

Vinicius Saura Cardoso

**Estudo da marcha e de alterações biomecânicas no pé de
pacientes com diabetes**

Dissertação Apresentada à Faculdade de
Medicina da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Ciências

Área de concentração: Endocrinologia

Orientadora: Dra. Márcia Nery

**SÃO PAULO
2008**

Vinicius Saura Cardoso

**Estudo da marcha e de alterações biomecânicas no pé de
pacientes com diabetes**

Dissertação Apresentada à Faculdade de
Medicina da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Mestre em Ciências

Área de concentração: Endocrinologia

Orientadora: Dra. Márcia Nery

SÃO PAULO

2008

AGRADECIMENTO

A Deus por me iluminar a cada dia.

Aos meus pais e familiares por me apoiarem a cada dia.

A Prof. Ms. Alessandra Tanuri Magalhães, minha amada companheira por caminhar ao meu lado e me auxiliar em mais esta jornada.

A Dra. Márcia Nery por acreditar no meu trabalho mesmo sem conhecê-lo a fundo.

A Dra. Cândida Parisi por investir tempo e conhecimento para que este trabalho acontecesse.

Ao Dr. Túlio Dinis por fazer com que este trabalho nascesse e pelas orientações durante esta jornada

Ao Instituto Vital Care por emprestar os equipamentos e permitir que as avaliações ocorressem em suas dependências.

Ao Prof. Dr. Fábio Mícolis pelo auxílio com a rotina de análise dos dados e pela amizade

Ao Prof. Ms. Cristiano Sales pelo auxílio com a estatística e pela amizade.

Ao pessoal do Laboratório de Biomecânica do IOT-HC, César, Raul e aprimorandos, pelas boas e inteligentes conversas.

Aos pacientes, matéria-prima para a elaboração deste trabalho.

“Quem planeja a curto prazo deve cultivar cereais; a médio prazo, plantar árvores; a longo prazo, educar homens”.

Kswantsu

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	IV
LISTA DE FIGURAS	V
RESUMO.....	VI
SUMARY.....	VII
1.0 INTRODUÇÃO	1
1.1 A NEUROPATIA DIABÉTICA.....	3
1.2 ÚLCERAS PLANTARES.....	5
1.3 A MARCHA.....	9
1.4 AVALIAÇÃO DA MARCHA EM PACIENTES PORTADORES DE ND.....	12
2.0 OBJETIVO.....	16
3.0 MÉTODOS.....	17
3.1 AMOSTRA.....	17
3.2 CRITÉRIO DE EXCLUSÃO	18
3.3 DECLARAÇÃO LIVRE ESCLARECIDO	19
3.4 COMISSÃO DE ÉTICA	19
3.5 EQUIPAMENTOS.....	19
3.6 VARIÁVEIS ESTUDADAS	22
3.7 PROCEDIMENTOS.....	24
3.8 TRATAMENTO DOS DADOS	25
3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	25
4.0 RESULTADOS	26
5.0 DISCUSSÃO	32
6.0 CONCLUSÃO.....	37
7.0 ANEXOS.....	38
8.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

LISTA DE TABELAS

TABELA 1:	CARACTERIZAÇÃO DOS GRUPOS ESTUDA1DOS	18
TABELA 2:	DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES, EM PORCENTAGEM DE PESO, DA FORÇA DE REAÇÃO VERTICAL DO SOLO E SUAS MÉDIAS E DESVIOS PADRÕES PARA GC, GD E GDN NO PRIMEIRO E SEGUNDO PICO DE FORÇA	27
TABELA 3:	DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES DE AMPLITUDE DE MOVIMENTO DE TORNOZELO, EM GRAUS, PARA GC, GD E GDN.....	28

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: DEMONSTRAÇÃO DAS FASES DA MARCHA.....	12
FIGURA 2: ILUSTRAÇÃO DA PLATAFORMA DE FORÇA UTILIZADA NO TRABALHO.....	20
FIGURA 3: CÂMERAS INFRAVERMELHAS.....	21
FIGURA 4: DEMONSTRAÇÃO DO CENÁRIO EXPERIMENTAL	22
FIGURA 5: FORÇA DE REAÇÃO VERTICAL DO SOLO.....	23
FIGURA 6: PONTOS UTILIZADOS PARA A AVALIAÇÃO DA AMPLITUDE DE MOVIMENTAÇÃO DO TORNOZELO.....	24
FIGURA 7: COMPARAÇÃO DA FORÇA DE REAÇÃO VERTICAL DO SOLO NO PRIMEIRO PICO DE FORÇA PARA OS GRUPOS ESTUDADOS UTILIZANDO ANÁLISE DE VARIÂNCIA COM <i>POST TEST</i> DE TUKEY.....	29
FIGURA 8: COMPARAÇÃO DA FORÇA DE REAÇÃO VERTICAL DO SOLO NO SEGUNDO PICO DE FORÇA PARA OS GRUPOS ESTUDADOS UTILIZANDO ANÁLISE DE VARIÂNCIA COM <i>POST TEST</i> DE TUKEY.....	30
FIGURA 9: COMPARAÇÃO DA AMPLITUDE DE MOVIMENTO DO TORNOZELO ENTRE OS GRUPOS ESTUDADOS UTILIZANDO ANÁLISE DE VARIÂNCIA COM <i>POST TEST</i> DE TUKEY.....	31

RESUMO

Cardoso, VS. Estudo da marcha e de alterações biomecânicas no pé de pacientes com diabetes [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2008. 55p.

A marcha é um dos movimentos mais estudados na biomecânica. Ela é considerada um ciclo repetitivo, que tem por característica, uma fase de apoio e uma fase de balanço. Alterações na marcha de pacientes com neuropatia diabética foram identificadas quando comparados à um grupo controle. Desta forma, este trabalho teve como objetivo analisar comparativamente a marcha de pacientes portadores de diabetes com e sem neuropatia verificando possíveis alterações nos padrões de marcha dos dois grupos em relação a um grupo controle. Estudamos 36 voluntários, que foram divididos em 3 grupos compostos por 10 pessoas sem diabetes (GC), 10 com diabetes sem neuropatia periférica (GD) e 16 portadores de neuropatia periférica diabética (GDN). Foi realizada a análise biomecânica da marcha de todos os voluntários, capturando a força de reação vertical do solo e filmando a movimentação da articulação do tornozelo. Para análise dos dados foi construída e utilizada uma rotina no programa Matlab®. Os resultados demonstraram, estatisticamente, que os valores do 1º e do 2º picos da força de reação vertical do solo são maiores nos pacientes com neuropatia periférica diabética. A amplitude de movimentação do tornozelo foi menor nos grupos com pacientes portadores de diabetes em relação ao grupo controle. Desta forma, pode-se concluir que a força de reação vertical do solo possui características diferentes entre os grupos estudados, assim como a amplitude de movimentação do tornozelo. Métodos para a redução da força de reação vertical do solo e para aumento da amplitude de movimento do tornozelo são necessários para diminuir a probabilidade do desenvolvimento de úlceras plantares.

Descritores: Diabetes mellitus, Neuropatias diabéticas, Biomecânica, Marcha, Amplitude de movimento articular

SUMMARY

Cardoso, VS. Study of gaits and biomechanics disturbance in diabetics foot. [dissertation] São Paulo: "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo"; 2008. 55p.

The human gait is one of the most studied movement in biomechanics. It's considered a repetitive cycle which is characterized by a stance and a swing phase. Gaits disturbance were found in patients with diabetic disease who have diabetic neuropathic foot. Some researchers found differences during the patient's gait with diabetic neuropathic foot. The purpose of this study was to analyze comparatively in diabetic patients with and without neuropathic foot. The casuistic was composed by 36 subjects divided into three groups: CG - control group (n=10), DG - diabetic group (n=10) and DNG - diabetic neurophatic group (n=16). All subjects had their gait analyzed by capturing the vertical ground reaction force and recording the ankle joint range of motion. In order to analyze the data, a routine was developed and using Matlab® program. The results showed that the 1st. and 2nd. vertical ground reaction force peaks are statistically higher in diabetic patients with diabetic neuropathy and the ankle range of motion is statistically lower in this group. Hence, it can be concluded that vertical ground reaction force and the ankle range motion have different characteristics among the studied groups. Actions to reduce the vertical ground reaction force and to increase the range of the ankle joint motion are necessary in order to decrease the probability of developing foot ulcer.

1.0 INTRODUÇÃO

O diabetes é uma doença crônica decorrente de alterações no metabolismo de carboidratos, gorduras e proteínas, com conseqüências bioquímicas e estruturais em todo o organismo. Esta doença é resultante da ação ou também da secreção inadequada da insulina. Ela é um importante problema de saúde pública, pois é responsável por elevadas taxas tanto de morbidade como de mortalidade (Boulton et al.¹, Brasileiro et al.²).

A hiperglicemia nos portadores de diabetes causa complicações de elevado custo econômico, tanto pelo seu tratamento em si, como pela redução da capacidade de trabalho desses indivíduos em idade produtiva (Boulton et al.¹, Brasileiro et al.², Watkins e Thomas³, Wieman⁴ e Price⁵).

Entre as complicações presentes nos portadores de diabetes destaca-se a neuropatia, que ocorre em pelo menos 20% dos pacientes adultos (Boulton et al.⁶, Tesfaye⁷, Litzelman et al.⁸ e Levy e Valabhiji⁹). A Neuropatia diabética acomete tanto o sistema nervoso somático, quanto o autonômico (Boulton et al.⁶ e Tesfaye⁷).

As principais manifestações encontradas nos pacientes com neuropatia periférica são dores em queimação, hiperestesia ou parestesia nos membros acometidos, associadas, em geral, à diminuição da sensibilidade protetora dos pés (Boulton et al.⁶, Tesfaye⁷ e Levy e Valabhiji⁹).

A falta de sensibilidade pode modificar a marcha dos pacientes com neuropatia periférica diabética, pois a transmissão de informações

proprioceptivas (oriundas dos receptores plantares) essenciais à marcha normal está prejudicada (Eils et al.¹⁰).

Estudos comparando a marcha de pacientes portadores de neuropatia periférica diabética com indivíduos não portadores de diabetes mostraram alterações tanto nas regiões de descarga de peso, como na amplitude de movimento das articulações dos pés nos portadores de neuropatia (Shaw et al.¹¹, Muller et al.¹², Lindsay et al.¹³, Duffin¹⁴ e Zimny et al.¹⁵).

A falta de sensibilidade protetora, associada à diminuição da amplitude de movimento e às alterações na descarga de peso durante a marcha podem gerar situações anormais de sobrecarga em determinados pontos na região plantar do pé durante o contato com o solo, aumentando o risco de desenvolvimento de úlceras nestes locais nos portadores de neuropatia periférica (Birke et al.¹⁶ e Jeffcoate e Harding¹⁷). Muitos estudos referentes à marcha de pacientes portadores de diabetes com e sem neuropatia periférica vêm sendo realizados utilizando a pressão plantar, (força dividida pela área em que a carga é imposta), como variável. Porém, ainda são poucos os trabalhos referentes à investigação das forças que ocorrem durante a marcha destes pacientes (Shaw et al.¹¹).

Na tentativa de identificar alterações que possam gerar úlceras plantares nos portadores de neuropatia diabética, é essencial o estudo das forças (e não só a pressão) presentes na planta do pé durante a marcha (Shaw et al.¹¹).

1.1 A Neuropatia Diabética

A neuropatia diabética (ND) pode ser definida como a presença de sinais e sintomas de disfunção do sistema nervoso somático e do sistema nervoso autônomo em pessoas com diabetes, excluindo outras causas de neuropatia (Boulton et al¹, Rathur e Boulton¹⁸).

A ND, assim como outras complicações do diabetes ocorre como consequência da hiperglicemia crônica, que provoca alterações repetidas no metabolismo celular em várias vias metabólicas entre as quais a via dos poliois, da hexosamina, dos produtos avançados de glicação, da proteína quinase C e com alterações profundas na produção de radicais livres. (Brownlee^{19 e 20}).

Uma das classificações mais utilizadas é a descrita por Boulton et al¹ (1998) e Thomas²¹ (1997) que subdivide a neuropatia diabética em:

- a) Neuropatia focal e multifocal
- b) Neuropatia autonômica
- c) Neuropatia sensitiva

A neuropatia focal se caracteriza por alteração funcional, em geral paralisia, de um determinado nervo de início repentino, secundária ao comprometimento do *vasa nervorum*, acometendo especialmente o terceiro, o quarto, o sexto e o sétimo pares cranianos (Boulton et al.¹, Witzke e Vinik²² e Vinik et al.²³).

Descrita como polineuropatia de fibras finas, a neuropatia autonômica apresenta como principais manifestações taquicardia, intolerância à atividade física, hipotensão ortostática, disfunção erétil, disfunção na sudorese, diarreia, vômitos e empachamento gástrico e é responsável por elevados índices de morbidade e mortalidade. (Boulton et al.⁶ e Witzke e Vinik²², Vinik et al.²⁴).

O aparecimento de dor em queimação e hipersensibilidade ou parestesia, com exacerbação no período da noite, são sintomas freqüentes da neuropatia sensitiva que pode ocorrer de forma aguda ou crônica (Boulton et al.⁶). A neuropatia sensitiva aguda é rara, ocorrendo de forma repentina (Boulton et al.⁶, Tesfaye⁷ e Witzke e Vinik²³).

A neuropatia sensitiva crônica é mais comum, manifestando-se com perda progressiva das sensibilidades vibratória, tátil e dolorosa, ausência da percepção de temperatura e as alterações no reflexo do tendão calcâneo. (Boulton et al.^{6,25} e Witzke e Vinik²²). Apresenta caráter progressivo, ascendente, iniciando na região distal dos pés e acometendo até a articulação do joelho (Boulton et al.⁶). Após 15 anos de doença, cerca de 30% dos portadores de diabetes desenvolvem sinais e sintomas deste tipo de neuropatia (Tesfaye⁷).

A neuro-osteoartropatia de Charcot, diagnóstico diferencial de quadro infeccioso, é uma das principais complicações da neuropatia sensitiva. Consiste de um processo onde, a não percepção de pequenos traumas leva a luxações nas articulações dos pés, seguidas de microfraturas e fraturas maiores, que nos casos onde não se procede à abordagem adequada cursa

com desabamento do arco plantar (deformidade em mata-borrão). É complicação de risco elevadíssimo, não só para úlceras, como de amputação (Browne et al.²⁶, Osterhouse e Kettner²⁷, Gazis²⁸).

1.2 Úlceras Plantares

As úlceras que acometem pacientes com diabetes e neuropatia representam um grande problema social e econômico, uma vez que em sua grande maioria evolui com infecções e amputações nos membros inferiores (Rathur e Boulton²⁹ e Reiber et al.³⁰).

Para a prevenção das úlceras plantares e suas complicações é indispensável o exame criterioso dos pés de portadores de diabetes, visando, sobretudo, avaliar o risco destes desenvolverem úlceras nos pés. Achados como a diminuição da sensibilidade e acometimento vascular (doença vascular periférica-DVP) são fatores de risco concretos para a ocorrência de úlceras (Apelqvist et al.³¹).

As alterações presentes na ND, como a diminuição da sensibilidade plantar provocam modificações na marcha destes pacientes que acabam por ter a distribuição de pressão plantar alterada. Devido à modificação no padrão de marcha dos pacientes com ND, alterações mecânicas podem acontecer nas articulações dos pés como deformidades em equino, luxações dos ossos sesamóides do hálux e alterações funcionais dos metatarsos. Estas modificações são de grande risco para o desenvolvimento de úlceras,

pois se apresentam como áreas de sobrecarga na região plantar do pé durante a marcha (Myerson et al.³², Armstrong e Frykberg³³, Van Schei et al.³⁴ e Pataky e Vischer³⁵).

Neste contexto, além das alterações mecânicas e da DVP, a diminuição de acuidade visual e a limitação de movimento articular entram como fatores que incrementam os riscos de processo de ulceração (Jeffcoate e Harding¹⁷, Boulton²⁵ e Rathur e Boulton²⁹).

A limitação de movimento articular acomete particularmente portadores de Diabetes tipo 1 embora possa também ser observada em pacientes com Diabetes tipo 2. Esta alteração tem relação com o aumento do valor da hemoglobina glicosilada (glicada) e a duração do Diabetes. Sua prevalência aumenta com a idade e o hábito de fumar (Lindsay et al.¹³, Craig et al.³⁶). O acometimento da articulação do tornozelo contribui para o aumento da força de reação vertical do solo nos pés no momento da marcha, para as anormalidades anatômicas como os dedos em garra e a metatarsalgia, que corresponde a uma síndrome dolorosa do terço distal dos metatarsos, decorrente de alterações funcionais e morfológicas das articulações e seus ligamentos, principalmente da região anterior do pé, colaborando para a formação de úlceras plantares (Bardelli et al.³⁷).

O colágeno presente no tecido conjuntivo peri-articular é uma proteína de meia-vida longa que está sujeita ao processo de glicação avançada em vigência de hiperglicemia crônica. A glicação consiste da ligação da proteína com moléculas de glicose que acaba por submeter o colágeno a um processo de degradação mais lento por causa da formação de *cross-linkings*

protéicos, resultando em rearranjos químicos irreversíveis que terminam por alterá-lo estrutural e funcionalmente. A biópsia da pele e subcutâneo envolvidos demonstra espessamento de colágeno, em especial na região peri-articular (Brownlee^{19 e 20}, Lindsay et al.¹³, Craig et al.³⁶).

As avaliações periódicas da sensibilidade protetora e de alterações estruturais que possam não somente propiciar risco para o desenvolvimento de úlceras, como, ao mesmo tempo gerar sobrecarga mecânica nos pés são indispensáveis para a prevenção.

Vários autores constataram que a educação em relação aos cuidados com os pés e a redução da sobrecarga com medidas clínicas conservadoras em portadores de neuropatia diabética reduz efetivamente a incidência de úlceras nos pés, assim como as suas complicações (Boulton et al.⁶, Jeffcoate e Harding¹⁷, Rathur e Boulton²⁹, Caputo et al.³⁸, Ulbrecht et al.³⁹, Kanade⁴⁰ e Singh⁴¹).

O diagnóstico de risco para úlcera nos pés é verificado clinicamente identificando a perda de sensibilidade protetora. Utiliza-se o monofilamento de Semmes-Weinstein de 10 gramas e o diapazão de 128Hz. O monofilamento é aplicado perpendicularmente a planta do pé, na região do hálux, do segundo dedo, do quinto dedo, na projeção da cabeça do primeiro e quinto metatarso, no médio pé e no calcâneo, com força suficiente para curv-lo. O paciente deve sentir o toque do monofilamento, caso isto não ocorra em dois pontos é diagnosticado perda de sensibilidade protetora com comprometimento de fibras finas. O diapazão de 128 Hz é aplicado sobre a parte óssea dorsal da falange distal do hálux, estando o paciente com os

olhos fechados, de forma perpendicular e constante. O paciente deve sentir a vibração do diapasão, caso isto não ocorra é constatado comprometimento de fibras grossas (Apelqvist et al.⁴²).

A DVP que contribui para o aumento no risco de úlceras, é diagnosticada clinicamente, realizando-se a palpação dos pulsos pedioso e tibial posterior, e quando estes não estão palpáveis, pode-se complementar a avaliação utilizando-se o ecodoppler para se obter o índice tíbio braquial (ITB) que abaixo de 0,9 indica presença de doença vascular periférica ou isquemia e abaixo de 0,5 indica isquemia severa (Andersen e Roukis⁴³, Bailes⁴⁴).

Uma das medidas para prevenir a formação de úlceras plantares é a utilização do calçado terapêutico, que pode ser comprado ou confeccionado para cada paciente. Ele deve respeitar o comprimento, a largura e a altura do pé, além de não possuir costuras internas, ter a caixa anterior larga e alta, forro macio e solado não flexível, que contribui para a redução de sobrecarga no ante-pé durante a marcha. Outra característica necessária no calçado terapêutico é o solado “em mata-borrão” (Rocker) (Bus et al.⁴⁵). Este tipo de solado é indicado para pacientes que já desenvolveram úlceras ou até mesmo já sofreram amputações, pois estes pacientes possuem maior probabilidade de abrir ferida (Reiber et al.⁴⁶, Cavanagh⁴⁷ e Boulton e Jude⁴⁸). O solado tipo “mata-borrão” destaca-se pela sua eficácia em diminuir a pressão plantar principalmente na região do ante-pé (Bus et al.⁴⁹). O objetivo maior do calçado terapêutico é redistribuir da forma mais homogênea possível as cargas presentes na região plantar dos pacientes com ND e com

isso diminuir a probabilidade de formação de úlceras. A utilização do calçado correto reduz a sobrecarga plantar em até 19% (Bus et al.⁴⁹). As características do calçado devem permitir um aumento da área de contato da planta do pé durante a fase de apoio da marcha para que, desta forma, a carga imposta ao pé possa ser distribuída da melhor maneira possível evitando a sobrecarga em áreas isoladas que são causas de úlceras plantares (Bus⁴⁵, Van Deursen⁵⁰, Bauman et al.⁵¹, Mueller et al.⁵²).

1.3 A marcha

A marcha é um dos movimentos mais estudados na biomecânica. Katoulis et al.⁵³ definem a marcha como o resultado de uma complexa interação neural, muscular e esquelética, comandada pelo sistema nervoso central. Ela é considerada um ciclo repetitivo, que tem por característica uma fase de apoio, que corresponde a aproximadamente 60% do ciclo e uma fase de balanço correspondente aos 40% restantes. Por ser um ciclo repetitivo, a análise de apenas um período, ou seja, de um único ciclo, permite a observação de todo evento (Perry⁵⁴).

A fase de apoio é subdividida em 5 etapas descritas por Perry⁵⁴ (0 a 60% do ciclo) (Figura 1):

Primeira etapa – toque do calcanhar (0%): o momento corresponde ao início da marcha quando ocorre o contato do calcanhar com o solo. Pode-se observar, no membro inferior de referência, que a articulação do quadril está

fletida a aproximadamente 30°, a articulação do joelho se apresenta em extensão máxima e a articulação do tornozelo está em posição neutra.

Segunda etapa – resposta da carga (0 a 10%): o momento corresponde ao aumento da quantidade de carga sobre o membro inferior de referência. A articulação do quadril está neutra, a articulação do joelho apresenta-se fletida a 15° e a articulação do tornozelo está em flexão plantar de 15°.

Terceira etapa – médio apoio (10 a 30%): o momento corresponde à descarga de todo peso do corpo sobre o membro inferior de referência. Nesta fase, o membro contra-lateral está em balanço. A articulação do quadril está neutra, a articulação do joelho se apresenta em posição neutra (extensão máxima) e a articulação do tornozelo está em flexão dorsal de 10°.

Quarta etapa – fase terminal do apoio (30 a 50%): o momento corresponde ao deslocamento do peso do corpo para a região anterior do pé (ante-pé) do membro inferior de referência, porém sem a retirada do calcâneo do chão. Nesta fase, o membro contra-lateral está na fase de toque do calcanhar. A articulação do quadril está em extensão de aproximadamente 30°, a articulação do joelho se apresenta em posição de flexão neutra (extensão máxima) e a articulação do tornozelo está em flexão dorsal de 10°.

Quinta etapa – fase de pré-balanço (50 a 60%): o momento corresponde a retirada do calcâneo do solo com o peso do corpo colocado na região anterior do pé (ante-pé) do membro inferior de referência. Nesta fase, o membro contra-lateral está na fase de resposta da carga. A

articulação do quadril se estende até aproximadamente 10° , a articulação do joelho se apresenta em flexão de 35° e a articulação do tornozelo está em flexão plantar de 20° .

A fase de balanço, por sua vez, é subdividida em 3 etapas (60 a 100% do ciclo) (Figura 1):

Primeira etapa – fase de balanço inicial (60 a 73%): o momento corresponde ao início da anteriorização do membro inferior de referência em relação ao corpo. A articulação do quadril se flete até aproximadamente 20° , a articulação do joelho se flete a 60° e a articulação do tornozelo está em flexão plantar de 20° .

Segunda etapa – fase de balanço médio (73 a 87%): o momento corresponde à passagem do membro inferior de referência para diante do corpo. A articulação do quadril se apresenta em flexão de aproximadamente 30° , a articulação do joelho está em flexão de 30° e a articulação do tornozelo chega à posição neutra.

Terceira etapa – fase de balanço final (87 a 100%): o momento corresponde a chegada do membro inferior de referência ao final da fase de balanço terminando o ciclo total da marcha. A articulação do quadril se apresenta em flexão de aproximadamente 30° e as articulações do joelho e do tornozelo estão em posição neutra.

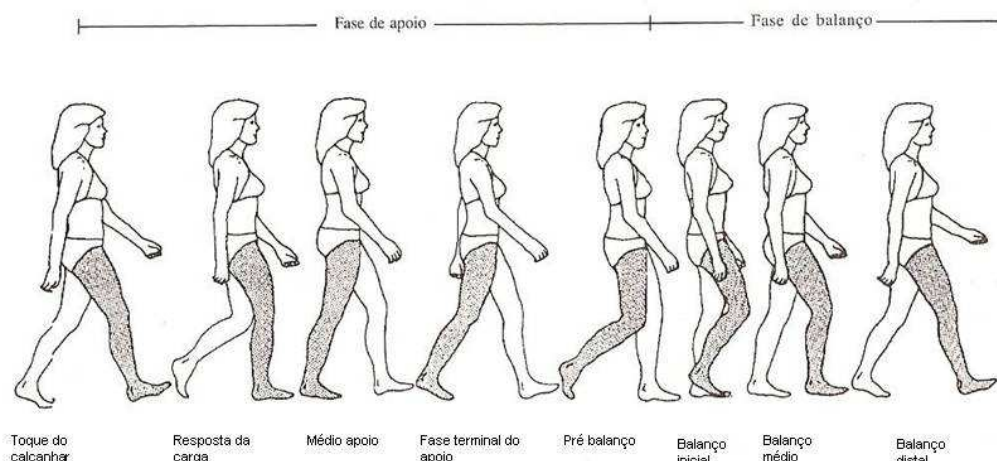


Figura 1: demonstração das fases da marcha fisiológica. (fonte: Rose e Gamble⁵⁵, pág.25)

1.4 Avaliação da marcha em pacientes portadores de neuropatia diabética (ND)

Os trabalhos discutidos a seguir utilizaram métodos semelhantes aos do presente estudo, mensurando a força de reação vertical do solo e a amplitude de movimento.

Em 1994, Muller et al.¹² compararam um grupo de pacientes com neuropatia diabética (ND) (n=10) e um grupo de pacientes sem diabetes (n=10). A força de reação vertical do solo não se mostrou estatisticamente alterada entre os grupos estudados, porém a amplitude de movimentação do tornozelo durante a marcha, apresentou diferença estatisticamente significativa sendo diminuída nos pacientes com ND. Estes autores recomendaram a implementação de atividades que possibilitem o aumento

da amplitude do movimento do tornozelo, além de mudanças na marcha para os pacientes com ND, com o intuito de reduzir a sobrecarga plantar no ante-pé e, conseqüentemente, a ocorrência de úlceras nesta região.

Já em 1997, Katoulis et al.⁵³, realizaram um estudo com 4 grupos contendo 20 pacientes cada, formados com indivíduos sem diabetes, com diabetes sem e com neuropatia e portadores de diabetes com neuropatia e histórico de úlcera prévia. Estes autores encontraram similaridade nos resultados entre os dois primeiros grupos, no entanto, a análise destes valores com o grupo de pacientes com neuropatia diabética e úlcera prévia mostrou uma diminuição significativa no componente vertical da força de reação do solo deste grupo. Os autores relatam que os resultados foram influenciados pela velocidade da marcha dos pacientes com neuropatia e úlcera prévia, pois esta se apresentou significativamente menor em relação aos outros grupos. A velocidade interfere na força de reação vertical do solo, pois quanto menor a velocidade da marcha, menor será o impacto do pé com o solo. Porém, quanto menor a velocidade, maior o tempo em que o pé fica em contato com o solo, sendo exposto aos outros componentes da força de reação do solo (força anteroposterior e mediolateral) (Winter⁵⁶ e Chiu e Wang⁵⁷).

Shaw et al.¹¹, em 1998, avaliaram 181 indivíduos, divididos conforme o estudo anterior. Encontraram aumento na força de reação vertical do solo em todos os grupos com pacientes portadores de diabetes em relação ao grupo controle. Os autores destacaram que o grupo de pacientes com ND apresentou sobrecarga no retro-pé, na primeira fase da marcha, quando este

entrou em contato com o solo, aumentando assim o primeiro pico da força de reação vertical, o que favorece o aparecimento de úlceras nesta região. Os autores presumem que isto ocorra devido ao aumento da velocidade em que o pé chega ao solo e justificam que este movimento é veloz, pois com a diminuição da sensibilidade na região do retro-pé, o paciente precisa de maior força no contato (impacto) para receber informação proprioceptiva e assim sentir o pé encostar ao solo. Os autores relatam também que, no grupo controle e no grupo de pacientes com diabetes, a carga é maior na região do ante-pé e não do retro-pé, diferentemente do grupo de pacientes com ND.

Uccioli et al.⁵⁸, por sua vez, em 2001, realizaram outro estudo com 82 indivíduos divididos conforme os trabalhos anteriores. Encontraram aumento na força de reação vertical do solo no ante-pé no grupo de indivíduos com ND em relação ao grupo controle. Os autores correlacionaram estes achados com a deformidade dos dedos em garra que aumentam a sobrecarga no ante-pé na fase final do apoio plantar, favorecendo o aparecimento de úlceras nesta região.

AKASHI⁵⁹, em 2007, estudou 3 grupos formados por: 1- indivíduos sem diabetes (n=16), 2- indivíduos com neuropatia diabética (ND) (n=19) e 3- indivíduos com ND e úlcera prévia (n=10). Encontrou diminuição estatisticamente significativa, no segundo pico da força de reação vertical do solo, no grupo de indivíduos com ND e história de úlcera plantar, quando comparado com o grupo controle. O autor relatou que isto ocorreu devido à diminuição na ação do músculo gastrocnêmio, pois este tem a função de

realizar a flexão plantar no final da fase de apoio. Nesta fase da marcha, todo o peso do corpo é colocado na região do ante-pé, porém, sem a ação do gastrocnêmio, isto não ocorre, concentrando o peso na região do retro-pé e do médio-pé.

Todos os autores citados anteriormente esperavam que os acometimentos sensitivos e motores da ND modificassem o padrão da marcha normal. Pode-se observar, nesta revisão bibliográfica, que alterações realmente acontecem, porém não foi verificado um padrão existente.

De modo geral, Shaw et al.¹¹ e Uccioli et al.⁵⁸, encontraram em seus estudos, aumento na força de reação vertical do solo nos indivíduos com neuropatia, diferentemente de Katoulis et al.⁵³ e AKASHI⁵⁹. Muller et al.¹², por sua vez, encontrou diminuição na amplitude de movimento do tornozelo durante a marcha nestes indivíduos.

2.0 OBJETIVO

Estudar a amplitude de movimento do tornozelo, as forças de reação vertical do solo envolvidas na marcha de pacientes portadores de diabetes, com e sem neuropatia, e com isso, avaliar fatores que possam estar envolvidos no processo que cursa com áreas anormais de sobrecarga no pé do portador de neuropatia diabética e contribuir para o processo de ocorrência de úlceras.

3.0 MÉTODOS

3.1 Amostra

Estudamos 36 voluntários, que foram divididos em 3 grupos compostos, respectivamente, por 10 indivíduos (6 mulheres e 4 homens) sem diabetes (grupo controle - GC), 10 (7 mulheres e 3 homens) com diabetes sem neuropatia periférica (Grupo diabetes - GD) e 16 (11 mulheres e 5 homens) portadores de neuropatia periférica diabética (Grupo diabetes e neuropatia - GDN).

Todos os voluntários pertencentes aos grupos GD e GDN são pacientes do Ambulatório de Diabetes do Hospital das Clínicas de São Paulo e tinham características antropométricas semelhantes, entre si e também às dos controles sem diabetes, assim como tempo de diabetes, como mostrado na tabela 1.

A presença de neuropatia diabética nos voluntários foi constatada através do protocolo de Michigan (Luneta et al.⁶⁰, Bax et al.⁶¹ e Feldman et al.⁶²) (anexo 1).

Tabela 1 – médias e desvios padrão das características antropométricas dos grupos controle (GC), diabéticos (GD) e diabéticos neuropatas (GDN), tempo de diabetes e hemoglobina glicada dos grupos com diagnóstico de diabetes.

Variável	GC (n=10)	GD (n=10)	GDN (n=16)
Idade (anos)	62 ± 3,77	63 ± 3,92	63 ± 3,89
Massa (kg)	77,8 ± 8,08	78 ± 9,73	78,88 ± 8,13
Altura (m)	1,69 ± 0,07	1,68 ± 0,11	1,66 ± 0,07
IMC (kg/m ²)	27,35 ± 2,52	27,66 ± 2,66	28,75 ± 2,88
Tempo DM (anos)	-	12 ± 1,15	12,13 ± 1,26
Hb Glicada (%)	-	7,65 ± 1,42	7,85 ± 1,29

IMC: Índice de massa corpórea

DM: Diabetes Méllitus

Hb: Hemoglobina

3.2 Critério de Exclusão

Foram excluídos do estudo pacientes diabéticos portadores de pé diabético neuro-isquêmico, detectado através do índice tíbio-braquial (ITB) e pacientes diabéticos que apresentassem neuroartropatia de Charcot.

Foram excluídos também voluntários com ou sem diabetes que apresentassem qualquer tipo de comprometimento na locomoção.

3.3 Declaração Livre Esclarecida

Os voluntários foram devidamente esclarecidos a respeito do projeto de pesquisa, seus objetivos e características, assinando a declaração livre esclarecida, que possuía informações referentes ao estudo e deixava claro que qualquer paciente poderia desistir, a qualquer momento, sem prejudicar seus tratamentos no ambulatório de Diabetes do Hospital das Clínicas de São Paulo (anexo 2).

3.4 Comissão de Ética

Este trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa – CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo tendo o protocolo de nº0229/07 (anexo 3).

3.5 Equipamentos

Plataforma de força de reação do solo

A plataforma de força de reação do solo (AMTI® OR6/6) é um dos instrumentos da dinamometria utilizado para medir as variáveis dinâmicas do movimento, permitindo a quantificação das cargas externas, ou seja, força

que estão agindo sobre o corpo (figura 1). Estas variáveis podem ser adquiridas através da análise de movimentos da locomoção, como a marcha, que será o movimento de interesse deste estudo.

Este equipamento capturou as componentes da força de reação vertical do solo em sua frequência máxima, correspondente a 1000 Hertz (Hz), ou seja, foram adquiridas mil informações em um segundo.



Figura 2: ilustração da plataforma de força utilizada no trabalho.

Sistema Vicom 640®

Os movimentos foram capturados para a análise cinemática com o sistema Vicon®, utilizando 4 câmeras (Mcam2). A amplitude de movimento estudada foi a da articulação do tornozelo.

Marcadores reflexivos de 14 mm foram aderidos a pontos anatômicos para representar o segmento a ser analisado. Desta forma, pode-se reconstruir, mediante a filmagem, o membro a ser estudado no programa de computador do sistema Vicon®. Por intermédio deste programa, a plataforma de força foi sincronizada para que as análises começassem ao mesmo tempo.

As câmeras utilizadas para a filmagem da amplitude de movimento trabalharam na freqüência de 250 Hz de captura de dados, sendo esta a capacidade máxima de velocidade destes equipamentos.



Figura 3: Câmeras infravermelhas.

A plataforma de força e o sistema Vicon® requerem uma calibração prévia à avaliação. Para isso, foi retirada toda carga da plataforma para que ela não esteja sobre influencia de nenhuma força e possa ser “zerada” e definida, no sistema Vicon®, a área em que seria realizada a filmagem, ou seja, onde ocorreria o evento que se quer capturar para análise.

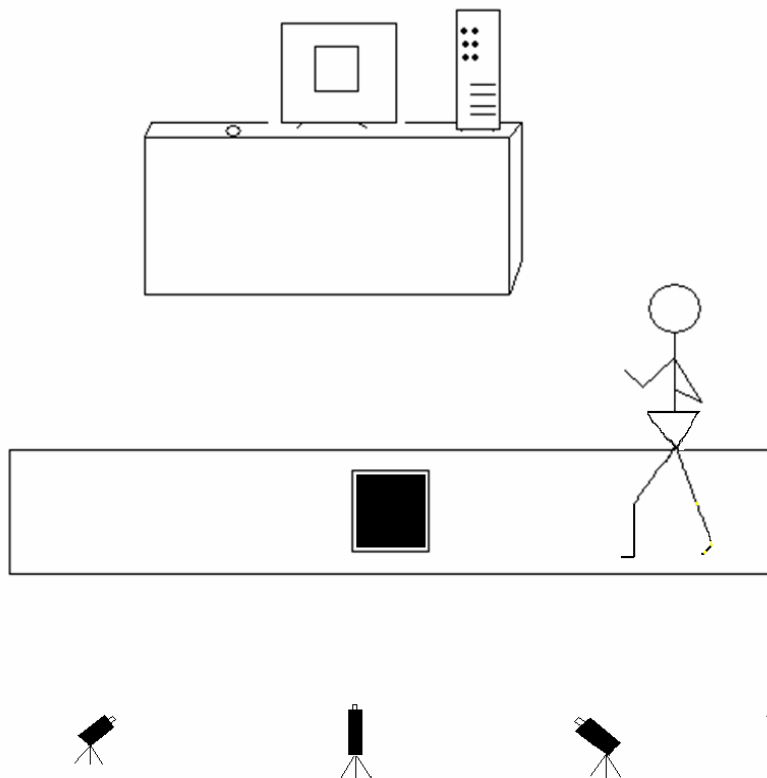


Figura 4: demonstração do cenário experimental contendo as 4 câmeras filmadoras e a plataforma de força de reação do solo.

3.6 Variáveis Estudadas

Cinética

Referentes às variáveis cinéticas, foram utilizados, neste estudo, o primeiro e segundo pico da força de reação vertical do solo (Figura 5). O primeiro pico corresponde à descarga de peso, no início da fase de apoio da marcha, sobre o retro-pé. O segundo pico corresponde à força que é

realizada no ante-pé para impulsionar o membro e dar início à fase de balanço da marcha (Van Deursen⁶³). Para as análises, os valores de ambos os picos foram demonstrados em porcentagem de peso dos voluntários.

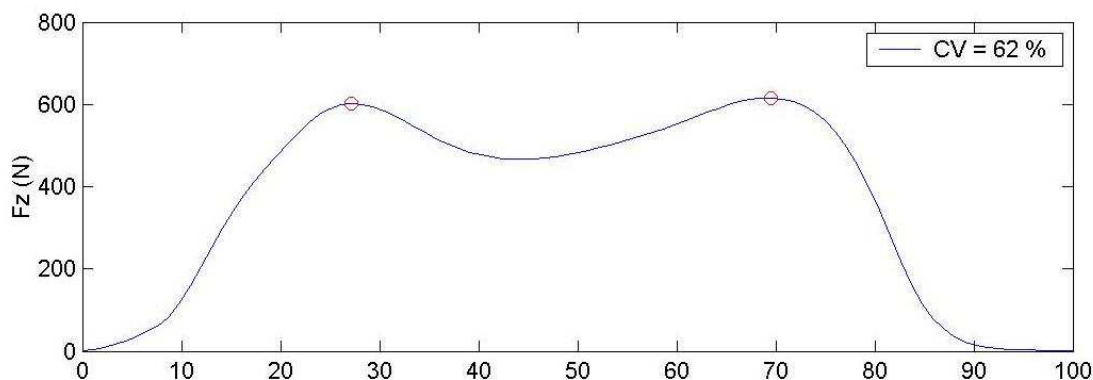


Figura 5: ilustração gráfica da força de reação vertical do solo e as variáveis dinâmicas estudadas.

Cinemática

Referente à variável cinemática, foi verificada, neste estudo, a amplitude de movimentação da articulação do tornozelo. Esta movimentação ocorre no plano sagital, dividindo-se em dorsiflexão e flexão plantar, a partir da projeção anatômica.

Para a coleta deste dado, os marcadores reflexivos foram colocados nos pontos anatômicos (Figura 6): (Capozzo et al⁶⁴)

- 1) cabeça da fíbula
- 2) maléolo lateral
- 3) dorso da articulação metatarsofalangeana



Figura 6: pontos utilizados para a avaliação da amplitude de movimentação do tornozelo.

3.7 Procedimentos

Inicialmente, foram aderidos marcadores nos pontos anatômicos pré-determinados e os voluntários caminharam sobre uma pista onde estava posicionada a plataforma. Foi indicado aos voluntários que caminhassem como se estivessem na rua, utilizando a velocidade normal de cada um. Depois da familiarização do sujeito com o ambiente da avaliação, este foi posicionado para que o pé esquerdo, durante a marcha, tocasse na plataforma de força. Foram totalizadas 10 incursões válidas.

Durante esta caminhada, os voluntários foram filmados com o intuito de avaliar a amplitude de movimentação do tornozelo no plano sagital.

3.8 Tratamento dos Dados

Inicialmente, os valores de força de reação vertical do solo foram normalizados pelo peso corporal de cada sujeito e pela duração total do apoio do membro a ser analisado.

Foi construída e utilizada uma rotina no programa matemático Matlab® para interpretar os dados tanto da plataforma de força quanto das filmagens, assim, identificar as variáveis desejadas. Este programa determinou a média e o desvio padrão dos valores obtidos para as variáveis estudadas nas 10 incursões válidas, para cada voluntário.

3.9 Análise Estatística

A comparação entre os grupos foi realizada através de Análise de Variância (ANOVA) com *post test* de Tukey. Consideraram-se como estatisticamente significativas as comparações com $p \leq 0,05$. Para tabulação dos dados, foi utilizado o *software* Microsoft Office Excel 2003®, e a análise estatística foi realizada com o programa Bioestat 4.0®.

4.0 RESULTADOS

Este capítulo será dividido entre os resultados estatísticos da força de reação vertical do solo e da amplitude de movimento do tornozelo realizado durante a marcha.

As medidas das variáveis foram expressas em média e desvio padrão. Os resultados foram tabulados de maneira a se observar a disposição dos valores da força de reação vertical do solo e da amplitude de movimento do tornozelo entre os voluntários do grupo controle (GC), do grupo diabetes (GD) e do grupo diabetes e neuropatia (GDN) (tabelas 2 e 3).

Tabela 2 – Distribuição dos valores, em porcentagem de peso, da FRVS e suas médias e desvios padrão para GC, GD e GDN no primeiro e segundo pico de força. (n = 36)

N	FRVS – Pico de Força 1			FRVS – Pico de Força 2		
	GC	GD	GDN	GC	GD	GDN
1	98,00	96,00	100,61	100,00	101,80	106,81
2	90,80	83,59	100,65	90,42	92,52	104,47
3	90,10	91,27	97,52	98,21	98,14	110,89
4	91,70	92,44	104,15	93,72	88,73	111,08
5	96,00	108,11	103,14	94,80	91,37	100,86
6	90,10	89,23	113,00	99,00	98,74	121,60
7	88,23	88,09	97,96	96,99	97,06	107,61
8	82,80	77,06	99,74	83,70	78,78	100,22
9	89,90	93,26	101,48	91,90	89,85	103,80
10	93,25	98,91	108,44	97,3	99,34	89,82
11			102,97			110,30
12			116,71			108,22
13			102,80			105,27
14			107,90			101,00
15			100,96			106,48
16			104,07			113,69
Média	91,20	91,80	103,88	93,82	93,63	106,38
DP	4,42	8,45	4,82	5,26	6,85	8,33

FRVS: Força de Reação Vertical do Solo

DP: Desvio Padrão

GC: Grupo Controle

GD: Grupo Diabético

GDN: Grupo Diabético com Neuropatia

Tabela 3 – Distribuição dos valores de ADM do tornozelo, em graus, para GC, GD e GDN. (n = 36)

N	ADM		
	GC	GD	GDN
1	32,30	24,20	21,90
2	23,90	18,50	26,90
3	28,50	26,30	19,80
4	32,20	23,20	19,50
5	33,90	14,80	12,80
6	25,20	21,70	21,90
7	29,70	22,50	18,40
8	25,70	18,50	13,80
9	29,00	22,40	21,60
10	29,70	17,10	19,10
11			20,00
12			26,40
13			22,00
14			18,80
15			21,20
16			19,80
Média	29,01	20,92	20,24
DP	3,29	3,56	4,08

ADM: Amplitude de Movimentação
 DP: Desvio Padrão
 GC: Grupo Controle
 GD: Grupo Diabético
 GDN: Grupo Diabético com Neuropatia

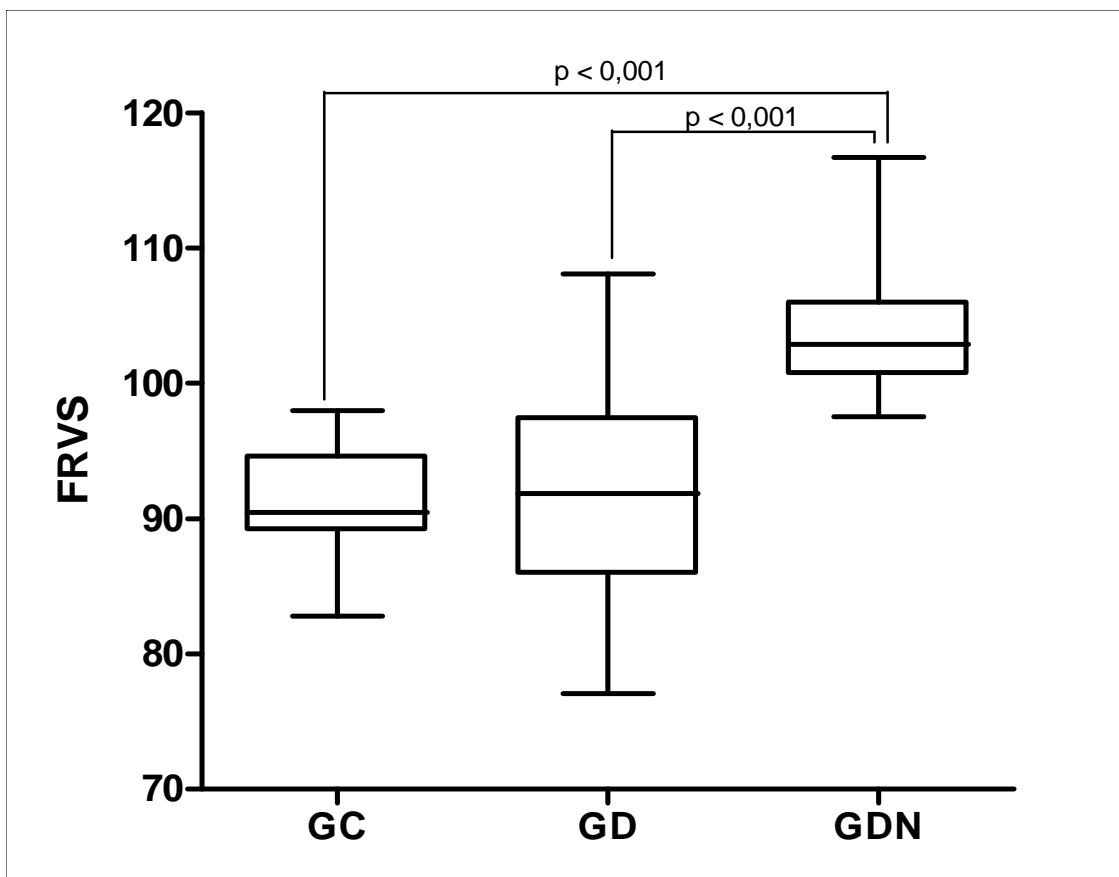


Figura 7: Comparação da força de reação vertical do solo no primeiro pico de força para os grupos estudados utilizando Análise de Variância com *post test* de Tukey ($p < 0,05$). ($n=36$)

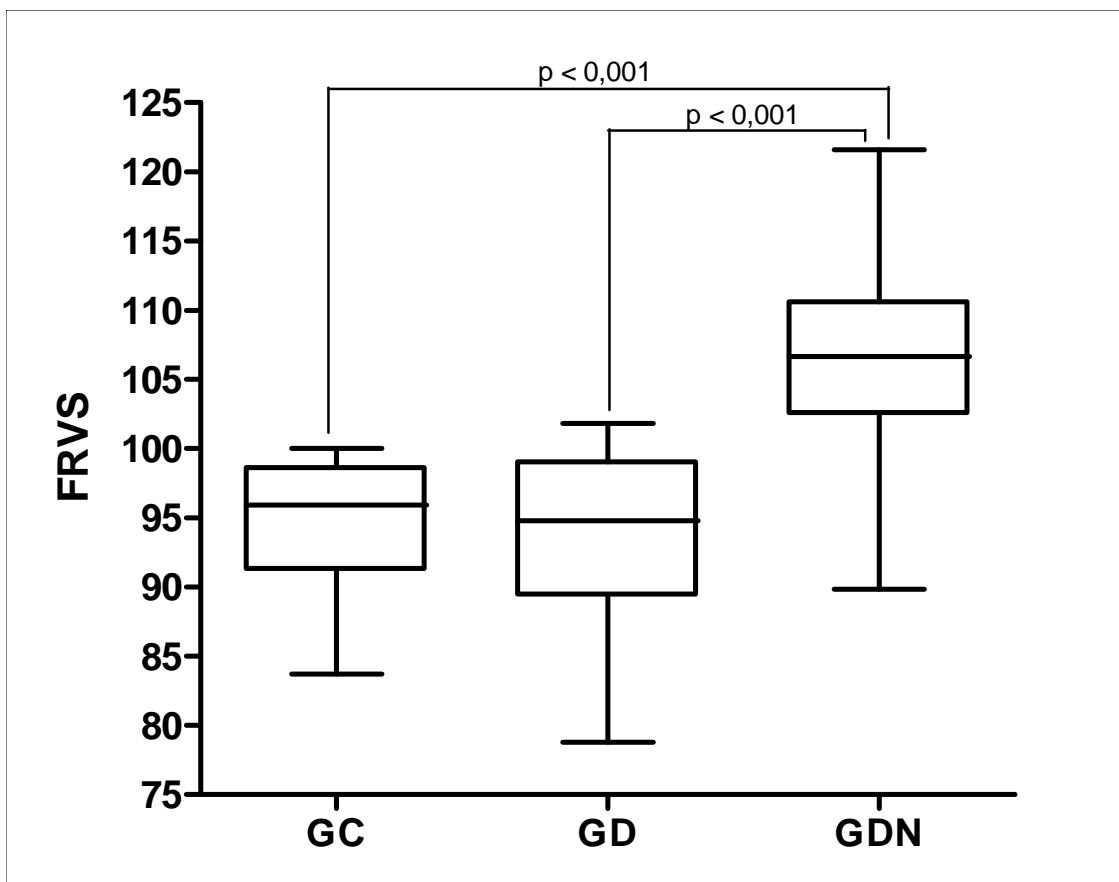


Figura 8: Comparação da força de reação vertical do solo no segundo pico de força para os grupos estudados utilizando Análise de Variância com *post test* de Tukey ($p < 0,05$). ($n=36$)

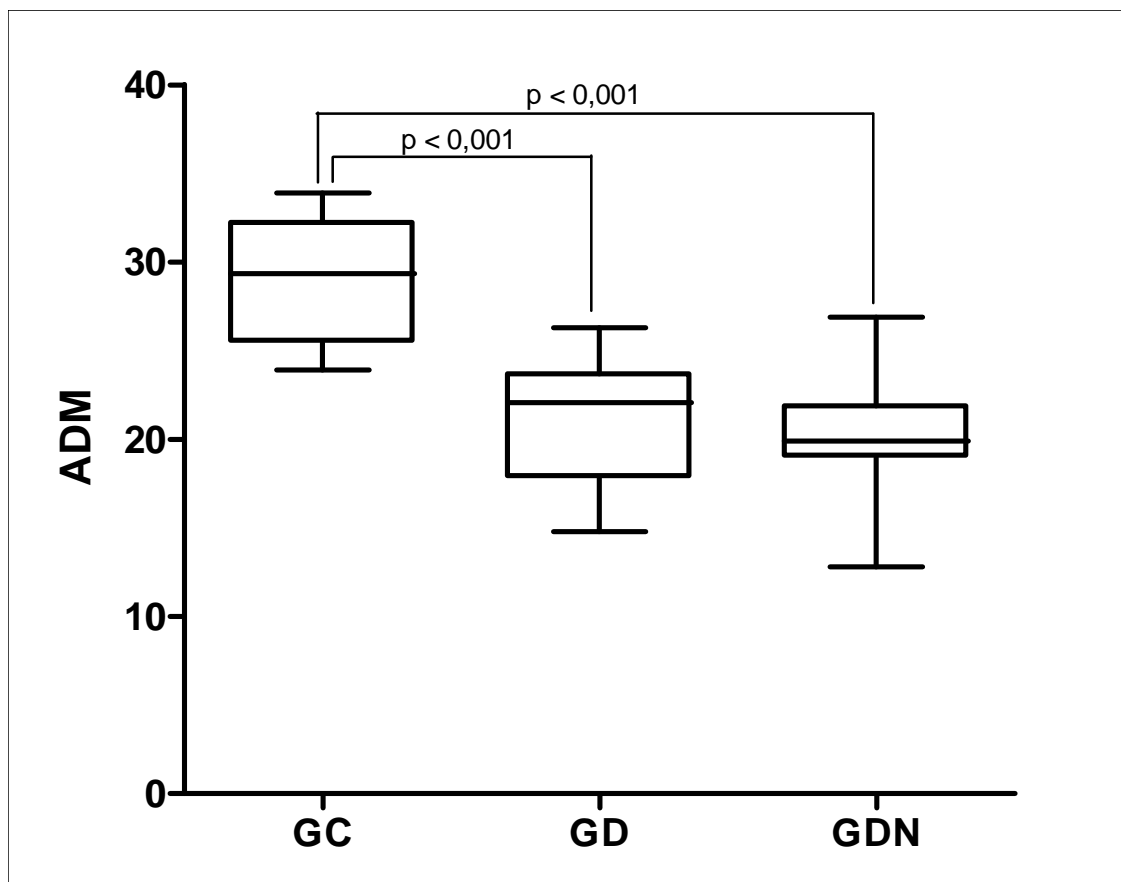


Figura 9: Comparação da amplitude de movimento de tornozelo entre os grupos estudados utilizando Análise de Variância com *post test* de Tukey ($p < 0,05$). ($n=36$)

5.0 DISCUSSÃO

Acredita-se que as alterações tanto sensitiva, como motora, na região distal nos membros inferiores dos portadores de neuropatia diabética comprometem a habilidade de realizar a marcha, modificando a chegada do pé ao solo, no início da fase de apoio e na retirada do ante-pé (início à fase de balanço), alterando os componentes cinéticos da marcha e, conseqüentemente, facilitando o aparecimento de áreas de sobrecarga e, com isso contribuindo para a ocorrência das úlceras plantares (Eils et al.¹⁰ e Shaw et al.¹¹).

Nossos estudo mostrou que os dois picos da força de reação vertical do solo tiveram comportamentos estatísticos diferentes quando comparou os grupos de pacientes com neuropatia com o controle.

No grupo de pacientes com neuropatia observamos o primeiro pico da força de reação vertical do solo significativamente maior quando comparado com o grupo controle. Resultados semelhantes foram apresentados por Uccioli et al.⁵⁸ (2001) e Shaw et al.¹¹ (1998). Esta sobrecarga, no paciente cuja sensibilidade protetora encontra-se comprometida, favorece a ocorrência de úlceras plantares na região do retro-pé, assim como também pode exceder a capacidade dos ligamentos das articulações presentes nesta região e, conseqüentemente, ocasionar sua destruição vista, por exemplo, na neuroartropatia de Charcot (Browne et al.²⁶).

O segundo pico da força de reação vertical do solo mostrou-se significativamente maior no grupo de pacientes com neuropatia periférica

diabética quando comparado com o grupo controle. Estes resultados são concordantes com Uccioli et al.⁵⁸ (2001).

O aumento do segundo pico da força de reação vertical do solo demonstrou sobrecarga na região do ante-pé, o que eleva o risco de úlceras nesta região. Dados foram concordantes com a revisão realizada por Ulbrecht et al.³⁹ (2004) que mostraram grande incidência de úlceras nos pacientes com neuropatia diabética na região das cabeças dos metatarsos cujo estudo cinético evidenciou aumento do segundo pico da força de reação vertical do solo.

Esta sobrecarga provavelmente está relacionada às alterações na musculatura intrínseca e/ou extrínseca do pé, que cursam com disfunções, tanto dinâmica como estática, das estruturas podálicas, sobrecarregando a região do ante-pé que contribuem para a ocorrência da metatarsalgia (Boulton⁶⁵ e Gefen⁶⁶ e Bardelli et al⁶⁷).

Dois estudos consultados (Muller et al.¹² e Akashi⁵⁹) não evidenciaram as alterações de força de reação vertical do solo entre grupos de pacientes com neuropatia periférica diabética e o grupo controle. Porém, estes estudos utilizaram uma metodologia diferente da nossa. No estudo de Akashi⁵⁹ (2007) os voluntários caminharam pela passarela com a plataforma de força por apenas três tentativas válidas para avaliar as forças de reação vertical do solo, e no estudo de Muller et al.¹² (1994), foi utilizada uma plataforma de força com a frequência de captura de 60 Hz, ou seja, obtendo 60 informações por segundo. Nosso estudo utilizou frequência maior para a captura da força de reação vertical do solo (1000 Hz) e um número maior de

tentativas válidas (10) coletando um maior número de dados para a realização das análises.

Observamos também, em nossa casuística que os dois picos da força de reação vertical do solo tiveram comportamentos semelhantes entre os grupos de pacientes com diabetes sem neuropatia e o controle. Resultado encontrado por Katoulis et al.⁵³ (1997).

Shaw et al.¹¹ (1998) relataram um aumento da força de reação vertical do solo no grupo com diabetes em relação ao grupo controle, sem diabetes.

Segundo Santos e Barela⁶⁸ (2002) e Yavuzer et al.⁶⁹ (2006), antes do diagnóstico clínico de neuropatia periférica diabética, pacientes portadores de diabetes podem apresentar alterações sensitiva e motora, modificando o padrão da marcha. Desta forma, a semelhança entre os grupos de pacientes com diabetes sem neuropatia e o controle em nosso estudo poderia sugerir que, nesses casos, a presença de “neuropatia subclínica”, não foi observada em nossos pacientes portadores de diabetes sem neuropatia, uma vez que como já relatado, tem força de reação vertical do solo igual ao grupo controle.

Na prevenção de úlceras plantares e alterações articulares por sobrecarga, Long et al.⁷¹ (2007) recomendam o uso de calçados especialmente desenvolvidos para pacientes com aumento do primeiro e do segundo pico da força de reação vertical do solo. Estes calçados ao possuírem caixa anterior alta e larga, forro macio, solado não flexível e “em mata-borrão” tem características de diminuir a sobrecarga, tanto para o retro-pé como para o ante-pé (Myers et al.⁷²).

Em nosso estudo, pode-se observar que o grupo de pacientes com neuropatia diabética poderia beneficiar-se da indicação do calçado terapêutico, com as características acima descritas, devido ao aumento significativo dos picos da força de reação vertical do solo.

Com relação aos dados referentes à amplitude de movimento, sabemos que esta é de especial interesse, pois a mobilidade articular do tornozelo associada às articulações do pé tem por função absorver cargas impostas a estas estruturas. Quando estas habilidades são perdidas, ocorre sobrecarga na região plantar, fator de risco para úlceras (Duffin et al.¹⁴, Zimny et al.¹⁵, Pataky e Vischer³⁵, Van Deursen⁶³ e Viswanathan et al.⁷⁰).

Muller et al.¹² (1994) verificou que a amplitude de movimento do tornozelo durante a marcha encontra-se diminuída em pacientes com neuropatia periférica diabética quando comparado com pacientes portadores de diabetes sem neuropatia.

No entanto, nosso estudo demonstrou diminuição na amplitude de movimento do tornozelo dos grupos com portadores de diabetes, independentemente da presença ou ausência da neuropatia. Estes dados relacionados ao quadro de limitação de mobilidade articular dependente de alterações de colágeno, com acometimento precoce dos tendões e ligamentos dos pés nos pacientes com diabetes e independente de neuropatia. (Zimny et al.¹⁵, Browne et al.²⁶ e Eaton et al.⁷³).

Em conclusão, a monitorização da amplitude de movimento do tornozelo dos pacientes com diabetes com ou sem neuropatia periférica

mostrou-se fundamental, uma vez que permitiu a identificação precocemente de alterações de movimentos.

Esta avaliação pode ser feita clinicamente com o goniômetro, instrumento específico para mensurar ângulos das articulações do corpo humano. Encontrando variações de amplitude de movimento com a utilização do goniômetro, pode-se utilizar posteriormente a avaliação cinemática para investigar a amplitude de movimento de forma funcional, ou seja, durante a marcha.

Para os pacientes que apresentarem diminuição na amplitude de movimento do tornozelo, podemos orientar exercícios de alongamento muscular para o aumento da flexibilidade nesta articulação, além de alertar para o risco do uso de calçados de salto alto, pois estes tendem a encurtar a musculatura do tríceps sural, limitando ainda mais a amplitude de movimento do tornozelo (Pataky e Vischer³⁵, Van Deursen⁶³ e Viswanathan et al.⁷⁰).

Estudos sobre picos de força de reação vertical do solo em portadores de neuropatia diabética que utilizam calçados terapêuticos provavelmente irão contribuir na avaliação da eficácia destes.

6.0 CONCLUSÃO

1 – Indivíduos com diabetes e neuropatia periférica apresentaram aumento no primeiro e no segundo pico da força de reação vertical do solo.

2 – Os indivíduos com diabetes, independente da presença ou ausência da neuropatia, apresentaram diminuição na amplitude de movimentação do tornozelo.

3 – O estudo da amplitude de movimento do tornozelo, e das forças de reação vertical do solo envolvidas na marcha de pacientes portadores de diabetes, contribui para melhor entender a biomecânica dos pés de pacientes diabéticos com e sem neuropatia periférica, demonstrando a necessidade da avaliação da amplitude de movimentação do tornozelo para prevenir futuras complicações.

ANEXOS

ANEXOS A – PROTOCOLO DE MICHIGAN**MICHIGAN NEUROPATHY SCREENING INSTRUMENT**

1. Você sente suas pernas e/ou pés dormentes?
 Sim Não
2. Você já apresentou dores em queimação em suas pernas e/ou pés?
 Sim Não
3. Seus pés são sensíveis demais ao toque?
 Sim Não
4. Você tem câimbras nas pernas ou pés?
 Sim Não
5. Você já apresentou sensação de picadas em suas pernas ou pés ?
 Sim Não
6. Você sente dor quando o lençol toca sua pele?
 Sim Não
7. Quando você está no banho é capaz de distinguir se a água é fria ou quente?
 Sim Não
8. Você já apresentou úlceras nos pés?
 Sim Não
9. Seu médico já lhe disse que você tem neuropatia diabética?
 Sim Não
10. Você se sente fraco a maior parte do tempo?
 Sim Não
11. Seus sintomas são piores a noite?
 Sim Não
12. Suas pernas doem quando você anda?
 Sim Não

13. Você é capaz de sentir seus pés quando anda?

Sim Não

14. A pele dos seus pés estão tão seca a ponto de apresentar rachaduras?

Sim Não

15. Você já apresentou alguma amputação?

Sim Não

Aparência do pé direito: Normal

Sim Não

Aparência do pé esquerdo: Normal

Sim Não

Ulceração do pé direito:

presente ausente

Ulceração do pé esquerdo:

presente ausente

Reflexo aquileu do pé direito:

presente ausente

Reflexo aquileu do pé esquerdo:

presente ausente

Percepção vibratória do hálux do pé direito:

presente ausente

Percepção vibratória do hálux do pé esquerdo:

presente ausente

ANEXOS B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDA



HOSPITAL DAS CLÍNICAS
 DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
 CAIXA POSTAL, 8091 – SÃO PAULO - BRASIL

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Instruções para preenchimento no verso)

I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. NOME DO PACIENTE:.....

.....

DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : SEXO : .M F

DATA NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇO Nº

..... APTO:

BAIRRO:CIDADE

.....

CEP:..... TELEFONE: DDD (.....)

.....

2. RESPONSÁVEL LEGAL

.....

NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.)

.....

DOCUMENTO DE IDENTIDADE :SEXO: M F

DATA NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇO:..... Nº..... APTO:

.....

BAIRRO:CIDADE:

.....

CEP:..... TELEFONE: DDD

(.....).....

II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: **AVALIAÇÃO BIOMECÂNICA COMPARATIVA DA MARCHA DE PACIENTES PORTADORES DE PÉ DIABÉTICO COM GRAUS DIFERENTES DE ACOMETIMENTO**

PESQUISADOR: **Vinicius Saura Cardoso**CARGO/FUNÇÃO: **Fisioterapeuta.** INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº **64.817-F**

UNIDADE DO HCFMUSP: **Departamento de Endocrinologia**

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

SEM RISCO RISCO MÍNIMO RISCO MÉDIO
 RISCO BAIXO RISCO MAIOR

(probabilidade de que o indivíduo sofra algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo)

4. DURAÇÃO DA PESQUISA : 3 anos.....

III - REGISTRO DAS EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO PACIENTE OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA CONSIGNANDO:

1. justificativa e os objetivos da pesquisa

Este estudo tem por objetivo analisar e comparar o andar de pacientes com diabetes, de pacientes diabéticos com pé diabético que nunca tiveram ferida, de pacientes com pé diabético e diagnóstico de metatarsalgia (dor no pé) que já desenvolveram ferida e de pacientes com pé diabético e diagnóstico de metatarsalgia (dor no pé) que ainda não desenvolveram ferida para que possamos identificar alterações no andar destes grupos e assim prevenir complicações e melhorar a qualidade de vida dos pacientes.

2. procedimentos que serão utilizados e propósitos, incluindo a identificação dos procedimentos que são experimentais

Os Voluntários terão que caminhar sobre um lugar pré determinado. Esta atividade será filmada do joelho pra baixo para verificar alterações no andar.

3. desconfortos e riscos esperados

Os procedimentos adotados neste estudo não representa risco aos voluntários

4. benefícios que poderão ser obtidos

Com este estudo poderemos verificar possíveis alterações no andar de pacientes com diabetes, e desta forma prevenir complicações futuras a estes pacientes.

5. procedimentos alternativos que possam ser vantajosos para o indivíduo

IV - ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA CONSIGNANDO:

1. acesso, a qualquer tempo, às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados à pesquisa, inclusive para dirimir eventuais dúvidas.

O paciente poderá obter em qualquer momento, informações sobre a pesquisa, sobre os riscos, os benefícios e sobre a avaliação, para que não fique dúvida sobre o procedimento.

2. liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e de deixar de participar do estudo, sem que isto traga prejuízo à continuidade da assistência.

O voluntário terá total liberdade para deixar o estudo sem prejuízo ao tratamento realizado pelos HCFMUSP.

3. salvaguarda da confidencialidade, sigilo e privacidade.

O pesquisador se compromete em manter sigilo sobre os dados pessoais colidos durante o experimento, respeitando a privacidade do voluntário.

4. disponibilidade de assistência no HCFMUSP, por eventuais danos à saúde, decorrentes da pesquisa.

O pesquisador se compromete a dar toda assistência ao voluntário, no departamento de Diabetes do HCFMUSP, por eventuais danos à saúde, decorrente da pesquisa.

5. viabilidade de indenização por eventuais danos à saúde decorrentes da pesquisa.

O experimento não compromete a integridade física e mental dos voluntários, porém, se eventuais danos ocorrerem, o pesquisador se compromete em tratar o voluntário.

V. INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.

Pesquisador: Vinicius Saura Cardoso

Pç. Nossa Senhora do Carmo, 25, APTO 25, Ponta da Praia, Santos SP

TEL: 13 33217677

vi. OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES:

VII - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Protocolo de Pesquisa

São Paulo, de de 200... .

assinatura do sujeito da pesquisa ou responsável legal

assinatura do pesquisador
(carimbo ou nome Legível)

ANEXOS C – TERMO DE APROVAÇÃO NO COMITÊ DE ÉTICA



APROVAÇÃO

A Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de 12/09/2007, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº **0229/07**, intitulado: **"AVALIAÇÃO BIOMECÂNICA COMPARATIVA DA MARCHA DE PACIENTES PORTADORES DE PÉ DIABÉTICO NEUROPÁTICO COM GRAUS DIFERENTES DE ACOMETIMENTO"** apresentado pelo Departamento de **CLÍNICA MÉDICA**, inclusive o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar à CAPPesq, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa (Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 196, de 10/10/1996, inciso IX.2, letra "c").

Pesquisador (a) Responsável: **Márcia Nery**

Pesquisador (a) Executante: **Vinicius Saura Cardoso**

CAPPesq, 14 de Setembro de 2007

Prof. Dr. Eduardo Massad
**Presidente da Comissão
de Ética para Análise de
Projetos de Pesquisa**

Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa do HCFMUSP e da FMUSP Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo Rua Ovidio Pires de Campos, 255, 5º andar - CEP 05403 010 - São Paulo - SP Fone: 011 3069

6442 Fax: 011 3069 6492 e-mail: cappesq@hcnet.usp.br / secretariacappesq2@hcnet.usp.br -sol

ANEXOS D – TABELA COM A IDADE, ALTURA, MASSA, INDICE DE MASSA CORPÓREA E TEMPO DE DIABETES DOS VOLUNTÁRIOS

GRUPOS	IDADE	ALTURA	MASSA	IMC	TEMPO DE DIABETES
Controle	59,00	1,60	67,00	26,17	
	70,00	1,71	90,00	30,78	
	61,00	1,59	81,00	32,04	
	58,00	1,80	80,00	24,69	
	59,00	1,62	72,00	27,43	
	60,00	1,70	69,00	23,88	
	63,00	1,65	70,00	25,71	
	64,00	1,70	80,00	27,68	
	66,00	1,70	80,00	27,68	
	60,00	1,80	89,00	27,47	
DIABETES	60,00	1,70	90,00	31,14	13,00
	70,00	1,50	61,00	27,11	12,00
	58,00	1,65	85,00	31,22	14,00
	59,00	1,60	69,00	26,95	12,00
	60,00	1,80	90,00	27,78	13,00
	63,00	1,60	70,00	27,34	12,00
	67,00	1,70	72,00	24,91	10,00
	66,00	1,65	78,00	28,65	11,00
	65,00	1,70	84,00	29,07	11,00
	62,00	1,90	81,00	22,44	12,00
DIABETES E NEUROPATIA	65,00	1,70	76,00	26,30	12,00
	54,00	1,60	70,00	27,34	11,00
	60,00	1,70	67,00	23,18	15,00
	65,00	1,66	79,00	28,67	12,00
	62,00	1,69	78,00	27,31	14,00
	67,00	1,52	68,00	29,43	12,00
	65,00	1,60	88,00	34,38	13,00
	60,00	1,64	80,00	29,74	11,00
	66,00	1,73	89,00	29,74	12,00
	63,00	1,73	87,00	29,07	12,00
	65,00	1,60	86,00	33,59	12,00
	66,00	1,70	76,00	26,30	11,00
	58,00	1,75	78,00	25,47	10,00
	65,00	1,55	86,00	35,80	13,00
	61,00	1,80	78,00	24,07	13,00
66,00	1,60	76,00	29,69	11,00	

IMC: Índice de Massa Corpórea

8.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Boulton AJM, Gries FA, Jervell JA. *Guidelines for the diagnoses and outpatient management diabetic peripheral neuropathy*. Diabet Med. 1998;15;508-14.
2. Brasileiro JL, Oliveira WTP, Monteiro LB, Chen J, Pinho Jr EL, Molkenthin S. Santos MA. *Pé diabético: aspectos clínicos*. J Vasc Br. 2005;4;11-21.
3. Watkins PJ, Thomas PK. *Diabetes Mellitus and the nervous system*. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1998;65;620-32.
4. Wieman TJ. *Principles of management: the diabetic foot*. Am J Surg. 2005;190;295-9.
5. Price P. *The diabetic foot: quality of life*. Clin Infect Dis. 2004; 39;S129–31.
6. Boulton AJM, Vink AI, Arezzo JC, Bril V, Feldman EL, Freeman R, Malik RA, Maser RE, Sosenko JM, Ziegler D. *Diabetic Neuropathies, A statement by the American Diabetes Association*. Diabetes Care. 2005;28;956-62.
7. Tesfaye S. *Neuropathy in Diabetes*. Medicine. 2006;34;91-4.
8. Litzelman DK, Slemenda CW, Langefeld CD, Hays LM, Welch MA, Bild DE, Ford ES, Vinicor F. *Reduction of Lower Extremity Clinical Abnormalities in Patients with Non-Insulin-Dependent Diabetes Mellitus*. Annals of Internal Medicine. 1993;119;36-41.
9. Levy MJ, Valabhji J. *The diabetic foot*. SURGERY. 2004;22;338-41.

10. Eils E, Nolte S, Tewes M, Thorwesten L, Volker K, Rosenbaum D. *Modified pressure distribution patterns in walking following reduction of plantar sensation.* J Biomech. 2002;35;1307-13.
11. Shaw JE, Van Schie CHM, Carrington AL, Abbott CA, Boulton AJM. *An Analysis of Dynamic Forces Transmitted Through the Foot in Diabetic Neuropathy.* Diabetes Care. 1998;21;1955-9.
12. Muller MJ, Minor SC, Sahrmann SA, Schaaf JA, Strube MJ. *Differences in the gait characteristics of patients with diabetes and peripheral neuropathy compared with age-matched controls.* Phys Ther. 1994;74;299-313.
13. Lindsay JR, Kennedy L, Atkinson AB, Bell PM, Carson DJ, McCance DR, Hunter SJ. *Reduced prevalence of limited joint mobility in type 1 diabetes in a U.K. clinic population over a 20 – year period.* Diabetes Care. 2005;28;658-61.
14. Duffin AC, Donaghue KC, Potter M, McInnes A, Chant AKF, Kingt J, Howard NJ, Silink M. *Limited joint mobility in the hands and feet of adolescents with type 1 diabetes mellitus.* Diabetic Medicine. 1998;16;125-30.
15. Zimny S, Schatz H, Pfohl M. *The role of limited joint mobility in diabetic patients with an at-risk foot.* Diabetes Care. 2004;27;942-6.
16. Birke JA, Franks DB, Foto JG. *First ray limitation, pressure, and ulceration of first metatarsal head in diabetes mellitus.* Foot Ankle Int. 1995;16;277-84.
17. Jeffcoate WJ, Harding KG. *Diabetes Foot Ulcers.* Lancet. 2003;361;1545-51.

18. Rathur HM, Boulton AJM. *Recent advances in the diagnosis and management of diabetic neuropathy*. J Bone Joint Surg Br. 2005;87;1605-10.
19. Brownlee M. *Biochemistry and molecular cell biology of diabetic complications*. Nature 2001;414:813–20.
20. Brownlee M. *The Pathobiology of Diabetic Complications: A Unifying Mechanism*. Diabetes 2005; 54;1615-25.
21. Thomas PK. *Classification, differential diagnosis, and staging of diabetic peripheral neuropathy*. Diabetes. 1997;46;S54-7.
22. Witzke KA, Vinik AI. *Diabetic neuropathy in older adults*. Rev Endocr Metab Disord. 2005;6;117-27.
23. Vinik A, Mehrabyan A, Colen L, Boulton AJM. *Focal entrapment neuropathies in diabetes (Review)*. Diabetes Care. 2004;27;1783-88.
24. Vinik A, Maser RE, Mitchell BD, Freeman R. *Diabetic autonomic neuropathy (Thechnical Review)*. Diabetes Care. 2003;26;1553-79.
25. Boulton AJM. *Whither Clinical Research in Diabetic Sensorimotor Peripheral Neuropathy?* Diabetes Care. 2007;30;2752-53.
26. Browne DL, McCrae FC, Shaw KM. *Musculoskeletal disease in diabetes*. Pract Diab Int. 2001;18;62-4.
27. Osterhouse MD, Kettner NW. *Neuropathic osteoarthropathy in the diabetic foot*. J Manipulative Physiol Ther, 2002;26;416-22.
28. Gazis A, Pound N, Macfarlane R, Treece K, Gam F, Jeffcoate W. *Mortality in patients with diabetic neuropathic osteoarthropathy (Charcot foot)*. Diabetic Medicine. 2004;21;1243-46.

29. Rathur HM, Boulton AJM. *The neuropathic diabetic foot*. Nat Clin Pract Endocrinol Metab. 2007;3;14-27.
30. Reiber GE, Lipsky BA, Gibbons GW. *The burden of diabetic foot ulcers*. Am J Surg. 1998;176;S5-10.
31. Apelqvist J, Bakker K, Van Houtum W H, Nabuurs-Franssen M H, Schaper NC. *International consensus and practical guidelines on the management and the prevention of the diabetic foot*. International Working Group on the Diabetic Foot. Diabetes Metab. Res Suppl. 2000;1;S84-92.
32. Myerson MS, Henderson MR, Saxby T, Short KW. *Management of midfoot diabetic neuroarthropathy*. Foot Ankle Int. 1994;15;233-41.
33. Armstrong D, Frykberg RG. *Classifying diabetic foot surgery: toward a rational definition*. Diabetic Med. 2003;20;329-31.
34. Van Schei CHM, Vermigli CV, Carrington AL, Boulton A. *Muscle weakness and foot deformities in diabetes: Relationship to neuropathy and foot ulceration in caucasian diabetic men*. Diabetes Care. 2004;27;1668-73.
35. Pataky Z, Vischer U. *Diabetic foot disease in the elderly*. Diabetes Metabolism. 2007;33;S56-65.
36. Craig ME, Duffin AC, Gallego PH, Lam A, Cusumano J, Hing S, Donaghue KC. *Plantar fascia thickness, a measure of tissue glycation, predicts the development of complications in adolescents with type 1 diabetes*. Diabetes Care. 2008;31;1201-6.
37. Bardelli M, Turelli L, Scoccianti G. *Definition and classification of metatarsalgia*. Foot and Ankle Surgery. 2003;9;79-85.

38. Caputo GM, Cavanagh PR, Ulbrecht JS, Gibbons GW, Karchmer AW. *Assessment and management of foot disease in patient with diabetes*. N Engl J Med. 1994;331;854-60.
39. Ulbrecht JS, Cavanagh PR, Caputo GM. *Foot problems in diabetes: An overview*. Clin Infect Dis.2004;39;S73-82.
40. Kanade RV, Van Deursen RWM, Harding K. *Walking performance in people with diabetic neuropathy: benefits and threats*. Diabetologia.2006;49;1747-54.
41. Singh N, Armstrong DG, Lipsky BA. *Preventing foot ulcers in patients with diabetes*. JAMA. 2005;293;217-28.
42. Apelqvist J, Bakker K, Van Houtum W H, Nabuurs-Franssen M H, Schaper NC: *International consensus and practical guidelines on the management and the prevention of the diabetic foot*. International Working Group on the Diabetic Foot. Diabetes Metab. Res Suppl 1 ;2000;S84-92, 2000.
43. Andersen CA, Roukis TS. *The Diabetic Foot*. Surg Clin N Am. 2007;87;1149-77.
44. Bailes BK. *Diabetes mellitus and its chronic complications*. AORN Journal. 2002;76;265-82.
45. Bus SA, Van Deursen RW, Armstrong DG, Caravaggi C, Hlavacek P, Bakker K, Cavanagh PR. *The effectiveness of footwear and offloading interventions to prevent and heal foot ulcers and reduce plantar pressure in diabetes: a systematic review*. Diabetes Metab Res Rev. 2008;24;S162–80.
46. Reiber GE, Smith DG, Wallace C, et al. *Effect of therapeutic footwear on foot reulceration in patients with diabetes: a randomized controlled trial*. JAMA 2002;287:2552–8.

47. Cavanagh PR. *Therapeutic footwear for people with diabetes. Diabetes Metab Res Rev.* 2004;20;S51–5.
48. Boulton AJM, Jude EB. *Therapeutic Footwear in Diabetes: The good, the bad, and the ugly?* *Diabetes Care.* 2004;27;1832-3.
49. Bus, SA. *Foot Structure and footwear prescription in diabetes mellitus.* *Diabetes Metab Res Rev.* 2008;24;S90-5.
50. Van Deursen R. *Footwear for the neuropathic patient: offloading and stability.* *Diabetes Metab Res Rev.* 2008;24;S96-100.
51. Bauman JH, Girling JP, Brand PW. *Plantar pressures and trophic ulceration: an evaluation of footwear.* *J Bone Joint Surg Br.* 1963;45;652–73.
52. Mueller MJ, Strube MJ, Allen BT. *Therapeutic footwear can reduce plantar pressures in patients with diabetes and transmetatarsal amputation.* *Diabetes Care.* 1997;20;637–41.
53. Katoulis EC, Ebdon-Parry M, Lanshammar H, Vileikyte L, Kulkarni J, Boulton AJM. *Gait Abnormalities in Diabetic Neuropathy.* *Diabetes Care.* 1997;12;1904-7.
54. Perry, J. *Gait Analysis: Normal and Pathological Function.* Slack, Thorofare, NJ, 1992
55. Rose J, Gamble JG. *Marcha Humana.* São Paulo, 2º edição, Editora Premier, 1998.
56. Winter DA. *The biomechanics and motor control of human gait: normal, elderly and pathological.* Waterloo, University of Waterloo, 1991.

57. Chiu MC, Wang MJ. *The effect of gait and gender on perceived exertion, muscle activity, joint motion of lower extremity, ground reaction force and heart rate during normal walking.* Gait Posture. 2007;25;385-92.
58. Uccioli L, Caselli A, Giacomozzi C, Macellari V, Giurato L, Lardieri L, Menzinger G. *Pattern of abnormal tangential forces in the diabetic neuropathic foot.* Clin Biomech. 2001;16;446-54.
59. Akashi PMH. *Influencia da neuropatia periférica e da ulceração plantar nas variáveis cinéticas e eletromiográficas durante a marcha de diabéticos.* Dissertação de Mestrado. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; 2007.
60. Lunetta M, Le Moli R, Grasso G, Sangiorgio L. *A simplified diagnostic test for ambulatory screening of peripheral diabetic neuropathy.* Diabetes Res Clin Pract. 1998;39;165-72.
61. Bax G, Fagherazzi C, Piarulli F, Nicolucci A, Fedele D. *Reproducibility of Michigan Neuropathy Screening Instrument (MNSI). A comparison with tests using the vibratory and thermal perception thresholds.* Diabetes Care. 1996;19;904-5.
62. Feldman EL, Stevens MJ, Thomas PK, Brown MB, Canal N, Greene DA. *A practical two-step quantitative clinical and electrophysiological assessment for the diagnosis and staging of diabetic neuropathy.* Diabetes Care. 1994;17;1281-9.
63. Van Deursen R. *Mechanical Loading and Off-Loading of the Plantar Surface of the Diabetic Foot.* Clin Infect Dis. 2004;39;S87-91.
64. Cappozzo A, Catani F, Croce UD, Leardini A. *Position and orientation in pace of bones during movement: anatomical frame definition and determination.* Clin Biomech (Bristol Avon) 1995;10:171-8.

65. Boulton AJM. *The Diabetic Foot*. Medicine. 2006;34;87-90.
66. Gefen A. *Plantar soft tissue loading under the metatarsals in the standing diabetic foot*. Med Eng Phys. 2003;25;491-9.
67. Bardelli M, Turelli L, Scoccianti G. *Definition and classification of metatarsalgia*. Foot and Ankle Surgery. 2003;9;79-85.
68. Santos AD, Barela JA. *Alterações do andar em portadores de diabetes mellitus, neuropatia diabética periférica e amputação transmetatarsiana*. Revista Brasileira de Biomecânica. 2002;3;21-29.
69. Yavuzer G, Yetkin I, Toruner FB, Koca N, Bolukbasi N. *Gait deviations of patients with diabetes mellitus: looking beyond peripheral neuropathy*. Eura Medicophys. 2006;42;127-33.
70. Viswanathan V, Snehalatha C, Sivagami M, Seena R, Ramachandran A. *Association of limited joint mobility and high plantar pressure in diabetic foot ulceration in Asian Indians*. Diabetes Res Clin Pract. 2003;60;57-61.
71. Long JT, Klein JP, Sirota NM, Wertsch JJ, Janisse D, Harris GF. *Biomechanics of double rocker sole shoe: Gait kinematics and kinetics*. J Biomech. 2007;40;2882-90.
72. Myers KA, Long JT, Klein JP, Wertsch JJ, Janisse D, Harris GF. *Biomechanical implications of negative heel rocker sole shoe: Gait kinematics and kinetics*. Gait Posture. 2005;24;323-0.
73. Eaton RP, Sibbitt WL, Shah VO, Dorin RI, Zager PG, Bicknell JM. *A commentary on 10 years of aldose reductase inhibition for limited joint mobility in diabetes*. J Diabetes Complications. 1998;12;34-8.