UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Presidente Prudente

Ana Claudia de Souza Fortaleza

CONTROLE POSTURAL, EQUILÍBRIO FUNCIONAL E ESTABILIDADE DO ATO DE LOCOMOÇÃO NA NEUROPATIA DIABÉTICA PERIFÉRICA

Presidente Prudente

2011

Faculdade de Ciências e Tecnologia
Seção de Pós-Graduação
Rua Roberto Simonsen, 305 CEP 19060-900 Presidente Prudente SP
Tel 18 3229-5352 fax 18 3223-4519 posgrad@prudente.unesp.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Presidente Prudente

Ana Claudia de Souza Fortaleza

CONTROLE POSTURAL, EQUILÍBRIO FUNCIONAL E ESTABILIDADE DO ATO DE LOCOMOÇÃO NA NEUROPATIA DIABÉTICA PERIFÉRICA

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia - FCT/UNESP, campus de Presidente Prudente, para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Orientadora: Profa. Dra. Cristina Elena Prado Teles Fregonesi



Presidente Prudente

2011

Faculdade de Ciências e Tecnologia
Seção de Pós-Graduação
Rua Roberto Simonsen, 305 CEP 19060-900 Presidente Prudente SP
Tel 18 3229-5352 fax 18 3223-4519 posgrad@prudente.unesp.br

Fortaleza, Ana Claudia de Souza.
F84c Controle postural, equilíbrio funcional e estabilidade do ato de locomoção na neuropatia diabética periférica / Ana Claudia de Souza Fortaleza. - Presidente Prudente : [s.n], 2011
83 f.

Orientador: Cristina Elena Prado Teles Fregonesi
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia
Inclui bibliografia

1. Neuropatias diabéticas. 2.Equilíbrio. 3. Marcha. I. Fregonesi, Cristina Elena Prado Teles. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Campus de Presidente Prudente.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Presidente Prudente

BANCA EXAMINADORA

PROFA. DRA. CRISTINA ELENA PARADO TELES FREGONESI
(ORIENTADOR)

PROFA. DRA. DALVA MINONROZE ALBUQUERQUE FERREIRA
(FCT/UNESP)

PROFA. DRA. MARLI APARECIDA DEFANI
(UEM)

ANA CLÁUDIA DE SOUZA FORTALEZA

PRESIDENTE PRUDENTE (SP), 16 DE DEZEMBRO DE 2011.

RESULTADO: APROVADO

Faculdade de Ciências e Tecnologia
Seção Técnica de Pós-Graduação
Rua Roberto Simonsen, 305 CEP 19060-900 Presidente Prudente SP
Tel 18 3229-5319 fax 18 3223-4519 posgrad@fct.unesp.br

-Dedicatória-

Dedico este trabalho:
À Deus sempre presente em minha vida,
Aos meus pais Getúlio e Maria pelo amor a mim sempre dedicado, pelos preciosos ensinamentos de vida e apoio infindável em todas as minhas escolhas;
Aos meus irmãos pelo amor, carinho e exemplo
Ao meu namorado Claudio pelo companheirismo e amor ao longo dessa jornada.

-Agradecimentos-

“Para alcançarmos nossas vitórias, precisamos percorrer um longo e árduo caminho, mas Deus coloca em nossas vidas pessoas abençoadas que nos fazem criar forças para superar as derrotas e dificuldades e tornar possíveis nossos sonhos. Essa conquista, não alcancei sozinha, por isso gostaria de prestar meus agradecimentos a todos que de alguma forma fizeram parte desta jornada, pois sem essas pessoas com certeza tudo teria sido mais difícil”

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por me proporcionar condições e oportunidades para a realização deste sonho.

À minha orientadora Profa. Dra.Cristina, pela confiança em mim depositada, por ter me proporcionado crescimento profissional, acadêmico e pessoal e pelos tantos conselhos e palavras de carinho. Obrigada Cris pela confiança, pela paciência e por tudo o que fez por mim durante esses anos.

À minha mãe e professora Profa. Dra.Eliane, pelas inúmeras oportunidades proporcionadas, pelo carinho, amizade e cuidado de mãe comigo nesses anos.

À Profa. Dra. Dalva pelas horas incansáveis ao meu lado em vários momentos da realização deste estudo e pela paciência e disponibilidade com que sempre me ajudou.

À Profa. Dra. Marli, por ter aceitado compor esta banca.

Agradeço ao meu Pai Getúlio por ser meu herói e me ensinar a ter forças para não desistir e desanimar perante as dificuldades. À minha Mãe Maria pelo aconchego tão carinhoso de seus braços com os quais sempre pude contar e por ser sempre um anjo na minha vida.

Agradeço à minha irmã Ana Paula pelo exemplo de força, o qual eu sempre procurei seguir e pela disponibilidade em tantos momentos que precisei de sua

ajuda, ao meu irmão João Victor por tanto amor e carinho que me proporcionou, e ao meu cunhado Arturo pelos conselhos que tantas vezes me ajudaram. Obrigada querida família por terem me apoiado e me dado forças em todos os momentos.

Agradeço ao meu namorado Claudio Marques, com quem pude contar inúmeras vezes, por ter me trazido tantos momentos bons e por compartilhar comigo momentos difíceis e alegres, não me deixando desanimar ao longo do caminho. Agradeço Bem, cada momento que tem passado ao meu lado, momentos esses que foram imprescindíveis para que eu tivesse forças para chegar até aqui.

Aos meus tios e primos por terem me acolhido e em especial a minha tia e mãe Luíza por tanto carinho em todos esses anos.

Ao meu sogro Claudio e sogra Sebastiana e à minha cunhada Vânia pelo amor com que me acolheram na família. Vocês foram muito importantes para mim ao longo dessa jornada.

As minhas amigas: Alessandra Mantovani, Alessandra Martinelli, Andrea e Ana Lucia pela colaboração neste estudo e pelo convívio e amizade durante este percurso. Obrigada meninas pelas ajudas nas coletas, análises e também pelos conselhos e companheirismo.

As minhas amigas: Fernanda e Mariana por terem me ajudado desde os estudos para a prova até a finalização deste trabalho, com muitas horas de carinho, conversas e risadas. Obrigada meninas pelos conselhos, e pelos momentos fáceis e difíceis que passamos juntas.

As queridas integrantes do G1: Marina, Rebeca, Jussara, Natália e Samanta pelo acolhimento que me prestaram nesta faculdade que jamais esquecerei.

Ao Professor Dr Barela pelas contribuições ao trabalho, obrigada pela sempre pronta disponibilidade e atenção.

As Professoras Dra. Dalva e Dra. Edna pelas considerações prestadas durante a Banca de Qualificação.

Aos Professores da Universidade Estadual de Londrina e do Departamento de Fisioterapia da FCT/UNESP pela colaboração ao meu crescimento profissional

Às queridas Ângela, Ana Beatriz, Mariazinha e Yara pelos preciosos ensinamentos de vida.

Aos meus amigos de Trabalho Luciana, Merlyn, Liliana e Anderson pela compreensão e auxílio nos momentos difíceis.

Aos meus queridos alunos por me fazerem amar cada vez mais a docência.

Aos participantes deste estudo, obrigada pela colaboração, que nossas pesquisas possam trazer benefícios e melhoras a vocês de alguma forma

Muito Obrigada!

-Epígrafe-

"Cada dia que amanhece assemelha-se a uma página em branco, na qual gravamos os nossos pensamentos, ações e atitudes. Na essência, cada dia é a preparação de nosso próprio amanhã".

Chico Xavier

-Sumário-

SUMÁRIO

Apresentação..... 14

Introdução..... 16

Artigo I: Estabilidade do ato de locomoção na neuropatia diabética periférica..... 20

Artigo II: Controle postural e equilíbrio funcional em indivíduos com neuropatia diabética periférica..... 45

Conclusões..... 67

Referências Bibliográficas..... 70

Anexos..... 74

-Apresentação-

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação é composta de uma introdução 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 Julio de Mesquita Filho – Campus Presidente Prudente. Em consonância com as regras do Programa de Pós-graduação em Fisioterapia desta instituição, os artigos foram redigidos de acordo com as normas dos periódicos: Revista Brasileira de Crescimento e Desenvolvimento Humano (anexo 1) e Fisioterapia e Movimento (anexo 2).

- *Artigo I:* Ana Claudia de Souza Fortaleza, Cristina Elena Prado Teles Fregonesi. Estabilidade do ato de locomoção na neuropatia diabetica periférica. A ser submetido no periódico: Revista Brasileira de Crescimento e Desenvolvimento Humano (ISSN 0104-1282).
- *Artigo II*: Ana Claudia de Souza Fortaleza, Cristina Elena Prado Teles Fregonesi. Controle postural e equilíbrio funcional em indivíduos com neuropatia diabética periférica. A ser submetido no periódico: Fisioterapia em Movimento (ISSN 0103-5150).

-Introdução-

INTRODUÇÃO

A Diabetes *Mellitus* (DM) é uma doença de importância mundial que vem se tornando um problema de Saúde Pública. É uma das principais doenças crônicas que afetam o homem, acometendo populações de países em todos os estágios de desenvolvimento econômico-social [1].

A hiperglicemia crônica, carascterística desta enfermidade, pode em longo prazo desencadear complicações [2] como a retinopatia, nefropatia, hipertensão arterial sistêmica, dislipidemia e neuropatias. Tais complicações podem causar danos à manutenção do equilíbrio dos sistemas, contribuindo para o aumento da morbidade e mortalidade dos indivíduos diabéticos [3,4], além de aumento nos custos dos serviços de saúde [5].

A neuropatia diabética periférica (NDP) é uma das complicações mais comuns na progressão da DM. Acredita-se que aproximadamente 50% das pessoas com DM desenvolverão essa complicação dentro de 10 a 15 anos de diagnóstico [6]. A NDP leva a efeitos prejudiciais nas habilidades físicas, emocionais e nas funções sociais dos indivíduos. Muitos experimentam dor ou desconforto, limitação nas atividades e diminuição na produtividade do trabalho [7].

Essa complicação é inicialmente sensitiva, com déficits na sensibilidade tátil, vibratória e proprioceptiva, no entanto, cursa com uma degeneração progressiva dos nervos periféricos que atingem principalmente os membros inferiores, podendo causar déficits motores, com alterações no trofismo muscular, especialmente nos músculos intrínsecos dos pés e tornozelos [8-10], afetando a biomecânica do pé diabético, com diminuição da amplitude de movimento do tornozelo e alterações no controle postural [11,12] e marcha [6].

Devido às alterações sensitivas e motoras apresentadas pelos indivíduos neuropatas, o controle postural, que envolve a manutenção do equilíbrio do nosso corpo em atividades estáticas e dinâmicas, pode ser afetado. Para o bom funcionamento desse sistema, é necessária a integridade dos sistemas sensoriais e motores que o compõem, além da integração de tais informações pelas estruturas do Sistema Nervoso Central (SNC) [13]. Como parte integrante do sistema sensorial, temos as informações visuais e vestibulares que fornecem informações referentes ao ambiente externo (visão) e interno (vestibular), sendo que a visão proporciona a condição de medir a distância de objetos, a profundidade e a orientação espacial e o sistema vestibular reconhece a orientação da cabeça no espaço, fornecendo informações da aceleração linear e angular [14]. O sistema somatosensorial possui receptores espalhados por todo o corpo [15] e sinaliza a ocorrência de estímulos sobre a superfície da pele, a posição das partes do corpo e a tensão e o comprimento dos músculos esqueléticos quando o indivíduo adota uma postura ou executa um movimento [16]. Após a devida integração das informações sensoriais pelo SNC, o mesmo elabora respostas neuromusculares adequadas que serão efetuadas pelos músulos [13].

Para a manutenção da estabilidade durante a postura ereta utilizamos sinergias musculares, que podem ser compreendidas como um conjunto de estratégias motoras, com ativação coordenada de vários músculos em resposta a perturbações [14]. A estratégia do tornozelo, estratégia do quadril e do passo são as estratégias motoras utilizadas para a manutenção da estabilidade durante a postura ereta [17].

O comprometimento do sistema de controle postural na NDP, devido a diminuição das informações sensitivas e dificuldades nas respostas motoras, altera a

manutenção da estabilidade tanto na postura ereta [11, 18,19] quanto em atividades dinâmicas como a marcha [20]. Desta forma, indivíduos neuropatas apresentam maior risco a quedas, dificuldade em subir escadas, andar em terrenos irregulares e em ruas movimentadas, entre outras alterações [3,8]. Apesar de vários estudos verificarem o controle postural na postura estática [21-23] e marcha [24-30] em indivíduos neuropatas, poucos estudos na literatura realizam tais avaliações em diferentes condições. No entanto, avaliações em diferentes condições de vida real são necessárias, a fim de detectar as deficiências presentes em situações funcionais em indivíduos com NDP. Portanto o objetivo deste estudo foi avaliar o controle postural, o equilíbrio funcional e a estabilidade do ato de locomoção em diferentes condições nos indivíduos com NDP.

Neste sentido, este estudo pretende contribuir de forma significativa no campo da Fisioterapia para a população com NDP, visando que o possível déficit de controle postural e marcha ocasionados por esta doença pode trazer diversos prejuízos, com dificuldades para a realização das tarefas diárias e risco a quedas. Todos esses fatores implicam em uma redução funcional e qualidade de vida dessas pessoas, que deixam de realizar suas atividades de trabalho e lazer por apresentaram dificuldades. Torna-se, portanto, necessária uma avaliação detalhada do controle postural e da marcha em diferentes condições da vida real, a fim de fornecer ferramentas para a elaboração de programas terapêuticos mais adequados para as reais necessidades destes pacientes, e também, acompanhamento da evolução do indivíduo durante esse tratamento. Dessa forma, é possível que, uma avaliação adequada somada a um tratamento específico tragam melhora na funcionalidade e qualidade de vida de indivíduos com neuropatia diabética periférica.

-Artigo I-

Artigo Original

ESTABILIDADE DO ATO DE LOCOMOÇÃO NA NEUROPATIA DIABÉTICA PERIFÉRICA

LOCOMOTION STABILITY IN THE DIABETIC PERIPHERAL NEUROPATHY

Ana Claudia de Souza Fortaleza[1], Cristina Elena Prado Teles Fregonesi[2].

1- Discente do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Fisioterapia da Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente – SP.

2- Docente do departamento de Fisioterapia e do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Fisioterapia da Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente – SP.

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* (mestrado) em Fisioterapia da Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente – SP.

Autor responsável

Ana Claudia de Souza Fortaleza

Endereço: Avenida Roberto Simonsen, 305. Centro Educacional.

CEP: 19060-900. Presidente Prudente – São Paulo – Brasil.

Telefone: (18) 3229-5825. Fax: (18) 3229-5550

e-mail: anafortalezaunesp@yahoo.com.br

RESUMO

O objetivo do estudo foi verificar a estabilidade do ato de locomoção em diabéticos com neuropatia periférica, em três situações: marcha habitual com os olhos abertos; marcha com os olhos fechados e marcha com olhos abertos e diminuição da base de sustentação. Participaram do estudo 41 indivíduos, sendo 18 do grupo neuropata e 23 do grupo controle (GC). A avaliação da estabilidade foi realizada por meio de um baropodômetro associado ao software *Footwalk Pro*. Os dados obtidos foram: velocidade da marcha e porcentagens de tempo de duplo apoio e de apoio simples. Foram encontradas diferenças significantes nas três situações entre os grupos para a velocidade e tempo de apoio simples, com diminuição para o grupo neuropata ($p<0,05$), e tempo de duplo apoio, com aumento para esse grupo ($p<0,05$) em todas as condições. Para os dados de velocidade, tempo de duplo apoio e tempo de apoio simples, a condição de olho aberto foi diferente da condição de olho fechado ($p=0,001$) e da condição com diminuição da base de sustentação ($p=0,001$). Foi possível observar que nas três situações avaliadas, o grupo neuropata apresentou déficit na estabilidade do ato de locomoção e tal desempenho foi ainda mais comprometido nas duas situações que exigiam mais do controle postural. Tais modificações da marcha, decorrentes da complexidade imposta pelas diferentes condições, sugerem a inserção destas na avaliação e no tratamento dessa população.

Palavras-chave: Neuropatias diabéticas; equilíbrio; marcha; fisioterapia.

ABSTRACT

The aim of this study was to verify the stability of the act of locomotion in diabetics with peripheral neuropathy in three situations: habitual gait with eyes opened, gait with eyes closed, and gait with eyes opened and reduced base of support. The study included 41 subjects: 18 of the neuropathic group and 23 in the control group. The stability was evaluated by baropodometry platform associated with the software Footwalk Pro. Data were obtained: gait speed and percentual of double stance time and single stance time. Significant differences were found in the three cases between the groups in the data of gait speed and single stance time, with a larger reduction for neuropathic group ($p<0,05$) and increased in double stance time in the neuropathic group ($p<0,05$) in all conditions. For data of gait speed measure, double stance time and single stance time, the condition eyes opened was different from eyes closed ($p=0,001$) and from the condition with reduced base of support ($p=0,001$). It was observed that in the three situations evaluated, the neuropathic group showed stability locomotion deficit and the performance was more injured in both situations that required more postural control. Such gait modifications, due to the complexity imposed by different conditions, suggest the inclusion of these in the evaluation and treatment of this population.

Keywords: Diabetic neuropathies; balance; gait; physiotherapy.

INTRODUÇÃO

O número de pessoas com diabetes têm aumentado em razão de fatores como o crescimento e envelhecimento populacional, urbanização, obesidade e inatividade física [1]. Por meio de estudo realizado em 91 países, estima-se que entre 2010 e 2030, nos países em desenvolvimento, haverá um aumento de 69% no número de adultos com diabetes e nos países desenvolvidos, este aumento será de 20%. No Brasil a população passará de uma estimativa de 7.633.000 em 2010 para 12.708.000 em 2030, sendo considerado o quinto país com maior número de diabéticos no mundo [2].

Uma das complicações ocasionadas pela Diabetes *Mellitus* é a neuropatia diabética periférica (NDP) [3], que cursa com alterações sensitivas (sensibilidade tátil e proprioceptiva) [4] e motoras [5], que podem culminar no comprometimento do ato de locomoção [6].

O ato da locomoção pode parecer uma tarefa simples para indivíduos saudáveis, no entanto, pessoas com alguma doença podem apresentar alterações no controle neuromotor que levam a dificuldades na manutenção da estabilidade durante essa tarefa [7].

Para a manutenção da estabilidade na marcha, destaca-se o componente sensorial, principalmente o proprioceptivo [7], que leva aferências para o Sistema Nervoso Central, para que esse possa, juntamente com outras informações importantes para o controle postural, fazer os ajustes necessários para a manutenção da estabilidade [8]. Tais ajustes também dependem das informações visuais e vestibulares, as quais possibilitam obter informações do próprio corpo, do ambiente e da relação entre esses [9].

Dentro desta perspectiva, a performance da marcha de neuropatas diabéticos tem sido a preocupação de muitos autores. Alguns têm avaliado a marcha e sua estabilidade por diferentes variáveis, como a velocidade [10-12], variação no tempo do ciclo [11], variabilidade no tempo do passo [13], tempo de duplo apoio e apoio simples [14].

Ademais, uma das ocorrências frequentes nos diabéticos neuropatas são as quedas que acontecem, geralmente, durante a deambulação [15]. Portando, denota-se a importância de estudar as características e a estabilidade da marcha em diferentes condições. Alguns autores têm estudado o comportamento da marcha em terrenos irregulares [13, 16-19], oferecendo condições que favorecem melhor resolução para detecção de deficiências clinicamente relevantes [13].

No entanto, até o momento não foram encontrados estudos durante a atividade de locomoção, com variações visuais ou da base de sustentação, que pudessem demonstrar maior exigência do sistema de controle neuromuscular. Assim, torna-se necessário observar a estabilidade da marcha de neuropatas em situações como andar com os olhos fechados, verificando a capacidade desses indivíduos em compensar a ausência da visão por meio do trabalho mais efetivo do sistema proprioceptivo e com diminuição da base de sustentação, exigindo maior controle neuromuscular.

Portanto o objetivo do presente estudo foi verificar a estabilidade do ato de locomoção em indivíduos com neuropatia diabética periférica, em três situações diferentes: marcha habitual com os olhos abertos; marcha com os olhos fechados e marcha com olhos abertos e diminuição da base de sustentação.

Assim, este estudo possibilitará aprimorar os conhecimentos acerca das respostas neuromotoras em quadros decorrentes do diabetes em situação funcional

de grande importância na vida destas pessoas. A locomoção é um dos aspectos de grande comprometimento nestes casos e limita as atividades do cotidiano, que passam a ser evitadas ou mesmo impedidas. Neste contexto, por promover uma melhor compreensão da marcha de pessoas com neuropatia diabética, o presente estudo pode facilitar a elaboração de programas terapêuticos para esses pacientes, que visem melhorar sua locomoção e consequentemente sua funcionalidade e qualidade de vida.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo do tipo transversal observacional desenvolvido no Laboratório de Estudos Clínicos em Fisioterapia (LECFisio) do Departamento de Fisioterapia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista (FCT/UNESP), Presidente Prudente, SP, Brasil e foi aprovado pelo Comitê de ética e pesquisa local (Protocolo n° 30/2010). Cada indivíduo tomou conhecimento prévio dos procedimentos e finalidades do estudo e, em concordância com os mesmos, assinou um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Amostra

Participaram do estudo 41 indivíduos de ambos os sexos, divididos em dois grupos: grupo neuropata (GN), composto por sujeitos com diabetes mellitus do tipo 2 acometidos por NDP (n=18, 13 mulheres e 5 homens); e grupo controle (GC), com sujeitos saudáveis não diabéticos (n=23, 20 mulheres e 3 homens). Os indivíduos do

grupo neuropata foram encaminhados pelo Projeto de Extensão Universitária "Programa Pé Diabético" da FCT/UNESP.

Procedimentos

Foram coletados dados antropométricos de todos os participantes como massa corporal, estatura e índice de massa corpórea (IMC). Para a confirmação do diagnóstico de diabetes no GN e exclusão de possíveis diabéticos assintomáticos no GC, foi realizado o teste de glicemia pós-prandial.

Para a detecção do diagnóstico da neuropatia foi realizada avaliação somatossensitiva, por meio de monofilamentos *Semmes-Weinstein* (SorriBauru®, Bauru, Brasil). Os monofilamentos foram pressionados sob as superfícies plantar e dorsal dos pés, correspondentes aos dermátomos sensitivos dos nervos tibial comum e fibular anterior, bilateralmente. Foram utilizados os seis monofilamentos, com espessuras diferentes, correspondentes à 0,05 g; 0,2 g; 2,0 g; 4,0 g, 10,0 g e 300,0 g. O teste foi realizado com o indivíduo em decúbito dorsal e olhos vendados. O examinador realizou pressão do monofilamento sobre a pele, até que este se curvasse, possibilitando padronização da pressão exercida. O indivíduo foi orientado a relatar sempre que sentisse o toque. O teste é considerado positivo para neuropatia periférica diante da insensibilidade ao monofilamento de 10 g [20-24].

Para confirmação do diagnóstico da neuropatia foi utilizado o *Michigan Neuropathy Screening Instrument,* instrumento validado que consiste em um questionário e uma avaliação física dos pés. A pontuação do Instrumento varia de zero a 23, sendo que valores iguais ou superiores a oito caracterizam o indivíduo como neuropata [25].

Em ambos os grupos, foram considerados como critério de exclusão: deformidades osteoarticulares, incluindo neuroartropatia de Charcot; úlceras plantares; amputação de regiões do pé; realização de marcha com bengalas, muletas ou órteses; portadores de claudicação por qualquer razão; portador de doença neurológica de origem central ou outras doenças periféricas; incapacidade de compreensão para realização dos testes, déficit visual importante e não-corrigido e presença de algum sintoma relatado pelo Questionário de Tontura [26].

Avaliação da estabilidade durante a locomoção

A avaliação da estabilidade durante a locomoção foi realizada com auxílio de um baropodômetro (*FootWalk Pro*, AM CUBE, França, com frequência de amostragem de 200 Hz) de 2,0 m de comprimento, adaptado a uma pista de marcha totalizando 8,0 m, permitindo aceleração e desaceleração da marcha nos três metros iniciais e finais [27]. As análises foram realizadas com auxílio de Software Footwork Pro (*IST Informatique - Intelligence Service et Tecnique*, França).

Para a realização desta avaliação os indivíduos caminharam pela pista de marcha em três situações: marcha habitual com os olhos abertos (OA); marcha com os olhos fechados (OF) e marcha com olhos abertos e diminuição da base de sustentação (DB).

Para a avaliação da marcha OA, o participante caminhava por um percurso de 8,0 m de comprimento, sendo capturados os dados apenas nos dois metros intermediários, correspondente a área útil do baropodômetro. Os indivíduos foram orientados a caminhar em uma velocidade confortável e autosselecionada.

Para a avaliação da marcha OF, os indivíduos deambularam somente no percurso referente à área útil do baropodômetro e foram orientados a fechar os olhos, caminhar pelo percurso de 2,0 m, abrir os olhos, virar e voltar pelo mesmo percurso, novamente de olhos fechados.

Por fim, para a avaliação da marcha DB, as pessoas foram orientadas a caminharem somente pela área útil do baropodômetro, no espaço entre duas linhas pré-existentes presentes na superfície superior da pista, paralelas entre si. A distância entre essas linhas era de 21 cm, portanto, os participantes tiveram sua base de sustentação reduzida a, no máximo, esse valor. Para esta avaliação, os participantes também foram orientados a caminhar somente pelo percurso de 2,0 m virar e retornar novamente pelo mesmo percurso.

Para todas as situações os indivíduos caminhavam uma vez antes de se iniciarem os registros, na primeira situação, para minimizar as alterações devido a não habituação ao meio [28] e, na segunda e terceira situações, para que os indivíduos pudessem compreender o teste. Foram registrados, em cada situação, automaticamente pela plataforma, seis ciclos da marcha.

Após a realização do teste, foi iniciada a análise dos dados por meio do software do baropodômetro. Para tal, todos os participantes foram identificados por números aleatórios, para minimizar o risco de análise tendenciosa. Para ambos os membros inferiores, direito e esquerdo, foram calculadas as variáveis velocidade, tempo de duplo apoio e tempo de apoio simples, referentes a três ciclos da marcha, utilizando, sempre que possível, os dados da segunda a quinta passagem pelo baropodômetro.

Velocidade

A velocidade da marcha foi calculada pela divisão do valor referente ao comprimento da passada pelo tempo do ciclo, separadamente para cada membro, sendo posteriormente calculada a média desse valor (Equação 1).

$$Velocidade\ (m/s) = \frac{Comprimento\ da\ passada}{Tempo\ do\ ciclo} \qquad \text{(Equação 1)}$$

O comprimento da passada foi calculado pela soma do comprimento de dois passos consecutivos, expressos em centímetros. Posteriormente esses valores foram transformados em metros (Figura 1; Equação 2).

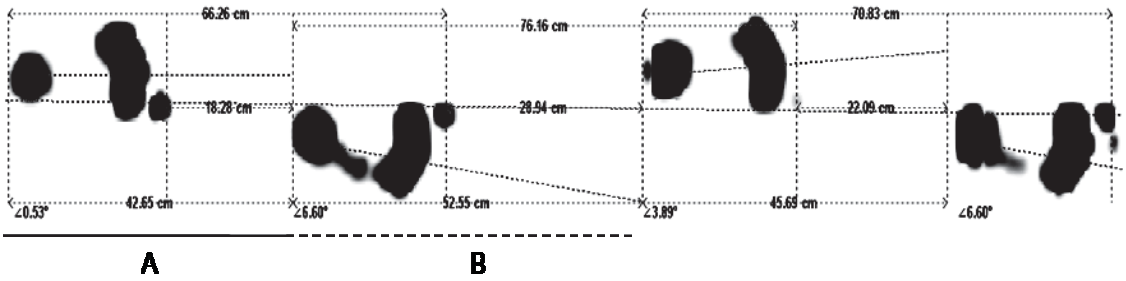


Figura 1. Representação esquemática da imagem gerada pelo *software FootWork Pro*, versão 3.2.0.1, utilizada para obtenção do comprimento da passada.

$$Comprimento\ da\ passada\ esquerda = A + B \qquad \text{(Equação 2)}$$

O tempo do ciclo da marcha foi obtido pela soma dos períodos de apoio total dos pés direito e esquerdo, subtraindo-se os períodos de duplo apoio, expressos em milissegundos, sendo posteriormente transformados em segundos (Figura 2; Equação 3).

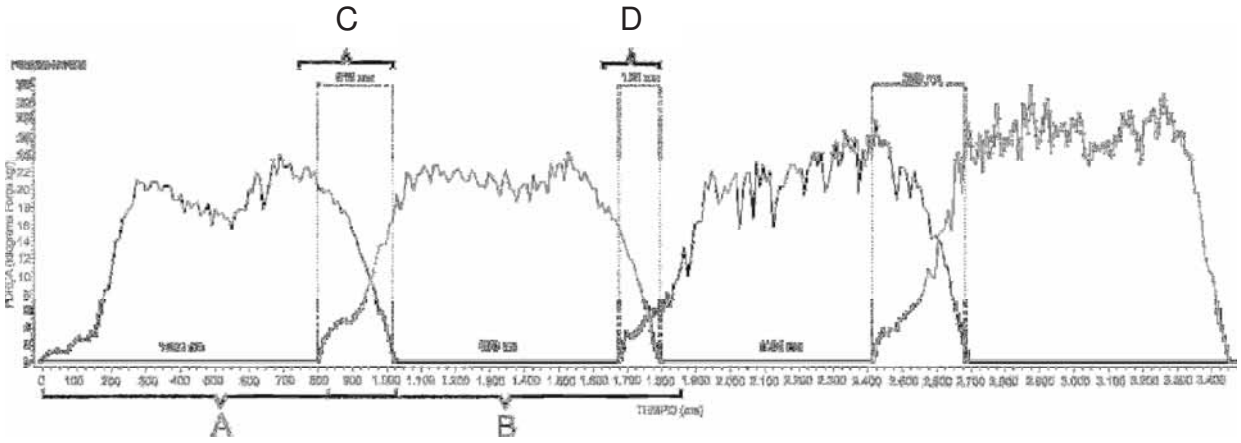


Figura 2. Representação esquemática da imagem gerada pelo *software FootWork Pro*, versão 3.2.0.1, utilizada para as análises do tempo do ciclo.

Tempo do ciclo (milisegundos)= A+B-C-D (Equação 3)

Duplo apoio e apoio simples

As variáveis referentes ao tempo de apoio, em milissegundos, foram extraídas do gráfico gerado pelo software, separadamente, para os pés direito e esquerdo (Figura 3).

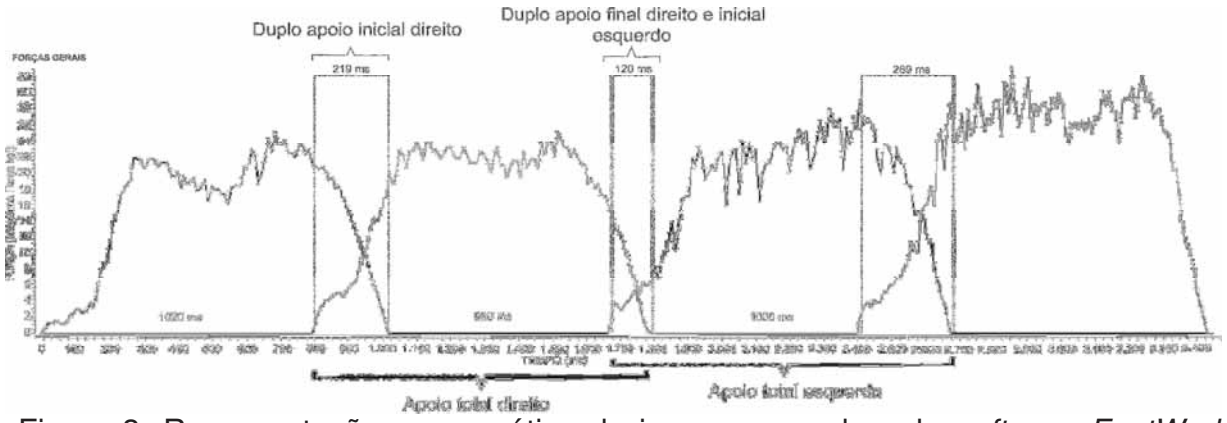


Figura 3. Representação esquemática da imagem gerada pelo *software FootWork Pro*, versão 3.2.0.1, utilizada para as análises dos períodos de apoio.

Foram coletados o tempo de apoio total, tempo de duplo apoio inicial e de duplo apoio final. O tempo de apoio simples, não fornecido pelo software, foi calculado subtraindo os tempos de duplo apoio do apoio total, por meio da equação abaixo relacionada (Equação 4).

Apoio simples = Apoio total – (duplo apoio inicial+duplo apoio final) (Equação 4)

Posteriormente, os tempos de duplo apoio inicial e duplo apoio final foram somados, obtendo-se assim um único valor de duplo apoio.

Análise estatística

A estatística descritiva, expressa em médias e desvios padrão, foi utilizada para caracterização da amostra. Todas as variáveis atenderam os pressupostos de normalidade (*Kolmorogov-Smirnov*) e esfericidade (*Mauchly's*).

Para analisar as diferenças entre os grupos para as variáveis quantitativas separadamente foi aplicado o teste *t-student* para amostras independentes.

O teste ANOVA de medidas repetidas foi aplicado para verificar as relações entre grupo e condição da marcha para as variáveis dependentes: velocidade da marcha, porcentagem de tempo de duplo apoio e porcentagem de tempo de apoio simples. O teste *post hoc Fisher's least significant difference* (LSD) foi aplicado para localizar as diferenças.

Os dados para ambos os membros inferiores foram comparados e não houve diferença significante, portanto, levando em consideração que a neuropatia diabética é uma doença de comprometimento simétrico [29], os dados para todas as variáveis,

foram analisados em conjunto, por meio da média dos valores obtidos para o membro direito e esquerdo.

Em todas as análises o nível de significância foi de 5% e o programa utilizado para tratamento estatístico foi o SPSS (Statistical Package for Social Sciences, versão 19.0).

RESULTADOS

Na caracterização da amostra, descrita na Tabela 1, a população do GN apresentou aumento da massa corporal, com conseqüente aumento do IMC, valores mais altos de glicemia pós-prandial, confirmando a presença de diabetes. A neuropatia foi detectada por meio da insensibilidade ao monofilamento *Semmes-Weinstein* de 10 g e pontuação igual ou superior a oito no *Michigan Neuropathy Screening Instrument.*

Tabela 1 – Caracterização da amostra (média ± desvio padrão e p-valor).

Variáveis/Teste	GC	GN	p-valor
Idade (anos)	62,96±5,97	64,33±6,45	0,483
Massa corporal (Kg)	67,73±11,47	76,71±16,37	0,046*
Estatura (m)	1,59±0,10	1,61±0,08	0,603
IMC (Kg/m^2)	26,63±3,25	31,51±6,92	0,005*
Glicemia (mg/dL)	124,09±24,99	164,56±43,34	0,001*

Grupo Controle (GC) n: 23; Grupo Neuropata (GN) n: 18; *p<0,05.

A avaliação por meio do teste *t-student* para medidas independentes evidenciou diferença significante na velocidade entre os grupos, com menores valores para o GN (Tabela 2).

Tabela 2 – Média ± desvio-padrão e p-valor das variáveis da marcha avaliadas nos grupo controle e neuropata: velocidade, porcentagem de duplo apoio e apoio simples nas condições de olho aberto, olho fechado e diminuição da base de sustentação.

Variável		GC	GN	p-valor
Velocidade (m/s)	OA	0,93±0,11	0,83±0,13	0,004*
	OF	0,66±0,13	0,43± 0,12	0,001*
	DB	0,59± 0,12	0,41±0,07	0,001*
DuploApoio (%)	OA	38,04 ± 4,06	42,42 ± 5,01	0,004*
	OF	46,56 ± 4,37	53,56 ± 7,25	0,001*
	DB	47,54 ± 4,37	54,13 ± 6,09	0,001*
ApoioSimples (%)	OA	61,96 ± 4,06	57,58 ± 5,01	0,004*
	OF	53,41 ± 4,37	46,46 ± 7,24	0,001*
	DB	52,46 ± 4,37	45,86 ± 6,09	0,001*

Grupo Controle (GC) n: 23; Grupo Neuropata (GN) n: 18. Olho aberto (OA), Olho fechado (OF), Diminuição da base de sustentação (DB); *p<0,05.

Como a velocidade dos sujeitos portadores de neuropatia diabética foi inferior a dos sujeitos do GC, os valores absolutos dos períodos de duplo apoio e apoio simples foram transformados em valores percentuais, tomando-se o apoio total como 100%.

A Tabela 2 também evidencia, por meio do teste *t-student* para medidas independentes, a diferença significante na porcentagem do tempo de duplo apoio e tempo de apoio simples entre os grupos, sendo que o GN apresentou maior porcentagem de tempo de duplo apoio e menor porcentagem de tempo de apoio simples, em todas as condições.

A ANOVA de medidas repetidas confirmou os resultados encontrados no teste *t-student* e mostrou diferença na velocidade da marcha entre as três condições, para ambos os grupos (p=0,001), confirmada no teste *post hoc* (OAxOF p=0,001; OAxDB

p=0,001; OFxDB p=0,032). Foi observada interação entre grupo e condição, onde o GN mostrou maior redução da velocidade quando foi modificada a condição da marcha (p=0,023) (Figura 4).

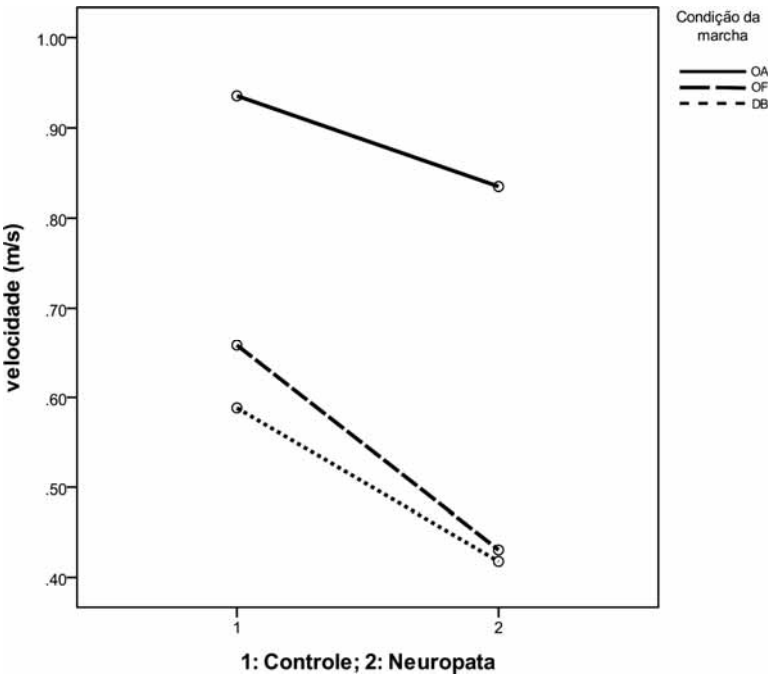


Figura 4: Comparação entre os valores médios de velocidade entre grupo controle e grupo neuropata para as diferentes condições da marcha.

A ANOVA também mostrou diferença nas variáveis porcentagem de tempo de duplo apoio e porcentagem de tempo de apoio simples entre as três condições da marcha para ambos os grupos (p=0,001). O teste *post hoc* apontou aumento na porcentagem de duplo apoio nas condições da marcha com o OF (p=0,001) e com DB (p=0,001), quando comparada com a condição de marcha com OA. Não foi observada diferença entre as condições de OF e DB (p=0,899). Em relação à porcentagem de tempo de apoio simples a situação observada foi inversa, com diminuição deste período com o OF (p=0,001) e com DB (p=0,001), quando comparada com a condição de marcha com OA. Não foi observada diferença entre as condições de OF e DB (p=0,898). Não houve interação entre grupo e condição

para porcentagem de tempo de duplo apoio (p=0,291) e para a porcentagem de tempo de apoio simples (p=0,295). Estes resultados são mostrados nas Figuras 5 e 6.

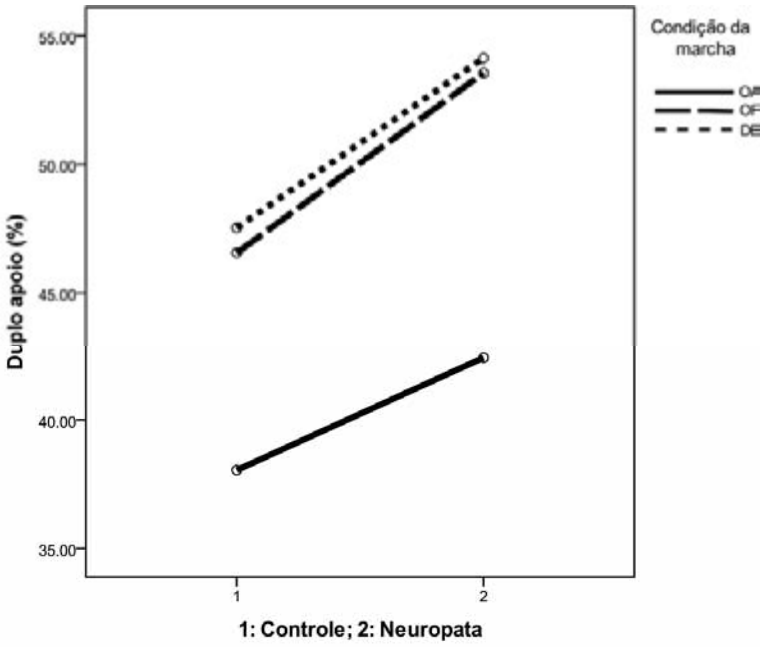


Figura 5: Comparação entre os valores médios de porcentagens de tempo de duplo apoio entre grupo controle e grupo neuropata para as diferentes condições da marcha.

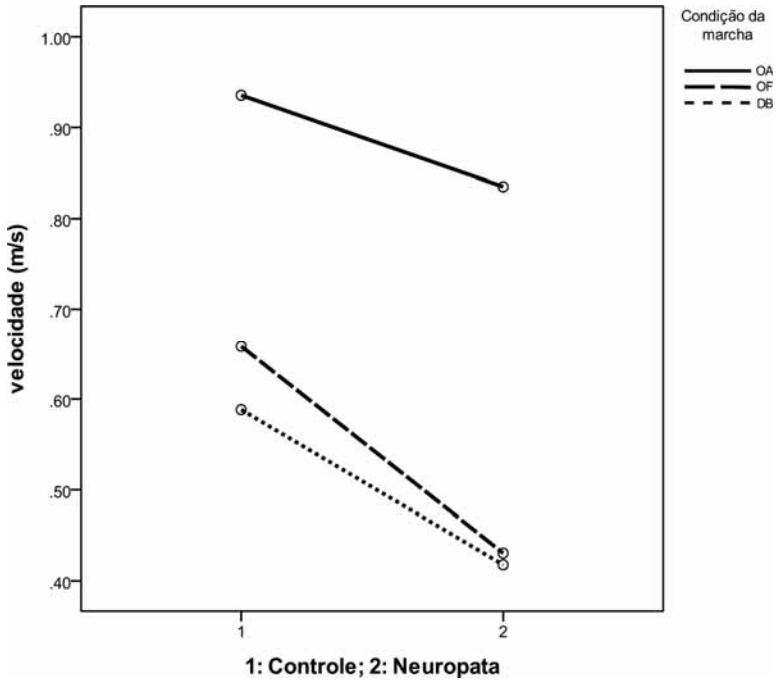


Figura 6: Comparação entre os valores médios de porcentagens de tempo de apoio simples entre grupo controle e grupo neuropata GC e GN para as diferentes condições da marcha.

DISCUSSÃO

Nas três situações avaliadas, marcha habitual com os olhos abertos, marcha com os olhos fechados e marcha com olhos abertos e diminuição da base de sustentação, foi observado pior desempenho na estabilidade do ato de locomoção nos indivíduos com neuropatia diabética periférica. Esse desempenho foi ainda mais comprometido nas duas situações que mais exigiram do sistema de controle postural (OF e DB).

Para a variável velocidade, realizada de maneira autosselecionada, foi observada diminuição no grupo neuropata e nas situações de maior exigência do controle postural para ambos os grupos. No entanto, pelo teste de ANOVA de medidas repetidas, foi observada interação entre grupo e condição, sendo o grupo

neuropata mais suscetível à diminuição da velocidade nas condições da marcha de olhos fechados e menor base de sustentação.

Alguns autores, em concordância com nossos achados, observaram diminuição da velocidade na população diabética [30, 31], sendo essa diminuição mais acentuada à medida que o grau de dificuldade aumenta, como por exemplo, na marcha em superfícies irregulares [11, 16, 17], podendo estar associada a maior risco de quedas [32]. Essa diminuição na velocidade pode demonstrar uma tentativa de marcha mais segura a fim de evitar instabilidades [33]. Porém, a literatura carece de estudos de marcha em outras situações funcionais, como andar com os olhos fechados e com diminuição da base de sustentação, realizadas no presente estudo. Embora alguns autores tenham observado diminuição da velocidade da marcha de neuropatas com histórico de quedas, sobre superfície irregular e baixa luminosidade, quando comparada com marcha em superfície regular com boa luminosidade [19], os autores não diferenciam se a maior dificuldade observada foi decorrente da superfície irregular, da diminuição da luminosidade ou de ambas.

Os tempos de duplo apoio e apoio simples também estiveram alterados no grupo neuropata e nas situações de marcha com os olhos fechados e marcha com diminuição da base de sustentação, tanto no grupo controle quanto no grupo neuropata. A ANOVA de medidas repetidas, não evidenciou interação entre grupo e condição para as variáveis tempo de duplo apoio e tempo de apoio simples, ou seja, os grupos reagiram de forma semelhante às diferentes condições da marcha, com piora nas situações que exigiram mais do sistema de controle postural.

Sacco *et al.* [14], em um estudo no qual verificaram os parâmetros temporais e dinâmicos da marcha auto selecionada, também encontraram menor tempo de apoio simples com maior tempo de duplo apoio para a neuropatia diabética. Costa *et al.* [34

atribuem essa alteração nos tempos de apoio à uma compensação com o propósito de melhorar a estabilidade durante a locomoção.

Para manutenção da estabilidade durante a realização de tarefas, tanto estáticas como dinâmicas, é necessária a integridade dos sistemas de controle postural, sensorial (sistemas visual, vestibular e somatossensorial) e motor [35]. Portanto, as diferenças entre as situações da marcha, com os olhos abertos e com os olhos fechados, podem ser decorrentes da importância que as informações visuais exercem sobre o controle da estabilidade, fornecendo informações espaciais necessárias para reajustes corporais durante a locomoção. Assim, ambos os grupos apresentaram menor desempenho durante a locomoção com olhos fechados.

Apesar de ambos os grupos apresentarem pior desempenho nas situações de maior exigência do controle postural, os sujeitos neuropatas, em relação ao grupo controle, apresentaram maior instabilidade na marcha com olho fechado, com menor velocidade, maior tempo de duplo apoio e menor tempo de apoio simples. Este resultado pode ser justificado por diminuição do *feedback* fornecido pelas informações sensoriais [36], que, por estarem reduzidas nos indivíduos neuropatas, causam maior instabilidade durante o ato da locomoção [37].

Menz *et al.*[17] destaca que as alterações apresentadas na estabilidade da marcha em indivíduos neuropatas devem-se à importância das informações periféricas sensitivas no controle da estabilidade durante a locomoção, sendo este fator predominante sobre a visão e força muscular. Assim, ao haver perda proprioceptiva e tátil, o componente visual se torna mais necessário na adequação e ajuste do controle postural [9]. Isso pode justificar o fato dos neuropatas do presente estudo apresentarem comprometimento mais acentuado da velocidade na condição de marcha com os olhos fechados.

O pior desempenho observado na situação de diminuição da base de sustentação para o grupo neuropata pode estar relacionado à redução de sensibilidade, de força muscular [38] e amplitude de movimento [39], geralmente apresentadas por esta população.

Acreditamos que o aumento da instabilidade durante a marcha com menor base de sustentação, observada no presente estudo, possa estar relacionada com uma possível diminuição do controle neuromuscular das articulações distais, uma vez que em estudos prévios realizados em nosso laboratório, foram verificadas diminuição da sensibilidade, força muscular e amplitude de movimento na população neuropata diabética. Gomes *et al*. [40], sugeriram diminuição do controle neuromuscular nas articulações distais, estudando o pico de ativação de plantiflexores e a amplitude de movimento do tornozelo durante a marcha, com diferentes cadências, de neuropatas diabéticos.

A técnica de avaliação utilizada no presente estudo possibilitou compreender melhor o aspecto neuromotor envolvido na estabilidade da locomoção de indivíduos com neuropatia diabética. Assim, os achados deste estudo podem auxiliar a prática clínica no tratamento de pessoas diabéticas, pela inclusão de treinos de marcha em diferentes situações, que exijam mais do controle neuromotor. Espera-se com isso, proporcionar aos indivíduos neuropatas maior estabilidade e confiança durante a locomoção, evitando, assim, risco de quedas, e outros prejuízos funcionais, como dificuldades na marcha em terrenos irregulares, com mudanças de direções, além de uma marcha mais lenta, o que dificulta diversas atividades desses indivíduos, tais como ir ao supermercado, banco, atividades de lazer, entre outras, que serão prejudicadas ou mesmo impedidas.

Podemos citar como limitação do nosso estudo o número de pessoas avaliadas, já que muitos indivíduos precisaram ser excluídos por apresentarem outras comorbidades associadas. Portanto, sugerimos que novos estudos sejam realizados com uma população maior, para observar se as mesmas diferenças são encontradas. Sugerimos também que outras situações funcionais da vida diária dessa população, como andar em um percurso com obstáculos, mudanças de direções, presença de degraus, sejam realizadas para verificar a condição funcional desses indivíduos e auxiliar no tratamento e reabilitação. Enfatizamos ainda, a realização de estudos de intervenção com os treinos de marcha nas condições utilizadas neste estudo, a fim de verificar a eficácia deste tratamento na estabilidade da locomoção de indivíduos com neuropatia diabética periférica.

CONCLUSÕES

Foi possível verificar, com nosso estudo, que indivíduos com NDP apresentam maior instabilidade durante o ato de locomoção, quando comparados com o grupo controle nas três situações avaliadas: marcha habitual com os olhos abertos; marcha com os olhos fechados e marcha com olhos abertos e diminuição da base de sustentação.

Os indivíduos do grupo controle e neuropata também apresentaram maior instabilidade na marcha nas situações de OF e DB quando comparados com marcha OA. A instabilidade foi observada por uma menor velocidade, maior tempo de duplo apoio e menor tempo de apoio simples.

A reação dos grupos frente às dificuldades impostas durante a locomoção, foram semelhantes quando avaliados os tempos de apoio. No entanto, para a

velocidade, o GN apresentou pior desempenho, ou seja, o fator neuropatia levou a uma dificuldade ainda maior durante a locomoção com OF e com DB.

As modificações do padrão da marcha encontradas neste estudo decorrentes da instabilidade imposta pelas diferentes condições da marcha sugerem a utilização destas mesmas condições tanto para avaliação quanto para a elaboração de tratamentos com o propósito de detectar alterações e respaldar atividades que visem melhorar a estabilidade e consequentemente a funcionalidade dessa população.

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):1047-1053.

2. Shaw JE, Sicree RA, Zimmet PZ. Global estimates of the prevalence of diabetes for 2010 and 2030. Diabetes Res Clin Pract. 2010;87:4-14.

3. Bacarin TA, Sacco ICN, Hennig EM. Plantar pressure distribution patterns during gait in diabetic neuropathy patients with a history of foot ulcers. Clinics. 2009; 64(2):113-120.

4. Rao N, Aruin AS. Auxiliary sensory cues improve automatic postural responses in individuals with diabetic neuropathy. Neurorehabil Neural Repair. 2011; 25(2):110-117.

5. Van Schie CH. Neuropathy: mobility and quality of life. Diabetes Metab Res Ver. 2008; 24(1):45–51.

6. Allet L, Armand S, Aminian K, Pataky Z, Golay A, Bie RA et al. An exercise intervention to improve diabetic patients' gait in a real-life environment. Gait Posture. 2010; 32:185-190.

7. Kuo AD, Donelan JM. Dynamic principles of gait and their clinical implications. Physical Therapy. 2010; 90(2):157-176.

8. Vaugoyeau M, Viel S, Amblard B, Azulay JP, Assaiante C. Proprioceptive contribution of postural control as assessed from very slow oscillations of the support in healthy humans. Gait Posture. 2008; 27:294-302.

9. Kleiner AFR, Schlittler DXC, Sánches-Ariaz MDR. O papel dos sistemas visual, vestibular, somatosensorial e auditivo para o controle postural. Rev Neurocienc. 2011; 19(2): 349-357.

10. Gomes LPO, Borges FG, Rancone IS, Oliveira CS, Anjos DMC. Velocidade de caminhada em idosos diabéticos e não-diabéticos. Conscientiae Saúde. 2008;7(2):261-267.

11. Allet L, Armand S, Bie RA, Golay A, Pataky Z, Aminian K et al. Complications clinical factors associated with gait alterations in diabetic patients. Diabet Med. 2009; 26:1003-1009.

12. Manor B, Wolenski P, Li L. Faster walking speeds increase local instability among people with peripheral neuropathy. J Biomech. 2008; 41:2787-2792.

13. Richardson J, Thies S, Ashton-Miller J. An exploration of step time variability on smooth and irregular surfaces in older persons with neuropathy. Clin Biomech. 2008; 23:349-356.

14. Sacco ICN, Amadio AC. A study of biomechanical parameters in gait analysis and sensitive cronaxie of diabetic neuropathic patients. Clin Biomech. 2000; 15:196-302.

15. Richardson JK, Thies SB, Demott TK, Ashton-Miller JA. Gait Analysis in a challenging environment differentiates between fallers and nonfallers among older patients with peripheral neuropathy. Arch Phys Med Rehabil. 2005; 86:1539-1544.

16. Allet L, Armand S, Bie RA, Pataky Z, Aminian K, Herrmann FR et al. Gait alterations of diabetic patients while walking on different surfaces. Gait Posture. 2009; 29:488-493.

17. Menz HB, Lord SR, St George R, Fitzpatrick RC. Walking stability and sensorimotor function in older people with diabetic peripheral neuropathy. Arch Phys Med Rehabil. 2004; 85:245-52.

18. Thies SB, Richardson, JK, Demott T, Ashton-Miller JA. Influence of an irregular surface and low light on the step variability of patients with peripheral neuropathy during level gait. Gait Posture. 2005; 22:40-45.

19. 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. J Am Geriatr Soc. 2004; 52: 510-515.

20. Valk GD, Sonnaville JJJ, Van Hourum WH, Heine RJ, Van Eijk JTM, Bouter LM, et al. The assessment of diabetic polyneuropathy in daily clinical practice: reproducibility and validity of Semmes Weinstein monofilaments examinations and clinical neurological examination. Muscle Nerve. 1997; 20: 116-118.

21. Kamei N, Yamane K, Nakanishi S, Yamashita Y, Tamura T, Ohshita K et al. Effectiveness of Semmes- Weinstein monofilament examination for diabetic peripheral neuropathy screening. J Diabetes Complications. 2005; 19(1):47-53.

22. Nather A, Neo SH, Chionh SB, Liew CFS, Sim EY, Chew JLL. Assessment of sensory neuropathy in diabetic patients without diabetic foot problems. J Diabetes Complications. 2008; 22(2):126-131.

23. Frykberg RG, Lavery LA, Pham H, Harvey C, Harkless L, Veves A. Role of neuropathy and high foot pressures in diabetic foot ulceration. Diabetes Care. 1998; 21(10):1714-1719.

24. Perry JE, Hall JO, Davis BL. Simultaneous measurements of plantar pressure and shear forces in diabetic individuals. Gait Posture. 2002; 16(1):101-107.

25. Moghtaderi A, Bakhshipour A, Rashidi H. Validation of Michigan neuropathy screening instrument for diabetic peripheral neuropathy. Clin Neurol Neurosurg. 2006; 108: 477-481.

26. Lemos PV. Análise do controle postural de idosas saudáveis. [dissertação]. São Paulo: Universidade Cidade de São Paulo; 2009.

27. Nagasaki H, Itoh H, Hashizume K, Furuna T, Maruyama H, Kinugasa T. Walking patterns and finger rhythm of older adults. Percept Mot Skills. 1996; 82: 435-447.

28. Campos AO, Hutten P, Freitas T H, Mochizuki, L. Análise das alterações biomecânicas da força de reação do solo durante a adaptação da caminhada em esteira. Rev Bras Biomec. 2002; 5:13-19.

29. Boulton AJ, Malik RA, Arezzo, JC, Sosenko JM. Diabetic somatic neuropathies. Diabetes Care. 2004; 27(6): 1458-1486.

30. Dingwell JB, Cusumano JP, Sternad D, Cavanagh PR. Slower speeds in patients with diabetic neuropathy lead to improved local dynamic stability of continuous overground walking. J Biomech. 2000; 33: 1269-1277.

31. Petrofsky J, Lee ES, Bweir ES. Gait characteristics in people with type 2 diabetes mellitus. Eur J Appl Physiol. 2005; 93: 640–647.

32. Allet L, Armand S, . Golay A, Monnin D, Bie RA, Bruin ED. Gait characteristics of diabetic patients:a systematic review. Diabetes Metab Res Ver. 2008; 24: 173–191.

33. Yavuzer G, Yetkin I, Toruner FB, Koca N, Bolukbas N. Gait deviations of pacients with diabetes mellitus: Looking beyond peripheral neuropathy. Eura Medicophys. 2006; 42: 127-133.

34. Lopes KT, Costa DF, Santos LF, Castro DP, Bastone AC. Prevalência do medo de cair em uma população de idosos da comunidade e sua correlação com

mobilidade, equilíbrio dinâmico, risco e histórico de quedas. Rev Bras Fisioter. 2009; 13(3): 223-229.

35. Barela JA, Júnior PF. Alterações no funcionamento do sistema de controle postural de idosos. Uso da informação visual. Rev Port Cien Desp. 2006; 6(1): 94–105.

36. Dingwel JB, Gu KH, Marin LC. The effects of sensory loss and walking speed on the orbital dynamic stability of human walking. J Biomech. 2007; 40:1723–1730.

37. Camargo MR, Fregonesi CEPT. Parâmetros da marcha em portadores de diabetes mellitus. Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum. 2010; 12(2):155-163.

38. Ijzerman TH, Schaper NC, Melai T, Blijham P, Meijer K, Willems PJB et al. Motor nerve decline does not underlie muscle weakness in type 2 diabetic neuropathy. Muscle Nerve. 2011 Aug; 44(2): 241–245.

39. 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. Diabetic Medicine. 2007; 24(11): 1240-1246.

40. Gomes AA, Onodera AN, Otuzi MEI, Pripas D, Mezzarane R A, Sacco I C N. Electromyography and kinematic changes of gait cycle at different cadences in diabetic neuropathic individuals. Muscle Nerve 2011; 44(2): 258-268.

-Artigo II-

ARTIGO ORIGINAL

CONTROLE POSTURAL E EQUILÍBRIO FUNCIONAL EM INDIVÍDUOS COM NEUROPATIA DIABÉTICA PERIFÉRICA

Postural control and functional balance in diabetic neuropathy

Ana Claudia de Souza Fortaleza[1], Cristina Elena Prado Teles Fregonesi[2].

1 – Discente do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Fisioterapia da Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente – SP - Brasil, e-mail:anafortalezaunesp@yahoo.com.br.

2 – Docente do departamento de Fisioterapia e do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Fisioterapia da Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente – SP.

Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente – SP.

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* (mestrado) em Fisioterapia da Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente – SP.

Autor responsável

Ana Claudia de Souza Fortaleza

Endereço: Avenida Roberto Simonsen, 305. Centro Educacional.

CEP: 19060-900. Presidente Prudente – São Paulo – Brasil.

Telefone: (18) 3229-5825. Fax: (18) 3229-5550

e-mail: anafortalezaunesp@yahoo.com.br

RESUMO

Introdução: A Neuropatia diabética periférica (NDP) cursa com redução somatosensitiva que pode levar a alterações no controle postural. **Objetivo:** Avaliar o controle postural e o equilíbrio funcional em indivíduos com NDP, bem como correlacionar os resultados obtidos na avaliação do controle postural com os valores de equilíbrio funcional. **Materiais e métodos:** Participaram do estudo 13 mulheres com NDP (GN) e 17 mulheres não diabéticas (GC) . A avaliação do controle postural foi realizada por cinemetria nas condições: olhos abertos (OA), olhos fechados (OF) e *semi tandem* (ST). Após processamento no MATLAB foram geradas as variáveis: amplitude média de oscilação (AMO) na direção ântero-posterior (AP) e médio-lateral (ML); e velocidade média de oscilação (VMO) na direção AP e ML. O equilíbrio funcional foi avaliado pelo *Timed Up and Go Test*. **Resultados:** Houve diferença significante entre os grupos na AMO-AP com AO (p=0,023) e OF(p=0,035), na AMO-ML com OF (p=0,028) e ST (0,001) e na VMO-ML em ST (p<0,001). Houve diferença entre as condições OA e ST (p<0,005) e OF e ST (p<0,005) para as variáveis AMO-ML e VMO-ML, com maior prejuízo para o GN que também apresentou um menor equilíbrio funcional (p=0,001) . A instabilidade ML foi correlacionada positivamente com o desequilíbrio funcional. **Conclusão:** Os resultados nos mostram uma alteração no sistema de controle postural na NDP, o que pode levar estes indivíduos a um maior risco a quedas e prejuízos funcionais.

Palavras-chave: Neuropatías diabéticas, equilíbrio, fisioterapia.

ABSTRACT

Introduction: Diabetic peripheral neuropathy (DPN) courses with reduced somatosensory that can lead to changes in postural control. **Objective:** To evaluate the functional balance and postural control in individuals with DPN, as well as to correlate the results of the assessment of postural control with functional balance values. **Methods:** The study included 13 female with NDP (NG) and 17 non-diabetic male (CG). Postural control assessment was performed by cinemetry in the conditions: eyes opened (EO), eyes closed (EC) and semi-tandem (ST). After data were processed in MATLAB the variables were generated: oscillation amplitude average (OAA) anterior-posterior (AP) and medial-lateral (ML) direction; and oscillation speed average (OSA) in AP and ML direction. Functional balance was assessed by Timed Up and Go Test. Results: There was significant difference between groups in OAA-AP with EO (p=0,023) and EC (p=0,035), in OAA-ML with EC (p=0,028) and ST (0,001) and OSA-ML in ST (p<0,001). There was difference between the conditions EO and ST (p<0,005) and EC with ST (p<0,005), with higher values for NG that also had a shorter functional balance (p=0,001). ML instability was positively correlated with the functional imbalance. **Conclusions:** The results show a change in the postural control system in the DPN, wich could lead these people to an increased risk for falls and functional impairment.

Key words: Diabetic neuropathies; balance; physiotherapy.

INTRODUÇÃO

Atualmente a Diabetes *Mellitus* (DM) tem sido objeto de pesquisa mundial, devido à alta e crescente prevalência desta doença, que traz declínio na saúde física das pessoas [1,2], e pode, devido a suas comorbidades, ser comparada ao infarto agudo do miocárdio ou doença respiratória crônica [1]. A DM é caracterizada por aumento da glicose sanguínea que pode, ao longo dos anos, levar a comprometimento macrovascular, atingindo as artérias coronarianas, dos membros inferiores ou cerebrais, ou microvascular com complicações visuais, renais ou nervosas [3,4].

Dentre as complicações da DM, a neuropatia diabética periférica (NDP) é uma das mais comuns e seu desenvolvimento, progressão e severidade dependem do tempo da diabetes e do controle metabólico [5]. A NDP cursa com diminuição na velocidade da condução nervosa [6], geralmente com progressão de distal para proximal. O indivíduo apresenta diminuição das informações aferentes, com redução somatosensitiva e comprometimento da sensibilidade, superficial e profunda, dos membros inferiores, resultando em déficit de equilíbrio [7], decorrente da relação entre sensibilidade dos pés e a manutenção do controle postural [8].

Em adição, para a manutenção do controle postural é imprescindível a integridade das informações visual e vestibular, além da somatossensitiva [9]. Em alguns casos, indivíduos diabéticos, por apresentarem déficits visuais, em decorrência da retinopatia diabética [10], e alterações vestibulares [11], podem ter dificuldades na manutenção do controle postural. Na neuropatia diabética periférica, as respostas posturais podem estar reduzidas devido à diminuição das informações

proprioceptivas que desempenham papel importante na estabilidade do corpo durante a postura ereta [12].

Alguns autores vêm estudando o controle postural, verificando diminuição da estabilidade, tanto na população diabética [13,14] como na população com NDP [14,15]. As avaliações de controle postural na população diabética, com ou sem neuropatia têm sido realizadas em diferentes condições: com os olhos fechados [10,16], posição unipodal [17], e posição em *tandem stance* [13]. Outros autores têm avaliado o equilíbrio de diabéticos idosos por meio do *Timed Up and Go Test* (TUGT) [18-20]. Porém a literatura carece de estudos sobre o controle postural associando diferentes graus de dificuldade.

A diminuição do controle postural implica em risco de quedas em indivíduos neuropatas [17], que podem trazer, além de prejuízos funcionais como, por exemplo, lesões de partes moles, restrição prolongada no leito, risco de doenças, hospitalização, fraturas, incapacidades e até mesmo morte [21], altos custos para o sistema público de saúde [22]. Torna-se, portanto, necessária a investigação do controle postural na população neuropata, para que possa ser compreendido em quais situações esses indivíduos apresentam menor desempenho. Esses resultados podem facilitar um programa de tratamento adequado a fim de melhorar a estabilidade e evitar prejuízos funcionais para essa população.

Ainda podemos verificar que os estudos acerca do controle postural na NDP têm a preocupação de utilizar equipamentos sofisticados e de boa precisão [14, 23,24], no entanto, tais equipamentos apresentam um custo elevado e por isso, inviáveis para a prática clínica. Poucos estudos na literatura avaliam o controle postural de diferentes formas e ainda associam os resultados obtidos com testes funcionais mais simples e de fácil aplicabilidade.

A ausência de avaliações do controle postural em neuropatas diabéticos**,** em diferentes graus de dificuldade, juntamente com a avaliação do equilíbrio funcional por meio de um teste simples, justifica a realização deste estudo, que teve como objetivo avaliar o controle postural na postura ereta, em diferentes condições, e o equilíbrio funcional em indivíduos com neuropatia diabética periférica, bem como correlacionar os resultados obtidos na avaliação do controle postural com os valores do teste do equilíbrio funcional.

MATERIAIS E MÉTODOS

Sujeitos

Participaram do estudo 30 indivíduos do sexo feminino, divididos em dois grupos: Grupo neuropata (GN), composto de 13 mulheres com diabetes *mellitus* tipo 2 acometidas por NDP, e grupo controle (GC) com 17 mulheres não diabéticas. As participantes do GN foram encaminhadas do Projeto de Extensão Universitária "Programa Pé Diabético" da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista (FCT/UNESP), Presidente Prudente, SP, Brasil.

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Estudos Clínicos em Fisioterapia (LECFisio) do Departamento de Fisioterapia da FCT/UNESP. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa local sob o protocolo nº 30/2010. Cada indivíduo tomou conhecimento do procedimento a ser realizado e, em concordância com o mesmo, assinou um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Procedimentos

Inicialmente foram coletados dados antropométricos de todos os participantes como massa corporal, estatura e índice de massa corpórea (IMC). Para confirmação da DM no GN e exclusão de possíveis diabéticos não diagnosticados no GC, foi realizado o teste de glicemia pós-prandial. A insensibilidade ao monofilamento *Semmes-Weistein* de 10g (SorriBauru®, Bauru, Brasil), em pelo menos um ponto testado [25] e a pontuação menor ou igual a oito no *Michigan Neuropathy Screening Instrument* (MNSI) [26], foram utilizadas como critério de inclusão para o GN. O GC apresentou normalidade nesses dois testes.

Para obter maior controle sobre a atividade física dos participantes foi aplicado Questionário de Baecke Modificado para Idosos, validado por Mazo *et al.* [27]. Todos os participantes do estudo tiveram níveis semelhantes de atividade física, sendo assim, este fator não interferiu nos resultados encontrados. Na tentativa de minimizar as alterações no controle postural decorrentes de comprometimento vestibular, foi aplicado o Questionário de Tontura [28]. Todos os participantes também foram questionados quanto à presença de déficit visual, sendo excluídos aqueles que apresentassem déficit visual importante e não corrigido.

Em ambos os grupos, também foram excluídos indivíduos com deformidades osteoarticulares, incluindo neuroartropatia de Charcot; úlceras plantares; amputação de membros inferiores; realização de marcha com bengalas, muletas ou órteses; portadores de claudicação por qualquer razão; portador de doença neurológica de origem central ou outras doenças periféricas e/ou incapacidade de compreensão para realização dos testes.

Avaliação do controle postural e equilíbrio funcional

Para avaliação do desempenho do sistema de controle postural, durante a manutenção da postura em pé, foi analisada a oscilação ântero-posterior e médio-lateral do corpo por sistema de cinemetria. Para tal, os participantes foram orientados a permanecerem descalços, com os braços ao longo do corpo, olhando para um ponto fixo sinalizado na parede a 2 m de distância, sem contato oclusal [29], devendo permanecer o mais estático possível, por 30 s [30], em três condições: Condição 1 (OA): Postura ereta com os olhos abertos e base bipedal, com os pés paralelos e alinhados com os ombros; Condição 2 (OF): Postura ereta com os olhos fechados e base bipedal, com pés paralelos e alinhados com os ombros; Condição 3 (ST): Postura ereta com os olhos abertos e base *semi tandem* [31], pés posicionados um na frente do outro (pé dominante na frente) com o hálux encostado na borda medial do calcanhar do pé contralateral. Foi escolhida a posição semi tandem e não a posição de *tandem stance* por ser o semi *tandem* uma posição mais fácil para a população avaliada, que além de ser idosa também apresentava prejuízos neuromotores. Foram realizadas três tentativas para cada condição, e entre cada condição era dado um intervalo de descanso de 1 min, caso o paciente necessitasse.

Foram utilizadas, para a avaliação, duas câmeras de vídeo digitais (PANASONIC®, NV-GS320, Japão), com frequência de amostragem de 60 Hz, posicionadas sobre tripés localizados posteriormente ao indivíduo, para a filmagem de um marcador reflexivo, de 2 cm de diâmetro, fixado ao nível da vértebra T12, possibilitando os registros dos deslocamentos do corpo na posição em pé. As filmagens das duas câmeras foram sincronizadas por um LED, acionado, manualmente, no início de cada tentativa. Previamente à coleta dos dados, foi

realizada uma filmagem para o sistema de calibração de referência tridimensional com 12 pontos de controle e volume de 0,70 x 1,34 x 0,90 m, respectivamente para comprimento, altura e profundidade.

Posteriormente, foi realizada a transferência das imagens para o *software Ariel Performance Analysis System* (APAS, versão 1.4), permitindo a seleção de trechos correspondentes aos 30 s de cada avaliação e, também, a digitalização do marcador, sendo suas coordenadas transformadas em imagens 3D (DLT, *Direct Linear Transformation*). A seguir, os dados foram filtrados por meio de um filtro *Butterworth*, passa baixa quarta ordem e frequência de corte de 5 Hz. Foi analisada a média das três tentativas, para cada situação. O tratamento dos dados e o cômputo das variáveis foram realizados utilizando rotinas escritas em MATLAB (Math Works, versão 7.8.0) sendo geradas, no domínio do tempo, as variáveis: amplitude média de oscilação (AMO) na direção ântero-posterior (AP) e médio-lateral (ML), velocidade média de oscilação (VMO) na direção AP e ML. As amplitudes, dadas em centímetros, correspondem à variância dos dados, sendo obtida calculando o desvio padrão do deslocamento corporal da respectiva tentativa, após remoção da média e tendência linear. As velocidades nas direções AP e ML foram dadas em cm/s. Para ambas as variáveis (AMO e velocidade) um menor valor é representativo de menor oscilação e, portanto, melhor desempenho do sistema de controle postural.

Para a avaliação do equilíbrio funcional dinâmico foi utilizado o *Timed Up and Go Test* (TUGT) [32], que avalia o tempo em que o indivíduo gasta para se levantar de uma cadeira, caminhar uma distância de três metros, virar, retornar para a cadeira e sentar-se novamente. Este teste avalia o equilíbrio na transferência da

posição sentada para posição em pé, a estabilidade na deambulação e as mudanças no curso da marcha [19].

Análise estatística

A estatística descritiva, expressa em médias e desvios padrão, foi utilizada para caracterização da amostra. Foi realizado o teste *Kolmorogov-Smirnov* para verificar a distribuição das variáveis.

Para analisar as diferenças entre os grupos para as variáveis quantitativas que apresentaram distribuição normal: idade, massa corporal, altura, IMC, glicemia e tempo obtido no TUGT, foi aplicado o teste *t-student* para amostras independentes. O teste de *Mann-Whitney* foi utilizado para analisar as diferenças entre os grupos para as variáveis: AMO-AP, AMO-ML, VMO-AP, VMO-ML.

O teste ANOVA de medidas repetidas foi aplicado para verificar as diferenças entre as condições (OA, OF e TS) e relações entre grupo e condição da avaliação do controle postural para as variáveis dependentes: AMO-AP, AMO-ML, VMO-AP, VMO-ML. O teste *post hoc* Bonferroni foi utilizado para localizar as diferenças.

Foi utilizada a correlação de *Pearson* para verificar a correlação entre as variáveis obtidas pela avaliação estática (AMO-AP, AMO-ML, VMO-AP, VMO-ML) com a obtida pela avaliação dinâmica (tempo obtido no TUGT).

Em todas as análises o nível de significância foi de 5% e o programa utilizado para tratamento estatístico foi o SPSS (*Statistical Package for Social Sciences,* versão 19.0).

RESULTADOS

Na caracterização da amostra, descrita na Tabela 1, a população do GN apresentou valores mais altos de glicemia pós-prandial, confirmando a condição de diabetes, e aumento do IMC. A média de pontos insensíveis ao monofilamento *Semmes-Weinstein* de 10g no GN foi de 3.23±2.98 e a média da pontuação no *Michigan Neuropathy Screening Instrument* para este mesmo grupo foi 10±1.83, confirmando a neuropatia.

Tabela 1 – Caracterização da amostra (média ± desvio padrão e p-valor).

Variáveis/Teste	GC	GN	p-valor
Idade (anos)	62,41±6.05	63,46±6,91	0,76
Massa (Kg)	66,16±9.27	76,55 ±18,11	0,07
Estatura (m)	1,56±0.07	1,57±0,06	0,72
IMC (Kg/m^2)	26,98±3.22	32,98±6,90	0,01*
Glicemia (mg/dL)	116,76±21.12	162,08±44,02	0,01*

Grupo Controle (GC) n: 17; Grupo Neuropata (GN) n: 13; *p<0,05.

A avaliação por meio do teste *Mann-Whitney* para as variáveis referentes à análise do controle postural, evidenciou diferença significante entre os grupos para AMO-AP OA, AMO-AP OF; AMO-ML OF; AMO-ML ST e na VMO-ML ST, com maiores valores para o GN em todas as variáveis (Tabela 2).

Tabela 2 – Média ± desvio-padrão e p-valor das variáveis da avaliação do controle postural nos grupo controle e neuropata nas condições olho aberto (OA), olho fechado (OF), base *semi tandem* (ST): amplitude média de oscilação (AMO) ântero-posterior (AP), AMO médio-lateral (ML), velocidade média de oscilação (VMO) AP e VMO- ML.

Variável		**GC**	**GN**	**p-valor**
AMO-AP (cm)	OA	0,15±0,05	0,23±0,17	0, 023*
	OF	0,17±0,59	0,22±0,08	0,035*
	ST	0,18±0,21	0,21±0,12	0,072
AMO-ML (cm)	OA	0,08±0,04	0,11±0,67	0,137
	OF	0,08±0,05	0,11±0,07	0,028*
	ST	0,21±0,03	0,36±0,14	0,001*
VMO-AP (cm/s)	OA	0,61±0,21	0,76±0,40	0,213
	OF	0,74±0,45	0,77±0,31	0,483
	ST	0,98±1,51	0,89±0,39	0,113
VMO-ML (cm/s)	OA	0,30±0,16	0,33±0,14	0,145
	OF	0,28±0,11	0,31±0,09	0,103
	ST	0,59±0,30	0,86±0,35	<0,001*

Grupo Controle (GC) n=17; Grupo Neuropata (GN) n=13; *p<0,05.

O teste ANOVA de medidas repetidas mostrou diferença nas variáveis AMO-ML e VMO-ML entre as condições. O teste *post hoc* Bonferroni mostrou essas diferenças entre as condições OA e ST, e OF e ST, não havendo diferença significante entre as situações de OA e OF (Tabela 3). Paras essas duas variáveis a ANOVA também evidenciou interação entre grupo e condição (p<0,005).

Tabela 3 – Média ± desvio-padrão das variáveis da avaliação do controle postural em ambos os grupos (controle e neuropata). Comparação entre as condições olho aberto (OA), olho fechado (OF), base *semi tandem* (ST): amplitude média de oscilação (AMO) ântero-posterior (AP), AMO médio-lateral (ML), velocidade AP e velocidade ML.

Variável	**OA**	**OF**	**ST**
AMO-AP (cm)	0,19±0,12[a]	0,20±0,08[a]	0,20±0,18[a]
AMO-ML (cm)	0,09±0,57[a]	0,09±0,06[a]	0,28±0,12[b*]
VMO-AP (cm/s)	0,67±0,31[a]	0,75±0,39[a]	0,94±1,15[a]
VMO-ML (cm/s)	0,31±0,15[a]	0,29±0,10[a]	0,70±0,35[b*]

*Letras diferentes na mesma linha determinam diferença significante * (p<0,005)

Com relação aos resultados obtidos no TUGT, o teste *t-student* para medidas independentes revelou diferença significante entre os grupos (p= 0,001), com duração média de 10,19±1,94 s para o GC e 14,07± 2,98 s para o GN.

Pela correlação de Pearson, foi observada correlação significativa positiva entre valores de tempo obtidos no TUGT com amplitude médio-lateral olho aberto (R=0,478, p≤0,001), com amplitude médio-lateral ST (R= 0,694, p<0,001) e velocidade médio-lateral ST (R=0,457, p<0,05). As demais variáveis não se correlacionaram significantemente com os tempos obtidos no TUGT.

DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou o controle postural, por meio das variáveis AMO-AP, AMO-ML, VMO-AP e VMO-ML em diferentes graus de dificuldade. Foi observado que a condição de NDP levou a um aumento da AMO-AP no GN tanto na condição de OA quanto na condição de OF, e também na AMO-ML tanto na condição de OF como na condição de ST.

A AMO-AP foi mais influenciada pela visão e a AMO-ML mais influenciada pela diminuição da base de sustentação, já que a primeira apresentou-se alterada mesmo com o olho aberto e a segunda somente com olho fechado e com diminuição da base. Acreditamos que a AMO-AP não se apresentou alterada na posição de ST no GN pelo fato desta posição determinar uma diminuição do polígono de sustentação na direção médio-lateral, ao mesmo tempo em que aumenta o polígono na direção ântero-posterior, com aumento da estabilidade nesta última direção.

Em concordância com nossos achados, outros autores como Lafond *et al.* [16] e Ajmed *et al.* [33] , estudando a oscilação corporal na condição de olhos abertos e olhos fechados em indivíduos com neuropatia diabética, encontraram maior oscilação ântero-posterior mesmo com a presença da visão. O aumento da oscilação ântero-posterior, na população diabética neuropata, mesmo com o olho aberto se deve provavelmente as estratégias posturais utilizadas, já que para a manutenção da estabilidade ântero-posterior, a estratégia mais utilizada é a do tornozelo [34] que está mais deficitária em indivíduos com NDP [35]. Já a estabilidade médio-lateral é mais influenciada pelas articulações do quadril, com atividade alternada dos músculos abdutores e adutores [34]. Assim, a preservação da estabilidade médio-lateral com os olhos abertos, observada no presente estudo, pode estar relacionada com o menor acometimento das articulações proximais presente nos neuropatas [35].

A AMO-ML foi maior no GN para as duas condições que mais exigiram do sistema de controle postural (OF e ST), sendo que na condição de ST, o GN apresentou alteração ainda maior da instabilidade em relação as outras condições, já que estes indivíduos apresentaram também maior velocidade de oscilação na direção médio-lateral. Lafound *et al.*, [16] também observaram maior oscilação médio-

lateral em neuropatas na ausência da visão e Barela *et al.* [13], encontraram maior amplitude de oscilação médio-lateral em indivíduos diabéticos na condição de maior exigência do controle postural (*tandem stance*), porém os autores não analisaram a variável velocidade de oscilação.

Quando foram comparadas as condições e a interação entre grupo e condição, foi possível observar diferença significante para as variáveis AMO-ML e VMO-ML entre as condições OA e ST e OF e ST, não existindo diferença entre OA e OF. Ainda observamos a interação entre condição e grupo, sendo que o GN apresentou maior instabilidade nessas condições, ou seja, a neuropatia somada a condição ST piora a instabilidade médio-lateral. Os problemas sensoriais e biomecânicos destes pacientes, na articulação do tornozelo, levam a uma compensação com informações mais prontamente disponíveis no quadril, com aumento da sensibilidade à informação no eixo médio-lateral [34], sendo assim, o indivíduo responde com a estratégia do quadril a qualquer pequena perturbação externa ao sistema de controle corporal, apresentando, portanto, maior oscilação.

Esperávamos que também houvesse diferença entre as condições OA e OF para ambos os grupos, no entanto, não foi encontrada diferença quando essas situações foram comparadas por meio da ANOVA de medidas repetidas. Podemos entender, neste caso, que a visão não teve grande influência, provavelmente porque o sistema somatosensitivo é o componente sensorial mais importante para a manutenção do controle postural [36]. No entanto, quando foram comparados os grupos na avaliação com os olhos fechados por meio do Teste de *Mann-Whitney*, houve diferença significante nos resultados de AMO-AP e AMO-ML, com maiores valores de oscilação, ou seja, maior instabilidade no GN, por estes indivíduos apresentarem redução na sensiblidade somatosensitiva [37,38].

O *Timed Up and Go Test* revelou maior desequilíbrio funcional na população do GN, determinada pelo tempo significantemente maior na realização do teste, quando comparado ao GC. Outros autores também verificaram diminuição do equilíbrio funcional na população neuropata por meio do TUGT [18,19]. O desempenho no teste é afetado pelo tempo de reação, força muscular dos membros inferiores, equilíbrio e dificuldades na marcha [39]. Valores aumentados no tempo de realização deste teste podem indicar redução no equilíbrio nas atividades cotidianas e diminuição na velocidade média da marcha [40].

Ainda verificamos, pelas correlações encontradas em nosso estudo, que a estabilidade médio-lateral está relacionada positivamente com a estabilidade funcional avaliada pelo TUGT. Podemos inferir que os indivíduos neuropatas avaliados neste estudo têm maior risco de quedas, já que apresentaram instabilidade médio-lateral mais acentuada na condição de ST quando comparado com o grupo controle, sendo esta instabilidade associada ao maior risco de cair [41], e realizaram o TUGT em um período de tempo superior a 14 s, sabendo que esse valor pode estar relacionado com o risco aumentado de quedas em idosos [42].

As avaliações utilizadas neste estudo foram pertinentes, já que o método por meio da análise do deslocamento do centro de massa pode ser mensurado por um único marcador localizado sobre a coluna vertebral próxima ao quadril [43]. Destaca-se também a importância de utilizar avaliações do controle postural em diferentes condições, as quais permitem melhor verificação da relação entre informação sensorial e motora [44]. Ainda em relação ao TUGT, por ser um teste de fácil aplicabilidade e baixo custo, pode ser amplamente utilizado na prática clínica para fornecer informações a respeito do equilíbrio dinâmico na população com NDP.

Este estudo nos possibilitou ampliar os conhecimentos no campo da reabilitação, onde os achados nos mostram que o sistema de controle postural pode estar deficitário nos neuropatas diabéticos, assim essas pessoas apresentam dificuldade tanto em receber as informações sensitivas periféricas [45], que permitem ao sistema nervoso central compreender o que está acontecendo com o corpo, como em responder de forma adequada as perturbações de movimento, já que os neuropatas também apresentam déficits motores nos membros inferiores [46,47].

Assim, há a necessidade de que sejam focados nos programas de reabilitação, o componente sensorial, com exercícios terapeuticos que visem a melhora tátil e proprioceptiva, bem como o componente motor, facilitando as respostas musculares principalmente nas articulações do tornozelo, para que as estratégias posturais possam ser mais efeitvas em tais pacientes.

Este estudo apresentou limitações no sentido de não avaliar de forma mais apurada o componente proprioceptivo e também motor com avaliação da força muscular e amplitude de movimento das articulações distais. Sugerimos que outros estudos realizem estas avaliações para que sejam elucidados quais dos aspectos alterados no controle motor que mais influenciam na estabilidade na posição ereta em indivíduos com NDP e relacionem com as variáveis discutidas no presente estudo.

CONCLUSÕES

Foi possível verificar com este estudo que os indivíduos neuropatas oscilam mais do que seus pares sem neuropatia tanto na direção AP quanto ML, sendo que na direção AP, a AMO foi maior tanto com o OA como com o OF já na AMO-ML foi maior na condição de OF e ST. Quando comparamos as condições para ambos os grupos, houve diferença nas variáveis AMO-ML e VMO-ML entre as condições OA e OF e OF e ST, sendo o neuropata mais suscetível a condição de ST. Ainda observamos diferença significante no equilíbrio funcional, observado pelo maior tempo de execução do TUGT pelo GN, e que houve correlação significante e positiva entre instabilidade médio-lateral e equilíbrio funcional.

Os resultados nos mostram alteração nos sistema de controle postural em indivíduos com NDP, nas diferentes condições avaliadas, que se deve, provavelmente, ao comprometimento motor, em especial nas estratégias do tornozelo para a manutenção do controle postural, bem como a alteração no sistema somatosensorial. A combinação dessas alterações pode levar estes indivíduos a um maior risco a quedas e prejuízos funcionais. As avaliações utilizadas neste estudo nos permitem compreender o déficit neuromotor presente no sistema de controle postural em indivíduos com NDP e embasar tratamentos mais adequados que visem um melhora do controle postural e equilíbrio funcional nesses indivíduos, com melhora da sua funcionalidade e diminuição do risco a quedas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Schunk M, Reitmeir P, Schipf S, Völzke H, Meisinger C, Thorand B et al. Health-related quality of life in subjects with and without type 2 diabetes: pooled analysis of five population-based surveys in Germany. Diabet Med. 2011; 28(6).

2. Bruce DG, Davis W A, Davis TME. Longitudinal predictors of reduced mobility and physical disability in patients with type 2 Diabetes. Diabetes Care. 2005; 28(10):2441-2447.

3. Szmurło D, Schubert A, Kostrzewska K, Ryś P, Baran IS. Economic analysis of the implementation of guidelines for type 2 diabetes control developed by Diabetes Poland. Pol Arch Med Wewn. 2011;121(10):345-351.

4. Scheffel RS, Bortolanza D, Weber CS, Costa LA, Canani LH, Santos KG et al. Prevalência de complicações micro e macrovasculares e de seus fatores de risco em pacientes com diabetes melito do tipo 2 em atendimento ambulatorial. Rev Assoc Med Bras. 2004; 50(3):263-267.

5. Pinzur M. Diabetic Peripheral Neuropathy. Foot Ankle Clin N Am. 2011;16: 345-349.

6. Resnick HE, Stansberry KB, Harris TB, Tirivedi M, Smith K, Morgan P et al. Diabetes, peripheral neuropathy, and old age disability. Muscle Nerve. 2002; 25(1):43-50.

7. Lin SI, Chen YR, Liao CF, Chou CW. Association between sensorimotor function and forward reach in patients with diabetes. Gait Posture. 2010;32:581–585.

8. Camargo MR, Fregonesi CEPT. A importância das informações aferentes podais para o controle postural. Rev Neurocienc. 2011;19(1):165-170.

9. Mochizuki L, Amadio AC. As informações sensoriais para o controle postural. Fisioter Mov. 2006; 19(2):11-18.

10. Yamamoto R, Kinoshita T, Momoki T, Arai T, Okamura A, Hirao K et al. Postural sway and diabetic peripheral neuropathy. Diabetes Res Clin Pract. 2001;52:213-221.

11. Klagenberg KF, Zeigelboim BS, Jurkiewicz AL, Bassetto JM. Manifestações vestibulococleares em pacientes com diabetes melito tipo I. Rev Bras Otorrinolaringol. 2007;73(3):353-358.

12. Nardone A, Grasso M, Schieppati M. Balance control in peripheral neuropathy: Are patients equally unstable under static and dynamic conditions? Gait Posture. 2006; 23:364–373.

13. Razuk M, Lopes AG, Barela JA. Controle postural e informação somatosensorial em idosos diabéticos praticantes e não praticantes de atividade física. R Bras Ci Mov. 2010;18(1):26-34.

14. Fulk G, Robinson CJ, Mondal S, Storey C, Hollister A. The effects of diabetes and/or peripheral neuropathy in detecting short postural perturbations in mature adults. J Neuroengineering Rehabil. 2010; 7(44):1-10.

15. Emam AA, Gad AM, Ahmed MM, Assal HS, Mousa SG. Quantitative assessment of posture stability using computerised dynamic posturography in type 2 diabetic patients with neuropathy and its relation to glycaemic control. Singapore Med J. 2009; 50(6):614-618.

16. Lafond D, Corriveau H, Prince F. Postural control mechanisms during quiet standing in patients with diabetic sensory neuropathy. Diabetes Care. 2004; 27(1):173-178.

17. Kruse RL, LeMaster JW, Madsen RW. Fall and balance outcomes after an intervention to promote leg strength,balance, and walking in people with diabetic peripheral neuropathy: “feet first” randomized controlled trial. Physical Therapy. 2010;90(11):1568-1579.

18. Alvarenga PP, Pereira DS, Anjos DMC. Mobilidade funcional e função executiva em idosos diabéticos e não diabéticos. Rev Bras Fisioter. 2010;14(6):491-496.

19. Cordeiro RC, Jardim JR, Perracini MR, Ramos LR. Factors associated with functional balance and mobility among elderly diabetic outpatients. Arq Bras Endocrinol Metab. 2009; 53(7): 834-843.

20. Song CH, Petrofsky JS, Lee SW, Lee KJ, Yim JE. Effects of an exercise program on balance and trunk proprioception in older adults with diabetic neuropathies. Diabetes Technol Ther. 2011; 13(8):803-811.

21. Toledo DR, Barela JA. Diferenças sensoriais e motoras entre jovens e idosos: contribuição somatossensorial no controle postural. Rev Bras Fisioter. 2010; 14(3): 267-275.

22. MacGilchrist C, Paul L, Ellis BM, Howe TE, Kennon B, Godwin J. Complications lower-limb risk factors for falls in people with diabetes mellitus. Diabet Med. 2010; 27:162-168.

23. Najafi B, Horn D, Marclay S, Crews R, Wu S, Wrobel J. Assessing postural control and postural control strategy in diabetes patients using innovative and wearable technology. J Diabet Sci Technol. 2010 Jul; 4(4):780-791.

24. Kanade RV, Van Deursen RWM, Harding KG, Price PE. Investigation of standing balance in patients with diabetic neuropathy at different stages of foot complications. Clin Biomech 2008;23:1183-1191.

25. Perry JE, Hall JO, Davis BL. Simultaneous measurements of plantar pressure and shear forces in diabetic individuals. Gait Posture. 2002;16(1):101-107.

26. Moghtaderi A, Bakhshipour A, Rashidi H. Validation of Michigan neuropathy screening instrument for diabetic peripheral neuropathy. Clin Neurol Neurosurg. 2006; 108: 477-481.

27. Mazo GZ, Mota J, Benedetti TB, Barros MVG. Validade concorrente e reprodutibilidade teste-reteste do questionário de Baecke modificado para idosos. Rev Bras Ativ Fís Saúde. 2001; 6(1):5-11.

28. Lemos PV. Análise do controle postural de idosas saudáveis. [dissertação]. São Paulo: Universidade Cidade de São Paulo; 2009.

29. Michelloti A, Buonocore G, Farella M, Pellegrino G, Piergentili C, Altobelli S, et al. Postural stability and unilateral posterior crossbite: is there a relationship? Neurosci Letters. 2006;392:140-144.

30. Zok M, Mazzà C, Cappozzo A. Should the instructions issued to the subject in traditional static posturography be standardised? Med Eng Phys. 2008;30:913–916.

31. Hoeymans N, Wouters ERCM, Feskens EJM, Bos G AMVD, Kromhout D. Reproducibility of performance-based and self-reported measures of functional status. J Gemntol. 1997; 52(6):363-368.

32. Podsiadlo D, Richardson S. The Timed “up & go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. J Am Geriatr Soc. 1991; 39:142-148.

33. Ahmmed A U, Mackenzie MD. Posture changes in diabetes mellitus. J Laryngol Otol. 2003; 117: 358-364.

34. Salsabili H, Bahrpeyma F, Forogh B, Rajabali S. Dynamic stability training improves standing balance control in neuropathic patients with type 2 diabetes. J Rehabil R & D. 2011; 48(7):775-786.

35. Gomes AA, Onodera AN, Otuzi M EI, Pripas D, Mezzarane R A, Sacco I C N. Electromyography and kinematic changes of gait cycle at different cadences in diabetic neuropathic individuals. Muscle & Nerve. 2011; 44(2): 258-268.

36. Gutierrez EM, Helber MD, Dealva D, Ashton-Miller JA, Richardson JK. Mild diabetic neuropathy affects ankle motor function. Clin Biomech. 2001;16: 522–528.

37. Rao N, Aruin AS. auxiliary sensory cues improve automatic postural responses in individuals with diabetic neuropathy. Neurorehabilitation and Neural Repair 2011; 25(2): 110-117.

38. Dickstein R, Shupert CL, Horak F. Fingertip touch improves postural stability in patients with peripheral neuropathy. Gait Posture. 2001;14: 238-247.

39. Lamoureux E, Sparrow WA, Murphy A, Newton RU. The effects of improved strength on obstacle negotiation in community-living older adults. Gait Posture 2003;17(3):273-83.

40. Camara FM, Gerez AG, Miranda MLJ, Velardi M. Capacidade funcional do idoso: formas de avaliação e tendências. Acta Fisiatr. 2008; 15(4):249-256.

41. Nishihori T, Aoki M, Jian Y, Nagasaki S, Furuta Y, Ito Y. Effects of aging on lateral stability in quiet stance. Aging Clin Exp Res. 2011 Apr.

42. Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the timed up & go test. Phys Ther. 2000;80(9):896-903.

43. Mochizuki L, Amadio AC. Aspectos biomecânicos da postura ereta: a relação entre o centro de massa e o centro de pressão. Rev Port Ciênc Desporto. 2003; 3(3):77-83.

44. Ferraz MA, Barela JA, Pellegrini AM. Acoplamento sensório-motor no controle postural de indivíduos idosos fisicamente ativos e sedentários. Motriz 2001;7(2):99-105.

45. Carvalho VFDE, Ferreira MC, Vieira SAT, Ueda T. Limiar de sensibilidade cutânea dos pés em pacientes diabéticos através do pressure specified sensory device: uma avaliação da neuropatia. Ver Assoc Med Bras. 2009;55(1):29-31.

46. Onodera AN, Gomes AA, Pripas D, Mezzarane RA, Sacco ICN. Lower limb electromygraphy and kinematics of neuropathic diabetic patients during real-life activities: stair negotiation. Muscle Nerve 2011; 44: 269–277.

47. Savelberg HH, Ilgin D, Angin S, Willems PJ, Schaper NC, Meijer K. Prolonged activity of knee extensors and dorsal flexors is associated with adaptations in gait in diabetes and diabetic polyneuropathy. Clin Biomech. 2010; 25:468-475.

-Conclusões-

CONCLUSÕES

Foi possível verificar com este estudo que os indivíduos neuropatas diabéticos apresentam uma redução do controle postural, um menor equilíbrio funcional e maior instabilidade no ato da locomoção. A instabilidade na postura ereta e principalmente durante a locomoção foram mais evidentes em condições de maior exigência do sistema de controle postural.

A redução do controle postural foi detectada por um aumento da amplitude média de oscilação tanto ântero-posterior como médio-lateral e aumento na velocidade de oscilação médio-lateral observadas na cinemetria. A diminuição no equilíbrio funcional foi observada por aumento no tempo de execução do TUGT e a instabilidade do ato de locomoção foi constatada por diminuição na velocidade e na porcentagem do tempo de apoio simples durante a marcha, bem como pelo aumento na porcentagem do tempo de duplo apoio.

Estes resultados provavelmente ocorreram devido aos déficits sensoriais e motores apresentados por esta população: diminuição da sensibilidade tátil e proprioceptiva e alterações motoras como diminuição nas estratégias posturais do tronozelo em decorrência do déficit das respostas neuromusculares, com menor força muscular e amplitude de movimento. A combinação de déficit sensorial e motor é, provavelmente, o fator que faz com que os indivíduos neuropatas apresentem dificuldades na estabilidade tanto em tarefas estáticas como dinâmicas, e principalmente naquelas de maior complexidade.

As alterações estáticas e dinâmicas levam essas pessoas a apresentram diversas dificuldades funcionais como andar em terrenos irregulares, em ruas

movimentadas, caminhar em diferentes velocidades, subir rampas, degraus, além do risco aumentado a quedas.

Podemos aplicar os resultados encontrados no presente estudo para evidenciar a necessidade de avaliações em diferentes condições que possibilitem uma maior compreensão dos mecanismos neuromotores afetados na manutenção da estabilidade estática e dinâmica na população neuropata, bem como utilizar tais condições para o treino do equilíbrio na postura ereta e durante a marcha, a fim de facilitar a funcionalidade e diminuir o risco a quedas em indivíduos com neuropatia diabética periférica.

-Referências Bibliográficas Introdução-

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS INTRODUÇÃO

1. Grillo MFF, Gorini MIPC. Caracterização de pessoas com Diabetes Mellitus Tipo 2. Rev Bras Enferm. 2007;60(1):49-54.

2. Laakso M. Cardiovascular disease in type 2 diabetes from population to man to mechanisms. Diabetes Care. 2010;33(2):442-449.

3. Sacco ICN Sartor CD, Gomes AA, João SMA, Cronfli R. Avaliação das perdas sensório-motoras do pé e tornozelo decorrentes da neuropatia diabética. Rev. Bras. Fisioter. 2007;11(1):27-33.

4. Cordeiro RC, Jardim JR, Perracini MR, Ramos LR. Factors associated with functional balance and mobility among elderly diabetic outpatients. Arq Bras Endocrinol Metab. 2009; 53(7): 834-843.

5. Stone, M.A, Wilkinson JC, Charpentier G, Grassi G, Lindblad U, Müller UA et al. Evaluation and comparison of guidelines for the management of people with type 2 diabetes from eight European countries. Diabetes Res Clin Pract. 2010;87:252-260.

6. Bacarin TA, Sacco ICN, Hennig EM. Plantar pressure distribution patterns during gait in diabetic neuropathy patients with a history of foot ulcers. Clinics 2009;64(2):113-120.

7. Zhao Y, Ye W, Boye KS, Holcombe JH, May JA, SwindleR. Prevalence of other diabetes-associated complications and comorbidities and its impact on health care charges among patients with diabetic neuropathy. J Diabetes Its Complicat. 2010; 24:9–19.

8. Menz HB, Lord SR, St George R, Fitzpatrick RC. Walking stability and sensorimotor function in older people with diabetic peripheral neuropathy. Arch Phys Med Rehabil. 2004; 85: 245-52.

9. Moreira RO, Castro AP, Papelbaum M, Appolinário JC, Ellinger VCM, Coutinho WF, Zagury L. Tradução para o português e avaliação da confiabilidade de uma escala para diagnóstico da polineuropatia distal diabética. Arq Bras Endocrinol Metab. 2005,49(6):944-950.

10. Sacco ICN, João SMA, Alignani D, Ota DK, Sartor CD, Silveira LT et al. Implementing a clinical assessment protocol for sensory and skeletal function in diabetic neuropathy patients at a university hospital in Brazil. Sao Paulo Med J. 2005;23(5):229-233.

11. Lafond D, Corriveau H, Prince F. Postural control mechanisms during quiet standing in patients with diabetic sensory neuropathy. Diabetes Care. 2004 Jan; 27(1):173-178.

12. Razuk M, Lopes AG, Barela JA. Controle postural e informação somatosensorial em idosos diabéticos praticantes e não praticantes de atividade física. R Bras Ci Mov 2010;18(1):26-34.

13. Duarte M, Freits SMSF. Revisão sobre posturografi a baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. Rev Bras Fisioter. 2010;14(3):183-192.

14. Carvalho RL, Almeida GL. Aspectos sensoriais e cognitivos do controle postural. Rev Neurocienc. 2008;17(2):156-160.

15. Mochizuki L, Amadio AC. As informações sensoriais para o controle postural. Fisioter Mov 2006; 19(2):11-18.

16. Kleiner AFR, Schlittler DXC, Sánches-Ariaz MDR. O papel dos sistemas visual, vestibular, somatosensorial e auditivo para o controle postural. Rev Neurocienc. 2011; 19(2): 349-357.

17. Ahmmed A U, Mackenzie MD. Posture changes in diabetes mellitus. J Laryngol Otol. 2003 May; 117: 358-364.

18. Najafi B, Horn D, Marclay S, Crews R, Wu S, Wrobel J. assessing postural control and postural control strategy in diabetes patients using innovative and wearable technology. J Diabetes Sc Technol. 2010 Jul; 4(4):780-791.

19. Yamamoto R, Kinoshita T, Momoki T, Arai T, Okamura A, Hirao K et al. Postural sway and diabetic peripheral neuropathy. Diabetes Res Clin Pract. 2001;52:213-221.

20. Camargo MR, Fregonesi CEPT. Parâmetros da marcha em portadores de diabetes mellitus. Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum. 2010; 12(2):155-163.

21. Razuk M, Lopes AG, Barela JA. Controle postural e informação somatosensorial em idosos diabéticos praticantes e não praticantes de atividade física. R Bras Ci Mov. 2010;18(1):26-34.

22. Emam A A, Gad A M, Ahmed M M, Assal H S, Mousa S G. Quantitative assessment of posture stability using computerised dynamic posturography in type 2 diabetic patients with neuropathy and its relation to glycaemic control. Singapore Med J. 2009; 50(6):614-618.

23. Lafond D, Corriveau H, Prince F. Postural control mechanisms during quiet standing in patients with diabetic sensory neuropathy. Diabetes Care. 2004 Jan; 27(1):173-178.

24. Gomes AA, Onodera AN, Otuzi M EI, PRIPAS D, Mezzarane R A, Sacco I C N. Electromyography and kinematic changes of gait cycle at different cadences in diabetic neuropathic individuals. Muscle Nerve. 2011 Aug; 44(2): 258-268.

25. Allet L, Armand S, Bie RA, Pataky Z, Aminian K, Herrmann FR, et al. Gait alterations of diabetic patients while walking on different surfaces. Gait Posture. 2009; 29: 488-493.

26. Allet L, Armand S, Bie RA, Golay A, Pataky Z, Aminian K et al. Complications clinical factors associated with gait alterations in diabetic patients. Diabet Med. 2009; 26, 1003-1009.

27. Manor B, Wolenski P, Li L. Faster walking speeds increase local instability among people with peripheral neuropathy. J Biomech. 2008; 41:2787-2792.

28. Richardson J, Thies S, Ashton-Miller J. An exploration of step time variability on smooth and irregular surfaces in older persons with neuropathy. Clin Biomech. 2008; 23: 349-356.

29. Richardson JK, Thies SB, Demott TK, Ashton-Miller JA. Gait analysis in a challenging environment differentiates between fallers and nonfallers among older patients with peripheral neuropathy. Arch Phys Med Rehabil. 2005; 86:1539-1544.

30. Menz HB, Lord SR, St George R, Fitzpatrick RC. Walking stability and sensorimotor function in older people with diabetic peripheral neuropathy. Arch Phys Med Rehabil. 2004; 85: 245-52.

-Anexos-

Anexo 1

Normas para publicação no periódico: REVISTA BRASILEIRA DE CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO HUMANO (ISSN 0104-1282).

Instruções aos autores

Preparação dos Manuscritos

Os textos enviados para publicação devem limitar seu número de páginas digitadas aos seguintes parâmetros máximos, incluindo tabelas e gráficos: 25 páginas para Artigos Originais e de Atualização; 10 páginas para Artigos Opinativos e Revisões Bibliográficas; 8 páginas para Estudos de Caso e Relatos de Experiência; 3 páginas para Resenhas e Resumos.

Página de rosto: Deve conter: a) Título do artigo, que deve ser conciso e completo, descrevendo o assunto com termos que possam ser adequadamente indexados pelos serviços de recuperação da informação. Deve ser apresentada a versão do título para o idioma inglês; b) Nome completo de cada autor; c) Indicação da instituição em que cada autor está filiado, acompanhada do respectivo endereço; d) Nome do Departamento e da Instituição no qual o trabalho foi realizado; e) Indicação do autor responsável para troca de correspondência, com endereço completo, telefone, fax e correio eletrônico; f) Se foi subvencionado, indicar o nome da agência de fomento que concedeu o auxílio e respectivo número do processo; g) Se foi baseado em tese, indicar título, ano, e instituição onde foi apresentado; h) Se foi apresentado em reunião científica, indicar nome do evento, local e data de realização.

Resumos e Descritores: Os trabalhos devem vir acompanhados de resumo - em português e em inglês - com, no máximo, 250 palavras. Quando escrito em espanhol deve ser acrescentado versão do resumo nessa língua. Para sua redação devem ser observadas as recomendações da UNESCO, devendo conter informações referentes a: objetivos, procedimentos básicos, resultados mais importantes e principais conclusões, enfatizando os aspectos novos e os que merecem destaque. Devem ser indicados até seis descritores (em português e em inglês), extraídos do vocabulário "Descritores em Ciência da Saúde - DeCS" (http://decs.bvs.br/). Se não forem encontrados descritores para representar a temática do manuscrito, podem ser indicado termos ou expressões extraídos do próprio texto.

Estrutura do texto: Os Artigos de Investigação poderão ser organizados segundo a estrutura formal: Introdução, Métodos, Resultados, Discussão e Conclusões. Outros tipos de artigos como: Revisões, Atualizações, Notas, Estudo de Caso e Relatos de Experiência podem seguir outros formatos para organização do conteúdo. A coerência do conteúdo com a apresentação será observada em todos os artigos. Cada uma das partes da estrutura formal de artigo de investigação científica deve conter as seguintes informações. **Introdução**: apresentação e discussão do problema à luz de bibliografia pertinente e atualizada, sem pretender incluir extensa revisão do assunto; deve conter o objetivo, em que se declare o objeto da pesquisa e se justifique sua elaboração e importância; não devem ser incluídos dados ou conclusões do trabalho que está sendo apresentado. **Métodos**: descrição dos procedimentos adotados; apresentada(s) a(s) variável(is) na pesquisa, com a(s) respectiva(s) definição(ões) quando necessária(s) e sua categorização; e apresentada(s) a(s) hipótese(s) científica(s) e estatística(s). Deve ser determinada a população e a amostra; descrito(s) o(s) instrumento(s) de medida, com a

apresentação, se possível, das provas de validade e confiança; e conter informações sobre a coleta e processamento dos dados. Os métodos e técnicas utilizados, incluindo os métodos estatísticos, devem ser embasados em trabalhos científicos. Modificações de métodos e técnicas introduzidas pelo(s) autor(es), ou mesmo a indicação sobre métodos e técnicas publicadas e pouco conhecidas, devem ser devidamente descritas. **Resultados**: devem ser apresentados em seqüência lógica no texto, nas tabelas e ilustrações. Não devem ser repetidos no texto todos os dados das tabelas e ilustrações, apenas destacadas as observações mais importantes, com um mínimo de interpretação pessoal. Sempre que for necessário, os dados numéricos devem ser submetidos à análise estatística. **Discussão**: deve restringir-se aos dados obtidos e aos resultados alcançados, enfatizando os novos e importantes aspectos observados e discutindo as concordâncias e divergências com outros achados já publicados; deve-se evitar a inclusão de argumentos e provas divulgados em comunicações de caráter pessoal ou em documentos de caráter restrito. Tanto as limitações do trabalho como suas implicações para futuras pesquisas devem ser esclarecidas. Hipóteses e generalizações não baseadas nos dados do trabalho devem ser evitadas. As conclusões alicerçadas na discussão e interpretação podem ser incluídas nessa parte, e neste caso não há necessidade de repetí-las em item à parte. **Conclusões**: deve ser apresentado o conjunto das conclusões mais importantes, retomando os objetivos do trabalho; podem ser apresentadas propostas que visem contribuir para soluções dos problemas detectados ou outras sugestões necessárias. **Agradecimentos**: devem ser breves, diretos e dirigidos a pessoas ou instituições que contribuiram substancialmente para a elaboração do trabalho.

Referências

a) A RBCDH adota como norma de referências bibliográficas os “Requisitos Uniformes de Vancouver”, disponíveis em:

http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html.

b) As referências devem ser dispostas numericamente, na ordem de citação no texto.

c) Se mais de seis autores colaborarem numa publicação, são citados todos até o sexto autor seguido da expressão latina “et al.”,

d) Os títulos dos periódicos devem ser indicados na forma abreviada, de acordo com o Index Medicus.

e) Comunicações pessoais, trabalhos inéditos ou em andamento poderão ser citados quando absolutamente necessários, mas não devem ser incluídos na lista de referências bibliográficas; apenas indicados no texto ou em nota de rodapé.

f) As publicações não-convencionais, de acesso restrito, podem ser citadas desde que o(s) autor(es) indique(m) ao leitor onde localizá-las.

g) A exatidão das referências bibliográficas é de responsabilidade dos autores.

Exemplos:

Livro

Rogoff B. A Natureza Cultural do desenvolvimento humano. Porto Alegre: Artmed; 2005.

Capítulo de livro

Phillips SJ, Whiosnant JP. Hypertension and stroke. In: Laragh JH, Brenner BM, editors. Hypertension: pathophysiology, diagnosis, and management. 2nd ed. New York: Raven Press; 1995. p. 465-78.

Artigo de Periódico

Martell R. New prescribing powers mooted for 10.000 nurses. Nurs Times. 2000;96(44):7-15.

Trabalho apresentado em evento

Sawara BB. A liberdade criativa no processo de participação política na era da globalização [resumo]. In: Anais do 2° Seminário Nacional sobre Comportamento Político; 1995 Nov 16-20; Florianópolis, Brasil. Florianópolis: UFSC; 1995. p. 20.

Dissertação e Tese

Santos AO. Representações sociais da saúde e doença no Candomblé Jejê-Nagô do Brasil [dissertação]. São Paulo: Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo; 1999.

Material eletrônico

London AJ. Justice and the **human development** approach to international research. Hastings Cent Rep [periódico online]. 2005 Jan/Feb [acesso em 5 jun 2005];35(1):24-37. Disponível em: http://vnweb.hwwilsonweb.com/hww/results/external_link_maincontentframe.jhtml?_DARGS=/hww/results/results_common.jhtml.8.

Embora as referências sejam indicadas numericamente, as citações no texto, tabelas, ilustrações e notas de rodapé podem indicar o nome do autor e ano de publicação (para mais de dois autores, citar o primeiro, seguido da expressão “et al.”). Exemplo: Apesar da vacinação BCG por via oral ser defendida por muitos autores, outros não manifestam o mesmo entusiasmo pela sua administração (Rosen7, 1958).

Tabelas: Devem ser datilografadas em espaço duplo e apresentadas em folhas separadas e numeradas consecutivamente, com algarismos arábicos, na ordem em que foram citadas no texto e encabeçadas por um título, recomendando-se a não

repetição dos mesmos dados em gráficos; para sua montagem, devem ser seguidas as orientações apresentadas em: “IBGE. Normas de apresentação tabular. Rio de Janeiro; 1993.”, evitando-se linhas verticais ou inclinadas. As notas de rodapé referentes às tabelas devem ser restritas ao menor número possível. O limite de tabelas, por trabalho, é de 10; acima deste número, a despesa adicional ficará por conta do(s) autor(es). Tabelas muito extensas, mesmo com dados importantes, podem não ser aceitas; neste caso, incluir nota de rodapé oferecendo a possibilidade de fornecimento dos dados. Se houver tabelas extraídas de trabalhos publicados, providenciar permissão por escrito, para reprodução das mesmas; esta autorização deve acompanhar os manuscritos submetidos à publicação.

Figuras: As ilustrações (fotografias, desenhos, gráficos etc.) devem ser numeradas consecutivamente em algarismos arábicos na ordem em que aparecem no texto, e indicadas como figuras; devem ser identificadas fora do texto, por número e título abreviado do trabalho; as legendas devem ser apresentadas em folha à parte; as ilustrações devem ser suficientemente claras para permitir sua reprodução em clichês reduzidos a 13 cm (largura da página). Se houver figuras extraídas de outros trabalhos previamente publicados, providenciar permissão por escrito para reprodução; com exceção aos documentos de domínio público; esta autorização deve acompanhar os manuscritos submetidos à publicação.

Abreviaturas: Deve ser utilizada a forma padronizada. Quando não padronizada, devem ser precedidas do nome completo quando citadas pela primeira vez; quando aparecerem em tabelas ou figuras, devem ser acompanhadas de explicação quando seu significado não for conhecido.

Não devem ser usadas abreviaturas no título e no resumo do trabalho apresentado.

Anexo 2

Normas para publicação no periódico: REVISTA FISOTERAPIA E MOVIMENTO (ISSN 0103-5150).

Instruções aos autores

Forma e preparação dos manuscritos

A Revista Fisioterapia em Movimento recebe artigos das seguintes categorias: Artigos Originais: oriundos de resultado de pesquisa de natureza empírica, experimental ou conceitual, sua estrutura deve conter: Introdução, Materiais e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusão, Referências. O texto deve ser elaborado com, no máximo, 6.000 palavras e conter até cinco ilustrações. Artigos de Revisão: oriundos de estudos com delineamento definido e baseado em pesquisa bibliográfica consistente com análise crítica e considerações que possam contribuir com o estado da arte (máximo de 8.000 palavras e cinco ilustrações).

Os manuscritos devem ser submetidos pelo site na seção “submissão de artigos”. Os trabalhos devem ser digitados em Word for Windows, fonte Times New Roman, tamanho 12, espaçamento entre linhas de 1,5 respeitando o número de palavras de cada manuscrito, incluindo referências, ilustrações, quadros, tabelas e gráficos. O número máximo permitido de autores por artigo é seis.

As ilustrações (figuras, gráficos, quadros e tabelas) devem ser limitadas ao número máximo de cinco (5), inseridas no corpo do texto, identificadas e numeradas consecutivamente em algarismos arábicos. A arte final, figuras e gráficos devem estar em formato .tiff. Envio de ilustrações com baixa resolução (menos de 300 DPIs) pode acarretar atraso na aceitação e publicação do artigo. Os trabalhos podem ser encaminhados em português ou inglês. Abreviações oficiais poderão ser

empregadas somente após uma primeira menção completa. Deve ser priorizada a linguagem científica.

Deverão constar, no final dos trabalhos, o endereço completo de todos os autores, afiliação, telefone, fax e e-mail (atualizar sempre que necessário) para encaminhamento de correspondência pela comissão editorial.

Cabeçalho: Título do artigo em português (LETRAS MAIÚSCULAS em negrito, fonte Times New Roman, tamanho 14, parágrafo centralizado), subtítulo em letras minúsculas (exceção para nomes próprios) e em inglês (somente a primeira letra do título em maiúscula, as demais palavras em letras minúsculas – exceção para nomes próprios), em itálico, fonte Times New Roman, tamanho 12, parágrafo centralizado. O título deve conter no máximo 12 palavras, sendo suficientemente específico e descritivo.

Apresentação dos autores do trabalho: Nome completo, titulação, afiliação institucional (nome da instituição para a qual trabalha), vínculo (se é docente, professor ou está vinculado a alguma linha de pesquisa), cidade, estado, país e e-mail.

Resumo estruturado / **Structured Abstract:** O resumo estruturado deve contemplar os tópicos apresentados na publicação. Exemplo: Introdução, Desenvolvimento, Materiais e métodos, Discussão, Resultados, Considerações finais. Deve conter no mínimo 150 e máximo 250 palavras, em português/inglês, fonte Times New Roman, tamanho 11, espaçamento simples e parágrafo justificado. Na última linha, deverão ser indicados os descritores (palavras-chave/keywords). Para padronizar os descritores, solicitamos utilizar os Thesaurus da área de saúde (DeCS). O número de descritores desejado é de no mínimo 3 e no máximo 5, sendo representativos do conteúdo do trabalho.

Corpo do Texto: Introdução: Deve apontar o propósito do estudo, de maneira concisa, e descrever quais os avanços que foram alcançados com a pesquisa. A introdução não deve incluir dados ou conclusões do trabalho em questão. **Materiais e métodos:** Deve ofertar, de forma resumida e objetiva, informações que permitam que o estudo seja replicado por outros pesquisadores. Referenciar as técnicas padronizadas. **Resultados:** Devem oferecer uma descrição sintética das novas descobertas, com pouco parecer pessoal. **Discussão:** Interpretar os resultados e relacioná-los aos conhecimentos existentes, principalmente os que foram indicados anteriormente na introdução. Esta parte deve ser apresentada separadamente dos resultados. **Conclusão ou Considerações finais:** Devem limitar-se ao propósito das novas descobertas, relacionando-as ao conhecimento já existente. Utilizar apenas citações indispensáveis para embasar o estudo. **Agradecimentos:** Sintéticos e concisos, quando houver. **Referências:** Devem ser numeradas consecutivamente na ordem em que são primeiramente mencionadas no texto. **Citações:** Devem ser apresentadas no texto, tabelas e legendas por números arábicos entre parênteses.

Exemplos:

“o caso apresentado é exceção quando comparado a relatos da prevalência das lesões hemangiomatosas no sexo feminino (6, 7)” ou “Segundo Levy (3), há mitos a respeito dos idosos que precisam ser recuperados”.

Referências

Todas as instruções estão de acordo com o Comitê Internacional de Editores de Revistas Médicas (Vancouver), incluindo as referências. As informações encontram-se disponíveis em: (). Recomenda-se fortemente o número mínimo de referências de 30 para artigos originais e de 40 para artigos de revisão. As referências deverão

originar-se de periódicos que tenham no mínimo o Qualis desta revista ou equivalente.

Artigos em Revistas

- Até seis autores

Naylor CD, Williams JI, Guyatt G. Structured abstracts of proposal for clinical and epidemiological studies. J Clin Epidemiol. 1991;44:731-37.

- Mais de seis autores

Listar os seis primeiros autores seguidos de et al.

Parkin DM, Clayton D, Black RJ, Masuyer E, Friedl HP, Ivanov E, et al Childhood leukaemia in Europe after Chernobyl: 5 year follow-up. Br J Cancer. 1996;73:1006-12.

- Suplemento de volume

Shen HM, Zhang QF. Risk assessment of nickel carcinogenicity and occupational lung cancer. Environ Health Perspect. 1994; 102 Suppl 1:275-82.

- Suplemento de número

Payne DK, Sullivan MD, Massie MJ. Women´s psychological reactions to breast cancer. Semin Oncol. 1996;23(1 Suppl 2):89-97.

- Artigos em formato eletrônico

Al-Balkhi K. Orthodontic treatment planning: do orthodontists treat to cephalometric norms. J Contemp Dent Pract. [serial on the internet] 2003 [cited 2003 Nov. 4]. Available from: URL: www.thejcdp.com.

Livros e monografias

- Livro Berkovitz BKB, Holland GR, Moxham BJ. Color atlas & textbook of oral anatomy. Chicago:Year Book Medical Publishers; 1978.

- Capítulo de libro

Israel HA. Synovial fluid analysis. In: Merril RG, editor. Disorders of the temporomandibular joint I: diagnosis and arthroscopy. Philadelphia: Saunders; 1989. p. 85-92.

- Editor, Compilador como Autor

Norman IJ, Redfern SJ, editors. Mental health care for elderly people. New York: Churchill Livingstone; 1996.

- Livros/Monografias em CD-ROM

CDI, clinical dermatology illustrated [monograph on CD-ROM], Reeves JRT, Maibach H. CMEA Multimedia Group, producers. 2 nd ed. Version 2.0. San Diego: CMEA; 1995.

- Anais de congressos, conferências congêneres

Damante JH, Lara VS, Ferreira Jr O, Giglio FPM. Valor das informações clínicas e radiográficas no diagnóstico final. Anais X Congresso Brasileiro de Estomatologia; 1-5 de julho 2002; Curitiba, Brasil. Curitiba, SOBE; 2002.

Bengtsson S, Solheim BG. Enforcement of data protection, privacy and security in medical informatics. In: Lun KC, Degoulet P, Piemme TE, Rienhoff O, editors. MEDINFO 92. Proceedings of the 7th World Congress of Medical Informatics;1992 Sept 6-10; Geneva, Switzerland. Amsterdam:North-Holland; 1992. p. 1561-5.

Trabalhos acadêmicos (Teses e Dissertações)

Kaplan SJ. Post-hospital home health care: the elderly´s access and utilization [dissertation]. St. Louis: Washington Univ.; 1995.

• É importante que, durante a execução do trabalho, o autor consulte a página da revista online (http://www.pucpr.br/pesquisa_cientifica/revistas_cientificas.php) e verifique a apresentação dos artigos publicados, adotando o mesmo formato. Além de revisar cuidadosamente o trabalho com relação às normas solicitadas: tamanho

da fonte em cada item do trabalho, numeração de página, notas em número arábico, a legenda de tabelas e quadros, formatação da página e dos parágrafos, citação no corpo do texto e referências conforme solicitado. O português e/ou inglês do trabalho. E, por fim, se todos os autores citados constam nas Referências e no final do trabalho.

NOTA: Fica a critério da revista a seleção dos artigos que deverão compor os fascículos, sem nenhuma obrigatoriedade de publicá-los, salvo os selecionados pelos pares