis de comprimento do membro inferior, velocidade e cadência, com capacidade de predição de 30%. Já para a construção do modelo para o lado direito foram utilizadas apenas as variáveis de comprimento do membro inferior e cadência, tendo um poder de predição duas vezes maior, 65%. Schwartz et al. (16) afirma que quanto mais rápida for a velocidade da marcha, menor será a duração da fase de balanço. Desta forma esperávamos encontrar uma relevante contribuição da variável velocidade para a construção dos modelos de predição para a fase de balanço. Entretanto, a velocidade foi importante apenas para prever a duração da fase de balanço esquerdo, não sendo relevante na construção do modelo de duração do balanço direito. Estima-se que isto possa estar associado com a dominância de membros inferiores dos indivíduos avaliados (17), visto que o membro inferior dominante geralmente é usado para impulsão, e considerando que quanto maior a impulsão gerada maior será o passo e maior tende a ser a duração da fase de balanço da perna contralateral.

Para a construção dos modelos de duração do suporte duplo esquerdo foram utilizadas as variáveis de CMI e velocidade, enquanto para a duração do suporte duplo direito foram utilizadas a cadência e a velocidade. Sabe-se que quanto maior a velocidade de marcha, menor será a duração do suporte duplo (16), demonstrando a importância da velocidade para a duração do suporte duplo. Observa-se um aumento na duração do suporte duplo como estratégias utilizadas por idosos como forma de manutenção do equilíbrio em atividades dinâmicas (18).

Para a construção dos modelos de duração do suporte único esquerdo foram utilizadas as variáveis de ADM de quadril no plano sagital, CMI, velocidade e cadência enquanto para o modelo de predição da duração do suporte único direito foram utilizadas a velocidade, cadência e CMI. Sabe-se que quanto maior a velocidade da marcha, menor a duração do suporte único (16), o que pode explicar o fato da velocidade ter sido importante para a construção do modelo para ambos os lados. Estima-se que os modelos para o lado direito e esquerdo utilizaram variáveis diferentes devido à utilização dos valores médios de goniometria, desconsiderando possíveis assimetrias nestas variáveis preditoras.

Para a validação dos modelos, foram encontrados altos valores de ICC para os modelos com o maior poder de predição, todos com valores de SEM, MDC e Erro RMS pequenos. Entretanto, houve diferença estatística no teste t entre os valores preditos e os valores medidos. Esta diferença pode ser justificada visto que o modelo sempre superestima o valor medido.

A avaliação da marcha é amplamente utilizada e a utilização de técnicas confiáveis garante a qualidade da avaliação na prática clínica dos profissionais. As variáveis preditas são mais complexas de se obter com poucos instrumentos, além de se mostrarem importantes para a identificação de déficits de equilíbrio, força muscular e coordenação. Através do conhecimento dos padrões de marcha em indivíduos saudáveis pode-se compreender melhor as disfunções que acometem a marcha. Dessa forma observa-se a importância de mais estudos para desenvolver equações de predição, com o objetivo de reduzir os custos de avaliações clínicas e a utilização de equipamentos sofisticados (19).

Sendo a marcha um marco de funcionalidade e independência dos indivíduos, observa-se na literatura estudos que envolvem análise de marcha, sendo muitos deles eles em avaliações antes e após intervenções (20,21). Palandi et al (20) utilizaram a cinemática

como forma de avaliar indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica antes e após um programa de reabilitação pulmonar. Já o estudo de Sá, Bachion e Menezes (21) avaliou a marcha através da escala POMA, que avalia tarefas referentes ao equilíbrio e marcha e gera um score dos indivíduos. A utilização das fórmulas propostas no presente estudo podem contribuir para a aquisição dos valores absolutos das variáveis de interesse de forma mais simples que o estudo de Palandi et al (2017) e de forma complementar ao estudo de Sá, Bachion e Menezes (2012).

Visto que já se tem na literatura valores de referência para as variáveis espaço-temporais da marcha, a aquisição desses valores, em conjunto com a utilização de escalas são aliadas no direcionamento de intervenções. Dessa forma o presente estudo pode contribuir na obtenção de parâmetros confiáveis e de fácil aquisição, tanto na prática clínica quanto para utilização em estudos futuros.

Limitações

Embora tenha sido solicitado o uso de tênis como forma de padronizar o calçado para a coleta de marcha, os indivíduos utilizaram diferentes modelos de tênis, o que pode ter influenciado na forma de caminhar dos indivíduos.

Dentre os critérios de elegibilidade, os indivíduos foram questionados sobre a presença de dor no momento da coleta, visto que a dor é uma experiência subjetiva e foi referida através de auto relato, não se pode garantir que os indivíduos estavam sem dor.

Fatores como os indivíduos saberem que estavam sendo coletados e demonstrarem pressa em finalizar a coleta também podem ter alterado a marcha dos indivíduos durante a coleta.

Não foi mensurado o membro inferior dominante dos indivíduos.

Conclusão

A partir do desenvolvimento e validação dos modelos de predição, podem ser utilizados os modelos para o comprimento do passo esquerdo, comprimento do passo direito, duração da fase de apoio esquerda e duração da fase de apoio com a utilização das variáveis de velocidade de marcha e cadência. Para os demais modelos ainda são necessários novos estudos, com o objetivo de aprimorar o poder de predição das variáveis apresentadas.

Perspectivas

Sugere-se o desenvolvimento e validação de modelos que sirvam para indivíduos com acometimentos musculoesqueléticos e neurológicos.

Conflito de interesse

Os autores declaram não haver conflito de interesse.

Referências

1. Góes SM, Leite N, de Souza RM, Homann D, Osiecki ACV, Stefanello JMF, et al. Características da marcha de mulheres com fibromialgia: um padrão prematuro de envelhecimento. *Rev Bras Reumatol* [Internet]. 2014;54(5):335–41. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0482500414001107>
2. Balardin AL, Andrighetti S, Schimit VM, Cechetti F, Bonetti LV, Saccani R. Análise Cinemática Linear e Angular da Marcha em Pacientes Amputados Transfemorais Protetizados Linear and Angular Kinematic Analysis of the March on Prosthetic Transfemoral Amputees. 2018;125–30.
3. Santos DM dos, Melo SIL, Carneiro LC, Andrade MC. Características da marcha de idosos considerando a atividade física e o sexo. *Fisioter Mov*. 2008;21(4):137–48.
4. Bridi D, Cavião IC, Schmitt VM, Saccani R, Bonetti LV, Cechetti F, et al. Análise da marcha de crianças com paralisia cerebral com e sem uso de órteses de tornozelo e pé. *Sci Med (Porto Alegre)*. 2018;28(2):29390.
5. Patterson KK, Nadkarni NK, Black SE, McIlroy WE. Gait symmetry and velocity differ in their relationship to age. *Gait Posture* [Internet]. 2012;35(4):590–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2011.11.030>
6. Tacani PM, Machado AFP, Tacani RE. Abordagem fisioterapêutica do linfedema bilateral de membros inferiores. *Fisioter em Mov*. 2012;25(3):561–70.
7. Lenhard AR, Lazarotto R, Soares AV, Gevaerd M da S, Junior NGB, Carvalho TGML de, et al. Avaliação da força muscular e amplitude de movimento em indivíduos com Artrite Reumatoide: uma revisão sistemática. *Rev Biomotriz*. 2015;9(2):20–44.
8. Marinho C, Monteiro M, Santos L, Oliveira-Filho J, Pinto EB. Gait Performance and Quality of Life in Stroke Survivors: a Cross-Sectional Study. *Rev Pesqui em Fisioter*. 2018;8(1):79.
9. Araújo AGN, Andrade LM, Barros RML De. Sistema para análise cinemática da marcha humana baseado em videogrametria System for kinematical analysis of the human gait based on videogrammetry. *Fisioter e Pesqui* [Internet].

- 2005;11(1):3–10. Available from:
[http://www.crefito3.com.br/revista/usp/01_04/Pages from pg01_60-3a10.pdf](http://www.crefito3.com.br/revista/usp/01_04/Pages%20from%20pg01_60-3a10.pdf)
10. Gaya A. Ciências do movimento humano: introdução à metodologia de pesquisa. Artmed, editor. Porto Alegre; 2008.
 11. Moons KGM, Altman DG, Reitsma JB, Ioannidis JPA, Macaskill P, Steyerberg EW, et al. Transparent reporting of a multivariable prediction model for individual prognosis or diagnosis (TRIPOD): Explanation and elaboration. *Ann Intern Med*. 2015 Jan 6;162(1):W1–73.
 12. Field A. Descobrimos a estatística usando o SPSS-2. Editora B, editor. Porto Alegre; 2009.
 13. Marques A. Manual de goniometria. 2ed ed. Manole, editor. São Paulo; 2003.
 14. Fleiss JL. The Design of Clinical Experiments. Sons JW&, editor. New York; 1986.
 15. Kirkwood RN, Gomes H de A, Sampaio RF, Elsie C, Costigan P. Análise biomecânica das articulações do quadril e joelho durante a marcha em participantes idosos. *Acta Ortop Bras*. 2007;15:267–71.
 16. Schwartz MH, Rozumalski A, Trost JP. The effect of walking speed on the gait of typically developing children. 2008;41:1639–50.
 17. Sung PS. Gait & Posture Increased double limb support times during walking in right limb dominant healthy older adults with low bone density. *Gait Posture* [Internet]. 2018;63(March):145–9. Available from:
<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.04.036>
 18. Santos PF dos, Leite LE, Nascimento MM, Rodrigues NC, Abreu DCC de. Amplitude de movimento de tornozelo e o paradigma das tarefas simultâneas durante a marcha de idosos da comunidade Range of motion of ankle and the simultaneous tasks paradigm during gait in the community-dwelling elderly. 2016;12:24–32.
 19. Materko W, Santos EL. Predição e validação da gordura corporal relativa baseada em características antropométricas de adultos frequentadores de academia de ginástica. 2010;6(2005).
 20. Palandi J, José P, Schmitt VM, Cechetti F, Sacconi R, Bonetti LV. Análise da marcha em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica antes e após programa de reabilitação pulmonar. 2017;(July).
 21. Claudia A, Maranhão A, Bachion MM, Menezes RL De. Exercício físico para prevenção de quedas : ensaio clínico com idosos institucionalizados em Goiânia , Brasil Physical exercises to prevent falls : a clinical trial with institutionalized elderly in the city of Goiânia inBrazil. :2117–27.
 22. ABNT, NBR 10536.

Anexo 1 – Normas para publicação na Revista Brasileira da Fisioterapia

GUIDE FOR AUTHORS

INTRODUCTION

Types of article

The **Brazilian Journal of Physical Therapy (BJPT)** publishes original research articles, reviews, and brief communications on topics related to physical therapy and rehabilitation, including clinical, basic or applied studies on the assessment, prevention and treatment of movement disorders. Our Editorial Board is committed to disseminate high-quality research in the field of physical therapy. The BJPT follows the principle of publication ethics included in the code of conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE). The BJPT accepts the submission of manuscripts with up to 3,500 words (excluding title page, abstract, references, tables, figures and legends). Information contained in appendices will be included in the total number of words allowed. A total of five (5) combined tables and figures is allowed.

The following types of study can be considered for publication, if directly related to the journals scope:

a) Intervention studies (clinical trials): studies that investigate the effect(s) of one or more interventions on outcomes directly related to the BJPTs scope. The World Health Organization defines a clinical trial as any research study that prospectively allocates human participants or groups of humans to one or more health-related interventions to evaluate the effect(s) on health outcome(s). Clinical trials include single-case experimental studies, case series, non- randomized controlled trials, and randomized controlled trials. Randomized controlled trials (RCTs) must follow the CONSORT (Consolidated Standards of Reporting Trials) recommendations, which are available at: <http://www.consort-statement.org/consort-statement/overview0/>. The CONSORT checklist and Statement Flow Diagram, available at <http://www.consort-statement.org/consort-statement/flow-diagram>, must be completed and submitted with the manuscript. Clinical trials must provide registration that satisfies the requirements of the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), e.g. <http://clinicaltrials.gov/> and/or <http://www.anzctr.org.au>. The complete list of all clinical trial registries can be found at: <http://www.who.int/ictrp/network/primary/en/index.html>. We suggest that all authors register clinical trials prospectively via the website <http://www.clinicaltrials.gov>.

Note: We do not accept single case studies and series of cases (i.e. clinical trials without a comparison group).

b) Observational studies: studies that investigate the relationship(s) between variables of interest related to the BJPTs scope. Observational studies include cross-sectional studies, cohort studies, and case-control studies. All observational studies must be reported following the recommendation from the STROBE statement (<http://strobe-statement.org/index.php?id=strobe-home>).

c) Qualitative studies: studies that focus on understanding needs, motivations, and human behavior. The object of a qualitative study is guided by in-depth analysis of a topic, including opinions, attitudes, motivations, and behavioral patterns without quantification. Qualitative studies include documentary and ethnographic analysis.

d) Systematic reviews: studies that analyze and/or synthesize the literature on a topic related to the scope of the BJPT. Systematic reviews that include meta-analysis will have priority over other systematic reviews. Those that have an insufficient number of articles or articles with low quality in the Methods section and do not include an assertive and valid conclusion about the topic will not be considered for peer-review analysis.

The authors must follow the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta- Analyses (PRISMA) checklist to format their systematic reviews. The checklist is available at <http://www.prisma-statement.org/PRISMAStatement/Default.aspx> and must be filled in and submitted with the manuscript.

Potential authors are encouraged to read the following tutorial, which contains the minimum requirements for publication of systematic reviews in the BJPT: Mancini MC, Cardoso JR, Sampaio RF, Costa LCM, Cabral CMN, Costa LOP. Tutorial for writing systematic reviews for the Brazilian Journal of Physical Therapy (BJPT). *Braz J Phys Ther.* 2014 Nov-Dec; 18(6):471-480.

e) Studies on the translation and cross-cultural adaptation of questionnaires or assessment tools: studies that aim to translate and/or cross-culturally adapt foreign questionnaires to a language other than that of the original version of existing assessment instruments. The authors must use [the](#)

[checklist \(Appendix\)](#) to format this type of paper and adhere to the other recommendations of the BJPT. The answers to the checklist must be submitted with the manuscript. At the time of submission, the authors must also include written permission from the authors of the original instrument that was translated and/or cross-culturally adapted.

a) Methodological studies: studies centered on the development and/or evaluation of clinimetric properties and characteristics of assessment instruments. The authors are encouraged to use the Guidelines for Reporting Reliability and Agreement Studies (GRRAS) to format methodological papers, in addition to following BJPT instructions. Important: Studies that report electromyographic results must follow the Standards for Reporting EMG Data recommended by ISEK (International Society of Electrophysiology and Kinesiology), available at <http://www.isek.org/wp-content/uploads/2015/05/Standards-for-Reporting-EMG-Data.pdf>.

b) Clinical trial protocols: The BJPT welcomes the publication of clinical trial protocols. We only accept trial protocols that are substantially funded, have ethics approval, have been prospectively registered and of very high quality. We expect that clinical trial protocols must be novel and with a large sample size. Finally, authors have to provide that the clinical trial is on its first stages of recruitment. Authors should use the SPIRIT statement while formatting the manuscript (<http://www.spirit-statement.org>).

c) Short communications: the BJPT will publish one short communication per issue (up to six a year) in a format similar to that of the original articles, containing 1200 words and up to two figures, one table, and ten references.

d) Masterclass articles: This type of article presents the state of art of any topic that is important to the field of physical therapy. All masterclass articles are invited manuscripts and the authors must be recognized experts in the field. However, authors can send e-mails to the editor in chief with an expression of interest to submit a masterclass article to the BJPT.

Submission checklist

You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the journal for review. Please check the relevant section in this Guide for Authors for more details.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded:

Manuscript:

- Include keywords
- All figures (include relevant captions)
- All tables (including titles, description, footnotes)
- Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
- Indicate clearly if color should be used for any figures in print

Graphical Abstracts / Highlights files (where applicable)

Supplemental files (where applicable)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'
- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)
- A competing interests statement is provided, even if the authors have no competing interests to declare
- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements

For further information, visit our [Support Center](#).

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in publishing

Please see our information pages on [Ethics in publishing](#) and [Ethical guidelines for journal publication](#).

Studies in humans and animals

If the work involves the use of human subjects, the author should ensure that the work described has been carried out in accordance with [The Code of Ethics of the World Medical Association \(Declaration of Helsinki\)](#) for experiments involving humans. The manuscript should be in line with the [Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing and Publication of Scholarly Work in Medical Journals](#) and aim for the inclusion of representative human populations (sex, age and ethnicity) as per those recommendations. The terms [sex and gender](#) should be used correctly.

Authors should include a statement in the manuscript that informed consent was obtained for experimentation with human subjects. The privacy rights of human subjects must always be observed.

All animal experiments should comply with the [ARRIVE guidelines](#) and should be carried out in accordance with the U.K. Animals (Scientific Procedures) Act, 1986 and associated guidelines, [EU Directive 2010/63/EU for animal experiments](#), or the National Institutes of Health guide for the care and use of Laboratory animals (NIH Publications No. 8023, revised 1978) and the authors should clearly indicate in the manuscript that such guidelines have been followed. The sex of animals must be indicated, and where appropriate, the influence (or association) of sex on the results of the study.

Declaration of interest

All authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential competing interests include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding. Authors must disclose any interests in two places: 1. A summary declaration of interest statement in the title page file (if double-blind) or the manuscript file (if single-blind). If there are no interests to declare then please state this: 'Declarations of interest: none'. This summary statement will be ultimately published if the article is accepted. 2. Detailed disclosures as part of a separate Declaration of Interest form, which forms part of the journal's official records. It is important for potential interests to be declared in both places and that the information matches. [More information](#).

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract, a published lecture or academic thesis, see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' for more information), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service [Crossref Similarity Check](#).

Use of inclusive language

Inclusive language acknowledges diversity, conveys respect to all people, is sensitive to differences, and promotes equal opportunities. Articles should make no assumptions about the beliefs or commitments of any reader, should contain nothing which might imply that one individual is superior to another on the grounds of race, sex, culture or any other characteristic, and should use inclusive language throughout. Authors should ensure that writing is free from bias, for instance by using 'he or she', 'his/her' instead of 'he' or 'his', and by making use of job titles that are free of stereotyping (e.g. 'chairperson' instead of 'chairman' and 'flight attendant' instead of 'stewardess').

Authorship

All authors should have made substantial contributions to all of the following: (1) the conception and design of the study, or acquisition of data, or analysis and interpretation of data, (2) drafting the article or revising it critically for important intellectual content, (3) final approval of the version to be submitted.

Changes to authorship

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors **before** submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only **before** the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the **corresponding author**: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed.

Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors **after** the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

Clinical trial results

In line with the position of the International Committee of Medical Journal Editors, the journal will not consider results posted in the same clinical trials registry in which primary registration resides to be prior publication if the results posted are presented in the form of a brief structured (less than 500 words) abstract or table. However, divulging results in other circumstances (e.g., investors' meetings) is discouraged and may jeopardise consideration of the manuscript. Authors should fully disclose all posting in registries of results of the same or closely related work.

Reporting clinical trials

Randomized controlled trials should be presented according to the CONSORT guidelines. At manuscript submission, authors must provide the CONSORT checklist accompanied by a flow diagram that illustrates the progress of patients through the trial, including recruitment, enrollment, randomization, withdrawal and completion, and a detailed description of the randomization procedure. The [CONSORT checklist and template flow diagram](#) are available online.

Registration of clinical trials

Registration in a public trials registry is a condition for publication of clinical trials in this journal in accordance with [International Committee of Medical Journal Editors](#) recommendations. Trials must register at or before the onset of patient enrolment. The clinical trial registration number should be included at the end of the abstract of the article. A clinical trial is defined as any research study that prospectively assigns human participants or groups of humans to one or more health-related interventions to evaluate the effects of health outcomes. Health-related interventions include any intervention used to modify a biomedical or health-related outcome (for example drugs, surgical procedures, devices, behavioural treatments, dietary interventions, and process-of-care changes). Health outcomes include any biomedical or health-related measures obtained in patients or participants, including pharmacokinetic measures and adverse events. Purely observational studies (those in which the assignment of the medical intervention is not at the discretion of the investigator) will not require registration.

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see [more information](#) on this) to assign to the Associação Brasileira de Pesquisa e Pós-Graduação em Fisioterapia (ABRAPG-FT) the copyright in the manuscript and any tables, illustrations or other material submitted for publication as part of the manuscript (the "Article") in all forms and media (whether now known or later developed), throughout the world, in all languages, for the full term of copyright, effective when the Article is accepted for publication. An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher and ABRAPG-FT is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article.

Author rights

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. [More information](#).

Elsevier supports responsible sharing

Find out how you can [share your research](#) published in this journal.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

Elsevier Researcher Academy

[Researcher Academy](#) is a free e-learning platform designed to support early and mid-career researchers throughout their research journey. The "Learn" environment at Researcher Academy offers several interactive modules, webinars, downloadable guides and resources to guide you through the process of writing for research and going through peer review. Feel free to use these free resources to improve your submission and navigate the publication process with ease.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the [English Language Editing service](#) available from Elsevier's WebShop.

Informed consent and patient details

Studies on patients or volunteers require ethics committee approval and informed consent, which should be documented in the paper. Appropriate consents, permissions and releases must be obtained where an author wishes to include case details or other personal information or images of patients and any other individuals in an Elsevier publication. Written consents must be retained by the author but copies should not be provided to the journal. Only if specifically requested by the journal in exceptional circumstances (for example if a legal issue arises) the author must provide copies of the consents or evidence that such consents have been obtained. For more information, please review the [Elsevier Policy on the Use of Images or Personal Information of Patients or other Individuals](#). Unless you have written permission from the patient (or, where applicable, the next of kin), the personal details of any patient included in any part of the article and in any supplementary materials (including all illustrations and videos) must be removed before submission.

Submission

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

Submit your article

Please submit your article via <https://www.evise.com/profile/api/navigate/BJPT>.

PREPARATION

Double-blind review

This journal uses double-blind review, which means the identities of the authors are concealed from the reviewers, and vice versa. [More information](#) is available on our website. To facilitate this, please include the following separately:

Title page (with author details): This should include the title, authors' names, affiliations, acknowledgements and any Declaration of Interest statement, and a complete address for the corresponding author including an e-mail address.

Blinded manuscript (no author details): The main body of the paper (including the references, figures, tables and any acknowledgements) should not include any identifying information, such as the authors' names or affiliations.

Use of word processing software

It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the word processor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts,

superscripts etc. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the [Guide to Publishing with Elsevier](#)). Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on Electronic artwork.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

Article structure

Subdivision - unnumbered sections

Divide your article into clearly defined sections. Each subsection is given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line. Subsections should be used as much as possible when cross-referencing text: refer to the subsection by heading as opposed to simply 'the text'.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract

A concise and factual structured abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Highlights

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). You can view [example Highlights](#) on our information site.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI.

Math formulae

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors can build footnotes into the text, and this feature may be used. Otherwise, please indicate the position of footnotes in the text and list the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

Artwork*Image manipulation*

Whilst it is accepted that authors sometimes need to manipulate images for clarity, manipulation for purposes of deception or fraud will be seen as scientific ethical abuse and will be dealt with accordingly. For graphical images, this journal is applying the following policy: no specific feature within an image may be enhanced, obscured, moved, removed, or introduced. Adjustments of brightness, contrast, or color balance are acceptable if and as long as they do not obscure or eliminate any information present in the original. Nonlinear adjustments (e.g. changes to gamma settings) must be disclosed in the figure legend.

*Electronic artwork**General points*

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.

A detailed [guide on electronic artwork](#) is available.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF) or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then the journal will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites). [Further information on the preparation of electronic artwork](#).

Illustration services

[Elsevier's WebShop](#) offers Illustration Services to authors preparing to submit a manuscript but concerned about the quality of the images accompanying their article. Elsevier's expert illustrators can produce scientific, technical and medical-style images, as well as a full range of charts, tables and graphs. Image 'polishing' is also available, where our illustrators take your image(s) and improve them to a professional standard. Please visit the website to find out more.

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Reference links

Increased discoverability of research and high quality peer review are ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing services, such as Scopus, CrossRef and PubMed, please ensure that data provided in the references are correct. Please note that incorrect surnames, journal/book titles, publication year and pagination may prevent link creation. When copying references, please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is highly encouraged.

A DOI is guaranteed never to change, so you can use it as a permanent link to any electronic article. An example of a citation using DOI for an article not yet in an issue is: VanDecar J.C., Russo R.M., James D.E., Ambeh W.B., Franke M. (2003). Aseismic continuation of the Lesser Antilles slab beneath northeastern Venezuela. *Journal of Geophysical Research*, <https://doi.org/10.1029/2001JB000884>. Please note the format of such citations should be in the same style as all other references in the paper.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference style

Text: Indicate references by (consecutive) superscript arabic numerals in the order in which they appear in the text. The numerals are to be used *outside* periods and commas, *inside* colons and semicolons. For further detail and examples you are referred to the [AMA Manual of Style](#), A Guide for Authors and Editors, Tenth Edition, ISBN 0-978-0-19-517633-9.

List: Number the references in the list in the order in which they appear in the text.

Examples:

Reference to a journal publication:

1. Van der Geer J, Hanraads JAJ, Lupton RA. The art of writing a scientific article. *J Sci Commun*. 2010;163:51–59. <https://doi.org/10.1016/j.Sc.2010.00372>.

Reference to a journal publication with an article number:

2. 1. Van der Geer J, Hanraads JAJ, Lupton RA. The art of writing a scientific article. *Heliyon*. 2018;19:e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>.

Reference to a book:

3. Strunk W Jr, White EB. *The Elements of Style*. 4th ed. New York, NY: Longman; 2000.

Reference to a chapter in an edited book:

4. Mettam GR, Adams LB. How to prepare an electronic version of your article. In: Jones BS, Smith RZ, eds. *Introduction to the Electronic Age*. New York, NY: E-Publishing Inc; 2009:281–304.

Reference to a website:

5. Cancer Research UK. Cancer statistics reports for the UK. <http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/>; 2003 Accessed 13 March 2003.

Reference to a dataset:

[dataset] 6. Oguro, M, Imahiro, S, Saito, S, Nakashizuka, T. Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions, Mendeley Data, v1; 2015. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to the [List of Title Word Abbreviations](#).

Video

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. . In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the file in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 150 MB per file, 1 GB in total. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including [ScienceDirect](#). Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our [video instruction pages](#). Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Supplementary material

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.

Research data

This journal encourages and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings. To facilitate reproducibility and data reuse, this journal also encourages you to share your software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project.

Below are a number of ways in which you can associate data with your article or make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. If you are sharing data in one of these ways, you are encouraged to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials, visit the [research data](#) page.

Data linking

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described.

There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the [database linking page](#).

For [supported data repositories](#) a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect.

In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

AFTER ACCEPTANCE

Proofs

One set of page proofs (as PDF files) will be sent by e-mail to the corresponding author (if we do not have an e-mail address then paper proofs will be sent by post) or, a link will be provided in the e-mail so that authors can download the files themselves. Elsevier now provides authors with PDF

proofs which can be annotated; for this you will need to [download the free Adobe Reader](#), version 9 (or higher). Instructions on how to annotate PDF files will accompany the proofs (also given online). The exact system requirements are given at the [Adobe site](#).

If you do not wish to use the PDF annotations function, you may list the corrections (including replies to the Query Form) and return them to Elsevier in an e-mail. Please list your corrections quoting line number. If, for any reason, this is not possible, then mark the corrections and any other comments (including replies to the Query Form) on a printout of your proof and scan the pages and return via e-mail. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication: please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

AUTHOR INQUIRIES

Visit the [Elsevier Support Center](#) to find the answers you need. Here you will find everything from Frequently Asked Questions to ways to get in touch.

You can also [check the status of your submitted article](#) or find out [when your accepted article will be published](#).