



**Parâmetros espaço temporais da marcha e inter-relação
com equilíbrio e força muscular isométrica de
tornozelos em diabéticos com neuropatia periférica**

Marcela Regina de Camargo

**Parâmetros espaço temporais da marcha e inter-relação
com equilíbrio e força muscular isométrica de
tornozelos em diabéticos com neuropatia periférica**

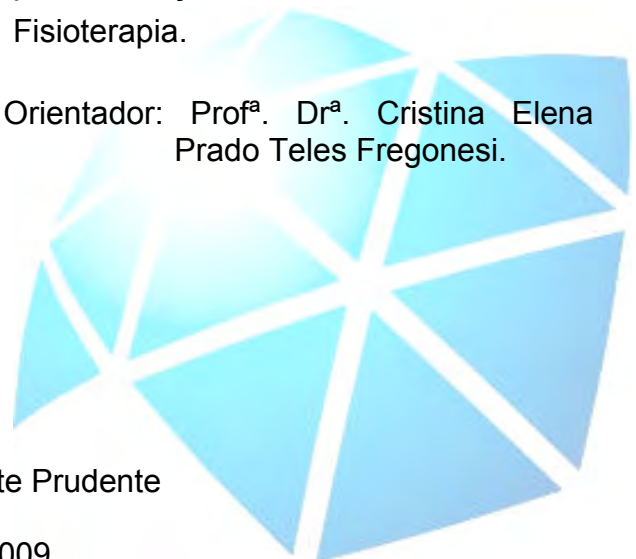
Marcela Regina de Camargo

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista – Unesp, para obtenção do Título de Mestre em Fisioterapia.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Cristina Elena Prado Teles Fregonesi.

Presidente Prudente

2009



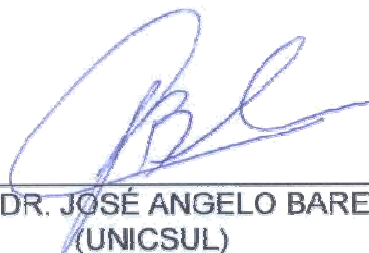
BANCA EXAMINADORA



PROF^a. DR^a. CRISTINA ELENA PRADO TELES FREGONESI
(ORIENTADORA)



PROF^a. DR^a. CLÁUDIA REGINA SGOBBI DE FARIA
(FCT/UNESP)



PROF. DR. JOSÉ ANGELO BARELA
(UNICSUL)



MARCELA REGINA DE CAMARGO

PRESIDENTE PRUDENTE (SP), 13 DE NOVEMBRO DE 2009.

RESULTADO: APROVADO

Sumário

Dedicatória	5
Agradecimentos	6
Epígrafe	7
Apresentação	8
INTRODUÇÃO	9
ARTIGO I: Parâmetros da marcha em portadores de Diabetes Mellitus	14
ARTIGO II: O equilíbrio e a força isométrica de tornozelos podem predizer os parâmetros espaço temporais da marcha em diabéticos com neuropatia periférica?	30
CONCLUSÕES	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
ANEXO I	54
ANEXO II	59

Dedicatória

Poderia escrever uma dedicatória longa e tentar citar os nomes de todos os amigos que me assistiram durante essa jornada e, de alguma forma, mereceriam menção nessa dedicatória. Contudo, acredito que acabaria cometendo algumas injustiças, pois, iniciando por Deus e terminando pelo meu cãozinho, foram muitos os amigos que direta ou indiretamente colaboraram para o sucesso de meus objetivos.

Assim sendo, dedico meu estudo a todos aqueles que de sua particular e peculiar maneira, auxiliaram para que eu permanecesse no caminho certo e conseguisse atingir minhas metas.

Dedico, em especial, à pessoa que sempre me apoiou em minhas decisões, soube esperar, ter paciência e por esses motivos, eu amei durante todo esse tempo que se passou.

Agradecimentos

“Entrega o teu caminho ao SENHOR; confia nele, e ele tudo fará. SALMO 37.4,5”

Se hoje posso escrever esse agradecimento é porque Deus me permitiu, por isso, a Ele, sou imensamente grata.

Agradeço aos meus pais que, por muitas vezes, mesmo sem entender o significado dos meus objetivos, sempre acreditaram em mim e almejaram meu bem e minha felicidade.

Agradeço à professora Cristina por expandir a abrangência do significado da palavra “orientação”, o que culminou não somente em aprendizado científico, mas adicionalmente em lições para toda a vida.

Agradeço aos amigos de Prudente que torceram por mim e aos familiares de Bragança que nunca sabiam, ao certo, onde eu estava e o que eu estava fazendo, mas tinham certeza que eu iria conseguir, passo a passo, realizar meus sonhos.

Agradeço à Indalécia e Armando que me receberam de portas abertas e sempre me trataram como membro da família em todas minhas idas e vindas.

Agradeço às amigas Andréa, Alessandra Martinelli, Alessandra Mantovani e Carla que tanto me ajudaram durante a realização do estudo.

Agradeço às professoras Dalva e Cláudia pela disponibilidade, orientações e esclarecimentos nos momentos de desespero.

“A teoria ensina. Porém, a prática afere-lhe o valor.

Não basta saber. É imprescindível utilizar o que se conhece.

O conhecimento, em verdade, amplia os horizontes do entendimento. Não obstante, a sua aplicação alarga as paisagens da vida.

A mente conhecedora deve movimentar as mãos no uso desses valiosos recursos.”

(Joanna de Ângelis)

Apresentação

Essa dissertação é composta de uma introdução geral e de dois artigos científicos, originados de pesquisas realizadas no Laboratório de Estudos Clínicos em Fisioterapia (LECFisio) do Departamento de Fisioterapia da Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Estadual Paulista – Presidente Prudente.

Em consonância com as regras do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, os artigos foram redigidos de acordo com as normas dos periódicos: Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano (anexo I) e *Journal of the Neurological Sciences* (anexo II).

Fregonesi CEPT, Camargo MR. Parâmetros da marcha em portadores de Diabetes Mellitus. Aceito para publicação no periódico: Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano (ISSN 1415-8426). Página 13.

Camargo MR, Fregonesi CEPT. Avaliação e associação de parâmetros espaço temporais da marcha, força muscular de tornozelos e equilíbrio em diabéticos com neuropatia periférica. A ser submetido à apreciação, visando publicação no periódico *Journal of the Neurological Sciences* (ISSN 0022-510X). Página 29.

INTRODUÇÃO

O diabetes mellitus (DM) é uma doença provocada pela ausência (tipo 1) ou insuficiência (tipo 2) da ação do hormônio insulina que, em ambos os casos, resultam na alta taxa permanente de glicose no sangue⁽¹⁾. Atualmente, é considerado um problema universal de saúde, afetando populações de países em diversos estágios de desenvolvimento. O número mundial de diabéticos foi estimado em cerca de 171 milhões de indivíduos no ano 2000 e calcula-se que chegará a 366 milhões no ano 2030, sendo que crescerá em maiores proporções nos países em desenvolvimento. Dentre os países da América do Sul foi estimado, no ano 2000, 13,3 milhões de diabéticos, sendo que o Brasil contou com uma parcela de 4,6 milhões de portadores da doença. Esse fato fez com que os brasileiros ocupassem a oitava posição mundial em números de habitantes diabéticos e, quando feita projeção para o ano de 2030, passaria a sexto colocado, abrangendo um total de 11,3 milhões de diabéticos⁽²⁾.

No ano 2000, estimativas demonstraram que o DM, em si, foi responsável por 2,9 milhões de mortes, o que equivale a 5,2% de todas as causas de morte deste período. No entanto, podem ser atribuídas à doença mais 4,6 milhões de óbitos que ocorreram devido às consequências da enfermidade, o que gera um número total de 7,5 milhões de óbitos no ano em questão⁽³⁾.

Dentre as complicações que o DM pode causar, a mais freqüente é a neuropatia diabética periférica (NDP) presente de 40-80% dos casos⁽⁴⁻⁸⁾. A NDP é uma desordem heterogênea e cursa com anormalidades que afetam os nervos periféricos sensitivos e motores, distais e proximais, podendo ocorrer em qualquer uma das formas de DM. Este tipo de neuropatia não é uma entidade singular, posto

que seus sinais variam de manifestações clínicas a subclínicas, dependendo da classe de nervos envolvidos^(9,10). A etiologia da doença é múltipla, abrangendo alterações metabólicas, vasculares, auto-imunes, de estresse oxidativo e de deficiência do fator de crescimento neuro-hormonal. O fluxo sanguíneo prejudicado e a microvasculopatia endoneural, principalmente o espessamento da parede do vaso ou sua oclusão, são fatores desencadeadores na patogênese da NDP. Distúrbios metabólicos na presença de pré-disposição genética causam redução na perfusão do nervo⁽¹¹⁾.

Uma alteração tecidual importante é a glicolisação não-enzimática do colágeno presente no tecido conjuntivo, provocada por estresse oxidativo que favorece a limitação da mobilidade articular dos pés⁽¹²⁾.

O quadro clínico dessa co-morbidade é inicialmente silencioso e compromete as fibras nervosas aferentes, insidiosamente, de maneira distal para proximal, principalmente nas extremidades dos membros inferiores. Nesse estágio, embora ramificações sensitivas do nervo tibial posterior já possam se demonstrar lesadas, o diabético raramente refere sintomas, a não ser mediante testes específicos. Com a progressão da enfermidade, o indivíduo começa a apresentar hipoestesia, que se não tratada evolui para anestesia total das plantas e dos dorsos dos pés⁽⁹⁻¹¹⁾. Segundo Richardson *et al.*⁽¹³⁾, além do nervo sural, o nervo fibular é um dos primeiros a serem acometidos no decorrer da progressão da neuropatia diabética e esse é responsável pela inervação do músculo tibial anterior, motor primário da flexão de tornozelo. Portanto, com a evolução do quadro, inicia-se, também, um declínio progressivo da força muscular do tornozelo⁽¹⁴⁾.

Para Petrofsky *et al.*⁽¹⁵⁾ uma lesão do sistema somatossensitivo, assim como em qualquer outro sistema sensorial, causa conseqüência negativa sobre a marcha,

podendo alterar desde o movimento dos membros até a distribuição de pressão sobre os pés. Isso porque o sistema somatossensitivo é um dos responsáveis pelo envio de informações ao sistema neuro-motor para realização do controle de execução da deambulação. Salsich *et al.*⁽¹⁶⁾, afirmam que o déficit de informações sensitivas associado às alterações fisiológicas no tecido conjuntivo e a rigidez à movimentação passiva, conduz a implicações importantes para o movimento.

O sistema somatossensitivo fornece ao sistema nervoso central informações sobre a posição e movimento dos segmentos do corpo, uns aos outros e em referência às superfícies de apoio. Durante a marcha, as aferências, em geral, contribuem primeiramente para uma frequência adequada dos passos, sendo que os receptores musculares e articulares colaboram, especificamente, para a preparação do membro para a execução da fase de balanço da marcha. Sendo assim, os problemas motores de indivíduos com déficits sensoriais, podem ser causados pela interrupção de trajetos proprioceptivos periféricos ou centrais, que gera uma diminuição da percepção do posicionamento do membro no espaço. No caso de uma lesão branda, a marcha pode parecer normal, se não houver lesão visual, entretanto, o cambaleio e a instabilidade aumentam com a severidade do comprometimento somatossensitivo ou com a lesão de outros componentes do sistema sensorial⁽¹⁷⁾.

Durante a marcha do neuropata diabético, são observadas oscilações do centro de pressão, tanto na orientação ântero-posterior, como na médio-lateral, que estão relacionadas ao aparecimento de instabilidade na deambulação. Em consequência, a marcha fica menos eficaz e multiplica-se o risco de quedas⁽¹⁸⁾. Segundo Lafond *et al.*⁽¹⁹⁾, a oscilação ântero-posterior apresenta dependência da integridade da estratégia de dorsiflexores e plantiflexores de tornozelos e flexo-

extensores de quadris, já a oscilação médio-lateral está relacionada com a estratégia de inversores e eversores de tornozelos e adutores e abdutores de quadris, para manutenção do equilíbrio. Com o comprometimento a priori sensitivo e a posteriori motor da inervação distal, essas estratégias são suprimidas, provocando uma marcha com constantes desequilíbrios, velocidade diminuída, descoordenada e dificultosa.

A grande maioria dos estudos, cujo objetivo foi melhor esclarecer o envolvimento neuro-sensório-motor de indivíduos com NDP, realizou a avaliação de uma componente geralmente deficitária decorrente da enfermidade. Encontra-se, portanto, pesquisas que avaliam a força muscular de uma série de músculos exclusivamente⁽²⁰⁾, e nesses casos, essa avaliação pode ser realizada através da dinamometria isométrica⁽²¹⁾. São encontrados, também, artigos que buscam associação entre tempo de ativação da musculatura do tornozelo e a realização de determinada fase dentro do ciclo da marcha^(22,23).

Existem ainda, estudos que avaliam os parâmetros espaço temporais da marcha e o equilíbrio estático e o dinâmico, das mais diversas maneiras com métodos que variam desde a utilização de equipamentos dispendiosos e sofisticados^(24,25) até técnicas validadas para avaliação de tais parâmetros^(26,27). Algumas dessas técnicas podem ser observadas no estudo de Nagasaki *et al.*⁽²⁸⁾ para a avaliação da marcha, no estudo de Duncan *et al.*⁽²⁹⁾ para o equilíbrio estático e no estudo de Mathias *et al.*⁽³⁰⁾ para a avaliação do equilíbrio dinâmico. Os resultados obtidos na investigação dessas variáveis, de maneira geral, se mostram sempre corroborantes entre si, independentemente do método utilizado.

Em alguns artigos na literatura pode ser observada a verificação de possíveis correlações, realizadas de maneira singular, entre duas componentes avaliadas,

como no estudo de Petrofsky *et al.*⁽³¹⁾, que investigaram presença de associação linear entre algumas variáveis correspondentes à marcha com variáveis relacionadas ao equilíbrio. Todavia deve ser notado que, nesses casos, não se considera a provável associação global entre todos os parâmetros neuro-sensório-motores comprometidos.

Sabe-se, portanto, que portadores de NDP, de uma maneira geral, apresentam comprometimento do sistema neuro-sensório-motor e demonstram perda da qualidade da marcha. Todavia, uma relação global entre tais aspectos ainda é pouco descrita na literatura. Sendo assim, esse estudo teve por objetivo revisar informações acerca de parâmetros da marcha em diabéticos e, verificar possíveis associações entre alguns desses parâmetros com o equilíbrio e com a força muscular de tornozelos de indivíduos com NDP.

ARTIGO I
PARÂMETROS DA MARCHA EM PORTADORES DE DIABETES MELLITUS.
GAIT PARAMETERS IN DIABETES MELLITUS PATIENTS.

Título resumido: Marcha em diabéticos.

Cristina Elena Prado Teles Fregonesi. Professora Doutora do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Estadual Paulista – Presidente Prudente, SP, Brasil.

Marcela Regina de Camargo. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Estadual Paulista – Presidente Prudente, SP, Brasil.

Responsável: Marcela Regina de Camargo, Rua José Manoel Fonseca, 97, Vila Euclides, Presidente Prudente, CEP 19014-050, SP, Brasil. Tel: (18) 3223 6346 / (18) 9772 2332. Correio eletrônico: amy.marcela@gmail.com

Agência financiadora: CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Tipo de auxílio: Bolsa de Mestrado.

Contagem eletrônica do total de palavras: 4938 palavras (do resumo às referências bibliográficas).

Parâmetros da marcha em portadores de diabetes mellitus

O Diabetes mellitus é uma enfermidade crônica que leva a alterações sensitivas e motoras. Tais alterações comprometem o equilíbrio e a deambulação predispondo seus portadores à ocorrência de quedas. Esta revisão teve por objetivo levantar, na literatura recente, estudos que visassem avaliar parâmetros da marcha e aspectos envolvidos com a deambulação. Para isso, foi realizada uma busca nas bases de dados MEDLINE, SciELO, LILACS e PEDro, cruzando as palavras-chaves: Neuropatias Diabéticas x Marcha; Diabetes Mellitus x Marcha e Pé Diabético x Marcha. Após passarem pelos critérios de seleção, foram obtidos 15 artigos, os quais foram sintetizados e discutidos, sendo, portanto, incluídos nesta revisão. Ficou claro que a neuropatia diabética leva a déficits na amplitude do passo, velocidade e cadência da marcha em superfícies planas, sem mudanças bruscas de direção ou paradas, e, déficits de equilíbrio e coordenação em aclives, declives e terrenos irregulares. Acarreta, também, aumento dos índices de pressão plantar e, devido à alteração de ativação do tríceps sural, dificuldade na fase de apoio terminal e pré-balanço. Assim, o próximo contato inicial ocorrerá de maneira inadequada, com o antepé e sem absorção de choques.

Palavras-chaves: Diabetes mellitus; Neuropatias diabéticas; Marcha; Acidentes por quedas.

Gait parameters in diabetes mellitus patients

Diabetes mellitus is a chronic disease that leads to sensory-motor changes. These changes affect balance and walking predisposing their patients to falls occurrence. This review aimed to investigate, in recent literature, assessing gait parameters and walking studies involved aspects. For this, a search was conducted in databases MEDLINE, SciELO, LILACS and PEDro, crossing the keywords: Diabetic neuropathies x Gait; Diabetes Mellitus x Gait and Diabetic Foot x Gait. After passing by selection criteria, it was remainder 15 articles, which were synthesized, discussed and is therefore included in this review. It was clear that diabetic neuropathy leads to deficits in the step amplitude, gait velocity and gait cadence on flat surfaces, without sudden changes of direction or stops, and balance and coordination deficits in slopes and uneven terrain. Diabetic neuropathies, provide, also increase plantar pressure rates due to the triceps sural activation change, difficulty in the terminal phase of support and pre-assessment. Thus, the next initial contact occurs in an inadequate way, with the forefoot and without absorption of shocks.

Key-words: Diabetes mellitus; Diabetic neuropathies; Gait; Accidental Falls.

INTRODUÇÃO

O Diabetes Mellitus (DM) é uma das enfermidades crônicas mais diagnosticada nos últimos anos. Acomete cerca de 170 milhões de indivíduos no mundo e há uma previsão de aumento de 114% até 2030. Nos países em desenvolvimento, este aumento será ainda maior, cerca de 146% em relação aos 115 milhões de diabéticos existentes hoje¹.

A principal complicação do DM é a neuropatia diabética periférica (NDP), cuja prevalência pode chegar a 50% dos casos². Este tipo de neuropatia é caracterizado por uma síndrome clínica ou sub-clínica que afeta diferentes tipos de nervos, tendo evolução que varia desde manifestações silenciosas até a ocorrência de sinais e sintomas, como perda de sensibilidade somatossensitiva. Seu diagnóstico deve ser feito por exclusão³, uma vez que é dada pela presença de sinais e sintomas de disfunção nervosa periférica em portadores de DM, eliminando outras possíveis causas. No entanto, para sua confirmação, um exame clínico detalhado deve ser realizado, pois a ausência de sintomas não pode ser entendida como ausência de neuropatia⁴.

Além do envolvimento das fibras aferentes, com a progressão do quadro, a NDP leva ao comprometimento das fibras nervosas motoras, desencadeando atrofia subjacente à fraqueza muscular. A lesão se dá no sentido distal para proximal, sendo as articulações dos pés e tornozelos primeiramente atingidas⁵. A fisiopatologia da NDP é responsável, ainda, pelo aparecimento de áreas anômalas de pressão nas plantas dos pés, agravadas pelo atraso de ativação de alguns músculos durante a marcha e pelo déficit sensitivo que acarreta a diminuição da sensação de dor. O resultado pode ser o aparecimento de úlceras plantares, que se não tratadas devidamente levam às amputações⁶.

Em idosos com diabetes, neuropatias periféricas são especialmente problemáticas devido à perda gradual da estabilidade postural, com decréscimos nas oscilações do centro de pressão, e da função sensório-motora, com possíveis adaptações compensatórias de mecanismos musculoesqueléticos. A presença de NDP associada à idade avançada culminam em uma condução nervosa deficitária, o que causa um impacto negativo sobre as atividades da vida diária, inclusive na marcha⁷⁻⁹.

O processo natural da senilidade, por si só, já envolve alterações do sistema musculoesquelético e do sistema somatossensitivo levando ao comprometimento do

controle postural¹⁰⁻¹². Somando-se às alterações nervosas, somatossensitivas e motoras, da NDP¹³, a marcha deste indivíduo sofre alterações, ocorrendo episódios de desequilíbrios. Por conseguinte, com a progressão do quadro de neuropatia, multiplicam-se os riscos de quedas, que constituem um problema de saúde pública no mundo¹³⁻¹⁶.

Gutierrez *et al.*¹⁴, após estudo com 18 mulheres portadoras de diabetes, concluíram que a perda gradual do equilíbrio nesta população pode estar relacionada ao déficit de força muscular de tornozelo encontrado no estudo. Kanade *et al.*¹³, em um estudo envolvendo 84 diabéticos com alterações relativas à neuropatia concluíram que a capacidade e o desempenho da marcha diminuem com a progressão das complicações (nervosas e circulatórias) ocorridas nos pés.

Wallace *et al.*¹⁵, em estudo com 400 diabéticos, observaram que a prevalência de quedas chega a 1,25 por ano e que ocorreu pelo menos um episódio anual de queda em 54% da população estudada. Maurer *et al.*¹⁶, após estudarem 139 idosos, sendo 13% diabéticos e 87% não diabéticos, encontraram incidência de quedas em 78% nos diabéticos e 30% nos não diabéticos e, concluíram que o DM deve ser considerado um fator de risco para quedas e a identificação dos indivíduos nesta situação pode facilitar a tomada de medidas preventivas destinadas a reduzir o risco de quedas.

Diante do exposto, a presente revisão busca levantar na literatura estudos que relatem as características do padrão de marcha e risco de quedas em NDP, bem como, discutir sobre resultados similares e contraditórios destes estudos, para que se possa fornecer orientação em respeito ao rumo que deve ser dado à realização de futuras pesquisas na área.

DESENVOLVIMENTO

Em abril de 2008, foi realizada busca abrangendo as bases de dados da área da saúde: MEDLINE; SCieLO; LILACS; e PEDro. Na estratégia foram cruzados os termos indexados *Neuropatias Diabéticas x Marcha*; *Diabetes Mellitus x Marcha* e *Pé Diabético x Marcha*, nos idiomas inglês e português. As buscas realizadas com todos os cruzamentos permitiram encontrar 250 publicações sobre o assunto. Os resultados da busca foram filtrados, sendo somente utilizadas as publicações de janeiro de 2003 a abril de 2008.

No processo de seleção foi realizada leitura de todos os resumos e optado por incluir nesta revisão apenas artigos relacionados a ensaios clínicos para avaliação das características da marcha de diabéticos. Foram excluídos artigos de revisão, relatos de casos e comunicações breves. Em relação ao perfil da amostra foram selecionados artigos que incluíssem portadores de diabetes tipo I ou II, com ausência de amputações, deformidades ortopédicas e que deambulassem sem assistência. Após este procedimento foram incluídos nesta revisão 15 artigos originais, todos na língua inglesa e escritos por 13 diferentes primeiro autores (Figura 1).

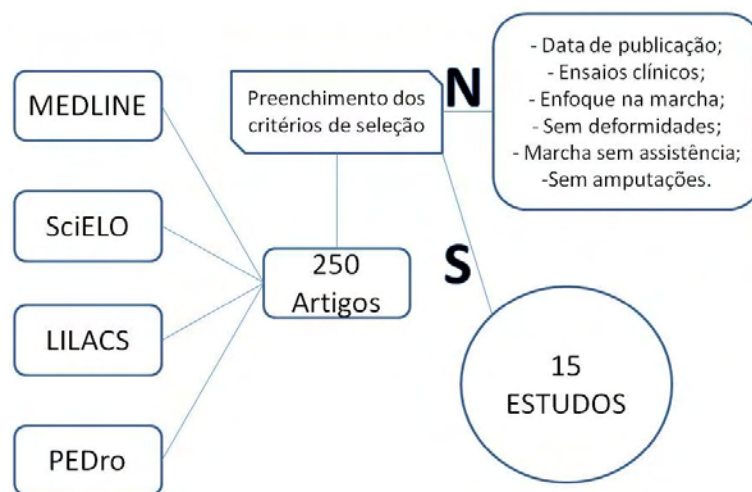


Figura 1. Metodologia para seleção dos artigos incluídos no estudo.

O quadro 1 agrupa os artigos incluídos e sintetiza as principais informações de cada um.

Na coluna “Amostra” são descritos o número e o tipo de população incluída. Onze estudos^{17-23,26,27,29,31} incluem portadores de NDP, sete^{18,24,25,28-31} incluem diabéticos sem neuropatia, três estudos^{17,18,29} incluem NDP que já tiveram úlceras, um estudo²⁷ inclui um grupo NDP que já sofreu queda e onze estudos^{17-19,22-25,28-31} foram controlados com indivíduos não-diabéticos.

Quadro 1. Artigos incluídos no estudo e suas principais informações.

Estudo	Amostra [n] (DM Tipo 1 / Tipo 2)	Critérios de elaboração do perfil da amostra	Proporção entre os sexos (masculino/feminino)	Média(dp) ou mínimo – máximo de idade.	IMC (Índice de massa corpórea) médio	Parâmetros avaliados	Conclusões
Akashi <i>et al.</i> (17)	[45] 19NDP (0/19)	Incluídos: 5 anos de DM; e pontuação de 6 ou	11/8NDP 5/5NDU 8/8CO	57,6(8,5)NDP 53,8(7,9)NDU 51,1(8,3)CO	26,6(4,2)NDP 27,8(4,6)NDU 23,9(2,9)CO	EMG e GRF: Tibial anterior, vasto lateral e	Atraso na ativação do gastrocnêmio e vastos laterais,

	10NDU (0/10) 16CO	mais no MNSI. <u>Excluídos:</u> amputações, idade superior a 65 anos, doença ortopédica ou neurológica do pé, dependência para deambulação, presença de úlceras durante a avaliação e abuso de álcool.				gastrocnêmio lateral durante fase de apoio numa plataforma de força.	em NDU, diminuindo a proporção do momento vertical durante a fase de propulsão que pode comprometer a capacidade de marcha.
D'Ambrogi <i>et al.</i> (18)	[82] 19NDP (9/10) 15NDU (3/12) 27D (8/19) 21CO	<u>Incluídos em NDP/NDU:</u> pontuação >5 no NDS e >25V no VPT. <u>Incluídos em NDU:</u> história prévia de úlcera nas cabeças dos metatarsos 3 meses antes do estudo. <u>Excluídos:</u> idade superior a 70 anos, presença de outras doenças que culminassem no quadro, amputações.	10/9NDP 10/5NDU 19/8D 13/8CO	53,7(10,4)NDP 57,3(9,6)NDU 52,7(12,7)D 56,6(11,8)CO	27,0(4,9)NDP 27,5(4,1)NDU 25,3(3,4)D 25,0(3,1)CO	US e GRF: Espessamento do tendão de Aquiles e da fásia plantar e marcha numa plataforma de força.	Aumento no espessamento do tendão de Aquiles e da fásia plantar, presente na neuropatia, leva a permanência do mecanismo de <i>Windlass</i> durante todo ciclo de marcha.
Gates <i>et al.</i> (19)	[26] 14NDP (N/C) 12CO	<u>Incluídos:</u> IMC>25, ausência de medicações, cirurgias, lesões ou doenças que impedissem a marcha e resposta positiva ao TPS.	12/2NDP 10/2CO	61,0(6,6)NDP 57,6(7,7)CO	30,3(4,4)NDP 29,4(2,2)CO	Eletrogoniômetro: ADM de joelhos, cadência e velocidade durante a marcha fisiológica.	Geração e regulação do intervalo de passos permanecem inalteradas em NDP.
Guldmond <i>et al.</i> (20)	[20] 20NDP (N/C)	<u>Incluídos:</u> pés neuropáticos não deformados e com altos índices de pressão plantar.	17/0NDP	44-78NDP	19,3-46NDP	Palmilha para detecção de índices de pressão plantar e palmilha de posicionamento podal durante a marcha em esteira.	A combinação de uma cúpula e de um apoio suplementar leva a diminuição dos índices de pressão plantar durante a marcha.
Hsi <i>et al.</i> (21)	[10] 10 NDP (N/C)	<u>Incluídos:</u> incapacidade de sentir o monofilamento 5.07 e sem história prévia de ulceração.	3/7NDP	63(9)NDP	-	Palmilha para detecção de pressão plantar e "rocker-sole" durante marcha fisiológica.	Calçados com "rocker-sole" diminuem os índices de pressão plantar levando sua redistribuição durante a marcha.
Kwon <i>et al.</i> (22)	[18] 09NDP (2/7) 09CO	<u>Incluídos:</u> insensibilidade ao monofilamento 5.07 e história de úlcera plantar. <u>Excluídos:</u> demência, amputação, doença neurológica ou ortopédica.	6/3NDP 6/3CO	59,2(11,2)NDP 59,2(12,6)CO	-	Fotogrametria ADM (dorsiflexão com joelhos fletidos, dorsiflexão com joelhos estendidos, eversão e inversão) e EMG do vasto lateral, sóleo, gastrocnêmio	Ativação precoce do sóleo e do gastrocnêmio medial leva a um contato inicial prematuro do antepé com o solo, diminuindo a absorção de impacto e acentuando a fase de apoio da

						medial, e ísquiotibial medial e velocidade durante marcha em superfície plana.	marcha.
Menz <i>et al.</i> (23)	[60] 30NDP (0/30) 30CO	<u>Incluídos:</u> VPT e teste de sensibilidade tátil. <u>Excluídos:</u> doença de Parkinson, amputação, grande cirurgia no pé, deformidades ortopédicas e marcha com assistência.	22/8NDP 22/8CO	55-91NDP 55-91CO	-	Cadência e velocidade da marcha, amplitude do passo, acelerometria da cabeça e da pelve durante marcha em terreno irregular.	Os NDP demonstram diferenças claras entre a estabilidade da cabeça e pelve durante a aceleração, adotando um padrão de marcha mais conservador.
Petrofsky <i>et al.</i> (24)	[55] 25D (0/25) 30CO	<u>Incluídos CO:</u> ausência de DM. <u>Excluídos:</u> incapacidade de sentir 10g de pressão, diminuição da FM e doenças ortopédicas ou articulares nos MMII.	13/12D 19/11CO	61,6(8,6)D 43,2(19,5)CO	28,4(6,0)D 22,3(3,5)CO	Cadência e velocidade da marcha: acelerometria EMG: gastrocnêmio medial e tibial anterior. Sensores plantares durante a marcha.	Em D a marcha está comprometida com passos incertos e amplitude aumentada.
Petrofsky <i>et al.</i> (25)	[31] 15D (0/15) 16CO	<u>Incluídos:</u> 5 anos de DM (glicose sérica >126mg), idade entre 40-70 anos, sem história de quedas, doenças ortopédicas ou articulares. <u>Excluídos:</u> déficit de FM, sensibilidade ou ADM.	8/8D 7/8CO	57(5,1)D 56(6,3)CO	-	Cadência e velocidade da marcha: acelerometria Índices de pressão plantar: palmilha transdutora.	Diabéticos apresentam distúrbios na marcha e riscos para queda, anteriormente as perdas sensitivas. A perda do equilíbrio leva à redistribuição de pressões nos pés.
Richardson <i>et al.</i> (26)	[42] 42NDP (N/C)	<u>Incluídos:</u> idade entre 45-85 anos, sintomas de NDP, deambulação sem assistência, falar e entender inglês, sinais clínicos e no EMG de NDP. <u>Excluídos:</u> peso >136Kg, doenças neurológicas, musculoesqueléticas amputações, EMG de outras doenças.	22/20NDP	65,9(10,4)NDP	32,1(6,9)NDP	Largura, comprimento do passo, velocidade da marcha e introdução de métodos assistivos.	A inserção de métodos assistivos pode colaborar para evitar o risco de quedas em pacientes diabéticos.
Richardson <i>et al.</i> (27)	[42] 22NDQ (N/C) 20NDP (N/C)	<u>Incluídos:</u> idade entre 50-85 anos, sintomas de NDP, deambulação sem assistência, falar e entender inglês, sinais clínicos e EMG de NDP. <u>Excluídos:</u> peso >136Kg, enfermidades neurológicas, musculoesqueléticas distúrbio de	8/14NDQ 6/14NDP	64,7(9,8)NDP	31,8(6,6)NDP	Largura, comprimento do passo, velocidade da marcha.	Em superfícies irregulares, NDQ tem maior variabilidade do passo e adaptabilidade do andar que NDP.

		equilíbrio, amputação, respostas anormais a testes neuroológicos.					
Sacco <i>et al.</i> (28)	[40] 20D (0/20) 20CO	<u>Excluídos:</u> idade >65 anos, presença de úlcera plantar durante a avaliação, uso de assistência para andar, vestibulopatia, doença vascular periférica, enfermidade muscular, reumática, neurológica ou visual, uso abusivo de álcool e amputações.	8/8D 12/8CO	51,5(11,2)D 40,1(10,4)CO	-	EMG: tibial anterior, vasto lateral, gastrocnêmio lateral e respectivos GRF.	Além dos danos dos recursos sensitivos e motores, a NDP leva a alterações do mecanismo intrínseco de controle motor ineficiência da articulação do tornozelo o que gera danos no equilíbrio e progressão da marcha.
Turner <i>et al.</i> (29)	[103] 28NDP (N/C) 25NDU (N/C) 25D (N/C) 25CO	<u>Incluídos em NDP e NDU:</u> VPT, falta de sensibilidade ao monofilamento de 10g (5.07) e deformidades nos pés. <u>Excluídos:</u> doença musculoesquelética articular, ou cirurgia no pé, neuropatia periférica de outras causas, enfermidade visual significante ou doença arterial periférica.	15/13NDP 20/5NDU 14/11D 14/11CO	64(56-71)NDP 59(52-65)NDU 61(50-68)D 59(52-64)CO	27,0(25,2-29,1)NDP 29,7(25,9-32,4)NDU 26,5(24,3-30,0)D 25,0(23,8-30,6)CO	ADM de pés e índices de pressão plantar com palmilha transdutora.	A dorsiflexão limitada da 1ª MTF indica que esta é mais informativa para identificar indivíduos com aumento de pressão plantar e risco de úlceras, quando comparada à inversão/eversão.
Yavuz <i>et al.</i> (30)	[35] 15D (10/5) 20CO	<u>Incluídos:</u> déficit de sensibilidade ao monofilamento 5.07. <u>Excluídos:</u> úlceras, grandes deformidades, cirurgias e dores nos pés.	12/3D 12/8CO	60,5(10,1) D 45,8(19,8) CO	29,2(8,0)D 24,9(3,4)CO	Índices de pressão plantar com plataforma de força.	Indivíduos D têm maior força de cisalhamento na planta dos pés em deslocamento AP e ML que os CO.
Yavuzer <i>et al.</i> (31)	[66] 20NDP (N/C) 20D (N/C) 20CO	<u>Excluídos:</u> úlceras, pés <i>Charcot</i> , enfermidades neurológicas, reumáticas, ou musculares.	12/8NDP 12/14D 10/10CO	61,7(8,5)NDP 58,2(9,5)D 60,9(5,9)CO	29,5(4,5)NDP 30,3(5,9)D 28,9(5,1)CO	Análise qualitativa de marcha por meio de fotogrametria e software específico. Velocidade e cadência da marcha e amplitude do passo.	Neuropatia compromete a marcha de diabéticos, mas características ósseas, musculares e teciduais também parecem estar envolvidas neste processo.

Amostra: CO: Controles; D: Diabéticos; NDP: Neuropatas diabéticos; NDU: Neuropatas diabéticos ulcerados; NDQ: Neuropatas diabéticos que já sofreram quedas; N/C: Não consta. **Crítérios de elaboração do perfil da amostra:** DM: Diabetes Mellitus; MNSI: Michigan Neuropathy Screening Instrument; NDS: Neuropathy Disability Score; VPT: Limiar de sensibilidade vibratória; TPS: Teste de sensibilidade somatossensitiva; ND: Neuropatia diabética; MMII: Membros inferiores; ADM: Amplitude de movimento; FM: força muscular; EMG: Eletromiografia. **Parâmetros avaliados:** US: Ultrassom; GRF: Força de reação ao solo. **Conclusões:** MTF: Articulação metatarsofalângica; AP: Antero-posterior; ML: Médio-lateral.

Quatro estudos^{24,25,28,30} não incluíram NDP, comparando um grupo diabético sem neuropatia com controle não-diabéticos.

Na coluna “Critérios de elaboração do perfil da amostra” são descritos os parâmetros de inclusão e exclusão dos estudos para eliminação de possíveis variáveis que causem confusão. Dez estudos^{17-19,21-23,26,27,29,30} descreveram algum critério para confirmação de NDP, sete^{17,18,22,23,26-28} descreveram a exclusão de amputados, seis^{17,18,25-28} tiveram critérios relacionados à idade, seis^{17-19,22,24,25} excluíram portadores de enfermidades ortopédicas, dez^{17-19,22,23,26-29,31} excluíram portadores de doenças neurológicas, seis^{18,19,26,27,29,31} excluíram portadores de moléstias musculoesqueléticas, cinco^{17,23,26-28} descreveram a exclusão de dependentes de assistência para deambulação e quatro^{17,28,30,31} excluíram indivíduos portadores de úlceras no momento da avaliação.

Nas colunas “Proporção entre os sexos”, “Média ou mínimo e máximo de idade” e “IMC” estão relacionados, respectivamente, proporção entre indivíduos do gênero masculino e feminino, idade média ou máxima e mínima e IMC distribuídos para cada grupo.

Na coluna “Parâmetros avaliados” estão descritos os métodos de avaliação para cada ensaio clínico. Estes parâmetros foram divididos em dois grandes grupos:

1) Parâmetros cinemáticos quantitativos (Tabela 1):

- Mensuração da velocidade, observadas em oito estudos^{19,22-27,31};
- Mensuração da cadência da marcha, observada em três estudos^{19,23,31}.
- Mensuração da amplitude do passo, observada em quatro estudos^{23,26,27,31};
- Variabilidade do tempo do passo, observada em três estudos^{23,26,27}.
- Relação temporal entre fase de apoio e balanço, observada em três estudos^{22,24,25}.

Tabela 1. Média, Desvio-padrão e Amplitude de alguns parâmetros cinemáticos quantitativos encontrados.

Variáveis	Média		Desvio-padrão		Amplitude	
	DM	CO	DM	CO	DM	CO
Velocidade (m/s)	0,87	1,16	0,17	0,21	0,70-1,25	0,90-1,45
Cadência (passos/s)	1,47	1,52	0,30	0,44	1,12-1,66	1,01-1,78
Amplitude do passo (m)	0,52	0,59	0,04	0,08	0,48-0,59	0,52-0,68
Variabilidade do tempo do passo (s)	0,05	0,03	0,01	0,004	0,044-0,073	0,031-0,038
Relação temporal apoio/balanço	1,55	1,42	0,04	0,005	1,51-1,58	1,42-1,43

DM: Portadores de diabetes mellitus; CO: Controles não-diabéticos.

- Acelerometria: Três estudos utilizaram o acelerômetro como material de coleta de dados²³⁻²⁵. Um estudo²³ considerou a aceleração na pelve e na cabeça, além da aceleração vertical e concluiu que diabéticos, no geral, possuem uma média de aceleração 13,13% menor nestes parâmetros quando comparados aos controles. Um estudo²⁴ verificou a acelerometria na articulação do joelho e outro estudo²⁵ dispôs acelerômetros nos ombros; quadris; joelhos e tornozelos, constatando, também, que a aceleração em todas as articulações de diabéticos encontra-se diminuída em relação aos controles.

- Tempo de ativação muscular: Quatro estudos^{17,22,24,28} utilizaram o tempo de ativação muscular mensurado pela eletromiografia. Dois deles^{22,24} verificaram os resultados da ativação muscular durante as fases do ciclo da marcha e verificaram atrasos de ativação em relação aos controles. O primeiro estudo¹⁷, com o uso de plataforma de força, verificou o tempo de ativação dos músculos vasto lateral, gastrocnêmio lateral e tibial anterior na fase de apoio, constatando atraso na ativação muscular dos dois primeiros e o segundo estudo²⁸ verificou a ativação do vasto lateral e tibial anterior na marcha em esteira ergométrica e constatou atraso de ativação do dorsiflexor.

- Amplitude de movimento das articulações: Três estudos^{22,29,31} realizaram a medida da ADM de articulações dos membros inferiores. Dois deles^{29,31} avaliaram durante a realização da marcha: um estudo utilizou sistema de sensores, enquanto que o outro utilizou sistema de vídeo e *software*. Um estudo²² verificou a ADM durante o repouso, através de goniômetro. Em todas as pesquisas foi constatado que neuropatas diabéticos apresentam diminuição da ADM nos tornozelos e articulações dos pés.

2) Parâmetros cinéticos:

- Força de reação ao solo: Dois estudos^{17,18} pesquisaram a força de reação ao solo por meio de plataforma de força. O primeiro estudo¹⁷ buscou relacionar as forças de reação ao solo (GRF) com a atividade muscular de determinados músculos e foi constatado que quanto maior o comprometimento sensitivo dos pés, mais comprometida se torna a fase de contato inicial e de pré-balanço devido à fraqueza da musculatura envolvida. Já o segundo estudo¹⁸ verificou as GRF durante as fases do ciclo da marcha, e constatou que a NDP leva a um aumento da GRF relacionado com a fase de apoio, principalmente no período da propulsão ou pré-balanço.

- Pressão plantar: Quatro estudos^{20,21,29,30} verificaram a distribuição de pressão nas plantas dos pés. Um deles³⁰ utilizou plataforma de força, comparou as resultantes da força de cisalhamento em algumas regiões plantares e concluiu que diabéticos estão mais sujeitos às consequências dessa força que os controles. Os três demais^{20,21,29} utilizaram palmilha transdutora de índices de pressão. Dois deles^{20,21} tiveram enfoque em dispositivos para melhorar a distribuição da pressão, constatando melhora na distribuição de pressão plantar, por meio de palmilha de posicionamento²⁰ ou de adaptação adequada no calçado²¹. Já no terceiro²⁹, que buscou correlacionar sítios de hiper-pressão plantar com ADM de algumas articulações dos pés, foi observada associação significativa dessas condições apenas na primeira articulação metatarsal.

É sabido que diabéticos têm menor velocidade da marcha e amplitude do passo quando lhes é solicitado a deambular em uma superfície plana, em linha reta. No entanto, poucos são os estudos que tentam simular um padrão de marcha que se aproxime melhor daquele realizado no cotidiano. Merecem destaque os estudos²³⁻²⁷ que utilizam como método a locomoção em superfícies irregulares e com períodos de parada e retorno à caminhada. Esta forma de avaliação deve ser mais utilizada pela maior proximidade com a atividade real, uma vez que, em tais estudos ficou claro que essa é a grande dificuldade na deambulação de indivíduos com NDP.

Estudos que visaram correlacionar alguns parâmetros da marcha com riscos de queda também merecem ser salientados. As alterações nervosas intrínsecas causadas pela NDP, que acabam culminando no aumento da propensão às quedas, ocorrem porque a neuropatia compromete a velocidade de condução nervosa às fibras musculares rápidas, o que colabora para a diminuição do torque na região do tornozelo e, por conseguinte, a estabilidade médio-lateral na fase de apoio simples²³.

Um dos estudos¹⁹ utilizou a associação não-linear para tentar prever quedas pela teoria fractal. No entanto, a associação entre a presença NDP com episódios de quedas e a dinâmica fractal não demonstrou significância. Dois estudos^{23,27} concordam que na realização da marcha sob superfície plana e boa luminosidade, os neuropatas sem restrição visual não apresentam perda de equilíbrio. Nessas condições apenas adotam um padrão mais conservador da marcha, com amplitude do passo, velocidade e cadência da marcha diminuídos. Todavia, se os locais se

tornam inadequados, com superfícies irregulares e pouca luminosidade, os indivíduos passam a ter maiores desequilíbrios e dificuldade de deambulação.

Um estudo²⁶ realizou intervenção com diferentes tipos de auxílio, tais como bengala, apoio em uma superfície vertical (parede) e órteses, durante a execução da marcha de neuropatas. Este estudo concluiu que os auxílios utilizados melhoram a regularidade da marcha sob condições irregulares e baixa luz. Esta intervenção pode permitir aos pacientes manter a otimização da marcha e diminuir a propensão às quedas perante circunstâncias difíceis.

Em relação à atividade muscular alguns estudos^{17,18,22,28} concordam com a disfunção na ativação do tríceps sural na fase de apoio terminal e pré-balanço. Segundo esses autores, essa alteração faz com que no final da fase de apoio, momento em que o tríceps age de maneira concêntrica para impulsionar o pé contra o solo, não haja a flexão plantar esperada. Essa situação encurta a fase de balanço, pois o membro não impulsionado adequadamente, tocará prematuramente o solo no próximo apoio, diminuindo a absorção de impactos, gerando déficits no equilíbrio e progressão da marcha.

Dois estudos^{20,21} verificaram a eficácia da utilização de palmilhas e calçado específico para diminuição da hiperpressão plantar de diabéticos com NDP. O primeiro²⁰ fez uso de uma palmilha com aumento do arco plantar e o segundo²¹ utilizou um calçado com mecanismo “*rocker-sole*” (elevação de determinadas regiões da sola do sapato visando aliviar as áreas de hiperpressão plantar). Ambos concluíram que a adoção destes utensílios levou à diminuição da pressão das regiões plantares envolvidas.

CONCLUSÕES

Foi possível notar que, para a elaboração do perfil da amostra e distribuição dos indivíduos nos grupos, são muitas as ferramentas utilizadas para a confirmação diagnóstica da NDP desde questionários validados, exames clínicos simples até os mais sofisticados. Em geral, todas essas ferramentas foram eficazes para discriminar o(s) grupo(s) neuropata(s) dos não-neuropata(s), devido às diferenças significantes observadas nas variáveis coletadas. Contudo, dentro desse parâmetro, nota-se uma falta de registro do nível de atividade física dos participantes, o que pode influenciar nos resultados obtidos. Além disso, não é comum encontrar a descrição do grau de comprometimento pela NDP entre os indivíduos, fato que

também pode se tornar um parâmetro de confusão na interpretação dos resultados. Alguns poucos estudos relatam apenas o tempo de diagnóstico de DM, porém este pode ser um dado um tanto vago, pois se o enfermo está em tratamento, a progressão da NDP pode ser retardada.

Em síntese, parece que a NDP leva a déficits na amplitude do passo, velocidade e cadência da marcha, em condições normais (terreno plano, linha reta e velocidade constante), além de déficits de equilíbrio e coordenação, em condições especiais (aclives, declives e terrenos irregulares). Além disso, os neuropatas apresentam dificuldade na fase de apoio terminal e pré-balanço devido à alteração de ativação do tríceps sural e contato inicial adequado com o antepé, sem absorção de choques. Pode ser observado, ainda, aumento nos índices de pressão plantar devido à própria patogenia da NDP associada aos mecanismos intrínsecos do descontrole glicêmico, como comprometimento ósseo e tecidual.

Indagações sobre exato mecanismo de quedas e como contribuir para preveni-las, ainda deverão ser alvo de futuras pesquisas. Deve-se buscar, nas próximas pesquisas, correlacionar os fatores relacionados aos riscos de quedas – velocidade e cadência da marcha, variabilidade e amplitude do passo, relação temporal entre fase de apoio e balanço e acelerometria – pesquisados por grande parte dos autores, com a atividade muscular, bem como, com os picos de pressão plantar nas diversas fases da marcha em condições normais e em condições especiais. Atividades que incluam a prática do cotidiano ou da vida real devem ser inseridas, tanto em simulações para realização de pesquisas, quanto para se traçar estratégias de tratamento, uma vez que se sabe que o padrão de deambulação dos portadores de NDP é dificultado por essas condições.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Wild S, Roglic G, Green A, Sicree R, King H Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030 *Diabetes Care* 2004;27(5):1047-53.
2. Gregg EW, Paulose-Ram R, Gu Q, Eberhardt MS, Wolz M, Burt V *et al.* Prevalence of Lower-Extremity Disease in the U.S. adult population >40 years of age with and without diabetes *Diabetes Care* 2004;27(7):1591-7.
3. Vinik AI, Park TS, Stansberry KB, Pittenger GL Diabetic neuropathies *Diabetologia* 2000;43(8):957-73.

4. Boulton AJM, Malik RA, Arezzo JC, Sosenko JM. Diabetic Somatic Neuropathies *Diabetes Care* 2004;27(6):458-86.
5. Andersen H, Gadeberg PC, Brock B, Jakobsen J. Muscular atrophy in diabetic neuropathy: a stereological magnetic resonance imaging study *Diabetologia* 1997;40(9):1062-9.
6. Porciúncula MVP, Rolim LCP, Garofolo L, Ferreira SRG Análise de fatores associados à ulceração de extremidades em indivíduos diabéticos com neuropatia periférica *Arq Bras Endocrinol Metabol* 2007;51(7):1134-42.
7. Giacomozzi C, Caselli A, Macellari V, Giurato L, Lardieri L, Uccioli L *Diabetes Care* 2002;25(8):1451-7.
8. Sacco ICN, Amadio AC A study of biomechanical parameters in gait analysis and sensitive cronaxie of diabetic neuropathic patients *Clin Biomech* 2000;15(3):196-200.
9. Witzket KA, Vinik AI Diabetic Neuropathy in Older Adults *Rev Endocr Metab Disord* 2005;6(2):117-27.
10. Freiburger E, Menz HB Characteristics of falls in physically active community-dwelling older people *Z Gerontol Geriat* 2006;39(4):261-7.
11. Hollman JH, Kovash FM, Kubik JJ, Linbo RA Age-related differences in spatiotemporal markers of gait stability during dual task walking *Gait Posture* 2007;26(1):113-9.
12. Alfieri FM Distribuição da pressão plantar em idosos após intervenção proprioceptiva *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2008;10(2):137-42.
13. Kanade RV, VanDeursen RWM, Harding K, Price P Walking performance in people with diabetic neuropathy: benefits and threats *Diabetologia* 2006;49(8):1747-54.
14. Gutierrez EM, Helber MD, Dealva D, Ashton-Miller JA, Richardson JK Mild diabetic neuropathy affects ankle motor function *Clin Biomech* 2001;16(6):522-28.
15. Wallace C, Reiber GE, LeMaster J, Smith DG, Sullivan K, Hayes S, Vath C Incidence of falls, risk factors for falls, and fall-related fractures in individuals with diabetes and a prior foot ulcer *Diabetes Care* 2002;25(11):1983-6.
16. Maurer MS, Burcham J, Cheng H Diabetes mellitus is associated with an increased risk of falls in elderly residents of a long-term care facility *J Gerontol* 2005;60(9):1157-62.
17. Akashi PMH, Sacco ICN, Watari R, Hennig E The effect of diabetic neuropathy and previous foot ulceration in EMG and ground reaction forces during gait *Clin Biomech* 2008;23(5):584-92.

18. D'Ambrogi E, Giacomozzi C, Macellari V, Uccioli L Abnormal foot function in diabetic patients: the altered onset of Windlass mechanism *Diabet Med* 2005;22(12):1713-9.
19. Gates DH, Dingwell JB Peripheral neuropathy does not alter the fractal dynamics of stride intervals of gait *J Appl Physiol* 2007;102(3):965-71.
20. Guldemond NA, Leffers P, Schaper NC, Sanders AP, Nieman F, Willems P, Walenkamp GHM The effects of insole configurations on forefoot plantar pressure and walking convenience in diabetic patients with neuropathic feet *Clin Biomech* 2007;22(1):81-7.
21. Hsi WL, Chai HM, Lai JS Evaluation of rocker sole by pressure-time curves in insensate forefoot during gait *Am J Phys Med Rehabil* 2004;83(7):500-6.
22. Kwon OY, Minor SD, Maluf KS, Mueller MJ Comparison of muscle activity during walking in subjects with and without diabetic neuropathy *Gait Posture* 2003;18(1):105-13.
23. Menz HB, Lord SR, St George R, Fitzpatrick RC Walking stability and sensorimotor function older people with diabetic peripheral neuropathy *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(2):245-52.
24. Petrofsky JS, Lee S, Cuneo ML Gait characteristics in patients with type 2 diabetes; improvement after administration of rosiglitazone *Med Sci Monit* 2005;11(6):PI43-51.
25. Petrofsky JS, Lee S, Bweir S Gait characteristics in people with type 2 diabetes mellitus *Eur J Appl Physiol* 2005;93(5-6):640-7.
26. Richardson JK, Thies SB, DeMott TK, Ashton-Miller JA Interventions improve gait regularity in patients with peripheral neuropathy while walking on an irregular surface under low light *A Am Geriatr Soc* 2004;52(4):510-5.
27. Richardson JK, Thies SB, DeMott TK, Ashton-Miller JA Gait analysis in a challenging environmental differentiates between fallers and nonfallers among older patients with peripheral neuropathy *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86(8):1539-44.
28. Sacco ICN, Amadio AC Influence of the diabetic neuropathy on the behavior of electromyographic and sensorial responses in treadmill gait *Clin Biomech* 2003;18(5):426-34.
29. Turner DE, Helliwell PS, Burton AK, Woodburn J The relationship between passive range of motion and range of motion during gait and plantar pressure measurements *Diabet Med* 2007;24(11):1240-6.
30. Yavuz M, Tajaddini A, Botek G, Davis BL Temporal characteristics of plantar shear distribution: Relevance to diabetic patients *J Biomech* 2008;41(3):556-9.

31. Yavuzer G, Yetkin I, Toruner FB, Koca N, Bolukbas N Gait deviations of patients with diabetes mellitus: looking beyond peripheral neuropathy *Eura Medicophys* 2006; 42(2):127-33.

ARTIGO II
O EQUILÍBRIO E A FORÇA ISOMÉTRICA DE TORNOZELOS PODEM PREDIZER
OS PARÂMETROS ESPAÇO TEMPORAIS DA MARCHA EM DIABÉTICOS COM
NEUROPATIA PERIFÉRICA?

M. R. Camargo, C. E. P. T. Fregonesi: Laboratório de Estudos Clínicos em Fisioterapia, Departamento de Fisioterapia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, SP, Brasil.

Autor correspondente: Marcela Regina Camargo. Departamento de Fisioterapia. Rua Roberto Simonsen, 305. Presidente Prudente, SP, Brasil. CEP 19060-900. Telefone: +55 +18 3229 5365 Ramal 213 Fax: +55 +18 3229 5365. E-mail: amy.marcela@gmail.com

RESUMO

Objetivo/Hipótese: A neuropatia diabética periférica (NDP) causa déficit de equilíbrio e força muscular de tornozelos que pode ter relação com a perda da qualidade da marcha. O estudo propôs verificar a presença de déficits no equilíbrio, na força muscular isométrica de tornozelos e nos parâmetros espaço temporais da marcha de sujeitos com NDP, além de investigar se esses déficits podem ter uma relação entre si. Métodos: Trinta indivíduos com NDP foram comparados a 30 indivíduos não-diabéticos. Os parâmetros espaço temporais da marcha foram avaliados através da cronometragem de tempo para deambular numa distância fixa, em duas situações: velocidade habitual e rápida. O equilíbrio estático foi avaliado através do *Functional Reach*; o equilíbrio dinâmico, através do *Time Up and Go Test* e a força muscular isométrica foi avaliada com um dinamômetro digital portátil. Foram utilizadas análises de variâncias (ANOVA e MANOVA), para verificação de diferenças significantes, e análise de regressão linear múltipla, buscando preditores para os déficits da marcha. Resultados: Todos os parâmetros avaliados estiveram comprometidos no grupo NDP. As variáveis equilíbrio dinâmico e força isométrica de tornozelos foram as únicas capazes de predizer as alterações espaço temporais da marcha, o que ocorreu mais intensamente quando essa foi realizada rapidamente. Conclusões/Interpretações: Existe uma relação entre os parâmetros espaço temporais da marcha e o equilíbrio e o déficit de força de tornozelos em indivíduos com NDP.

PALAVRAS-CHAVE

Diabetes mellitus; Dinamômetro de força muscular; Equilíbrio musculoesquelético; Força Muscular; Marcha; Neuropatias diabéticas.

ABREVIações

DM: Diabetes Mellitus.

EVA: Etil Vinil Acetato.

FCT/UNESP: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista.

NDP: Neuropatia Diabética Periférica.

FR: Functional Reach Test.

TUG: Time Up and Go Test.

INTRODUÇÃO

Atualmente, o Diabetes Mellitus (DM) pode ser considerado a enfermidade crônica de maior morbi-mortalidade do mundo [1]. Isso ocorre não somente devido à doença em si: suas complicações crônicas são, em grande parte, responsáveis pelo fato [2].

A neuropatia diabética periférica (NDP), principal dentre essas comorbidades, atinge cerca de 40-80% dos diabéticos, dependendo do método para o diagnóstico [3-7]. A lesão dos nervos periféricos ocorre de maneira insidiosa e se inicia pela perda de sensibilidade seguida do comprometimento dos nervos motores [8]. Com a progressão do quadro clínico, o sistema neuro-sensório-motor é atingido como um todo, levando a alterações teciduais e biomecânicas dos pés que, impreterivelmente, acarretam desordens no equilíbrio e perda de força muscular, prejudicando o padrão de deambulação [7,9]. Uma vez comprometida, a marcha sofre modificações, o que pode estar relacionado com o desenvolvimento de adaptações no andar, na tentativa de minimizar os efeitos dessas alterações [10,11].

Em princípio, tais adaptações não geram riscos ao diabético. No entanto, com a evolução do quadro neuropático, as respostas às perturbações do equilíbrio, bem como as respostas antecipatórias aos episódios de instabilidade, acabam comprometidas, o que inevitavelmente expõem essa população a uma maior propensão de sofrerem quedas [12]. Além disso, a progressão da enfermidade também provoca, seja pelo déficit de ativação da musculatura [13], seja pelo envolvimento da estrutura miofascial [14,15], evidente fraqueza da musculatura, que pode se tornar um dos determinantes para a perda da qualidade na deambulação.

Sabe-se, portanto, que a NDP provoca alterações no padrão da marcha, equilíbrio e força muscular e, por esse motivo, alguns pesquisadores vêm estudando os fenômenos decorrentes da neuropatia que comprometem a dinâmica do movimento [16-18]. Contudo, ainda permanece obscuro na literatura, como os diferentes aspectos do sistema neuro-sensório-motor se relacionam entre si. A avaliação e a provável associação entre certos parâmetros da deambulação, do equilíbrio e da força muscular, para realização de diferentes tarefas, em portadores de NDP, podem trazer explicações sobre o real mecanismo de envolvimento de tal sistema.

Diante do exposto, o presente estudo teve por objetivo avaliar os parâmetros espaço temporais da marcha, o equilíbrio estático e dinâmico e a força muscular isométrica de tornozelo em um grupo de portadores de NDP e em um grupo controle não-diabético. E, ainda, investigar se os prováveis déficits encontrados nos parâmetros espaço temporais da marcha poderiam estar relacionados com alterações na força muscular e no equilíbrio, e se esses variam em decorrência da exigência da tarefa.

MÉTODOS

Aspectos Éticos

A presente investigação foi realizada de acordo com os princípios éticos da Declaração de Helsinque, revisada em 2000. Foi obtido um termo de consentimento livre e esclarecido, o qual foi lido e assinado por cada participante. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista (FCT/UNESP), Presidente Prudente, SP, Brasil, sob o parecer com protocolo n.º 251/2008.

Sujeitos

Foram convidados a participar do estudo 60 indivíduos, 30 portadores de NDP e outros 30 controles não-diabéticos. Os portadores de NDP vieram encaminhados do Projeto de Extensão Universitária “Programa Pé Diabético” da FCT/UNESP – Presidente Prudente.

CrITÉrios de seleção

Foi realizado o teste de glicemia pós-prandial em ambos os grupos, como medida de segurança no grupo NDP e para exclusão do diagnóstico de DM no grupo controle. Para confirmação diagnóstica da NDP, foi aplicado o *Michigan Neuropathy Screening Instrument* (MNSI) [19] e realizado o teste de sensibilidade somatossensitiva com os monofilamentos Semmes-Weinsten [20,21], em ambos os pés. Foram incluídos os indivíduos com pontuação superior a 8,0 no MNSI [22,23] e insensibilidade ao monofilamento de 10g (corresponde ao 5.07) [24].

Crêterios de exclusão

Foram excluídos do estudo os sujeitos com deformidades osteoarticulares; úlceras plantares; amputa o de membros inferiores; deambula o com dispositivos auxiliares; diagnóstico de outra doença neurológica que afetasse o padrão de marcha; déficit visual importante e não-corrigido;  ndice de massa corpórea (IMC) superior a 40 kg/m² e incapacidade de compreensão para realiza o dos testes.

Instrumenta o e procedimentos

Avalia o dos aspectos espaço temporais da marcha

A mensura o da cadência e velocidade da marcha e amplitude do passo foi realizada de acordo com o estudo de Nagasaki et al. [25], no qual o indivíduo deve caminhar 11m em um corredor plano, inicialmente em velocidade habitual e, posteriormente, em velocidade rápida, sem correr.

No trajeto, retilíneo e plano, foram demarcados os seguintes pontos, para uso do examinador:

- Ponto 1 (0m): Local onde foi iniciada a marcha;
- Ponto 2 (3,0m): Marco de início da contagem de passos e disparada do cron metro;
- Ponto 3 (8,0m): Marco de término da contagem de passos e travamento do cron metro;
- Ponto 4 (11m): Local onde foi solicitado ao sujeito parar de deambular (apontado por um obstáculo).

Foram desconsiderados os três primeiros e os três últimos metros, pois se referem aos períodos de acelera o e desacelera o e, por esse motivo, são intervalos de velocidade inconstante. O pesquisador cronometrou o tempo gasto e registrou o número de passos nos cinco metros intermediários. O início da contagem foi dado com o fechamento do primeiro passo dentro dos cinco metros intermediários (após passagem pelo ponto 2) e essa foi concluída após o primeiro passo fora da distância intermediária (após passagem pelo ponto 3).

Após realiza o do teste, os valores da amplitude do passo, cadência da marcha foram obtidos através das equa es (1) e (2), respectivamente.

$$Amplitude = \frac{\Delta Distância}{N^{\circ} de Passos} \quad (1)$$

$$Cadência = \frac{N^{\circ} de Passos}{\Delta Tempo} \quad (2)$$

Ainda, de acordo com Nagasaki et al. [25], para cálculo da média da amplitude do passo e cadência da marcha, foi necessário aplicar uma equação que corrigisse a altura dos membros inferiores, posto que o comprimento desses pode influenciar nestas variáveis. Para a correção da amplitude do passo foi utilizada a equação (3) e para a correção da cadência, a equação (4).

$$AmplitudePasso_{corrigida} = \frac{AmplitudePasso}{\left(\frac{AlturaMembroInferior}{AlturaMédiaMembroInferior} \right)} \quad (3)$$

$$Cadência_{corrigida} = Cadência \left(\frac{AlturaMembroInferior}{AlturaMédiaMembroInferior} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

Em seguida, foi aplicada a equação (5), para se obter os valores, já corrigidos, de velocidade média do indivíduo.

$$Velocidade_{corrigida} = AmplitudePasso_{corrigida} \times Cadência_{corrigida} \quad (5)$$

A altura dos membros inferiores foi calculada subtraindo-se a altura do tronco da estatura total do indivíduo – equação (6). Para determinação da altura do tronco, foi solicitado que o participante se sentasse em um banco de altura padronizada (0,5m), onde foi medida a distância entre o chão e a superfície superior da cabeça do indivíduo. Em seguida, subtraiu-se dessa medida a altura do banco, equação (7).

$$AlturaMembroInferior = Estatura - AlturaTronco \quad (6)$$

$$AlturaTronco = DistânciaChãoVértex - AlturaBanco \quad (7)$$

Avaliação do equilíbrio

Foram realizados testes para avaliação do equilíbrio estático e do equilíbrio dinâmico. No primeiro, foi utilizado o teste “*Functional Reach*” (FR) [26], no qual o

indivíduo foi orientado a se posicionar, em ortostatismo, lateralmente a uma parede, com os pés separados e alinhados aos ombros, braços fletidos a 90° com cotovelos e punhos estendidos. Sem movimentar os pés, foi à ele solicitado, alongar o corpo à frente o máximo possível, sem perder o equilíbrio ou encostar à parede, sem fletir os joelhos ou realizar flexão plantar de tornozelos, mantendo o braço na posição horizontal. O teste foi realizado, em tentativa única, bilateralmente e foi registrada a distância, em centímetros (cm), percorrida pelos membros superiores esquerdo e direito, através de uma régua pré-fixada à parede.

No segundo teste, “*Time Up and Go*” (TUG) [27] para o equilíbrio dinâmico, foi solicitado ao indivíduo se posicionar sentado em uma cadeira e, ao sinal do examinador, foi requerido que ele se levantasse, andasse três metros, voltasse e sentasse novamente, o mais rápido possível sem correr. Foi registrado o tempo decorrido, em segundos, para realização da tarefa.

Avaliação da força muscular isométrica de tornozelos

O uso do dinamômetro portátil tem sido amplamente descrito na literatura, testado e validado em populações com fraqueza muscular neuropática [28] e com risco a quedas [29].

No presente estudo, a avaliação da força muscular de dorsiflexores e plantiflexores de tornozelos foi realizada com um dinamômetro digital portátil reversível, modelo DD-300 (Instrutherm, São Paulo, Brasil), que possui célula de carga desacoplada da unidade principal.

Para mensurar a força de dorsiflexores, foi solicitado ao indivíduo sentar-se sobre um divã (0,70m de altura) e posicionar um dos membros inferiores sobre uma pequena mesa (0,30m de altura), mantendo 90° de flexão nas articulações de quadril, joelho e tornozelo e o alinhamento no plano sagital. Essa mesa, desenvolvida no Laboratório de Estudos Clínicos em Fisioterapia (LECFisio) da FCT/UNESP, é constituída de dois andares. O superior possui dois orifícios por onde chega e sai um cabo de aço, formando uma alça sob a qual num primeiro momento o pé e, num segundo momento, a perna do voluntário foram posicionados. No andar inferior, localizado há 0,05m do chão, encontra-se o cabo de aço, com uma extremidade presa à célula de carga fixada à mesa e com a outra extremidade presa

a uma catraca, que permite um perfeito ajuste do cabo no membro avaliado (Figura 1).

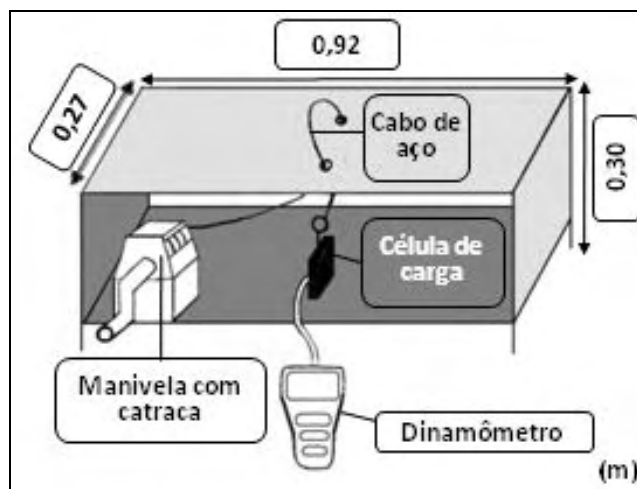


Figura 1 – Mesa utilizada para avaliação da força isométrica do tornozelo.

Para mensuração da força muscular do grupo dorsiflexor do tornozelo, a alça, formada pelo segmento do cabo de aço encontrado no andar superior da mesa, foi posicionada sobre as articulações metatarsofalângicas, com uma proteção de borracha etil vinil acetato (EVA) para não causar lesões na pele do sujeito. Em seguida, com o uso da manivela, o cabo de aço foi ajustado perfeitamente sobre o antepé do voluntário, de maneira a não permitir movimento. Foi solicitado ao indivíduo, então, que realizasse força isométrica no sentido de dorsiflexão de tornozelo (Figura 2A). O dinamômetro, conectado à célula de carga, registrou o pico de força, em kilogramas (Kg).

Para mensuração da força muscular do grupo plantiflexor do tornozelo, a alça foi colocada na extremidade distal do fêmur, com uma proteção de borracha EVA, sendo esse posicionamento mantido pelo alinhamento dos orifícios de chegada e saída do cabo com os maléolos lateral e medial. Na sequência, utilizando a manivela, o cabo de aço foi ajustado perfeitamente sobre a coxa do sujeito, de maneira a não permitir movimento. Foi solicitado ao indivíduo, então, que realizasse força isométrica no sentido de plantiflexão de tornozelo (Figura 2B). O dinamômetro, conectado à célula de carga, registrou o pico de força isométrica, em kilogramas (Kg).

Foram realizadas três tentativas em cada grupo muscular de cada membro. Cada tentativa foi incentivada com estímulo verbal para sustentação da contração

por, aproximadamente, três a quatro segundos e intervalo de 30 segundos entre as repetições.

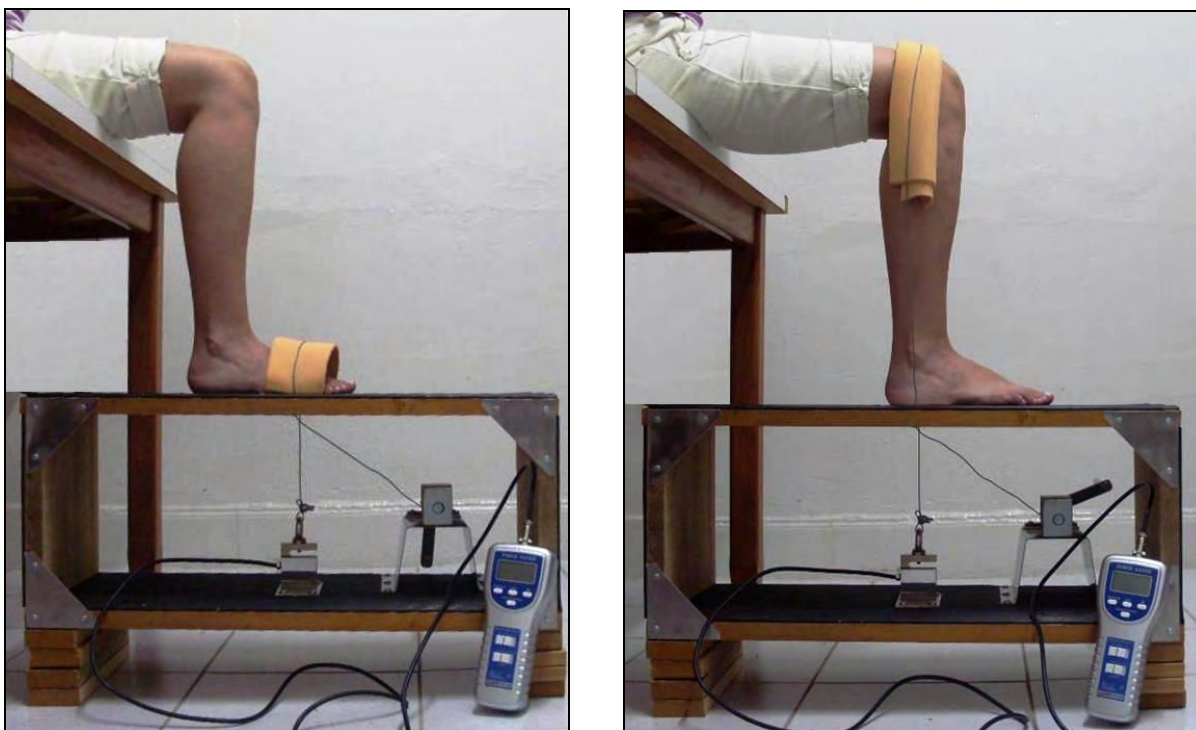


Figura 2 – (A) e (B): Posicionamento do indivíduo para coleta da força muscular isométrica do grupo dorsiflexor e plantiflexor do tornozelo, respectivamente.

Análise estatística

Inicialmente foi utilizada a estatística descritiva, para caracterização dos grupos e a ANOVA, buscando encontrar possíveis diferenças entre gênero, idade e IMC. Após a verificação da normalidade de distribuição dos dados foi aplicado:

- Parâmetro marcha: MANOVA (2x2), tendo como fatores grupos (NDP e controle) e condição de deambulação (marcha em velocidade habitual e em velocidade rápida), este último tratado com medida repetida, e tendo como variáveis dependentes: amplitude, cadência e velocidade.

- Equilíbrio Dinâmico: ANOVA (2x2) tendo como fatores grupos (NDP e controle) e gêneros (masculino e feminino), como variável dependente o tempo para completar a tarefa.

- Equilíbrio Estático: ANOVA (2x2x2) tendo como fatores grupos (NDP e controle); gêneros (masculino e feminino) e lado (dominante e não-dominante), este

último fator tratado como medida repetida, e tendo como variável dependente o deslocamento anterior do membro superior.

- Força Muscular: MANOVA (2x2x2) tendo como fatores grupos (NDP e controle); gêneros (masculino e feminino) e força (dorsiflexores ou plantiflexores), este último fator tratado como medida repetida, e tendo como variáveis dependentes a força para o lado dominante e para o lado não-dominante.

Com o objetivo de verificar se o déficit dos parâmetros equilíbrio e força muscular de tornozelos poderiam prever os déficits dos parâmetros espaço temporais da marcha, foi realizado a análise de regressão múltipla – método da eliminação (*backward*). Essa análise teve como preditoras as seguintes variáveis: equilíbrio dinâmico e as médias entre os lados dominante e não-dominante do equilíbrio estático e da força isométrica de plantiflexores e de dorsiflexores.

RESULTADOS

Em ambos os grupos, controle e NDP, foram avaliados 16 indivíduos do sexo masculino e 14 do sexo feminino, totalizando 30 em cada grupo, com idade média de $64,8 \pm 5,49$ anos para o controle e $59,1 \pm 7,98$ anos para o grupo NDP. Todos os participantes do grupo NDP apresentaram DM tipo 2. O teste de glicemia pós-prandial para o grupo controle ($120,43 \pm 20,64$ mg/dL) e para o NDP ($216,23 \pm 69,58$ mg/dL) garantiu a inexistência de indivíduos diabéticos assintomáticos no grupo controle.

O IMC do grupo controle $26,98 \pm 4,63$ Kg/m² foi menor que o do grupo neuropata $30,94 \pm 4,49$ Kg/m² ($p < 0,005$), sendo decorrente de maior peso dos neuropatas ($p < 0,05$) e não da altura entre os grupos ($p > 0,05$).

A avaliação dos parâmetros espaço temporais da marcha demonstrou diferenças significantes entre o grupo controle e NDP, e entre a realização da marcha em velocidade habitual e em velocidade rápida, após análise estatística, em todas as variáveis (Figura 3).

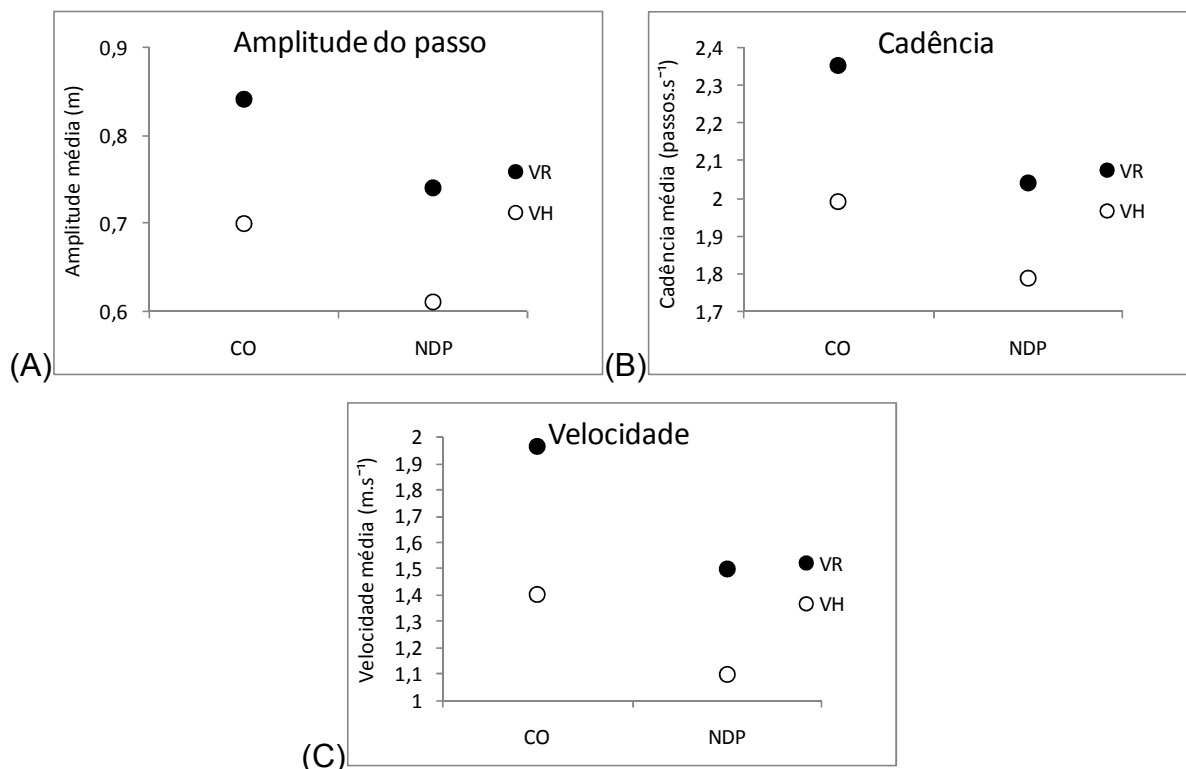


Figura 3 – Média do desempenho dos indivíduos do grupo NDP e do grupo controle nas condições de deambulação as quais foram submetidos (marcha em velocidade habitual e em velocidade rápida), em cada uma das variáveis espaço temporais avaliadas – (A): Amplitude do passo; (B): Cadência e (C): Velocidade da marcha. NDP: Grupo neuropata; CO: Grupo controle; VH: Velocidade habitual; VR: Velocidade rápida.

Na realização da marcha em velocidade habitual, os sujeitos com NDP foram mais lentos ($p < 0,001$), com utilização de um número menor de passos por segundo ($p < 0,001$) e com um comprimento menor de cada passo ($p < 0,001$). Quando solicitados a deambular rapidamente, continuaram mais lentos ($p < 0,001$), com um número de passos por segundo e amplitude do passo também menores ($p < 0,001$ e $p < 0,001$). Na análise desses parâmetros não houve diferença entre os gêneros, porém houve efeito de interação entre grupo e condição de deambulação (habitual ou rápida) apenas na variável velocidade da marcha ($p < 0,05$), isto é, embora ambos os grupos tenham aumentado a velocidade da marcha, quando solicitada a deambulação rápida, o grupo controle demonstrou um aumento maior dessa velocidade do que o grupo NDP.

Em relação ao equilíbrio, os resultados dos testes podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 – Média; Desvio-padrão; p-valor e efeito de interação dos resultados dos testes de equilíbrio dinâmico; equilíbrio estático para os grupos (controle e neuropata); gêneros (feminino e masculino) e dominância (dominante e não-dominante), após aplicação das análises de variância.

Variável / Teste estatístico	Média ± Desvio-padrão		p-valor	Interação (p-valor)	
Equilíbrio Dinâmico (s) ANOVA (2X2)	<i>Grupo CO</i>	<i>Grupo NDP</i>	<0,001*	Grupo X Gênero	<0,05*
	7,06±1,07	9,31±2,37			
	<i>Masculino</i>	<i>Feminino</i>	<0,005*		
Equilíbrio Estático (cm) ANOVA (2X2X2)	<i>Grupo CO</i>	<i>Grupo NDP</i>	<0,001*	Grupo X Gênero	0,732
	33,4±6,33	22,50±6,76	0,694	Grupo X Dominância	<0,05*
	<i>Masculino</i>	<i>Feminino</i>			
	27,67±8,63	28,30±8,44	0,562	Dominância X Gênero	0,774
	<i>Dominante</i>	<i>Não- dominante</i>			
28,10±9,08	27,80±7,97	Grupo X Gênero X Dominância		0,246	

CO: controle; NDP: neuropata; *p<0,05.

Para realização do TUG, tanto os indivíduos do gênero masculino quanto os do gênero feminino, no grupo NDP, demoraram um tempo maior do que os respectivos pares do grupo controle. Entretanto, a diferença foi maior entre as mulheres com NDP e mulheres controles quando comparadas aos homens com NDP e homens controles.

Os resultados do FR mostraram que o grupo NDP apresentou um alcance ligeiramente maior quando o teste foi realizado com o membro superior não-dominante, enquanto que o grupo controle apresentou um alcance ligeiramente maior quando solicitado a execução com o membro superior dominante.

Os resultados do teste de força muscular isométrica de tornozelos estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2 – Média; Desvio-padrão; p-valor e efeito de interação dos resultados dos testes de força muscular isométrica de tornozelos para os grupos (controle e neuropata); gêneros (feminino e masculino) e dominância (dominante e não-dominante), após aplicação das análises de variância.

Variável / Teste estatístico	Média ± Desvio-padrão		p-valor	Interação (p-valor)	
Força isométrica do tornozelo dominante (kg) MANOVA (2X2X2)	<i>Grupo CO</i>	<i>Grupo NDP</i>	<0,001*	Grupo X Músculo	<0,005*
	14,87±8,68	10,47±7,29			
	<i>Masculino</i>	<i>Feminino</i>	<0,001*	Grupo X Gênero	0,892
	15,30±9,03	9,66±6,14			
<i>Plantiflexores</i>	<i>Dorsiflexores</i>	<0,001*	Músculo X Gênero	<0,001*	
18,87±7,31	6,47±2,64				
			Grupo X Gênero X Músculo	0,821	
Força isométrica do tornozelo não-dominante (kg) MANOVA (2X2X2)	<i>Grupo CO</i>	<i>Grupo NDP</i>	<0,001*	Grupo X Músculo	<0,001*
	15,31±10,55	10,89±8,22			
	<i>Masculino</i>	<i>Feminino</i>	<0,001*	Grupo X Gênero	0,815
	15,53±10,66	10,31±7,60			
<i>Plantiflexores</i>	<i>Dorsiflexores</i>	<0,001*	Músculo X Gênero	<0,001*	
20,84±7,89	5,36±2,22				
			Grupo X Gênero X Músculo	0,293	

CO: controle; NDP: neuropata; *p<0,05.

Em relação à força muscular, a interação, entre grupo e músculo, no lado dominante (p<0,005) e no lado não-dominante (p<0,001), indica que, embora ambos os grupos apresentassem maior produção de força na plantiflexão do que na dorsiflexão, tanto para o lado dominante quanto para o lado não-dominante, a diferença entre a plantiflexão e dorsiflexão é maior no grupo controle que no grupo neuropata para ambos os lados (dominante e não-dominante). Também houve interação, entre gênero e músculo, em ambos os lados (p<0,001), indicando que, embora indivíduos do sexo masculino e do feminino tenham apresentado maior produção de força na plantiflexão do que na dorsiflexão, tanto para o lado dominante quanto para o lado não-dominante, a diferença entre a plantiflexão e dorsiflexão foi maior para os homens do que para as mulheres em ambos os membros avaliados.

Após a análise de regressão múltipla utilizando o equilíbrio dinâmico, o equilíbrio estático e a força muscular isométrica de dorsiflexores e plantiflexores como possíveis preditores, foi possível observar que apenas o equilíbrio dinâmico e

a força isométrica de plantiflexores puderam prever, significativamente, algumas das variáveis espaço temporais da marcha (Tabela 3).

Além disso, pode ser notado que os coeficientes de regressão foram melhores e com maior significância quando a demanda da tarefa foi mais exigente, ou seja, a realização da marcha em velocidade rápida.

Tabela 3 – Coeficiente de Regressão Múltipla e respectivo p-valor das variáveis que predisseram, significativamente, cada parâmetro espaço-temporal da marcha.

Variáveis Situações Grupos	Amplitude do Passo				Cadência da Marcha				Velocidade da Marcha			
	VH		VR		VH		VR		VH		VR	
	CO	NDP	CO	NDP	CO	NDP	CO	NDP	CO	NDP	CO	NDP
Coeficiente de Regressão Múltipla (p-valor)	**				**				**			
Força Isométrica de Plantiflexores – R=0,372 (p<0,05*)			**									
Força Isométrica de Plantiflexores – R=0,712 (p<0,001*)			**		**							
Força Isométrica de Plantiflexores + Equilíbrio Dinâmico – R=0,712 (p<0,001*)			**		**		**					
Equilíbrio Dinâmico – R=0,358 (p=0,05*)									**			
Equilíbrio Dinâmico – R=0,634 (p<0,001*)									**			

NDP: Grupo neuropata; CO: Grupo controle; VH: Velocidade habitual; VR: Velocidade rápida. *p≤0,05; **não houve contribuição significante.

DISCUSSÃO

Já há algum tempo tem se estudado sobre o quadro clínico da NDP e, por isso, existe certo conhecimento sobre as condições que fomentam o andamento de sua evolução. Devido ao fato da NDP comprometer a estrutura nervosa periférica como um todo, que se inicia pelo sistema aferente e atinge seguidamente o sistema motor, acarretando progressivamente denervação e perda de força muscular, no sentido distal para proximal [30], é de se esperar que a força muscular das extremidades distais e as repostas de equilíbrio desses indivíduos estejam alteradas, uma vez que sua elaboração depende da integridade de ambos os sistemas [8,31]. Os resultados deste estudo corroboraram com esses fatores, demonstrando que, realmente, tanto o equilíbrio (estático e dinâmico) quanto a força muscular isométrica

da extremidade distal do membro inferior encontram-se comprometidos nos indivíduos portadores de NDP.

Pesquisas sobre a realização da marcha em sujeitos com NDP têm demonstrado que muitos aspectos da deambulação encontram-se deficitários nessa população. Isso provavelmente ocorre, também, devido ao comprometimento das informações aferentes e respostas eferentes do sistema neuro-sensório-motor [10,11,16]. Os parâmetros espaço temporais da marcha, avaliados pelo presente estudo, mostraram-se alterados no grupo NDP, concordando com os resultados encontrados na literatura.

Ao caminhar em velocidade habitual, os sujeitos com neuropatia demonstraram amplitude do passo, cadência e velocidade da marcha inferiores aos controles. Quando foi exigido que deambulasse de maneira veloz, a amplitude do passo e a cadência da marcha permaneceram com a mesma inferioridade em relação ao grupo controle, contudo, a velocidade da marcha do grupo NDP foi mais inferior que outrora. Assim, podemos entender que os sujeitos com NDP não foram capazes de aumentar tanto a velocidade quanto os controles. Paul et al. [32], em estudo que envolveu três tipos de marcha (apenas marcha, marcha associada à realização de uma tarefa motora e marcha associada à realização de uma tarefa cognitiva), em duas populações (NDP e DM sem NDP), concluíram que indivíduos com NDP apresentam padrão de marcha mais conservador, que é parcialmente mantido pela atenção cognitiva. Quando o sistema neuro-sensório-motor sofre uma exigência maior, esse padrão se deteriora e são demonstradas as maiores diferenças em relação ao grupo sem neuropatia.

A análise de regressão múltipla mostrou que a velocidade da marcha, quando realizada de maneira rápida, pode ser predita pelo equilíbrio dinâmico em ambos os grupos, contudo, esse equilíbrio demonstrou uma contribuição maior para a deambulação rápida nos sujeitos com NDP do que no grupo controle. Uma pesquisa [33] envolvendo diabéticos neuropatas, diabéticos sem neuropatia, controles e o desafio de deambular sobre superfícies irregulares (liso, gramado e pedroso), concluiu que a marcha nessas condições torna-se prejudicada em NDP e, até mesmo, em diabéticos sem NDP clinicamente diagnosticada. Portanto, segundo esse estudo, o diagnóstico de DM já é suficiente para levar a uma leve instabilidade na marcha, ou seja, no equilíbrio dinâmico.

Dingwell et al. [34] avaliaram alguns parâmetros comprometidos em NDP e encontraram resultados semelhantes aos do presente estudo: a única variável que é capaz de prever o equilíbrio é a velocidade (adotada pelo indivíduo) para a realização da marcha. Menz et al. [11], em estudo com portadores de NDP, controles e marcha em superfícies irregulares, observaram que a variabilidade temporal dos passos é bem maior nessas superfícies e sugeriram que, com a perda sensório-motora periférica, o neuropata demonstra uma necessidade de uma maior atenção ao padrão básico do passo, o que seria uma componente comumente automatizada.

Esses achados concordam com os observados por Petrofsky et al. [35] que, em estudo com diabéticos e controles, e variáveis do equilíbrio e da marcha, realizaram teste de correlação linear em cada par de variáveis separadamente. Verificaram associação significativa entre todos os parâmetros avaliados no grupo DM e que 64-80% da variação de estabilidade observada durante a marcha pode ser explicada pelo aumento da oscilação do corpo encontrado na postura estática, sendo a marcha mais lenta e com maior oscilação em diabéticos. Nos indivíduos controles, características da marcha e do equilíbrio mostraram baixas associações.

Também, com a regressão foi possível concluir que, em velocidade habitual, o déficit de força isométrica dos plantiflexores fez com que o grupo NDP apresentasse uma amplitude do passo menor e essa relação se tornou ainda maior, quando se foi exigida a realização de uma marcha mais veloz. Por outro lado, no grupo controle essa relação não existiu. Akashi et al. [13] observaram que o tempo de ativação do músculo gastrocnêmio lateral durante a fase de apoio da marcha mostrou-se deficitário, o que pode estar associado à relação entre a fraqueza da musculatura plantiflexora e a diminuição da amplitude do passo encontrada no presente estudo. Isso porque o déficit de força desse grupo muscular, durante o pré-balanço, pode não impulsionar suficientemente o membro inferior para que o passo seja executado com a amplitude necessária.

Ainda, em consonância com esses achados, Kwon et al. [18], em estudo com eletromiografia, concluíram que os músculos sóleo e gastrocnêmio apresentam uma ativação prematura durante a fase de apoio da marcha. Essa precocidade pode estar associada a uma reprogramação do sistema neuro-sensório-motor, para recrutar mais unidades motoras desses músculos, uma vez que estão comprometidos. Esse fato acaba fazendo com que o período de apoio se torne mais longo, estratégia que pode, também, estar associada à manutenção da estabilidade.

Os resultados da análise de regressão permitiram, adicionalmente, observar que no grupo NDP o relacionamento entre a capacidade de apresentar um melhor equilíbrio dinâmico e de produzir maior força de plantiflexores, em conjunto, propiciaram que os sujeitos executassem um menor número de passos por unidade de tempo, em deambulação rápida. Goldberg e Neptune [36] demonstraram que os grandes responsáveis para a impulsão da perna durante o pré-balanço, em indivíduos saudáveis, são o tríceps sural e o iliopsoas sendo que o grupo plantiflexor de tornozelo é responsável por 25% e o grupo flexor do quadril por 37% da função. Mas ainda não há consenso sobre qual musculatura é melhor preditora para os parâmetros espaço temporais da marcha [37-39].

Todos os parâmetros da marcha foram, de alguma forma, prejudicados no grupo NDP, principalmente quando o sistema neuro-sensório-motor foi mais solicitado, isto é, em velocidade rápida. Esse é um fator que merece destaque dentre os demais achados dessa pesquisa, uma vez que o aumento da velocidade de deambulação, ou seja, uma maior exigência da tarefa, fez com que a diferença entre indivíduos com neuropatia e não-diabéticos se ampliasse. Além disso, foi em velocidade rápida que apareceram os melhores valores de regressão, mostrando que alguns déficits de equilíbrio e força muscular podem predizer alguns prejuízos nos aspectos espaço temporais da marcha.

A amplitude do passo, única variável independente do tempo, foi predita pela força isométrica de plantiflexores tanto em velocidade habitual quanto em velocidade rápida. Podemos entender, portanto, que o déficit de força do tríceps sural é determinante na diminuição da amplitude qualquer que seja a condição da marcha.

Quando os parâmetros que variam em relação ao tempo – cadência ($\text{passos}\cdot\text{s}^{-1}$) e velocidade da marcha ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) – foram analisados, o equilíbrio dinâmico também se mostrou bom preditor e os resultados foram significantes apenas na condição de deambulação rápida. A cadência foi predita pela associação entre força isométrica de plantiflexores e equilíbrio dinâmico e a velocidade da marcha foi predita apenas pelo equilíbrio dinâmico. Assim pode-se entender que, quando se é solicitado uma condição não-habitual aos indivíduos com NDP e essa condição é inversamente dependente do tempo despendido, provavelmente, o sistema neuro-sensório-motor é mais intensamente requisitado e pode ser observada uma dependência significativa do equilíbrio dinâmico. Por outro lado, em condições habituais não se é notada essa dependência.

Assim sendo, deve-se entender que o enfoque de reabilitação para essa população deve ser dado em atividades que envolvam o treinamento do equilíbrio dinâmico associado à força da musculatura plantiflexora do tornozelo, visando à melhora da qualidade e o aumento da velocidade da deambulação. Contudo, deve-se lembrar que essas tarefas devem ter nível de exigência tal que desafiem suficientemente o sistema neuro-sensório-motor. Assim a reabilitação irá além do tratamento paliativo, superando atividades facilmente executadas pelos indivíduos com NDP.

CONCLUSÃO

A lesão nervosa provocada pela NDP acarreta fraqueza muscular, instabilidade e perda da qualidade da marcha. Com o presente estudo foi possível observar que existe uma relação entre esses déficits, na qual a força isométrica do tornozelo e o equilíbrio podem prever alguns aspectos da marcha. Ficou claro, ainda, que quando o sistema neuro-sensório-motor dos indivíduos com NDP sofreu uma maior exigência, no caso a solicitação de uma deambulação mais veloz, as variáveis amplitude do passo e cadência da marcha permaneceram inferiores. Contudo, o fato da velocidade ter sido mais inferior, pôde ser explicado pela variável equilíbrio dinâmico, que uma vez deficitária, promoveu uma marcha mais conservadora e, por conseguinte, menos veloz. O comprometimento dos músculos plantiflexores do tornozelo e a instabilidade dinâmica foram cruciais para a perda da qualidade da marcha em indivíduos com NDP, que foi notadamente mais acentuada quando se solicitou o aumento da velocidade.

Os principais achados do estudo conduzem a acreditar que o tratamento de reabilitação deve ser focado no treinamento de tarefas que esses indivíduos realizem com menos êxito, pois o aumento da demanda da tarefa fez com que a diferença entre sujeitos com NDP e não-diabéticos aumentasse.

Apesar de não ter utilizado equipamentos específicos para avaliação do equilíbrio e marcha, o presente estudo fez uso de técnicas confiáveis, validadas e reproduzíveis, de fácil acesso, baixo custo e clinicamente acessíveis. Pesquisas futuras devem ser realizadas, em vários graus de neuropatia, visando buscar relações em diferentes condições de marcha. Deve ser investigado, ainda, se outros aspectos, como o comprometimento somatossensitivo, alterações miofasciais,

aumento dos índices de pressão plantar, também podem influenciar nas variáveis espaço temporais da marcha.

REFERÊNCIAS

1. Wild S, Roglic G, Green A, et al. (2004). Global Prevalence of Diabetes. Estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care* 27: 1047-53.
2. Roglic G, Unwin N, Bennett PH, et al. (2005) The Burden of Mortality Attributable to Diabetes. Realistic estimates for the year 2000. *Diabetes Care* 28: 2130-5.
3. Al-Maskari F, El-Sadig M (2007). Prevalence of risk factors for diabetic foot complications. *BMC Fam Pract* Oct 10; 8: 59.
4. Barbosa AP, Medina JL, Ramos EP, et al. (2001). Prevalence and risk factors of clinical diabetic polyneuropathy in a portuguese primary health care population. *Diabetes Metab (Paris)* 27: 496-502.
5. Cabezas-Cerrato J (1998). The prevalence of clinical diabetic polyneuropathy in Spain: a study in primary care and hospital clinic groups. *Diabetologia* 41: 1263-9.
6. Wyt CN, Jackson RV, Hockings GI, et al. (1999). Polyneuropathy in Australian Outpatinets with Type II Diabetes Mellitus. *J Diab Comp* 13: 74-8.
7. Gregg EW, Sorlie P, Paulose-Ram R, et al. (2004). Prevalence of Lower-Extremity Disease in the U.S. Adult Population >40 Years of Age With and Without Diabetes. 1999-2000 National Health and Nutrition Examination Survey. *Diabetes Care* 27: 1591-7.
8. Vinik AI, Strotmeyer ES, Nakave AA, et al. (2008). Diabetic Neuropathy in Older Adults. *Clin Geriatr Med* 24: 407-35.
9. Leininger GM, Vicent AM, Feldman EL (2004). The role of growth factors in diabetic peripheral neuropathy. *J Peripher Nerv Syst* 9: 26-53.
10. Kanade RV, van Deursen RWM, Harding K, et al. (2006). Walking performance in people with diabetic neuropathy: benefits and threats. *Diabetologia* 49: 1747-54.
11. Menz HB, Lord SR, St George R, et al. (2004). Walking Stability and Sensorimotor Function in Older People With Diabetic Peripheral Neuropathy. *Arch Phys Med Rehabil* 85: 245-52.
12. Tilling LM, Darawil K, Britton M (2006). Falls as a complication of diabetes mellitus in older people. *J Diabetes Complications* 20: 158-62.
13. Akashi PMH, Sacco ICN, Watari R, et al. (2008) The effect of diabetic neuropathy and previous foot ulceration in EMG and ground reaction forces during gait. *Clin Biomech* 23: 584-92.
14. D'Ambrogio E, Giacomozzi C, Macellari V, et al. (2005) Abnormal foot function in diabetic patients: the altered onset of Windlass mechanism. *Diabet Med* 22: 1713-9.
15. Salsich GB, Mueller MJ, Sahrmann SA (2000) Passive ankle stiffness in subjects with diabetes and peripheral neuropathy versus an age-matched comparison group. *Phys Ther* 80: 352-62.

16. Yavuzer G, Yetkin I, Toruner FB, et al. (2006). Gait deviations of patients with diabetes mellitus: looking beyond peripheral neuropathy. *Eura Medicophys* 42: 127-33.
17. Richardson JK, Thies SB, DeMott TK, et al. (2005). Gait analysis in a challenging environment differentiates between fallers and nonfallers among older patients with peripheral neuropathy. *Arch Phys Med Rehabil* 86: 1539-44.
18. Kwon O-Y, Minor SD, Maluf KS, et al. (2003). Comparison of muscle activity during walking in subjects with and without diabetic neuropathy. *Gait Posture* 18:105-13.
19. University of Michigan Health System, Michigan Diabetes Research and Training Center (2009) MNSI – Michigan Neuropathy Screening Instrument. Available from: <http://www.med.umich.edu/mdrtc/profs/survey.html> , accessed 10 July 2009.
20. Valk GD, de Sonnaville JJJ, van Houtum WH, et al. (1997). The assessment of diabetic polyneuropathy in daily clinical practice: reproducibility and validity of Semmes Weinstein monofilaments examination and clinical neurological examination. *Muscle Nerve* 20: 116-8.
21. Kamei N, Yamane K, Nakanishi S, et al. (2005). Effectiveness of Semmes-Weinstein monofilament examination for diabetic peripheral neuropathy screening. *J Diabetes Complications* 19: 47-53.
22. Feldman EL, Stevens MJ, Thomas PK, et al. (1994). A practical two-step quantitative clinical and electrophysiological assessment for the diagnosis and staging of diabetic neuropathy. *Diabetes Care* 17: 1281-9.
23. Moghtaderi A, Bakhshipour A, Rashidi H. (2006). Validation of Michigan neuropathy screening instrument for diabetic peripheral neuropathy. *Clin Neurol Neurosurg* 108: 477-81.
24. Sosenko JM, Sparling YH, Hu D, et al. (1999). Use of the Semmes-Weinstein Monofilament in the Strong Heart Study. Risk factors for clinical neuropathy. *Diabetes Care* 22: 1715-21.
25. Nagasaki H, Itoh H, Hashizume K, et al. (1996). Walking patterns and finger rhythm of older adults. *Percept Mot Skills* 82:435-47.
26. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, et al. (1990). Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol* 45: M192-7.
27. Mathias S, Nayak US, Isaacs B. (1986). Balance in elderly patients: the “get-up and go” test. *Arch Phys Med Rehabil* 67:387-9.
28. Kilmer DD, McCrory MA, Rosko RA, et al. (1997). Hand-held dynamometry reliability in persons with neuropathic weakness. *Arch Phys Med Rehabil* 78: 1364–8.
29. Wang C-H, Olson SL, Protas EJ (2002). Test-Retest strength reliability: hand-held dynamometry in community-dwelling elderly fallers. *Arch Phys Med Rehabil* 83: 811–5.
30. Andreassen CS, Jakobsen J, Ringgaard S, et al. (2009) Accelerated atrophy of lower leg and foot muscles – a follow-up study of long-term diabetic polyneuropathy using magnetic resonance imaging (MRI). *Diabetologia* 52: 1182–91.
31. Witzke KA, Vinik AI. (2005). Diabetic neuropathy in older adults. *Rev Endocr Metab Disord* 6: 117–27.

32. Paul L, Ellis BM, Leese GP, et al. (2009). The effect of a cognitive or motor task on gait parameters of diabetic patients, with and without neuropathy. *Diabet Med* 26: 234–9.
33. Allet L, Armand S, de Bie RA, et al. (2009). Gait alterations of diabetic patients while walking on different surfaces. *Gait Posture* 29: 488–93.
34. Dingwell JB, Cusumano JP, Sternad D, et al. (2000). Slower speeds in patients with diabetic neuropathy lead to improved local dynamic stability of continuous overground walking. *J Biomech* 33: 1269–77.
35. Petrofsky JS, Cuneo M, Lee S, et al. (2006). Correlation between gait and balance in people with and without Type 2 diabetes in normal and subdued light. *Med Sci Monit* 12: CR273–81.
36. Goldberg EJ, Neptune RR (2007). Compensatory strategies during normal walking in response to muscle weakness and increased hip joint stiffness. *Gait Posture* 25:360–7.
37. Burnfield JM, Josephson KR, Powers CM, et al. (2000). The influence of lower extremity joint torque on gait characteristics in elderly men. *Arch Phys Med Rehabil* 81: 1153–7.
38. Slider A, Heiderscheit B, Thelen DG. (2008). Active and passive contributions to joint kinetics during walking in older adults. *J Biomech* 41: 1520–7.
39. Bendall MJ, Bassey EJ, Pearson M. (1989). Factors affecting walking speed of elderly people. *Age Ageing* 18: 327–32.

CONCLUSÕES

Com a realização do presente estudo foi possível concluir que a marcha em diabéticos vem sendo estudada de diversas maneiras e com as mais diferentes variáveis. Além do fato dos parâmetros espaço temporais da marcha, equilíbrio e força muscular isométrica de tornozelos serem aspectos que fazem parte do quadro clínico da NDP, existe, entre eles, uma inter-relação importante, porém ainda não totalmente esclarecida. Assim, verificou-se que tanto a força de plantiflexores quanto o equilíbrio dinâmico foram capazes de prever alterações na dinâmica espaço temporal da marcha em NDP e essa relação está mais presente quando é solicitado o aumento da velocidade de deambulação. Isso pode ser explicado porque o aumento da exigência da tarefa provoca um desafio extra ao sistema neuro-sensório-motor desses indivíduos e, esse fator, pode causar uma resposta frustrada às tais solicitações. Em velocidade rápida, o equilíbrio e a força muscular são mais exigidos e como se apresentam deficitários, acabam predizendo alguns parâmetros espaço temporais da marcha. Como resultado, os indivíduos com NDP demonstram uma marcha de qualidade inferior à executada em velocidade habitual e comprometida em todos os aspectos avaliados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. WHO. World Health Organization. Diabetes. 2009; http://www.who.int/topics/diabetes_mellitus/en/
2. Wild S, Roglic G, Green A, Sicree R, King H. Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care* 2004; 27(5): 1047-53.
3. Roglic G, Unwin N, Bennett PH, Mathers C, Tuomilehto J, Nag S, et al. The Burden of Mortality Attributable to Diabetes. Realistic estimates for the year 2000. *Diabetes Care* 2005; 28(9): 2130-5.
4. Al-Maskari F, El-Sadig M. Prevalence of risk factors for diabetic foot complications. *BMC Fam Pract* 2007; Oct 10; 8: 59.
5. Barbosa AP, Medina JL, Ramos EP, Barros HP. Prevalence and risk factors of clinical diabetic polyneuropathy in a portuguese primary health care population. *Diabetes Metab (Paris)* 2001; 27(4): 496-502.
6. Cabezas-Cerrato J. The prevalence of clinical diabetic polyneuropathy in Spain: a study in primary care and hospital clinic groups. *Diabetologia* 1998; 41(11): 1263-9.
7. Wyt CN, Jackson RV, Hockings GI, Joyner JM, Strakosch CR. Polyneuropathy in Australian Outpatinets with Type II Diabetes Mellitus. *J Diab Comp* 1999; 13(2): 74-8.
8. Tapp RJ, Shaw JE, de Courten MP, Dunstan DW, Welborn TA, Zimmet PZ, et al. Foot complications in Type 2 diabetes: an Australian population-based study. *Diabet Med* 2003; 20(2): 105-13.
9. Vinik AI, Strotmeyer ES, Nakave AA, Patel CV. Diabetic Neuropathy in Older Adults. *Clin Geriatr Med*. 2008; 24(3): 407-35.
10. Gagliardi ART. Neuropatia diabética periférica. *J Vasc Br* 2003; 2(1): 67-74.
11. Witzke KA, Vinik AI. Diabetic neuropathy in older adults. *Rev Endocr Metab Disord*. 2005; 6(2): 117-27.
12. Aoki Y, Yazaki K, Shirotori K, Yanagisawa Y, Oguchi H, Kiyosawa K, Furuta S. Stiffening of connective tissue in elderly diabetic patients: relevance to diabetic nephropathy and oxidative stress. *Diabetologia* 1993; 36(1): 79-83.
13. Richardson JK, Ching C, Hurvitz EA. The relationship between electromyographically documented peripheral neuropathy and falls. *J Am Soc Geriatr Dent*. 1992;40(10):1008-12.
14. Andreassen CS, Jakobsen J, Andersen H. Muscle weakness: a progressive late complication in diabetic distal symmetric polyneuropathy. *Diabetes* 2006; 55(3): 806-12.
15. Petrofsky J, Lee S, Bweir S. Gait characteristics in people with type 2 diabetes mellitus. *Eur J Appl Physiol* 2005; 93(5-6): 640-7.
16. Salsich GB, Mueller MJ, Sahrmann, SA. Passive ankle stiffness in subjects with diabetes and peripheral neuropathy versus an age-matched comparison group. *Phys Ther* 2000; 80(4): 352-62.

17. Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Controle Motor*. 2.ed. Barueri (SP): Manole; 2003.
18. Meier MR, Desrosiers J, Bourassa P, Blaszczy KL. Effect of type II diabetic peripheral neuropathy on gait termination in the elderly. *Diabetologia* 2001; 44(5): 585-92.
19. Lafond D, Corriveau H, Prince F. Postural control mechanisms during quiet standing in patients with diabetic sensory neuropathy. *Diabetes Care* 2004; 27(1): 173-8.
20. Andersen H, Nielsen S, Mogensen CE, Jakobsen J. Muscle strength in type 2 diabetes. *Diabetes* 2004; 53(6): 1543-8.
21. Kilmer DD, McCrory MA, Rosko RA, Rosko RA, Kim HR, Aitkens SG. Hand-held dynamometry reliability in persons with neuropathic weakness. *Arch Phys Med Rehabil* 1997; 78(12): 1364-8.
22. Sacco IC, Amadio AC. Influence of the diabetic neuropathy on the behavior of electromyographic and sensorial responses in treadmill gait. *Clin Biomech* 2003; 18(5): 426-34.
23. Akashi PMH, Sacco ICN, Watari R, Hennig E. The effect of diabetic neuropathy and previous foot ulceration in EMG and ground reaction forces during gait. *Clin Biomech* 2008;23(5):584-92.
24. Kanade RV, Van Deursen RW, Harding KG, Price PE. Investigation of standing balance in patients with diabetic neuropathy at different stages of foot complications. *Clin Biomech* 2008; 23(9): 1183;91.
25. Cetomo H, Termoz N, Savoie S, Béliveau L, Prince F. Postural control following a self-initiated reaching task in type 2 diabetic patients and age-matched controls. *Gait Posture* 2007; 25(4): 509-14.
26. Cimbiz A, Cakir O. Evaluation of balance and physical fitness in diabetic neuropathic patients. *J Diabetes Complications* 2005; 19(3): 160-4.
27. Goldberg A, Russell JW, Alexander NB. Standing balance and trunk position sense in impaired glucose tolerance (IGT)-related peripheral neuropathy. *J Neurol Sci* 2008; 270(1-2): 165-71.
28. Nagasaki H, Itoh H, Hashizume K, Furuna T. Walking patterns and finger rhythm of older adults. *Percept Mot Skills* 1996; 82(2):435-47.
29. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S. Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol*. 1990; 45(6): M192-7.
30. Mathias S, Nayak US, Isaacs B. Balance in elderly patients: the "get-up and go" test. *Arch Phys Med Rehabil* 1986; 67(6):387-9.
31. Petrofsky JS, Cuneo M, Lee S, Johnson E, Lohman E. Correlation between gait and balance in people with and without Type 2 diabetes in normal and subdued light. *Med Sci Monit*. 2006; 12(7): CR273-81.

ANEXO I

REVISTA BRASILEIRA DE CINEANTROPOMETRIA E DESEMPENHO HUMANO – INSTRUÇÕES AOS AUTORES –

Objetivo e Política Editorial

A Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano (RBCDH) tem como finalidade divulgar pesquisas científicas que englobem a Cineantropometria e o Desempenho Humano, destinadas aos profissionais de Educação Física e Esportes. Sua publicação é trimestral e, está indexada nas bases/listas: SIBRADID, Lilacs, Sirc-SportDiscus, Latindex, Physical Education Index, IBICT-SEER, Genamics Journal Seek e DOAJ. Avaliação do Qualis, área 21 da CAPES - Internacional C.

A forma abreviada de seu título é Rev Bras Cineantropom Desempenho Humano, que deve ser utilizada para referências bibliográficas e nota de rodapé.

Seções de Artigos Publicados

São aceitos artigos nas seguintes categorias: (1) Artigos Científicos Originais; (2) Artigos de Revisão; (3) Pontos de Vista e (4) Resumos de Dissertações e Teses, desde que se enquadrem no objetivo e política editorial da RBCDH.

Artigos Originais: esta seção destina-se a divulgar pesquisas originais na área de Cineantropometria e Desempenho Humano, que atingiram resultados relevantes e que possam ser reproduzidos e/ou generalizados. O artigo deve ser estruturado em: resumo, abstract, introdução, procedimentos metodológicos, resultados, discussão, conclusões e referências bibliográficas.

Artigos de Revisão/Atualização: destinados à avaliação crítica e sistematizada da literatura, sobre temas relacionados à Cineantropometria e ao Desempenho Humano, devendo conter: resumo, abstract (inglês), introdução (incluir procedimentos adotados, delimitação e limitação do tema), desenvolvimento, conclusões e referências bibliográficas. Não serão aceitos nessa seção, trabalhos cujo autor(a) principal não tenha vasto currículo acadêmico ou de publicações, verificado através do sistema Lattes (CNPq), SciELO ou PubMed.

Pontos de vista: destinados a expressar opinião sobre assuntos pertinentes à Cineantropometria e ao Desempenho Humano, que ilustrem situações pouco freqüentes ou contraditórias, as quais mereçam maior compreensão e atenção por parte dos profissionais da Educação Física e Esportes. Deve conter: resumo, abstract, introdução, tópicos de discussão, considerações finais e referências bibliográficas.

Resumos de Dissertações e Teses: esta seção visa divulgar resumos de dissertações e de teses defendidas recentemente (últimos doze meses), devendo conter: título (português e inglês), resumo, abstract, autor, orientador, instituição, programa, área, local e ano da defesa.

Forma de Apresentação dos Artigos

Os artigos devem ter a seguinte formatação: folhas de tamanho A4 (210 x 297 mm), impressas em uma só face e em uma coluna, com margens 2,0 cm, com espaçamento 1,5 entre as linhas, em fonte Arial 12. Todas as páginas devem ser numeradas na borda superior direita a partir da identificação.

Tabelas, Figuras e Quadros

As tabelas devem estar inseridas no texto em seu devido lugar e com a respectiva legenda, sendo que as mesmas devem ser planejadas para serem apresentadas em 8 cm ou 17 cm de largura. O título das figuras, deverá ser colocado sob as mesmas e os títulos das tabelas e quadros sobre os mesmos, devendo seguir a padronização abaixo.

Tabela 1. Comparação das variâncias lactato, comprimento de braçadas e freqüência de braçada entre as diferentes intensidades.

Estrutura do artigo

O texto deve ser digitado respeitando o número de palavras da seção correspondente, bem como as normas da RBCDH. O título do artigo deve ser conciso e informativo, evitando termos supérfluos e abreviaturas. Recomenda-se começar pelo termo mais representativo do trabalho, evitar a indicação do local e da cidade onde o estudo foi realizado.

Estruturação do artigo

Primeira Página

- Categoria do artigo;
- Título em Português, Inglês, e Espanhol quando for o caso;
- Título resumido (para se usado nas demais páginas);
- Nome completo dos autores, suas afiliações institucionais indicando estado e país;
- Informar o Comitê de Ética, a Instituição a qual está vinculado e o número do processo;
- Nome e endereço completo, incluindo e-mail, do autor responsável pelo artigo;
- Se for subvencionado indicar o tipo de auxílio e o nome da agência financiadora;
- Contagem eletrônica do total de palavras (esta deve incluir o resumo em Português e Inglês, texto, incluindo tabelas, figuras e referências bibliográficas);
- Opcional - Os autores podem indicar até três membros do Conselho de Revisores que gostariam que analisassem o artigo e, também três membros que não gostariam.

Segunda Página

Resumo e o *abstract*:

Devem conter títulos em português e inglês, centralizados, fonte Arial 12 em negrito. Os resumos em português e em inglês devem ter no máximo 250 palavras, destacando os seguintes itens, para artigos original e de revisão: introdução, objetivo, métodos, resultados e conclusões. Para o ponto de vista: introdução, objetivo, tópicos abordados e considerações finais. Citações bibliográficas não devem ser incluídas.

As palavras-chave (3 a 5) devem ser indicadas logo abaixo do resumo e do abstract, extraídas do vocabulário “Descritores em Ciências da Saúde” (<http://decs.bvs.br/>).

Padrões de limites do texto

	Artigo Original	Artigo de Revisão	Ponto de vista	Resumo Dissertação/tese
Número máximo de autores	8	4	3	1
Título (nº. máximo de caracteres incluindo espaços)	100	100	80	100
Título resumido (nº. máximo de caracteres incluindo espaços)	50	50	50	-
Resumo (nº. máximo de palavras)	250	250	200	300
Artigo (nº. máximo de palavras (texto + tabelas e referências)	4000	5000	2000	
Número máximo de referências bibliográficas	30	40	15	
Número máximo de tabelas + figuras	5	4	2	

Referências Bibliográficas

As referências devem ser numeradas e apresentadas seguindo a ordem de inclusão no texto, segundo o estilo Vancouver (<http://www.icmje.org>). As abreviações das revistas devem estar em conformidade com o Index Medicus/Medline – na publicação List of Journals Indexed in Index Medicus ou através do site <http://www.nlm.nih.gov/>. Somente utilizar revistas indexadas. Todas as referências devem ser digitadas, separadas por vírgula, sem espaço e sobreescritas (Ex.: Estudos^{2,8,26} indicam...). Se forem citadas mais de duas referências em seqüência, apenas a primeira e a última devem ser digitadas, sendo separadas por um traço (Exemplo: 5-8). As citações de livros, resumos e home page, devem ser evitadas, e juntas não devem ultrapassar a 20% do total das referências. Os editores estimulam a citação de artigos publicados na RBCDH.

Seguem exemplos dos tipos mais comuns de referências

Livro utilizado no todo.

Malina RM, Bouchard C. Growth, maturation and physical activity. Champaign: Human Kinetics; 1991.

Capítulo de Livro

Petroski EL. Cineantropometria: caminhos metodológicos no Brasil. In: Ferreira Neto A, Goellner SV, Bracht V, organizadores. As ciências do esporte no Brasil. Campinas: Ed. Autores Associados; 1995. p. 81-101.

Dissertação/Tese

Yonamine RS. Desenvolvimento e validação de modelos matemáticos para estimar a massa corporal de meninos de 12 a 14 anos, por densitometria e impedância bioelétrica. [Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano]. Santa Maria (RS): Universidade Federal de Santa Maria; 2000.

Artigos de Revista (até seis autores)

Silva SP, Maia JAR. Classificação morfológica de voleibolistas do sexo feminino em escalões de formação. Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum 2003;5(2):61-68.

Artigos de Revista (mais de seis autores)

Maia JAR, Silva CARA, Freitas DL, Beunen G, Lefevre J, Claessens A, et al. Modelação da estabilidade do somatotipo em crianças e jovens dos 10 aos 16 anos de idade do estudo de crescimento de Madeira – Portugal. Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum 2004;6(1):36-45.

Artigos e Resumos em Anais

Glaner MF, Silva RAS. Feasible mistakes in the increase or maintenance of the bone mineral density (Abstract). XI Annual Congress of the European College of Sport Science. Lausanne: 2006, p.532.

Documentos eletrônicos.

Centers for Disease Control and Prevention and National Center for Health Statistics/CDC. CDC growth charts: United States. 2002; Available from: <<http://www.cdc.gov.br/growthcharts>> [2007 jul 03].

Agradecimentos

Os agradecimentos às pessoas que contribuíram de alguma forma, mas que não preenchem os requisitos para participar da autoria, devem ser colocados após as referências bibliográficas, contanto que haja permissão das mesmas. Apoio econômico e material, e outros, também podem constar neste tópico.

Julgamento dos artigos - Avaliação pelos Pares (*peer review*)

Todos os trabalhos submetidos à RBCDH, que atenderem às “normas para publicação” assim como ao objetivo e política editorial, serão avaliados. O anonimato é garantido durante o processo de julgamento. Cada trabalho é avaliado por dois Revisores da área para análise do mérito científico da contribuição do estudo. Em casos excepcionais, dada especificidade do assunto do manuscrito, o Editor poderá solicitar a colaboração de profissionais que não constem do corpo de Revisores.

Somente serão encaminhados aos Revisores os artigos que estejam rigorosamente de acordo com as normas especificadas. A aceitação será feita na originalidade, significância e contribuição científica para a área.

Os Revisores farão comentários gerais sobre o trabalho e decidirão se o mesmo deve ser: (a) aprovado; (b) recusado; (c) aprovado com correções (esta indicação não garante a publicação). O artigo com as correções passará por novo processo de avaliação.

Os Revisores enviam seus pareceres ao Editor Científico, o qual encaminhará resposta ao autor responsável, via correio eletrônico. Trabalhos aceitos com reformulações, serão devolvidos com os devidos pareceres para serem efetuadas as modificações. Trabalhos recusados, não serão devolvidos, porém o autor responsável receberá os pareceres com o referido julgamento.

Os Editores, de posse dos comentários dos Revisores, tomarão a decisão final.

Em caso de discrepâncias entre os revisores, poderá ser solicitada uma nova opinião para melhor julgamento. Após a aprovação do trabalho o autor receberá uma carta de aceite e será informado o valor da taxa de publicação do artigo.

Processo de submissão

Todos os artigos devem vir acompanhados pelos Anexos 1 e 2. O Anexo 3 deverá ser enviado após a aprovação do manuscrito. O manuscrito pode ser enviado via correio eletrônico ou correio postal.

Envio por correio eletrônico

Submeter via www.rbcdh-online.ufsc.br ou enviar para rbcdh@cds.ufsc.br;

Envio por correio postal

Universidade Federal de Santa Catarina – Centro de Desportos
Núcleo de Pesquisa em Cineantropometria e Desempenho Humano –
Campus Universitário – Trindade – Caixa Postal, 476 CEP 88040-900 – Florianópolis
– SC, Brasil.

ANEXO 1 – Carta de Submissão e Declaração de Responsabilidade.

Aos editores da Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano.

Através desta, vimos apresentar o artigo (INSERIR O TÍTULO COMPLETO). Declaramos que: participamos do trabalho o suficiente para tornar pública sua responsabilidade pelo conteúdo; o conteúdo do trabalho é original e não foi publicado ou está sendo considerado para publicação em outra revista; se necessário forneceremos ou cooperaremos na obtenção e fornecimento de dados sobre os quais o manuscrito está baseado, para exame dos Revisores; contribuimos substancialmente para a concepção, planejamento ou análise e interpretação dos dados, na elaboração ou na revisão crítica do conteúdo e na versão final do manuscrito.

Local e data, nome por extenso dos autores e respectivas assinaturas.

ANEXO 2 – Conflito de Interesse

Os autores abaixo-assinados, do artigo intitulado (informar o título completo do manuscrito), declaram () ter () não ter nenhum potencial de conflito de interesse em relação ao presente, submetido à Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano.

Local e data, nome por extenso dos autores e respectivas assinaturas.

ANEXO 3 – Termo de Transferência dos Direitos Autorais

Os autores abaixo-assinados transferem todos os direitos autorais do artigo (informar o título completo do manuscrito) para a Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano, sendo vedada qualquer reprodução, total ou parcial, em qualquer outra parte ou meio de divulgação, impressa ou eletrônica, sem que a prévia e necessária autorização seja solicitada. Os abaixo-assinados garantem a originalidade e exclusividade do artigo, não infringem qualquer direito autoral ou outro direito de propriedade de terceiros e que não foi submetido à apreciação de outro periódico.

Local e data, nome por extenso dos autores e respectivas assinaturas.

ANEXO II

JOURNAL OF THE NEUROLOGICAL SCIENCES – NORMAS PARA PUBLICAÇÃO –

Electronic submission via the Web using EES. The preferred medium of submission to the accepting Editor is online with the accompanying manuscript, illustrations, tables and annexes. Submission of a paper to *Journal of the Neurological Sciences* is understood to imply that it has not previously been published (except in abstract form) and that it is not being published elsewhere. Submitted manuscripts should be accompanied by a statement undersigned by all listed authors that they concur with the submission and that the manuscript has been approved by the responsible authorities where the work was carried out. If accepted, the manuscript shall not be published elsewhere in the same form in either the same or any other language, without the consent of the Editor and Publisher. The decision of the Editor is final. The Editor cannot enter into correspondence about a paper considered unsuitable for publication.

Journal of the Neurological Sciences uses an online, electronic submission system called EES (Elsevier Editorial System). By accessing the following website: <http://ees.elsevier.com/jns> you will be guided stepwise through the creation and uploading of the various files. When submitting a manuscript to EES, authors need to provide an electronic version of their manuscript. The author should select from a list, the article type of their manuscript (Clinical Research Paper, Clinical Short Communication, Basic Research Paper, Review Article, Letter to the Editor etc.) and may provide keywords and comments to the Editor separately. Details of up to five potential reviewers should accompany the submission. These can be provided in the comments box or at a later stage when uploading the files for submission. It would not be appropriate to nominate individuals that have had any input into the manuscripts submitted or any recent collaboration with the authors. The Editors may or may not take these suggestions into account during the reviewing process. Authors may send queries concerning the submission process, manuscript status, or journal procedures to the Editorial Office (e-mail: jns.el@med.wayne.edu). Once the uploading is done, the system automatically generates an electronic (PDF) proof, which is then used for reviewing. All correspondence, including the Editor's decision and request for revisions, will be by e-mail.

There is an online tutorial for authors and online support for technical problems or questions via Elsevier's Author Support team (authorsupport@elsevier.com).

LANGUAGE EDITING

We have successfully negotiated with eight language editing companies to provide language editing services to our authors at competitive rates. American Journal Experts, Asia Science Editing, Diacritech Language Editing Services, Edanz Editing, International Science Editing, ScienceDocs Editing Services and SPI Publisher.

Services provide language and copy editing services globally to authors who wish to publish in scientific, technical and medical peer-reviewed journals and would like assistance either before they submit an article for peer review or before it is accepted for publication. Use of an English-language editing service listed here is not

mandatory, and will not guarantee acceptance or preference for publication in an Elsevier journal.

Information can be found via <http://www.elsevier.com/wps/find/authors.authors/languagepolishing> Please note: Elsevier neither endorses nor takes responsibility for any product, goods or services offered by outside vendors through our services or advertised on this website.

ILLUSTRATIONS

Each illustration should be numbered in Arabic numerals (Fig. 1, Fig. 2, etc.) and must be referred to in the text. An illustration, together with its legend, should be understandable with minimal reference to the text.

Lettering should be of professional standard and large enough to withstand reduction. All photographs must be submitted preferably no smaller than 4x5" (10 x 12 cm) and no larger than 8x10" (20 x 25 cm). The degree of reproduction will be determined by the Publisher.

COLOUR REPRODUCTION

Reproduction in colour will have to be approved by the Editor. Authors will be required to pay a fee towards the extra costs incurred in colour reproduction. The charges are Euro 300.00 for the first page involving colour, and Euro 200.00 per page for all subsequent pages involving colour in a given article (all prices including sales tax).

If, together with your accepted article, you submit usable colour figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in colour on the web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in colour in the printed version. For colour reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <http://authors.elsevier.com/artwork>

Please note: Because of technical complications which can arise by converting colour figures to 'grey scale' (for the printed version should you not opt for colour in print) please submit in addition useable black and white versions corresponding to all the colour illustrations.

PREPARATION OF SUPPLEMENTARY DATA (MULTIMEDIA COMPONENTS)

Elsevier accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting figures, tables, applications, movies, animation sequences, high-resolution images, background datasets, sound clips and more. Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier web products, including ScienceDirect (<http://www.sciencedirect.com>). In order to ensure that your submitted material is directly usable, please ensure that data is provided in one of our recommended file formats. Contact the Editorial Office prior to submission.

LEGENDS FOR FIGURES

Legends for figures must be typed, also with double spacing, on separate pages. If illustrations from previous articles or books are to be used in papers submitted to the *Journal of the Neurological Sciences*, the written permission of both author and publisher must accompany each illustration.

TABLES

Tables must be typed, with double spacing, on separate pages and should be provided with a short descriptive heading and, if applicable, a legend.

ABSTRACT

An abstract of approximately 200 words is mandatory at the beginning of each article. Authors' full names, academic or professional affiliations, and complete addresses must be included on the title page.

KEYWORDS

6-8 items must be included on the title page. Authors are encouraged to choose their own keywords, but Medical Subject Headings (issued with the January Index Medicus, latest edition) may be used as a guideline.

REFERENCES

References to literature must be indicated by Arabic numerals which run consecutively through the paper. Where a reference is cited more than once in the text the same number should be used each time. Reference style should follow the "Vancouver" style described in the "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals" (published in *N Engl J Med* 1997;336:309-315). The titles of journals should be abbreviated in conformity with Index Medicus. The following are sample styles:

[1] Bondi M, Kaszniak A. Implicit and explicit memory in Alzheimer's disease and Parkinson's disease. *J Clin Exp Neuropsychol* 1991;13:339-58.

[2] Wechsler D. Wechsler Adult Intelligence Scale. New York: Grune & Stratton, 1976.

[3] Hirst W, Volpe B. Automatic and effortful encoding in amnesia. In: Gazzaniga M, editor. *Handbook of cognitive neuroscience*. New York: Plenum Press, 1984:369-86.

Please ensure that references are complete, i.e. that they include, where relevant, the author's name, article or book title, volume and issue number, publisher and publisher's location, and page reference.

This journal should be abbreviated as *J Neurol Sci*.

FUNDING BODY AGREEMENTS AND POLICIES

Elsevier has established agreements and developed policies to allow authors whose articles appear in journals published by Elsevier, to comply with potential manuscript archiving requirements as specified as conditions of their grant awards. To learn more about existing agreements and policies please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>

INFORMED CONSENT/ETHICS OF EXPERIMENTATION

Authors reporting experimental studies on humans must specify that the research received prior approval by the appropriate institutional review body and that informed consent was obtained from each subject or patient. Manuscripts describing investigations in animals must clearly indicate the steps taken to eliminate pain and suffering. Approval by the appropriate animal experimentation committee should be

indicated. Authors have a duty to protect their subjects, animal or human, and to show clearly in their writing a recognition of the moral issues involved.

PHASE III TRIALS

Manuscripts reporting the results of Phase III trials must follow the Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT) guidelines. For more information on these guidelines, please refer to: Begg, C, Cho, M, Eastwood, S, et al. Improving the quality of randomized controlled trials: the CONSORT statement. JAMA 1996; 276:637-639.

Schulz, KF. The quest for unbiased research: Randomized clinical trials and the CONSORT reporting guidelines. Ann Neurol 1997; 41:569-573.

POTENTIAL CONFLICT OF INTEREST DISCLOSURE

Authors must include in the cover letter accompanying the article submitted for review a full disclosure of all conflicts of interest and commercial relationships including grants, honoraria, speaker's lists, significant ownership, and/or support from pharmaceutical or other companies such as manufactures of equipment, diagnostic or other laboratories whose products are directly or indirectly involved or affected by the article. Authors must explicitly acknowledge the source of support for the study submitted both in the letter and as a separate page of the manuscript.

The principal author must declare in writing that he or she will take full responsibility for the data, the analyses and interpretation, and the conduct of the research; that he or she had full access to all of the data; and that he or she had the right to publish any and all data, separate and apart from the attitudes of the sponsor. Without these written assurances in the cover letter at the time of submission, we will not consider the paper for review.

PROOFS

One set of page proofs in PDF format 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). Elsevier now sends PDF proofs which can be annotated; for this you will need to download Adobe Reader version 7 available free from <http://www.adobe.com/products/acrobat/readstep2.html>. Instructions on how to annotate PDF files will accompany the proofs.

If you do not wish to use the PDF annotations function, you may list the corrections (including replies to the Query Form) and return 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 return by fax, or scan the pages and e-mail, or by post. 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. Therefore, it is important to ensure that all of your corrections are sent back to us in one communication within 48 hours: please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility. Note that Elsevier may proceed with the publication of your article if no response is received.

Contact details for question arising after acceptance of an article, especially those relating to proofs, are provided when an article is accepted for publication.

OFFPRINTS

The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail or, alternatively, 25 free paper offprints. The PDF file is a watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use.

AUTHOR ENQUIRIES

Authors can keep a track on the progress of their accepted article, and set up email alerts informing them of changes to their manuscript's status, by using the "Track a Paper" feature. Please go to <http://www.elsevier.com/trackarticle> (<http://www.elsevier.com/trackarticle>).

Full details for the electronic submission of artwork can be obtained from <http://www.elsevier.com/authors>

Copyright © 2009 [Elsevier B.V.](#) All rights reserved.