

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**

PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

**Análise da Pressão Plantar em Mulheres Diabéticas após Intervenção
Fisioterapêutica**

Aline Alcoforado dos Santos Gasparini

2007

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

ALINE ALCOFORADO DOS SANTOS GASPARINI

ANÁLISE DA PRESSÃO PLANTAR EM MULHERES DIABÉTICAS APÓS INTERVENÇÃO FISIOTERAPÊUTICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Fisioterapia, da Universidade Metodista de Piracicaba, para obtenção do título de Mestre em Fisioterapia. Área de concentração: Intervenção Fisioterapêutica. Linha de Pesquisa: Saúde da Mulher

Orientadora: Prof^a Dr^a Elaine Caldeira de Oliveira Guirro

PIRACICABA
2007

Ficha Catalográfica

Gasparini, Aline Alcoforado Santos.

Análise da pressão plantar em mulheres diabéticas após intervenção fisioterapêutica. Piracicaba, 2007
88p.

Orientadora: Elaine Caldeira de Oliveira Guirro

Dissertação (Mestrado)- Programa de Pós-graduação em Fisioterapia, Universidade Metodista de Piracicaba.

1.Diabetes 2. Neuropatia periférica 3. Fisioterapia .

I.Guirro, Elaine Caldeira de Oliveira. II. Universidade Metodista de Piracicaba, Programa de pós-graduação em Fisioterapia.
III.Título.

Dedico este trabalho à vocês, pacientes acometidas pelo Diabetes, que diariamente, lutam contra a evolução das conseqüências desta silenciosa doença. Vocês foram o meu incentivo a criar e a encontrar maneiras eficazes de tratamento fisioterapêutico, isto poderá beneficiar outras populações. Tudo isso só se torna possível, graças a vocês.

A todas vocês, minha admiração e gratidão.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por toda caminhada conquistada, por iluminar meus passos e fazer deles um instrumento de paz e alegria.

Aos meus grandes mestres, Erli e Sheidi. Heróis que vencem com dignidade, amor e muita batalha. Ensinam como conquistar, compreender e compartilhar. Admiro muito vocês.

Aos meus irmãos, Eric e Celina por todo carinho, compreensão nas horas de muito stress e de angústia, e pelos constantes gestos de amor. Um viva a nossa cumplicidade.

Ao meu esposo Edenilson por todo amor, pelas risadas, carinho, compreensão, incentivo e apoio oferecido em todas as etapas da minha vida. Vencemos mais esta!

À professora Dr^a Elaine Caldeira de Oliveira Guirro por compartilhar comigo a sua sabedoria, e por sua amizade.

À minha querida bolsista da graduação, Flávia Teixeira Bertato, por toda dedicação, amizade e apoio para a realização deste trabalho.

Em especial aos Professores Dr^a Rosana Macher Teodori e Dr. Carlos Alberto Silva, pela presença constante e indireta (afinal, todas as idéias inovadoras e mirabolantes foram feitas nos corredores da UNIMEP) por vocês, para a melhoria deste trabalho.

À professora Maria Imaculada Montebelo, por toda amizade, pelos momentos de muito companheirismo, pela orientação e execução da estatística.

À Secretaria Municipal de Saúde de Piracicaba, especialmente à fisioterapeuta Júlia Raquel Negri, por todo apoio.

Às “minhas meninas” que sempre dispostas a vencer obstáculos do Diabetes, concluíram esta pesquisa com muita dignidade e persistência.

À equipe de enfermagem e às agentes de Saúde do Posto do Eldorado I, que com muita alegria e vontade, foram as responsáveis pelo recrutamento das voluntárias – “minhas meninas”.

Às eternas e queridas amigas, Lílian e Sabrina, pela maravilhosa e indescritível amizade, auxílio nas coletas, nas avaliações, no recrutamento das voluntárias. Vocês compartilharam, dividiram e somaram momentos únicos.

Às secretárias do Programa de Pós Graduação da UNIMEP, Dulce, Angelise e Mirian pelo dinamismo, paciência, amizade e confiança.

Ao Tobias, companheiro intrépido de todas as horas.

Amo a todos, e sem vocês eu nada seria.

“Os alquimistas sempre buscaram a capacidade de transformar metais comuns em ouro. Mas, talvez a grande obra seja esta nossa capacidade de transformar a situações desfavoráveis em momentos preciosos, inspiradores e divertidos”...

Roberto Lopes

RESUMO

O diabetes é uma das doenças comuns na população idosa, e representa um dos principais problemas de saúde pública em todo o mundo. Os indivíduos acometidos pelo diabetes apresentam predisposição a desenvolver neuropatias, que podem ser diagnosticadas através da detecção de pontos de maior pressão e sensibilidade tátil diminuída. O objetivo deste estudo foi avaliar a distribuição da pressão plantar, centro de massa e sensibilidade tátil plantar após 12 semanas de treinamento proprioceptivo. Para tanto, foram recrutadas 13 voluntárias diabéticas com idade média de 62 ($\pm 7,55$ anos). A avaliação baropodométrica e sensitiva foi realizada pré e após 6 e 12 semanas de intervenção cinesioterapêutica. Os valores referentes à pressão de contato, centro de massa, sensibilidade tátil plantar e área de contato foram submetidos ao teste ANOVA de Friedman, com nível de significância de 5%. A pressão de contato e centro massa foram modificados ao longo do tempo de forma significativa, quando comparados pré, após 6 e 12 semanas, tanto na posição bipodal com os olhos abertos (BA) quanto na posição bipodal com os olhos fechados (BF). Não foram encontradas alterações na distribuição da pressão plantar. Os resultados apontam melhora significativa ($p < 0,05$) na sensibilidade tátil plantar dos pontos analisados. Diante dos resultados obtidos, pode-se inferir que o treinamento utilizado foi efetivo na sensibilidade tátil para população estudada.

Palavras-chave: Diabetes, Neuropatia Periférica, Fisioterapia.

ABSTRACT

The diabetes is one of the common diseases of elderly and represents one of the mainly public's health problems all over the world. People who suffers from diabetes presents predisposition to develop neuropathies that can be diagnosed through detection of points of mayor pressure and tactical sensibility diminished. The aim of this work was evaluate the distribution of the plantar pressure, center of mass and tactical plantar sensibility after 12 weeks of proprioceptive training. For that there were recruited thirteen 62 years old diabetic volunteers. The baropodometry and sensitive evaluation was fulfilled pre and post 6 and 12 weeks of kinesiotherapy intervention. The values related to the contact pressure, center of mass, tactical sensibility and contact area were submitted to ANOVA of Friedman test, with 5% of significance level. The contact pressure and center of mass were modified during the time in a significant way, if compared to pre, post 6 and 12 weeks, both in bipodal position with opened eyes (BA) and in bipodal position with closed eyes (BF). There weren't found any alteration in the distribution of pressure plantar. The results shows significant evolution ($p < 0,05$) on the tactical plantar sensibility of the analyzed points. In the presence of the obtained results, it's possible to infer that the utilized training was effective for the tactical sensibility to the analyzed population.

Key-words: Diabetes, Neuropathy peripheral, Physiotherapy.

SUMÁRIO

1	Introdução	9
2	Revisão da Literatura	12
2.1	Diabetes Mellitus	12
2.1.1	Fatores de risco	15
2.1.2	Complicações do diabetes	17
2.1.3	Prevenção e tratamento	18
2.2	Neuropatia periférica	20
2.3	Propriocepção e Diabetes	26
2.4	Condutas Fisioterapêuticas para tratamento de indivíduos diabéticos	30
3	Objetivo	33
4	Material e Métodos	34
4.1	Amostragem	34
4.2	Anamnese	35
4.2.2	Avaliação Baropodométrica	37
	Análise da Pressão de Contato e Pico de Pressão	38
	Análise do Centro de Força	39
4.3	Treinamento	40
4.4	Análise Estatística	48
5	Resultados	49
5.1	Caracterização da Amostra	49
5.2	Sensibilidade Tátil	50
5.3	Sensibilidade Vibratória	51
5.4	Escala Visual Analógica	52
5.5	Barapodometria	53
5.5.1	Distância do Centro de força	53
5.5.2	Pico de Pressão de Contato	57
5.5.3	Área de contato	58
6	Discussão	59

7 Conclusão	69
Referências	70
Anexos	79
Apêndice	80

1 INTRODUÇÃO

O relatório mundial sobre doenças não transmissíveis (DNT) aponta uma abrangente definição de doenças crônicas. Constituem condições crônicas os problemas de saúde que persistem e requerem gerenciamento clínico constante (Organização Mundial da Saúde - OMS, 2003). As DNT de maior importância na América Latina e Caribe são as doenças cardiovasculares, o câncer e diabetes mellitus - DM (International Diabetes Federation, 2002).

Para a Organização Mundial de Saúde, o número de diabéticos no Brasil irá dobrar até 2030, alcançando a marca de 11,3 milhões de brasileiros afetados. Em 2000, eram 4,6 milhões de diabéticos no Brasil e em 30 anos esse número aumentará em 148,3%. No mundo são 177 milhões de pessoas com diabetes e, até 2030, serão 370 milhões, um aumento de 109,6% (OMS, 2006).

Dentre as complicações clínicas do DM destacam-se a cegueira, a insuficiência renal, a nefropatia e a neuropatia periférica (Guyton e Hall, 2002; Kwon et al., 2003). Em 68% dos casos, o diagnóstico do DM é feito após a manifestação clínica de alguma de suas complicações crônicas, sendo que aproximadamente dois terços da população de diabéticos têm o risco de apresentar estas complicações (Gagliardino, Galidez e Gonzalez, 2002).

A neuropatia periférica parece surgir como um distúrbio sensorial, autonômico e como uma doença motora progressiva e irreversível (Leonard et al., 2004).

A neuropatia periférica pode interromper as aferências e eferências da extremidade inferior, responsáveis por manter a postura e o passo normal (Cavanagh, Hewitt e Perry, 1992). Com isso, perde-se a propriocepção.

A propriocepção é a capacidade de perceber a posição e o movimento, permitindo que haja monitoração da progressão de qualquer seqüenciamento deste, possibilitando assim movimentos subsequentes. Os mecanorreceptores são aqueles receptores localizados em músculos e em órgãos neurotendinosos e que têm a função de discriminar a informação temporal e espacial a partir da pressão de contato nos pés (Machado, 2000; Perry, McIlroy e Maki, 2000).

O padrão de marcha neuropática é definido atualmente como sendo um padrão conservativo, visto que seus portadores revelaram menor velocidade durante a deambulação, menor comprimento da passada, menor amplitude do ciclo, maior tempo gasto em uma única fase e reduzido tempo de apoio simples, em relação àquelas pessoas não portadoras de diabetes e neuropatia periférica. Tais modificações se devem aos déficits somatosensoriais da região plantar nessa população (Cavanagh, Hewitt e Perry, 1992; Sacco e Amadio, 2000; Kwon et al., 2003).

Mecanismos musculoesqueléticos são desenvolvidos para compensar alterações das características físicas no corpo humano. Sacco e Amadio (2000) relatam que os parâmetros biomecânicos de reação de força e de distribuição plantar se modificam tanto na forma dinâmica quanto na forma estática.

Durante a caminhada, indivíduos diabéticos aumentam o contato com o solo em algumas áreas e diminuem o contato em áreas opostas da superfície plantar. Existem vários fatores que podem modificar o pico de pressão plantar, durante um passo. Incluem-se a própria estrutura dos pés, o estilo do passo,

características físicas, ações intrínsecas e extrínsecas da própria musculatura. Com a diminuição da sensação plantar, há também restrições sobre o equilíbrio, nas quais ocorrem de forma imprevisível, alterações multi-direcionais (Perry, McIlroy e Maki, 2000).

Estudos longitudinais mostraram relações entre os picos de pressão plantar, diminuição de sensibilidade tátil plantar e desenvolvimento de regiões ulceradas, sendo estes, importantes fatores para alteração no comportamento da marcha, principalmente em indivíduos diabéticos (Sacco e Amadio, 2000; Kwon et al., 2003).

Nesse contexto, este trabalho mostra-se relevante, visto que aponta a importância e a necessidade de desenvolvimento de métodos confiáveis para o atendimento de pessoas idosas diabéticas, bem como o aperfeiçoamento de formas de intervenção fisioterapêutica direcionada às possíveis adaptações neuromusculares e proprioceptivas, frente a um programa de exercícios específicos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Diabetes Mellitus

Deficiências genéticas, insuficiência na produção de insulina e resistência à insulina são as principais causas de uma doença que atinge o mundo inteiro: o diabetes.

Por definição, o diabetes mellitus (DM) é um grupo de doenças metabólicas que se caracterizam pela hiperglicemia, resultante dos defeitos da secreção de insulina e da ação da insulina diminuída nos tecidos periféricos (Associação Americana de Diabetes - ADA, 2006).

Para a Organização Mundial de Saúde - OMS (2005), o DM é uma doença crônica, causada pela inabilidade ou pela deficiência adquirida na produção de insulina pelo pâncreas.

O diabetes, segundo a literatura, divide-se amplamente em dois grupos, o diabetes mellitus insulino-dependente, também denominada de tipo I (DMI), e o diabetes não insulino-dependente, também denominado de tipo II - DMII (OMS, 2006).

O DMI corresponde a 5-10% da população diabética existente mundialmente. É causado pela absoluta deficiência de insulina ocasionada pela destruição auto-imune das ilhotas pancreáticas e determinada por marcadores genéticos nas células beta do pâncreas, o que representa maiores dificuldades de homeostasia para os pacientes (McArdle, Katch e Katch, 2003; ADA, 2006).

As modificações nos estados nutricionais, nos estilos de vida e a inatividade física, associadas a um desequilíbrio energético, levam a um aumento da resistência à insulina e a um pobre controle glicêmico, favorecendo o

aparecimento do DM, levando a importantes modificações sócio-econômicas mundiais (ADA, 2005).

Um estado universal de sedentarismo, associado a um aumento do consumo energético, principalmente de alimentos industrializados e fatores limitantes para a prática da atividade física, levam ao aumento da obesidade juntamente com a incidência de diabetes, podendo ser consideradas como epidemia de escala mundial (Stubbs e Lee, 2004; Pinheiro, Freitas e Corso, 2004).

Em 2004, havia 1.4 milhão de adultos com idades entre 18 e 79 anos que tinham o diagnóstico de diabetes. Os dados comprovam que, de 1997 a 2004, o número de novos casos diagnosticados teve um aumento de 54% (Centers for Disease Control and Prevention-CDC, 2005). Mais de 177 milhões de indivíduos vivem com a doença em torno do mundo e há aproximadamente quatro milhões de mortes a cada ano relacionadas às complicações do DM (OMS, 2006).

Bloomgarden (2000), analisando os documentos do Encontro Anual da Associação Americana de Diabetes, realizada em 1999, notou que a prevalência do DM é de 42 % em torno do mundo, o que aumentará para 172% nos próximos 30 anos. No mundo existem 63 milhões de indivíduos caracterizados como sobrepeso. A obesidade afeta 80% dos indivíduos com diabetes e, por conseguinte, a prevenção do ganho de peso é considerada como sucesso para amenizar a hipertensão, a dislipidemia e o diabetes (OMS, 2006).

A doença afeta vários grupos étnicos, de forma bem diferenciada. Afeta também vários grupos etários, ocorrendo 10 vezes mais em indivíduos acima de 65 anos, se comparado com a incidência em indivíduos abaixo de 45 anos (Permutt, Wasson e Cox, 2005).

Os sintomas do DMI, segundo a OMS (2005), caracterizam-se por hiperglicemia, excessiva excreção de urina (poliúria), sede (polidipsia), diminuição de peso, acompanhada da polifagia, visão turva e cansaço.

O DMII ocorre principalmente como consequência do metabolismo anormal dos carboidratos, gorduras e do metabolismo das proteínas (ADA, 2006). Isso leva à redução de sensibilidade à insulina dos tecidos periféricos, como fígado, músculos e tecido adiposo, desencadeando a resistência a esse hormônio e inadequada compensação da resposta secretória insulínica, na qual há incapacidade do corpo em responder aos efeitos da insulina, caracterizando níveis plasmáticos de insulina normais e altos (Guyton e Hall, 2002; McArdle, Katch e Katch, 2003; ADA, 2006).

Aproximadamente 85% dos indivíduos portadores de diabetes são DMII, e destes, 90% são obesos ou encontram-se na condição de sobrepeso (OMS, 2006). O DMII não apresenta nenhum sintoma aparente, a não ser aqueles que são consequentes às complicações crônicas da própria doença, tais como o excesso de peso, dores e parestesias em membros inferiores (MMII), feridas que não cicatrizam, fadiga e infecções de repetição (Sociedade Brasileira de Diabetes-SBD, 2005).

Não se sabe ao certo quem induz a quem, se é a resistência à insulina que se torna o fator promotor do aumento de peso ou se o aumento de peso promove resistência à insulina (Gagliardi, 2003). Para o autor, na obesidade e em situações de resistência à insulina, ocorre deterioração progressiva da função da célula-beta secundária à exposição crônica de ácidos graxos livres. Em situações de exposição crônica aos ácidos graxos livres, principalmente os de cadeia longa, associada a altos níveis de leptina, ocorre um aumento de estresse oxidativo e da

ativação das vias inflamatórias, causando, a longo prazo, a lipoapoptose, ou seja, a morte celular programada induzida por altos níveis circulantes de ácidos graxos livres, afetando patologicamente as células beta do pâncreas.

O sobrepeso e a obesidade têm efeitos metabólicos adversos sobre a pressão sanguínea, sobre o colesterol, triglicérides e sobre a resistência à insulina. O DM II e a hipertensão arterial têm relação com o aumento da gordura corporal (OMS, 2005).

2.1.1 Fatores de risco

Todas as populações diabéticas estudadas por Cheng (2005) demonstram que indivíduos diabéticos têm fatores predisponentes, tais como mudanças para o sedentarismo resultante da industrialização dos alimentos, obesidade, hipertensão arterial e síndromes metabólicas. A migração para os centros urbanos vem aumentando acentuadamente o desenvolvimento de diabetes devido à mudança de estilo de vida e de alimentação.

Segundo Villareal et al. (2004), o excesso de gordura corporal, principalmente a abdominal, está diretamente relacionada a alterações do perfil lipídico, ao aumento da pressão arterial e ao crescimento da hiperinsulinemia, que são considerados fatores de risco para o desenvolvimento de doenças crônicas como diabetes mellitus e doenças cardiovasculares. Para Wilmore e Costill (2002) tais fatores podem ser responsáveis pelo aumento de mortalidade.

Segundo a SBD (2005), os fatores de risco para DM são: obesidade, dislipidemia (HDL baixo e triglicérides elevados), hipertensão arterial, doenças

cardiovasculares, antecedentes familiares de diabetes e diabetes gestacional prévio com história de macrossomia e abortos de repetição.

Existem muitos outros tipos específicos de causas de diabetes e entre eles estão os defeitos genéticos nas células beta, defeitos genéticos da ação insulínica levando a mutações no receptor periférico; doenças dos pâncreas exócrino, como pancreatites e pancreatectomia, que diminuem a função das células beta; os hormônios como cortisol, glucagon, hormônios de crescimento, que em excesso, agem antagonizando a ação insulínica; doenças auto-imunes que aumentam a intolerância à glicose, desencadeando quadros hiperglicêmicos e posteriormente o aparecimento do diabetes (ADA, 2006).

A hiperglicemia crônica e a produção de metabólitos glicolíticos aumentam o perigo para o tecido vascular e a função endotelial. O DNA e as mitocôndrias no cérebro aumentam os radicais livres circulantes, influenciando os receptores carotídeos, promovendo o desenvolvimento de hipertensão arterial. A lesão renal por sua vez, ocasiona um distúrbio de filtração e aumento da volemia, ocasionando também aumentos da pressão arterial (Gregg e Brown, 2003; OMS, 2005).

A associação dos fatores de risco para DM pode desencadear o que os estudiosos chamam de Síndrome Metabólica. Para a OMS (2004) e a ADA (1998), são considerados portadores de síndrome metabólica indivíduos com intolerância normal à glicose, tolerância normal à glicose com resistência insulínica ou diabetes e mais duas das seguintes alterações: uso de anti-hipertensivos e/ou pressão arterial elevada ($>140/90$ mmHg), obesidade ($IMC > 30 \text{ kg/m}^2$), razão cintura quadril ($RCQ > 90$ no homem e > 89 mg/dl na mulher), níveis de triglicérides (≥ 150 mg/dl), HDL-colesterol baixo (< 35 mg/dl no

homem e <39 mg/dl na mulher) e microalbuminúria (excreção urinária de albumina ≥ 20 $\mu\text{g}/\text{min}$).

2.1.2 Complicações do diabetes

A glicemia promove a reação da glicose com os componentes arteriais, levando, principalmente, a glicolisação de produtos vasculares. Os produtos se cruzam com os filamentos colágenos, aumentando a espessura dos grandes vasos. Na dislipidemia, aumenta-se a quantidade das lipoproteínas de baixa densidade (LDL-colesterol), promovendo aterogênese da parede vascular. A hipertensão, decorrente da lesão renal e da formação de aterosclerose, secundária ao metabolismo dos lipídeos, promove o desenvolvimento e a progressão das doenças vasculares (Bate e Jerums, 2003).

O aumento da glicemia leva à destruição tecidual, disfunção e insuficiência de vários órgãos, principalmente olhos, rins, nervos e coração (ADA, 2006).

Dentre as complicações macrovasculares do diabetes, encontram-se a nefropatia (lesão tecidual renal), a neuropatia periférica e a retinopatia (Bloomgarden, 2004).

As complicações crônicas do DM têm como determinantes o tempo de acometimento, o grau metabólico, a susceptibilidade genética, o tabagismo, o etilismo e a hipertensão arterial. Dentre as complicações crônicas do diabetes destacam-se as microangiopatias (retinopatia e nefropatia), as macroangiopatias (coronária, cerebral e periférica), além das neuropatias - polineuropatias simétricas distal, focal e autonômica (SBD, 2005).

A neuropatia periférica é a mais comum complicação do diabetes. Os altos níveis de glicemia associados à duração dessa doença diminuem a sensibilidade nas pernas e pés dos indivíduos acometidos.

O pé diabético promove modificações nas veias e nervos periféricos, levando a úlceras e subseqüentes amputações nos dedos, pés e pernas (Skyler, 2004).

Além de todas as complicações relacionadas ao diabetes, observa-se também declínio cognitivo, dificuldade física, quedas e fraturas, além de outras condições associadas com as síndromes geriátricas (Gregg e Brown, 2003).

2.1.3 Prevenção e Tratamento

Ferreira et al. (2005) observaram que é possível reduzir em 50-60% a incidência de DM, intervindo-se no estilo de vida por meio de modificações dietéticas e do aumento da atividade física regular.

Sabe-se que a freqüência de atividade física é importante para a saúde, principalmente para reduzir o aumento de peso e que o sedentarismo e a obesidade são fatores causais para o desenvolvimento de diabetes e para as doenças cardiovasculares, aumentando-se a morbidade e a mortalidade mundial (Sullivan et al., 2005).

O tratamento do indivíduo obeso-diabético envolve o controle glicêmico e a redução de peso, porém encontra-se como um desafio para a sociedade. Devido à progressiva disfunção da célula beta, aumenta-se a resistência à insulina, o que leva ao aumento de peso. No entanto, modificações no estilo de vida com dietas e exercícios são essenciais para o tratamento do paciente obeso-diabético. O tratamento ideal para esse tipo de paciente é justificado pela combinação de

hipoglicemiantes com modificações nos estilos de vida e na dieta, que minimizam a necessidade da utilização da insulina (Albu e Raja, 2003).

Dentre os medicamentos hipoglicemiantes orais mais utilizados, encontram-se as sulfoniluréias, que têm a função de aumentar a secreção insulínica e reduzir a resistência à insulina nos tecidos periféricos; as biguanidas, que têm a função de diminuir a resistência à insulina, reduzir a produção hepática de glicose e diminuir a absorção intestinal dos hidratos de carbono; os inibidores da alfa-glicosidase são utilizados apenas para diminuir a absorção de carboidratos pela alça intestinal. Há ainda as glitazonas, que promovem acentuada diminuição da resistência periférica à insulina. Finalmente, encontra-se a classe das glinidas que têm a função de aumentar a secreção insulínica pelas células β pancreáticas (SBD, 2005).

Numa pesquisa realizada por Oglesby et al. (2006), sobre os altos custos dos medicamentos diabéticos, observou-se que os indivíduos com bom controle glicêmico e com níveis de hemoglobina glicosilada ($HbA_{1c} \leq 7\%$) tiveram menores gastos com medicamentos do que aqueles com péssimo e médio controle da glicemia. A hemoglobina glicosilada indica o controle do açúcar no sangue de um paciente nos últimos 2-3 meses. É formada quando a glicose no sangue se liga irreversivelmente à hemoglobina, para formar um complexo estável de hemoglobina glicosilada (OMS, 2006).

No trabalho realizado por Skyler (2004), indivíduos diabéticos receberam prevenção primária intensiva, com administração de 3-4 injeções de insulina por dia no tecido subcutâneo. Alguns indivíduos foram tratados através da intervenção secundária, que consistia em no máximo duas aplicações de insulina por dia. Notou-se que os indivíduos que receberam a prevenção primária

diminuíram progressivamente as taxas de retinopatia e nefropatia sendo, portanto, extremamente importante controlar a glicemia em estados pré-diabéticos e quando houver tolerância diminuída à glicose.

Numa pesquisa executada por Ross et al. (2004), 54 mulheres na pré-menopausa e apresentando obesidade abdominal foram divididas em 4 grupos: 15 faziam tratamento apenas com dieta para redução de massa corpórea, consistindo de 50 a 60% de carboidrato, 15 a 20% de proteína e 20 a 30% de gordura; 17 faziam o uso desta dieta e exercícios como caminhadas rápidas ou leves corridas, utilizando-se 80% da frequência cardíaca máxima; 12 faziam apenas exercícios sem dieta e 14 representavam o grupo controle. Concluiu-se que houve um incremento da atividade cardiorrespiratória, assim como a redução da gordura abdominal e a diminuição de peso somente no grupo submetido ao exercício sem a dieta e no grupo submetido aos exercícios associados à dieta. Apenas no grupo de exercício associado à dieta, houve aumento significativo da sensibilidade à insulina, quando comparado ao grupo controle.

2.2 Neuropatia Periférica

A “Neuropatia Periférica (NP) é a presença de sinais e sintomas decorrentes da disfunção de um nervo periférico em indivíduos com diabetes, depois da exclusão de outras causas”. Dentre os sinais e sintomas que se destacam na disfunção, encontram-se: torpor, irritação, dor nas extremidades, parestesias, hipotensão postural, sensação de frio, queimação, câimbras, fissuras, isquemias, que como consequência levam à presença de calos, feridas e

diminuição da sensibilidade (SBD, 2005; Boulton, 1998; Cimbiz e Cakir, 2004; Kästenbauer et al., 2004; Boulton, 2005).

A NP é uma condição comum entre indivíduos portadores de DM, aumentando o risco de desenvolvimento de úlceras plantares, que geralmente são acompanhados por sintomas que podem levar os indivíduos a possíveis amputações (Kästenbauer et al., 2004; Leonard et al., 2004).

A NP tem se tornado predominantemente, a longo prazo, uma das principais complicações do diabetes, acometendo mais de 50% da população mundial (OMS, 2005).

Com o aumento da idade, o aumento da duração do diabetes e o baixo controle glicêmico, aumenta-se consideravelmente o risco de desenvolvimento da doença arterial periférica. Num estudo realizado por Leibson et al. (2004), por um período de quatro anos, analisou-se a relação entre diabetes e doença arterial periférica, observando-se que com o passar dos anos e com o aumento da duração do diabetes, há um aumento da probabilidade dos indivíduos afetados em desenvolver uma doença arterial periférica.

Kästenbauer et al. (2004) compararam indivíduos diabéticos tipo I e tipo II e observaram que há uma elevação da frequência de fissuras, micoses e deformidades, bem como aumento no predomínio de polineuropatias periféricas, parestesias e dor em queimação nos pés de pacientes diabéticos tipo II.

A NP está relacionada com a diminuição do equilíbrio e da sensibilidade. O aumento do déficit sensorial está diretamente relacionado com o aumento da idade, aumento do índice de massa corpórea (IMC), com a deficiência de vitamina B12, hipertensão arterial, artrite reumatóide e doença auto-imune (Mold et al., 2004).

A estrutura anatômica dos pés pode ser modificada pela NP, produzindo dedos em garra, pé cavo, proeminência da cabeça dos metatarsos e modificação funcional da marcha, o que leva ao aumento da pressão plantar. Tais modificações nos parâmetros de distribuição plantar levam a uma redução da mobilidade da articulação metatarsofalangeana. Por consequência das anormalidades teciduais, aumenta-se a tensão da fásia plantar, o que desencadeia aumento nas pressões plantares (D' Ambrogi et al., 2003).

A sensação plantar contribui para detectar o contato do pé e controlar subsequente a transferência de peso. Sensações cutâneas advindas dos mecanorreceptores aumentam a informação espacial e temporal sobre pressões de contato nos pés em relação ao solo (Perry, McIlroy e Maki, 2000).

A área plantar é o primeiro toque com o solo e desempenha importante papel em levar através dos receptores plantares ao sistema nervoso, informações sobre a pressão e propriocepção. O sistema motor responde de acordo com a carga mecânica recebida pelos pés para atenuar tal peso (Cimbiz e Cakir, 2004).

Pressão plantar indica a força aplicada na área da região dos pés e se alterada pode ser um fator predisponente negativo para o sistema músculo-esquelético (Machado, Henning e Riehle, 2001).

Centro de força é variável dada pela oscilação que o corpo apresenta na postura ereta. O balanço postural é representado pela trajetória do centro de massa, no qual é estimado pela mensuração cinemática do corpo inteiro (Mochizuki e Amadio, 2003).

Aumentando-se o pico de pressão na região dos pés, aumenta-se a relação entre a doença e o componente estrutural dessa região. As modificações

descritas são: aumento do comprimento do metatarso, a configuração do arco longitudinal medial, exarcebação das proeminências ósseas, a presença de dedos em garra, aumento do pico de pressão, o que aumenta a dor e predisposição à artrite reumatóide (Cavanagh et al., 1997).

A severidade da dor nas extremidades, as deformidades e a presença de neuropatia periférica aumentam a interferência na capacidade de andar, influenciando patologicamente os padrões da marcha (Tolle, Xu e Sadosky, 2006).

Weijers et al. (2003) verificaram que o pico de pressão está localizado diretamente abaixo das proeminências ósseas na região dos pés. Bainhas sinoviais ao redor dos tendões flexores e da cápsula articular, não só protegem os tendões e os nervos, mas também detectam cargas excessivas expostas à cabeça dos metatarsos.

Úlceras de pressão são as maiores precursoras de amputação em indivíduos com DM II e sobrepeso. A massa corporal excessiva pode alterar pressões nos pés por exercer uma força adjacente e torna-se, assim, a chave principal do componente pressão. Em pacientes obesas, aumenta-se a pressão na cabeça dos metatarsos, médio pé e calcâneo. Sendo assim, obesidade é uma das variáveis que podem levar á alterações nos pés, lembrando que, geralmente, o indivíduo diabético é obeso, devendo ser excelente candidato à redução de peso como tratamento com a finalidade de diminuir o pico de pressão nos pés (Vela et al., 1998).

Devido ao crescimento do pé ser diminuído em mulheres, estas tendem a completar o ciclo calcanhar-ponta do pé em tempo mais curto que os homens. Por

isso, a presença de neuropatia pode modificar acentuadamente o padrão da marcha (Frey, 2000).

Zimny, Schatz e Pfohl (2004) observaram que a movimentação articular encontra-se diminuída no grupo de diabéticos, assim como a pressão plantar encontra-se aumentada em indivíduos classificados como tendo pé de alto risco. Ainda assim, a diminuição da mobilidade é um dos principais fatores responsáveis pela patogênese de úlceras plantares.

A sensação plantar é um fator importante na regulação do passo e contribui também em certos aspectos para o controle postural. Na neuropatia periférica há uma diminuição da sensibilidade axonal, causando atrofia e diminuição da força muscular, principalmente na dorsiflexão, flexão plantar e na flexão de joelho (Perry, McIlroy e Maki, 2000).

O pé diabético é caracterizado pela redução da sensibilidade somestésica, diminuindo a informação sensorial. Há uma alteração na distribuição de grandes forças e na pressão plantar, principalmente durante a marcha, observando-se que indivíduos diabéticos têm maior pressão na área medial entre a cabeça do primeiro e segundo metatarsos, além do aumento de pressão na região do calcâneo (Sacco e Amadio, 2000).

Cimbiz e Cakir (2004) avaliaram o equilíbrio e a atividade física em pacientes diabéticas neuropatas e notaram que em 60 voluntárias estudadas, houve uma redução do equilíbrio nas posições estáticas e dinâmicas, afetando principalmente o equilíbrio e a coordenação motora da perna dominante. Isso se deve à diminuição de propriocepção e ao aumento da reação reflexa, o que eleva em 3,6% a associação de diabetes e o risco de fraturas para esses pacientes. O DM II diminui ainda a capacidade aeróbica, reduz a flexibilidade e diminui a

atividade muscular principalmente na fase de balanço, o que determina sérios problemas na coordenação motora.

Kwon et al. (2003) analisaram a atividade muscular nas extremidades inferiores durante a caminhada em indivíduos com neuropatia periférica e em indivíduos-controle. Concluíram que o grupo de neuropatas tem menor mobilidade do tornozelo, menor velocidade de caminhada, ângulo de dorsiflexão, flexão plantar e extensão de joelho que os indivíduos-controle, além de uma ativação prematura do sóleo e do gastrocnêmio medial, o que contribui para a distribuição de pressão plantar em áreas diferentes nos pés neuropatas, levando assim, à diminuição de sensibilidade tátil plantar e propriocepção nas extremidades inferiores.

Existem metodologias específicas para a formação de um diagnóstico completo de NP. Dados na literatura recomendam, para o diagnóstico clínico e fidedigno dessa doença, a utilização dos monofilamentos de Semmes-Weinstein de 5,07/10g no primeiro, terceiro e quinto pododáctilos e suas irradiações metatarsais (SBD, 2005), além da averiguação da sensibilidade vibratória com o uso de diapasão e a verificação dos reflexos aquileu e patelar que podem ser classificados como normais, diminuídos, ausentes ou exagerados (Kamei et al., 2005).

Para verificar a integridade dos nervos periféricos em pacientes diabéticos, utilizam-se, clinicamente, vários testes que incluem a utilização do diapasão 128 Hz, nas proeminências ósseas das extremidades. Especialmente os pacientes que possuem alteração vibratória são candidatos a terem complicações do pé diabético (Kästenbauer et al., 2004; Garg et al., 2005).

2.3 Propriocepção e Diabetes

Do latim *proprius*, de si mesmo, mais *ceptive*, receber, refere-se ao uso do *imput* sensitivo a partir de receptores nos fusos musculares, tendões e articulações, com a finalidade de discriminar a posição relativa da articulação e do movimento articular, incluindo direção, amplitude e velocidade bem como a tensão relativa dos tendões. Pode ser considerada como o senso de posição e movimento advindo dos membros inferiores (MMII), através das aferências neuronais (Grigg, 1994).

Os impulsos são transmitidos através das aferências nervosas, integrando-se os vários centros sensitivo-motores, com o sistema vestibular, visual e somatossensorial, com a finalidade de regular os ajustamentos nas contrações posturais, mantendo-se o que é comumente chamado de postura (Smith, Weiss e Lehmkuhl, 1997; Gutierrez et al., 2001).

O controle postural determina a orientação e o movimento por meio da seleção de respostas para manter o equilíbrio corporal, agindo sobre o corpo e a cabeça e gerando respostas aprimoradas para o movimento e para a manutenção da postura estática (Redfern et al., 2001; Speers, Kuo e Horak, 2002).

O tônus postural é um fenômeno involuntário influenciado por impulsos aferentes vindos dos receptores sensitivos e por mecanismos eferentes obtidos a partir dos neurônios alfa do sistema nervoso central. Descreve o desenvolvimento de tensão em músculos particulares cuja função é manter diferentes partes do esqueleto em relação apropriada para manter-se em posturas particulares adequadas (Smith, Weiss e Lehmkuhl, 1997).

Para Bloem et al. (2002), a correlação do equilíbrio depende de informações proprioceptivas advindas de ambos os MMII e da região do tronco.

Em um estudo de caso dos mesmos autores, um paciente com gangliopatia dorsal foi estimulado a promover rolamentos de tronco e inclinação corporal, além de perturbações no eixo plano para a região do tornozelo. Observou-se que há uma redução dos reflexos aquileu e patelar nos indivíduos com déficit proprioceptivo, e ainda, a diminuição da propriocepção e diminuição de respostas musculares locais, mas não a ausência dessas respostas.

O fator idade influencia acentuadamente nas respostas sensoriais dos nervos periféricos. Segundo Verdú et al. (2000), tal fator influencia em diversas condições dos nervos periféricos, havendo redução da expressão axonal de proteínas do citoesqueleto dessas estruturas. Isso acarreta a diminuição na velocidade de condução nervosa, a diminuição da força muscular, da discriminação sensorial, das respostas autonômicas e do fluxo sanguíneo endoneural. Tais modificações fisiologicamente esperadas para o aumento da idade, geram aumento nas taxas de quedas, lentidão de movimentos e ainda podem gerar redução de sensibilidade nas regiões periféricas dos membros inferiores.

Déficits motores são identificados em casos severos de neuropatia periférica, levando a algumas disfunções de movimentos de eversão e inversão da articulação do tornozelo (Gutierrez et al., 2001).

Para Maki e McIlroy (1996), “o controle da estabilidade lateral pode ser o maior foco na escolha de técnicas específicas para assegurar o equilíbrio e prevenir o risco de fraturas” em pacientes diabéticos. O maior achado no estudo de Gutierrez et al. (2001) consistem em que mulheres com neuropatia periférica têm menor habilidade para responder rapidamente ao toque e ainda têm uma

diminuída habilidade de desenvolver força sobre a articulação do tornozelo, o que leva à diminuição da estabilidade postural e favorece as quedas e fraturas.

Tilling, Darawil e Britton (2006) observaram que pacientes diabéticos, do sexo feminino, com pobre controle glicêmico e hipertensão arterial, freqüentemente perdem o equilíbrio e caem acidentalmente mais que as populações saudáveis, devido à destruição tecidual, que leva a lesões micro e macrovasculares decorrentes do diabetes.

Juntamente ao controle postural, a diminuição da atenção cognitiva tem sido demonstrada como um importante fator para o aumento das quedas e fraturas na população idosa.

Redfern et al. (2001) notaram que há um aumento no balanceio corporal e uma diminuição do equilíbrio devido à idade.

Freitas et al. (2005) analisaram as modificações posturais relacionadas com a idade e observaram que as quedas, principalmente na população idosa, ocorrem devido às modificações fisiológicas e à incapacidade de gerar respostas posturais adequadas à posição ortostática, tais como diminuição da amplitude e fadiga da musculatura de sustentação postural.

A manutenção do equilíbrio requer mais atenção quando múltiplos sensores estão em conflito com as outras informações sensoriais, levando às modificações sensoriais específicas, diminuindo a estabilidade e a força muscular antigravitacional e aumentando as dores corporais (Speers, Kuo e Horak, 2002).

O controle postural depende das aferências sensoriais e das forças musculares advindas dos membros inferiores. Um protocolo regular proprioceptivo aumenta a dinâmica do controle postural e a prática de atividades bioenergéticas como natação e caminhada incrementam a força muscular, trazendo muitos

benefícios para o equilíbrio postural e para as respostas somatosensoriais (Gauchard et al., 1999).

A estabilidade postural, tem enorme relação funcional com o sistema sensorial. Pacientes com diminuição de sensibilidade, principalmente na região plantar, têm performances diminuídas em testes posturais estáticos e dinâmicos porque se acredita que, havendo diminuição das funções sensoriais, há diminuição concomitante da atividade dos músculos antigravitacionais (Van Deursen e Simoneau, 1999).

A neuropatia periférica aumenta o balanceio postural, especialmente na ausência de reflexos visuais, o que resulta em assimetria na descarga de peso em membros inferiores (Ahmmed e Mackenzie, 2003).

Em uma revisão bibliográfica executada por Schroll (2003) sobre os efeitos da atividade em indivíduos idosos, notou-se que períodos extensos de atividade física retardam o aparecimento de doenças e suas devidas comorbidades. A atividade física influencia na sobrevivência e nas habilidades funcionais por dois caminhos: um que age de forma direta, aumentando-se a massa muscular, a massa óssea e o equilíbrio corporal e outro que, indiretamente, previne o aparecimento de doenças crônicas.

2.4 Conduas Fisioterapêuticas para Tratamento de Indivíduos Diabéticos

Muitos são os recursos disponíveis na fisioterapia para tratamento de enfermidades sistêmicas.

Em indivíduos idosos, principalmente nas populações diabéticas, se fazem necessárias intervenções fisioterapêuticas que diminuam as complicações fisiológicas decorrentes da idade e específicas de cada doença. Sabe-se que, umas das complicações do diabetes é a neuropatia periférica, que acarreta ao indivíduo diabético lesões nos nervos periféricos, levando às atrofas musculares, redução da força muscular, especialmente na musculatura do membro inferior, na dorsiflexão e flexão plantar, bem como limitações na extensão do quadril e do joelho, o que compromete o processo de deambulação desses indivíduos (Andersen,1999).

Os objetivos primordiais da atividade física em doenças sistêmicas são determinados de acordo a sintomatologia de cada indivíduo. Dentre os objetivos destacam-se: a redução da pressão arterial, das complicações decorrentes do diabetes, dos percentuais lipídicos, da resistência á insulina, bem como promover o equilíbrio e a flexibilidade, manter a independência funcional, trabalhar a função neurocognitiva e melhorar a qualidade de vida (Mcdermott e Mernitz, 2006).

Os benefícios da atividade física no organismo já vêm sendo relatados extensamente na literatura científica. Destacam-se as melhoras das capacidades cardiovasculares, respiratórias, motoras, osteomusculares e mentais (McArdle,2003; Cimbiz e Cakir,2004; ADA,2006;)

O sucesso de um programa de exercícios aplicados à população idosa deve-se quando são levados em consideração o tempo da atividade exercida, a intensidade, a frequência e a progressão do exercício (Mcdermott e Mernitz, 2006).

Vieira (2004) estudou os efeitos da estimulação elétrica neuromuscular em mulheres diabéticas. Os resultados demonstraram que a estimulação elétrica modificou positivamente valores glicêmicos das voluntárias.

Menard et al., (2005) estabeleceram um protocolo utilizando por 12 semanas atividades aeróbicas na bicicleta e exercícios de alongamento e fortalecimento de membros inferiores com faixas elásticas para uma população idosa. Observou-se em sua amostragem, diminuição da pressão arterial, redução das lipoproteínas de baixa densidade e triglicérides, diminuição de episódios de hipoglicemia e acentuada redução do peso corporal.

Richardson, Sandman e Vela, 2001, aplicaram por um período de 3 semanas, em indivíduos diabéticos, exercícios de equilíbrio, de dorsiflexão, flexão plantar, inversão e eversão nas posições unipodal e bipodal juntamente ao intenso trabalho de coordenação em membros inferiores. Observou-se eletromiograficamente melhora na força e no equilíbrio corporal.

O sedentarismo e o alto consumo energético vêm sendo descritos como fatores de risco para o desenvolvimento de doenças crônicas nas quais estão incluídas: problemas cardiovasculares, obesidade e diabetes mellitus tipo II. Desta forma, estudos acreditam que a diminuição modesta do peso associada às dietas balanceadas e atividade física reduzem a probabilidade de desenvolvimento do diabetes Tipo II (ADA, 2005; Ozdirenc, Biberoglu e Ozcan, 2003).

Desta forma, este estudo direcionou suas perspectivas para um maior conhecimento a respeito da intervenção cinesioterapêutica em mulheres diabéticas sobre as variáveis de sensibilidade tátil, sensibilidade vibratória e disposição do centro de força, após treinamento proprioceptivo.

3 OBJETIVO

Verificar a distribuição da pressão plantar, centro de força e a sensibilidade tátil e vibratória de mulheres sedentárias, portadoras de diabetes tipo II, antes e após 6 e 12 semanas de intervenção cinesioterapêutica.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada de acordo com a Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba-UNIMEP, sob protocolo nº 89/04 (Anexo 1).

4.1 Amostragem

No período de março a julho de 2005, foram executadas palestras voluntárias sobre Diabetes e mediante convite, foram recrutadas e avaliadas inicialmente, 21 mulheres portadoras de diabetes melittus tipo II provenientes do Programa de Saúde da Família da Secretaria Municipal de Saúde, da cidade de Piracicaba-SP.

Participaram do estudo 13 voluntárias diabéticas, com idade variando entre 50 e 70 anos ($62 \pm 7,55$), sedentárias, que faziam uso de hipoglicemiantes orais.

Foram considerados fatores de exclusão: portadoras de neuropatias periféricas de outras etiologias, cegueira, e a falta a duas sessões consecutivas de fisioterapia.

Do total da amostra inicial, duas voluntárias apresentaram retinopatia e nefropatia diabética, respectivamente, sendo que outras 6 voluntárias, foram excluídas por excesso de faltas.

As voluntárias deste estudo não tinham orientações nutricionais por parte do posto de saúde. Foram realizadas palestras informativas sobre alimentação saudável, pé diabético, circulação e aspectos físicos e fisiológicos do diabetes.

4. 2 Anamnese

As voluntárias foram submetidas à avaliação fisioterapêutica prévia, na qual foram coletados: massa corporal e altura. Calculou-se o índice de massa corpórea (IMC), a razão circunferência cintura quadril (RCQ) e foi executada a aferição da pressão arterial (PA) – Apêndice 1.

Aplicou-se um questionário específico com itens relacionados ao diabetes, tais como: doenças cardíacas, metabólicas, vasculares, dermatológicas entre outras. Foram avaliadas ainda as condições da pele e da circulação, presença ou não de edemas, de varizes etc. (Apêndice 1).

A sensibilidade tátil na região plantar foi avaliada através do monofilamento de Semmes-Weinstein de 10 gramas, marca SORRI[®], segundo critério adotado pela ADA (2004).

As polpas do primeiro, terceiro e quinto pododáctilos e as respectivas projeções das cabeças dos metatarsos, foram tocadas por 2 segundos. A prova foi considerada ausente quando a voluntária não sentia o toque em qualquer um dos pontos examinados (Figura 1).

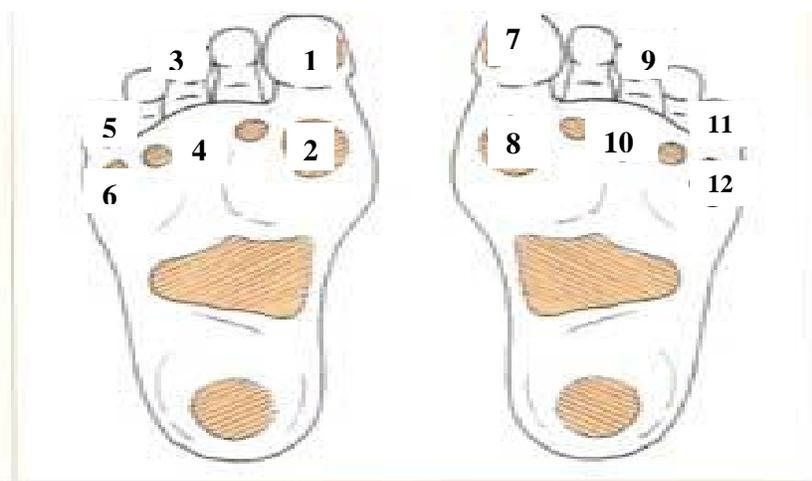


Figura 1- Foto ilustrativa dos pontos especificados para a análise da sensibilidade tátil plantar. Notam-se 12 pontos estipulados para o primeiro, terceiro e quinto pododáctilos e suas irradiações metatarsais.

Em seguida, as voluntárias foram submetidas à prova da sensibilidade vibratória. Para tanto, utilizou-se o diapasão de frequência de 128 Hertz (Figura 2) em vibração, na extremidade distal do hálux, maléolo medial, patela e crista ilíaca ântero-superior em ambos os membros inferiores. O teste foi considerado ausente quando ocorreu diminuição da sensibilidade nos pontos distais aos proximais tocados, seguindo-se os critérios adotados pela OMS, 2006 (Figura 2).



Figura 2 – Diapasão de 128 Hz para teste de sensibilidade vibratória.

Os reflexos patelar e aquileu foram verificados com o uso do martelo neurológico, sendo considerado positivo se houvesse ausência do reflexo em pelo menos um dos membros inferiores (MMII).

Para avaliação do bem-estar global, aplicou-se uma escala visual analógica (EVA) de 10 cm, nos períodos pré, e após 6 e 12 semanas de intervenção fisioterapêutica.

4.2.2 Avaliação Baropodométrica

A análise da pressão plantar foi efetuada utilizando-se a Plataforma de Pressão Matscan (Tekscan®) com 2288 sensores, resolução de 1.4 sensor/cm², medindo 436 mm X 369 mm, por meio de um software em ambiente Windows, com monitoração em tempo real, acoplado a um microcomputador Pentium IV padrão.

Os dados foram coletados em duas posições: bipodal com olhos abertos (BA) e bipodal com olhos fechados (BF), seguindo uma seqüência aleatória, com tempo de tomada de seis segundos e três repetições, considerando-se os *frames* (quadros) 1, 100, 200.

Análise da Pressão de Contato e Pico de Pressão

Para a análise desses dados, os pés foram divididos em região anterior (AP) e região posterior (RP). Considerou-se como anterior a área anterior ao centro de gravidade e como posterior a área posterior ao centro de gravidade (Perry, McIlroy e Maki, 2000) como pode observado na Figura 3. Posteriormente, foram anotados os valores numéricos das duas variáveis (“pressão de contato” e “pico de pressão de contato”).

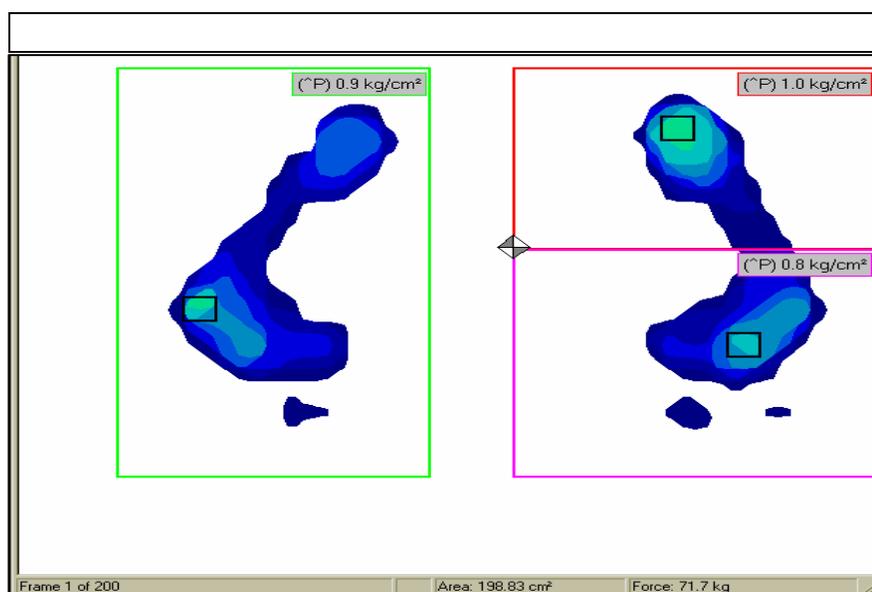


Figura 3- Software em ambiente Windows do Sistema de Baropodometria computadorizada MatScan (Tekscan) demonstrando a impressão plantar e o modelo de análise do pico de pressão de contato para a região anterior e posterior do pé.

Análise do Centro de Força

Os dados foram coletados nas posições BA e BF nos mesmos parâmetros das variáveis supra citadas.

Foram analisados os deslocamentos do centro de força em cada um dos três *frames* em cada tomada. Consideraram-se as seguintes distâncias: distância lateral direita (LLD), distância lateral esquerda (LLE), distância anterior (AP frente) e distância posterior (AP atrás). Para isso, foram traçadas quatro retas. A primeira foi traçada nos dois pontos mais mediais da borda medial do pé direito; a segunda nos mesmos pontos do pé esquerdo; a terceira tangenciando as proeminências dos pododáctilos e a quarta tangenciando as proeminências dos calcanhares. Uma quinta reta foi traçada, saindo do meio do centro de gravidade até cada uma das quatro paralelas acima descritas, sendo anotado o valor numérico das variáveis (Figura 4).

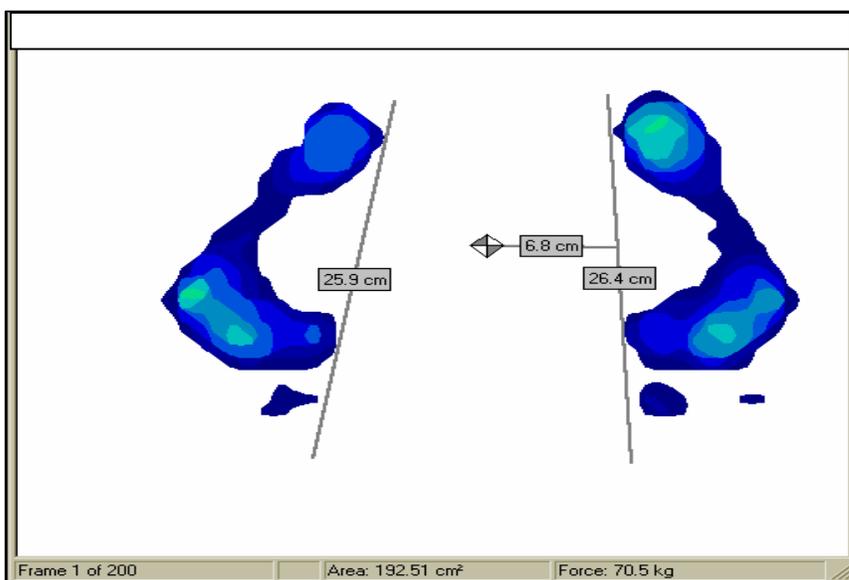


Figura 4- Software em ambiente Windows do Sistema de Baropodometria computadorizada MatScan (Tekscan) demonstrando a impressão plantar e o modelo de análise para as semi-retas laterais ao centro de força.

4.3 Treinamento

O treinamento foi aplicado separadamente em grupos compostos por 6 e 7 voluntárias, para melhor monitoramento das mesmas.

O procedimento foi embasado nas técnicas de Frenkel (*apud* Sullivan 2003) adaptadas, duas vezes por semana, durante 50 minutos, por um período de doze (12) semanas, sendo dividido em três fases: 15 minutos de aquecimento, 26 minutos de treinamento proprioceptivo fisioterapêutico e 10 de desaquecimento, com monitoramento da pressão arterial.

Durante o aquecimento, realizou-se alongamentos de MMII, seguidas da decomposição da marcha utilizando-se o comando verbal: “Dobra o joelho, tira o pé do chão, apóia o calcanhar e a ponta dos pés.

As voluntárias percorriam um circuito composto por exercícios que priorizavam estimular a coordenação e o equilíbrio, descrito por Frenkel, adaptado e modificado para indivíduos portadores de diabetes com alteração de sensibilidade plantar. Exigia-se desta forma um elevado grau de concentração e de controle visual dos movimentos e das repetições, alcançando a efetividade na aquisição dos movimentos funcionais.

O treinamento de equilíbrio se estabeleceu através de exercícios em circuitos associados aos exercícios de Frenkel (Figuras 5 e 6), caracterizados por:

- Caminhar colocando um pé à frente do outro, sobre uma linha reta;
- Andar com um pé diretamente à frente do outro, de modo que o calcanhar do pé anterior toque os dedos do pé posterior;
- Andar ao longo de uma linha reta;
- Alternar velocidade de deambulação;
- Andar em círculos, alternando direções;



Figura 5. Fase do circuito utilizado para treino de equilíbrio.



Figura 6. Exercício de Frenkel adaptado. Voluntárias percorriam no sentido ântero-posterior.

O treinamento proprioceptivo envolveu a decomposição da marcha, equilíbrio e propriocepção, com a finalidade de proporcionar uma estimulação sensorial da superfície plantar. Utilizou-se um circuito com diferentes texturas, composto por treze (13) estações. O tempo de permanência em cada estação foi de dois minutos, sendo o ritmo estabelecido por músicas que se alternavam entre rápidas e lentas, sugeridas pelas voluntárias.

A seqüência do circuito com diferentes texturas foi distribuída da seguinte maneira:

Primeira estação: espuma de 10 centímetros de espessura, envolvida em saco plástico com finalidade de facilitar a limpeza do material, conseqüentemente prevenindo infecções aos pés das voluntárias (Figura 7).



Figura 7. Espuma com 10 centímetros de espessura para treinamento proprioceptivo e decomposição da marcha.

Com a finalidade de se estimular as habilidades sensório-motoras, utilizou-se uma caixa de madeira contendo grãos de feijão para a segunda estação (Figura 8).



Figura 8. Caixa com grãos de feijões para estímulos proprioceptivos.

A terceira estação era composta por um colchonete com espessura de 2cm (Figura 9).



Figura 9. Voluntária sobre o colchonete com espessura de 2cm .

A sensibilidade tátil plantar também estimulada na quarta estação, mediada por uma caixa de madeira contendo algodão (Figura 10).



Figura 10 - Algodão na caixa de madeira

Na quinta estação, o colchonete com 2cm de espessura foi novamente utilizado. Na sexta estação, realizou-se o treino de equilíbrio, que envolveu como dispositivo uma prancha (Pró Fisiomed[®]) para promover balanceios látero-laterais. (Figura 11).



Figura 11. Estimulação sobre a prancha de equilíbrio.

Na sétima estação, utilizou-se toalha para fortalecimento dos músculos plantares intrínsecos. As voluntárias, em posição sentada, foram estimuladas a contrair a musculatura flexora da região plantar, movimentando a toalha com os pododáctilos (Figura 12).



Figura 12. Exercícios de fortalecimento da região plantar com toalha.

Na oitava estação, repete-se a espuma com 10 cm de espessura e na nona estação, utilizaram-se duas bolinhas de propriocepção com projeções externas, de 8 cm de diâmetro (Figura 13). As voluntárias, em posição sentada, deveriam apoiar cada um de seus pés sobre as bolas e executar movimentos ântero-posteriores e látero-laterais, rolando-as.



Figura 13. Exercícios com bolas de propriocepção.

Com a finalidade de propiciar uma sensação fina diferenciada das anteriores, a décima estação consistia em uma caixinha de madeira contendo um saco de pano com painço (Figura 14).



Figura 14. Caixa com painço para estímulo da sensibilidade tátil plantar.

Na décima primeira estação, empregou-se novamente a estimulação utilizando-se a espuma com 2 cm de espessura.

O equilíbrio, os deslocamentos látero-laterais e ântero-posteriores da pelve, movimentos circulares e de “quicar” foram trabalhados na décima segunda estação (Figura 15), com a utilização de duas bolas terapêuticas (bolas “suíças” com 75 cm de diâmetro).



Figura 15. Treinamento de equilíbrio sobre a bola suíça.

Na décima terceira estação foi utilizada “lixa-ferro” de pedreiro, número 34, sobre a qual as voluntárias deslizavam os pés alternadamente, como se estivessem “limpando os pés” sobre um tapete (Figura 16).



Figura 16. Lixa-ferro de pedreiro utilizada para estímulo tátil plantar.

Nos quinze minutos finais, realizou-se exercícios de relaxamento por meio de treinamento respiratório (inspiração e expiração profundas), movimentos ativos lentos e alongamento da musculatura de membros inferiores e região lombar.

O controle da pressão arterial foi efetuado antes e após aplicação do treinamento estipulado (Apêndice 2).

Após 12 semanas de treinamento proprioceptivo, as voluntárias passaram pela reavaliação de sensibilidade tátil-vibratória e pela análise na plataforma de pressão.

4.4 Análise Estatística

Os valores referentes à sensibilidade tátil e à escala visual analógica (EVA) foram avaliados pela aplicação do teste de Friedman, considerando-se o nível de significância de 5%.

Para a homocedasticidade das variâncias ao longo do tempo para pressão de contato e centro de força, utilizou-se o teste de Friedman com $p < 0,05$.

Verificaram-se as pressuposições da normalidade intragrupos pré e 6, 6 e 12 e pré e 12 semanas de treinamento, aplicando-se os testes Rank e Wilcoxon.

Os valores referentes à pressão de contato e centro de força foram avaliados pela aplicação do teste de Friedman, para homocedasticidade das variâncias estatísticas ao longo do tempo (pré x 6 semanas x 12 semanas), com nível de significância de 5%. Para a verificação da normalidade das variáveis, utilizou-se o teste de Shapiro Wilk.

Para a variável área de contato, analisando-se os pés separadamente (parte anterior e posterior), utilizou-se o teste de Wilcoxon com nível de significância de 5%.

5 RESULTADOS

5.1 Caracterização geral da Amostra

As 13 voluntárias que participaram desta pesquisa apresentaram idade média de $62 \pm 7,55$ anos e os principais dados antropométricos encontram-se demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização da amostra

	Pré treinamento	Após 6 semanas	Após 12 semanas
Idade	$61,77 \pm 7,55$ anos	$61,77 \pm 7,55$ anos	$62 \pm 7,55$ anos
IMC	$31,19 \pm 4,20$	$31,00 \pm 4,43$	$31,00 \pm 4,43$
RCQ	$0,87 \pm 0,13$	$0,88 \pm 0,07$	$0,89 \pm 0,07$

* IMC: índice de massa corpórea; RCQ : razão de circunferência cintura /quadril;

Os tipos de medicamentos utilizados pela população em estudo encontram-se representados na Tabela 2.

Tabela 2 – Classificação, nomenclatura e quantificação dos medicamentos utilizados pelas voluntárias .

Classe	Nome	Número de voluntárias*
Hipoglicemiantes	Insulina	4
	Metformina	7
	Glibenclamida	2
	Glucobay	1
Antihipertensivos	Captopril	8
	Propranolol	1
	Metildopa	1
Antiinflamatório – Antiagregante plaquetário	Acido Acetil Salicílico	1
Tireoidiano	Puran T4	1
Vitamina	Aderogil D3	1
Antiinflamatórios não esteroidais	Diclofenaco	1
Corticóide	Dexametazona	1

5.2 Sensibilidade tátil

Comparando-se a sensibilidade pré, pós 6 semanas e pós 12 semanas de treinamento proprioceptivo notou-se significativa melhora da sensibilidade tátil na região plantar ($p=0,0016$), Figura 17.

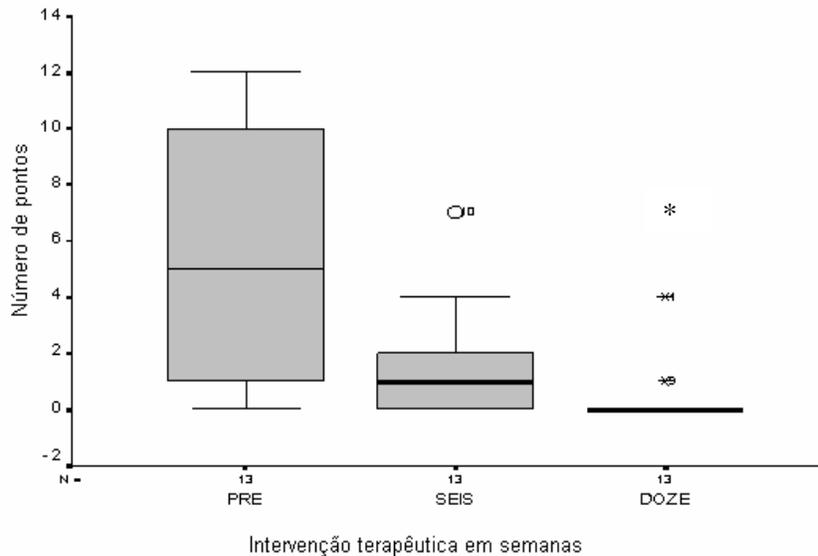


Figura 17 – Evolução da insensibilidade tátil plantar ($n=13$), de um total de 12 pontos testados, antes e após 6 e 12 semanas de intervenção fisioterapêutica. (*) $p<0,05$.

No teste de sensibilidade tátil plantar, dos 12 pontos inicialmente estipulados, apenas 15% das voluntárias sentiam todos os pontos examinados. Após 6 semanas de treinamento proprioceptivo esse índice elevou-se para 46%, e após 12 semanas o índice atingiu 85%.

5.3 Sensibilidade Vibratória

A Tabela 3 corresponde aos pontos que, na avaliação, foram percebidos pelas voluntárias, dados que se encontram expressos em porcentagem.

Tabela 3. Dados de sensibilidade vibratória, correspondente aos pontos sentidos pelas voluntárias no pré-treinamento, na sexta semana e após 12 semanas de treinamento proprioceptivo. Os pontos estipulados para a verificação com o diapasão, foram o hálux direito e esquerdo, maléolo medial direito e esquerdo, patela esquerda e direita, crista ilíaca direita e esquerda.

Teste de sensibilidade Vibratória em membro inferior	Período de avaliação					
	Pré - treinamento		Pós 6 semanas		Pós 12 semanas de treinamento	
	n	%	n	%	n	%
Hálux direito	5	41	10	77	12	93
Hálux esquerdo	5	41	11	86	12	93
Maléolo medial direito	3	27	11	86	13	100
Maléolo medial esquerdo	5	41	10	79	13	100
Patela direita	4	34	10	79	13	100
Patela esquerda	4	34	10	79	13	100
Crista ilíaca direita	2	14	11	86	12	93
Crista ilíaca esquerda	3	27	11	86	12	93
Média	-	32,37	-	82,25	-	96,5

A análise da sensibilidade vibratória aponta que, inicialmente, muitas voluntárias não sentiam todos os pontos estipulados. Após 6 semanas de treinamento, não houve melhora significativa ($p=0,07$). Após 12 semanas de treinamento proprioceptivo, persistia a insensibilidade de alguns pontos, principalmente do hálux e da crista ilíaca para duas voluntárias.

5.4 Escala Visual Analógica (EVA)

A escala visual analógica foi utilizada de uma forma adaptada para o bem-estar das voluntárias deste estudo, com a finalidade de mostrar como estas se sentiam em relação ao treinamento proprioceptivo utilizado por um período de 12 semanas. Era executada a seguinte pergunta “Como a senhora se sente hoje, data da avaliação em relação ao treinamento proprioceptivo?”. As voluntárias marcavam na escala analógica visual, graduada de 0 a 10, o bem-estar correspondente aos três períodos de avaliação: pré, 6 semanas e 12 semanas de treinamento. Notou-se uma melhora no bem-estar das pacientes (Figura 19). As médias de valores foram: pré-treinamento ($2,61 \pm 1,75$ cm), 6 semanas de treinamento proprioceptivo ($8,92 \pm 1,03$ cm), e após 12 semanas ($10 \pm 0,00$ cm).

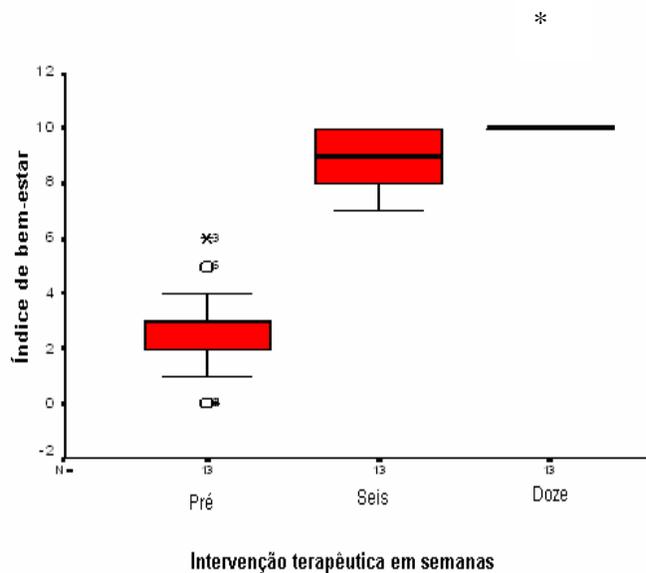


Figura 19 – Médias referentes aos dados de bem-estar (n =13). Pré-treinamento, após 6 e 12 semanas de treinamento proprioceptivo. (*) $p < 0,05$.

5.5 Baropodometria

Para os dados da plataforma de pressão, somaram-se os dados dos pés direito e esquerdo, comparadas antes e após o treinamento proprioceptivo, obtendo-se o valor de significância para cada posicionamento das voluntárias. Os resultados não foram significativos para todas as variáveis (força, área de contato, pressão de contato, pico de força). Houve significância apenas na posição bipodal aberto para a região posterior na pressão pico de contato ($p < 0,05$).

5.5.1 Distâncias do Centro de Força

Em relação às distâncias DLD (distância lateral direita), DLE (distância lateral esquerda), DA (distância anterior) e DP (distância posterior), houve diferença significativa ($p < 0,05$) apenas na DLE, quando comparados os tempos pré e após 12 semanas de intervenção fisioterapêutica, tanto na posição BA quanto na posição BF (Figura 20).

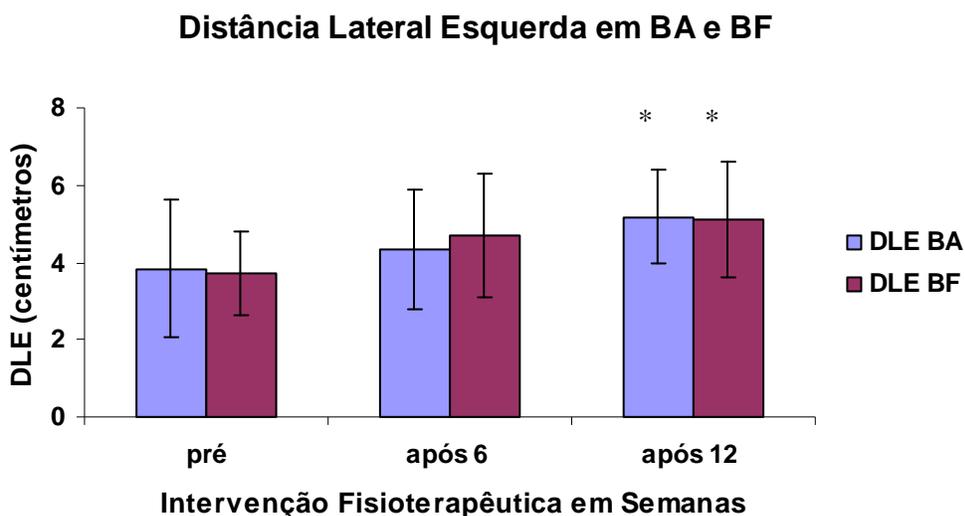


Figura 20 - Comparação entre a distância lateral esquerda (DLE) do centro de força até a reta paralela à borda medial do pé esquerdo nas posições BA e BF ($n=13$), pré e após 6 e 12 semanas de intervenção fisioterapêutica. (*) $p < 0,05$.

As alterações das distâncias foram analisadas em relação às respectivas retas paralelas. A Figura 21 explicita a distância lateral direita nas posições bipodal com os olhos abertos e bipodal com os olhos fechados. Não houve diferença significativa entre os valores ao longo do tempo.

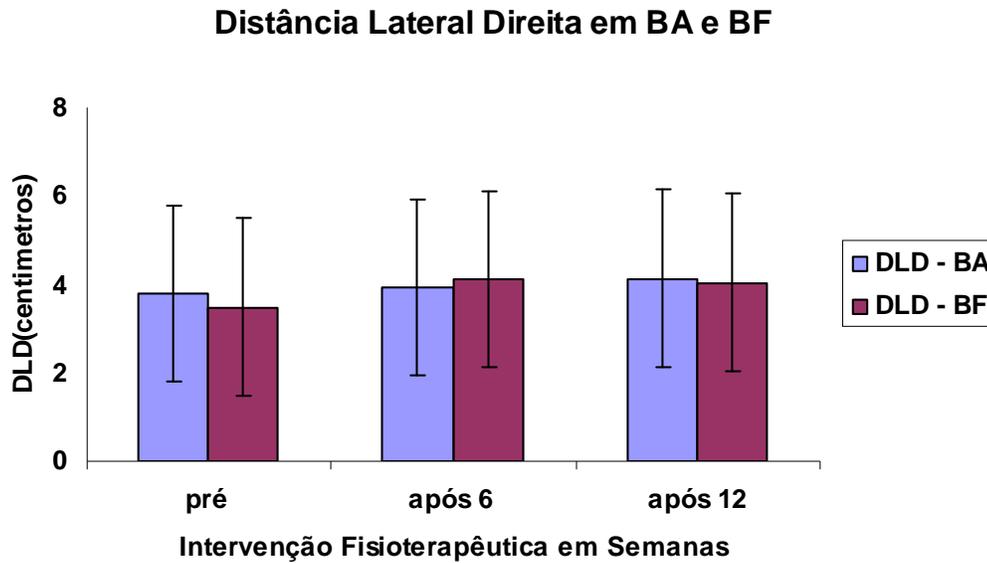


Figura 21-Comportamento da distância do centro de força das pacientes (n=13) até a reta da borda medial do pé direito (DLD), nas posições BA e BF ao longo do tempo.

A Figura 22 mostra a evolução da distância posterior do centro de massa nas posições bipodal com os olhos abertos e bipodal com os olhos fechados. Não houve diferença significativa entre os valores ao longo do tempo.

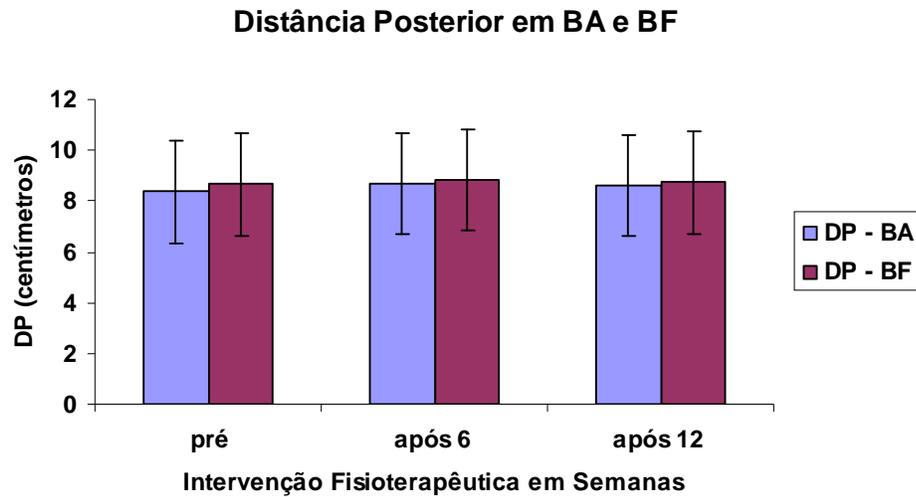


Figura 22 - Comportamento da distância do centro força (n=13) à reta dos calcâneos (DP), nas posições BA e BF, ao longo do tempo.

A Figura 23 mostra a evolução da distância anterior do centro de massa nas posições bipodal com os olhos abertos e bipodal com os olhos fechados. Não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre os valores ao longo do tempo.

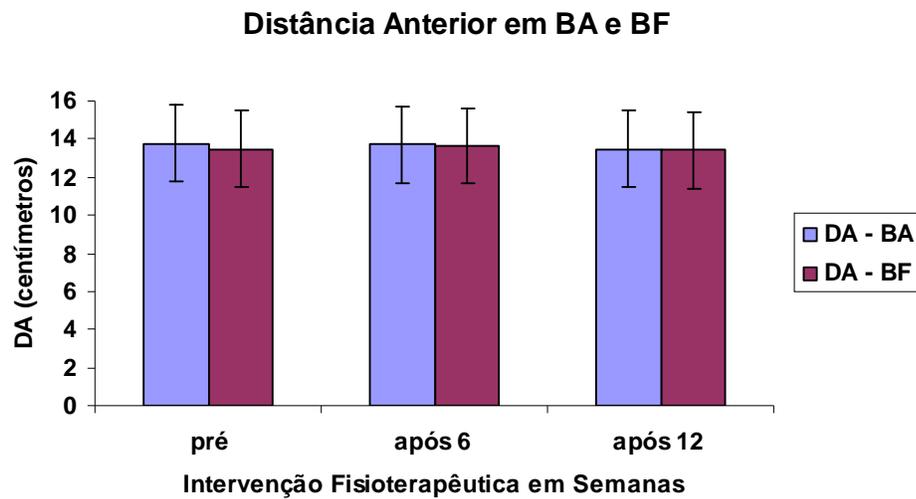


Figura 23- Comportamento da distância (cm) do centro de força ($n=13$) na região anterior (DA), nas posições BA e BF, ao longo do tempo.

5.5.2 Pico de Pressão de Contato

O pico de pressão de contato na região posterior foi modificado de forma significativa ao longo do tempo ($p < 0,05$) - Figura 24. Para a análise desta variável, considerou-se os dados referentes aos pés direitos e esquerdos.

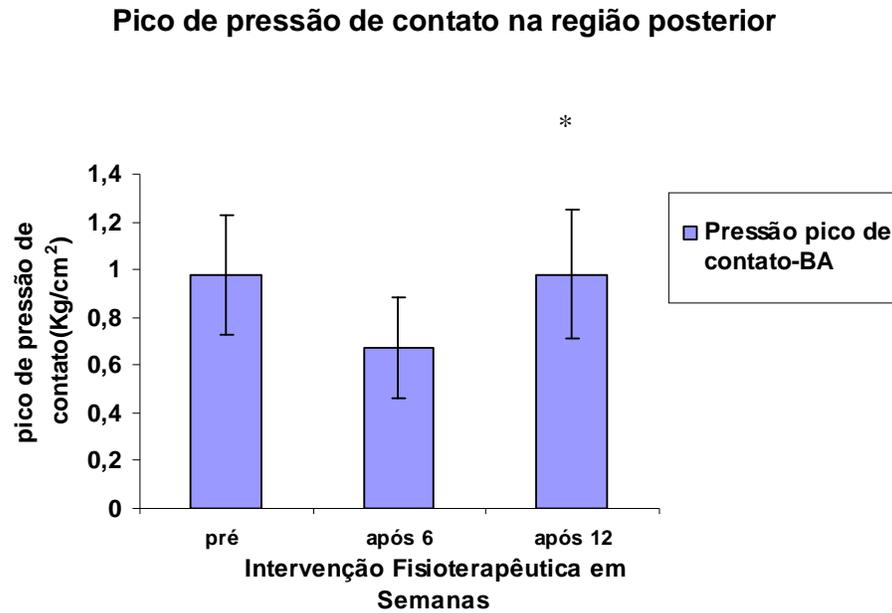


Figura 24 - Variação do pico de pressão de contato (Kg/cm²) na região posterior ao longo do tempo, na posição bipodal com os olhos abertos (BA), (*) $p < 0,05$.

5.5.3 Área de contato

Para a área de contato considerou-se a variação entre o pré-treinamento com a 6ª semana, bem como o pré-treinamento com a 12ª semana, avaliando-se os pés de forma isolada (direito e esquerdo).

Os resultados apontaram que a mediana para o pé direito no pré-treinamento com a 6ª semana foi de 0,6 cm² (p=0,56), e a mediana do pré-treinamento com a 12ª semana foi de 3,74 cm² (p=0,05). Para o pé esquerdo, a mediana do pré-treinamento com a 6ª semana foi de 1,75 cm² (p=0,92), e a mediana do pré-treinamento com a 12ª semana foi de 0,025 cm² (p=0,66).

6 DISCUSSÃO

O diabetes mellitus (DM) acomete no Brasil cerca de 7,6% da população, com idade entre 30 e 69 anos, sendo que cerca de 50% dos pacientes desconhecem o diagnóstico, e 24% daqueles reconhecidamente portadores de DM não fazem qualquer tipo de tratamento (Gross, 1999).

Os métodos atualmente disponíveis para a análise da pressão plantar podem ser classificados em semi-quantitativos e quantitativos; no primeiro grupo, incluem-se sistemas onde não há valores apresentados sobre a pressão plantar, enquanto que, com o segundo, é possível obter valores numéricos sobre esse dado, essencial para o tratamento do pé diabético (Cavanagh et al., 1997; Silvino, Evanski e Waugh, 1980). A Plataforma de Pressão MatScan (Tekscan), utilizada no presente estudo, pode ser incluída no segundo grupo.

O componente sensitivo da neuropatia periférica (NP) implica em perda gradual da sensibilidade à dor, diminuição da percepção da pressão plantar, da temperatura e propriocepção (Pedrosa, Néri e Sena, 1998).

As complicações do diabetes podem levar ao desenvolvimento de úlceras plantares e a possíveis amputações de membros inferiores (SBD, 2005).

Os resultados encontrados neste estudo apontam para os benefícios decorrentes do treinamento proposto após seis e principalmente após 12 semanas de treinamento na sensibilidade tátil plantar, fato que pode implicar na redução do risco de úlceras plantares, considerando que os resultados demonstram aumento da sensibilidade cutânea plantar em 85% das voluntárias, além da diminuição do pico de pressão plantar no retropé. O aumento na sensibilidade tátil plantar, pode

ter ocorrido, possivelmente por aumentar a velocidade de condução nervosa e por facilitar as vias aferentes em membros inferiores.

As pressões plantares aumentadas aliadas à neuropatia periférica em indivíduos diabéticos, também são fatores desencadeantes de úlceras plantares (Frykberg et al., 1998).

O incremento da sensibilidade reduz a possibilidade de aparecimento de úlceras plantares (Berardis et al., 2005). Dickstein et al. (2003) constataram redução da sensibilidade tátil nos pés de indivíduos com neuropatia diabética, porém esta é mais evidente na planta que no dorso, quando o teste é realizado utilizando-se o monofilamento de Semmes - Weinstein.

McGill et al. (2001) demonstraram que o monofilamento de 10 g apresenta 88% de grau de sensibilidade e 68% de grau de especificidade. Apresenta aplicabilidade eficaz na avaliação da sensibilidade plantar no indivíduo diabético (Nagai et al., 2001; Miranda-Palma et al., 2005; Kamei et al., 2005), fato observado na avaliação tátil plantar antes do treinamento e também nas reavaliações após seis e doze semanas de aplicação do programa proposto.

A diminuição do pico de pressão plantar na região posterior, apresentada no presente estudo é de grande relevância, pois o calcâneo é uma área com pico de pressão plantar mais elevado como relatam Cavanagh, Ulbrecht e Caputo, (2000), portanto com maior risco de desenvolvimento de úlcera plantar. Hills et al.(2001) estudaram a pressão plantar em indivíduos obesos e afirmam que a maior descarga de peso se dá também na região do calcâneo, o que promove aumento de força exercida nas articulações, diminuição das forças ligamentares bem como aumento na probabilidade de osteoartrite na articulação do tornozelo.

Sabe-se também que um aumento no peso corporal eleva significativamente a pressão na cabeça dos metatarsos, no calcanhar e na região plantar de médio pé, ocasionando deformidades plantares e limitação articular no tornozelo, o que facilita o aparecimento de lesões plantares (Vela et al., 1998). O IMC elevado de grande parte das voluntárias desta pesquisa e inicialmente maior descarga de peso e força na região anterior e na região posterior dos pés, concordam assim com as afirmações destes autores.

Quando se fala em neuropatia periférica, é imprescindível lembrar que alterações no sistema nervoso periférico repercutem no sistema nervoso central. Isso ocorre porque a captação e a transferência de informações sensoriais são baseadas em um complexo mecanismo de adaptações rápidas e lentas de mecanorreceptores, localizados em camadas da pele, que respondem à pressão, vibração e alongamento (Johanson, 2000). Quando essas informações encontram-se diminuídas, o controle motor é reduzido, promovendo desequilíbrios e maiores tendências às quedas.

A prática da atividade física aumenta significativamente o controle da visão e a estabilização postural, pelo incremento de informações ao sistema vestibulo-espinhal, vestibulo-ocular e reflexos visuais oculares (Gauchard et al., 2003; Seidler e Martin, 1997).

O pobre controle glicêmico, diminuição da sensibilidade plantar, velocidade de marcha e a diminuição do comprimento da passada podem favorecer o aumento de quedas e conseqüentes fraturas na população diabética (Tilling, Darawill e Britton, 2006; Gutierrez et al., 2001; Menz et al., 2004).

A glicemia não foi verificada nas voluntárias do presente estudo, pois o objetivo do mesmo foi verificar a influência da intervenção fisioterapêutica sobre a sensibilidade tátil plantar e parâmetros baropodométricos.

Seidler e Martin (1997) avaliaram um treinamento de equilíbrio em adultos idosos e notaram maior independência funcional desses indivíduos, além de melhora no equilíbrio e conseqüente diminuição de quedas e fraturas a longo prazo.

O treinamento aplicado, embasado nas técnicas de Frenkel de forma adaptada foi centrado em oportunidades para os participantes utilizarem de uma maneira funcional e contextualizada, suas habilidades de orientação e equilíbrio. A estratégia deste treinamento envolveu atividades físicas dentro de contextos de mobilidade em ambiente complexo (diferentes texturas), controle postural (diferentes circuitos e dispositivos), promovendo alterações significativas da distância lateral (DLE), bem como alteração da sensibilidade plantar nos 12 pontos testados, estabelecendo, assim, uma correlação clínica e fisiológica entre eles.

Em posição ortostática, as informações proprioceptivas são recebidas pelos pés. A pressão plantar e a ativação muscular podem ser modificadas pela alteração de respostas em determinadas áreas sensitivas dos pés. Sendo assim, qualquer alteração em um ou mais desses sistemas, como déficit sensitivo nos pés, resulta em instabilidade postural e anormalidades no processo da marcha (Simmons, Richardson e Pozos, 1997; Nurse e Nigg, 2001).

Entende-se que a manutenção do equilíbrio estático acontece quando o centro de força está posicionado dentro de uma área descrita como um cone

invertido, com seu ápice centrado sob os pés e seus vértices, formando uma forma elipse de 12,5° na direção ântero-posterior e 16° na lateral (Nasher, 1993).

Ao se observar um aumento da área de contato no pé direito e conseqüentemente o deslocamento do centro de gravidade para este lado, pode-se inferir que houve uma interferência positiva relacionada à intervenção fisioterapêutica aplicada, provavelmente pelo incremento da sensibilidade cutânea plantar e da propriocepção das voluntárias, fato que necessita de uma análise complementar para fundamentá-lo.

Em condições normais, as informações provindas dos sistemas vestibular, visual e somato-sensitivo são utilizadas no controle do centro de gravidade na base de suporte, isto é, nos pés, quando o indivíduo se encontra em posição ortostática. Qualquer alteração em um ou mais desses sistemas, como déficit sensitivo nos pés, resulta em instabilidade postural (Simmons, Richardson e Pozos, 1997). Estudo de Dickstein, Peterka e Horak (2003) aponta alterações na latência das respostas posturais em pacientes com neuropatia diabética, demonstrando que este tipo de complicação ocasiona instabilidade postural.

Richardson, Sandman e Vela (2001) avaliaram o efeito decorrente da aplicação de um programa de exercícios proprioceptivos em voluntários diabéticos. Os autores observaram que os parâmetros de equilíbrio e manutenção postural podem ser otimizados por provável aumento das aferências periféricas, reduzindo quedas por perda sensitiva. Justifica-se, assim, a proposta de novos programas de atividade física, visto que as rotinas clínicas baseiam-se em técnicas antigas, uma vez que Lundborg (2003) afirma que deveriam ser propostas técnicas novas, com enfoque na plasticidade do sistema nervoso central e na sensibilidade funcional.

Cimbiz e Cakir (2005) avaliaram o equilíbrio e o desempenho nos exercícios físicos em uma população diabética com neuropatia periférica e compararam com um grupo sem neuropatia. Os resultados mostraram que, para o grupo neuropata, houve diminuição do equilíbrio e velocidade de caminhada. Baseados nesses achados foram inseridos no presente estudo um programa de treinamento específico envolvendo exercícios de aquecimento e exercícios de Frenkel, de uma forma adaptada, visando um treinamento de equilíbrio e coordenação motora.

Alfieri (2004) analisou o controle postural de idosos não diabéticos submetidos a um protocolo proprioceptivo por um período de três meses, com três sessões semanais de uma hora. Concluiu que a intervenção fisioterapêutica aplicada pode beneficiar o controle da postura estática, favorecendo o controle postural.

O uso de bolas suíças favorece a execução de pequenos movimentos, capazes de promover a contração e o relaxamento da musculatura paravertebral, estimulando a propriocepção e o equilíbrio de indivíduos portadores de diabetes (Carrière, 1999). A eleição de dispositivos para o treino de equilíbrio utilizados neste estudo, como a bola suíça, pode ter influenciado nos resultados referentes à pressão pico de contato e DLE na análise baropodométrica.

Dentre os benefícios da atividade física em indivíduos diabéticos encontram-se o aumento da captação de glicose periférica, o aumento do volume de oxigênio máximo e o aumento da liberação de endorfinas, que bloqueiam as sensações de dor e possibilitam maior controle do estado emocional desses indivíduos. Os benefícios psicológicos são determinados pelo aumento de hormônios, que reduzem a ansiedade, diminuem a depressão e melhoram a auto-

estima (McArdle, Katch e Katch, 2003). Os resultados positivos obtidos pelo exercício, visualizados pela aplicação da EVA para o bem-estar perante a atividade física, estão de acordo com os resultados encontrados nesses estudos.

Gauchard et al. (1999) notaram os benefícios das atividades físicas e proprioceptivas em três grupos de idosos, diferenciados pela atividade que praticavam, com uma frequência de duas vezes por semana. Notou-se que o grupo que participou de atividades físicas como caminhada e natação obteve mais força e alongamento. No entanto, aqueles indivíduos que praticaram atividades proprioceptivas como yoga e ginásticas leves obtiveram melhores resultados na dinâmica postural.

Para a investigação clínica do pé diabético, utiliza-se como recursos diagnósticos de inspeção de reflexos e percepção vibratória utilizando-se o martelo neurológico e o diapasão em vibração, respectivamente. Indivíduos que têm a sensibilidade vibratória diminuída tendem a desenvolver parestesia e sintomas de neuropatia periférica (Kästenbauer et al., 2004). Os dados da sensibilidade vibratória, correspondentes ao período pré e pós-treinamento, foram alterados, porém, não de forma significativa. Entretanto, somando-se aos dados da sensibilidade tátil plantar, mostraram-se como eficientes recursos diagnósticos.

Ao se executar as análises da variável, somaram-se os resultados pertinentes ao hálux, maléolo medial, patela e crista ilíaca direita e esquerda. O resultado não significativo atribui-se, possivelmente, ao fato da percepção vibratória na crista ilíaca ser prejudicada pelo acúmulo de gordura abdominal e pelo alto índice da razão circunferência cintura quadril.

Num trabalho executado por Simoneau et al. (1995 e 1996), em pacientes diabéticos neuropatas e não neuropatas notou-se que o grupo neuropata tem

sensibilidade vibratória reduzida na região do tornozelo e abaixo do hálux e que a resposta de latência do nervo tibial é bem maior para o grupo neuropata, fazendo com que a velocidade de condução nervosa possa ser comprovadamente menor para o grupo neuropata, pois aferências nervosas podem ser parcial ou totalmente destruídas pela doença diabética.

As conseqüências do pé diabético podem ser prevenidas na maioria dos casos. A identificação de pacientes de alto risco, tais como os que apresentam sensibilidade tátil e vibratória diminuída, torna-se o primeiro passo para prevenir e reduzir as amputações de membros inferiores decorrentes das complicações do DM (Berardis et al., 2005).

A atividade física juntamente com outras medidas gerais de orientação nutricional e terapêutica medicamentosa na população diabética apresenta-se como importante papel no tratamento do DM. Estudos mostram que a atividade física pode reduzir a resistência à insulina nas células, uma vez que aumenta a massa muscular e a captação de glicose e diminui a pressão arterial. Exercícios aeróbicos e uma alimentação saudável, são capazes de prevenir a obesidade, as doenças cardiovasculares e as possíveis complicações do DM (Sichieri et al., 2000; OMS, 2005; Wilmore, 1994).

Fritz et al. (2006) executaram um programa de atividade física para indivíduos diabéticos que se constituía de caminhadas por 3 vezes/semana por um período de 4 meses. Notaram um aumento no controle da pressão arterial e do colesterol total e diminuição do índice de massa corpórea. Não se notou alterações significativas na pressão arterial e no IMC das voluntárias estudadas, provavelmente pelo controle da pressão arterial ser efetuado por meio de

medicamentos, e pelo não acompanhamento nutricional específico de cada voluntária.

Evidências de estudos realizados nos três continentes mostram claramente que uma diminuição modesta de peso, por meio de dietas e de atividade física, reduz a incidência de alto risco de diabetes de 40-60% acima de 3-4 anos de atividade. Portanto, modificações no estilo de vida, incluindo o controle de peso e aumento da atividade física são também fatores essenciais para o controle do diabetes e suas complicações (ADA, 2005).

Sabe-se que períodos curtos de atividade física modificam modestamente variáveis estruturais corporais. Seidler e Martin (1997) com um período curto de treinamento (cinco semanas de treinamento, de 3 a 5 sessões semanais de uma hora cada) notaram uma melhora na organização sensorial e na funcionalidade do equilíbrio de indivíduos idosos.

A fisiopatologia da neuropatia periférica envolve desmielinização a longo prazo de segmentos de nervos periféricos, ocasionando progressiva desensibilização no sentido distal para proximal (Cavanagh, Ulbrecht e Caputo, 2000). Muitas dessas lesões tornam-se irrecuperáveis, levando a amputações drásticas em membros inferiores. A atividade física, quando praticada por um período regular, pode minimizar os efeitos da hiperglicemia, favorecendo a diminuição da resistência à insulina e a captação de glicose periférica.

A atividade física na população idosa influencia na execução das habilidades funcionais. Tais habilidades podem ser modificadas diretamente pelo aumento da massa muscular, da deposição óssea e pelo próprio equilíbrio, facilitando a coordenação e o desempenho das funções (Schroll, 2003).

Quando se trata de estudos em seres humanos, é extremamente complicado o recrutamento de tais voluntárias, o que pode, muitas vezes, implicar dificuldades para mantê-las num programa em longo prazo. Encontram-se como desafios: a dificuldade de acessos a alguns médicos da cidade de Piracicaba, a necessidade da presença contínua das pacientes, a própria doença, o comodismo, a falta de conhecimento das complicações do diabetes e a heterogeneidade da população.

É preciso ressaltar que não são necessários instrumentos e materiais caros para o tratamento de indivíduos afetados pelo diabetes, que impliquem dispêndio financeiro para a melhora física, psíquica e social de uma população.

A exemplo de Lira et al. (2005), que propuseram uma forma de baixo custo para prevenção de amputações em diabéticos por meio do diagnóstico precoce da polineuropatia diabética, o presente estudo também contempla o aspecto social, na medida em que propõe procedimentos viáveis, de custo reduzido, com finalidade de minimizar e/ou retardar as complicações decorrentes do diabetes. Utilizando-se como princípio a promoção da propriocepção através de custos diminuídos, fez-se uso de materiais de diferentes texturas, facilmente encontrados em todas as porções sociais.

Faz-se necessária uma maior conscientização do fundamental papel do fisioterapeuta em doenças sistêmicas que acometem um vasto público que não tem, muitas vezes, qualquer recurso financeiro.

7 CONCLUSÃO

Os resultados permitem concluir que a intervenção cinesioterapêutica aplicada trouxe melhora na sensibilidade tátil, com melhora na distribuição do centro de força, o que possivelmente poderá reduzir a probabilidade de desenvolvimento de úlceras plantares.

REFERÊNCIAS *

Ahmed AU, Mackenzie JJ. Posture changes in Diabetes Mellitus. J. Laryngol Otol. 2003; 5 (117): 358-364.

Albu J, Raja KN. The management of obese diabetic patient. Prim care. 2003; 30 (2): 465-491.

Alfieri FM. Análise do controle postural de idosos submetidos à intervenção fisioterapêutica. dissertação de mestrado em fisioterapia [dissertação]. Piracicaba : UNIMEP; 2004.

Andersen H, Gadeberg PC, Brock, Jakobsen J. Muscular atrophy in diabetic neuropathy: a stereological magnetic resonance imaging study. Diabetologia. 1997; 40: 1062-9.

Andersen H, Poulsen PC, Mogensen J, Jakobsen J . Isokinetic muscle strength in long term of patients in relation to diabetic complication. Diabetes. 1998; 45: 440-5.

Andersen H. Motor function in diabetic neuropathy. Acta Neurol. 1999; 100:221-220.

Associação Diabética Americana. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. Diabetes Care. 2006; 29 (1 Suppl): 543-548.

Associação Diabética Americana. [2005 Abril 25] Disponível em: <http://www.diabetes.org>.

Associação Diabética Americana. Economic costs of diabetes in the U.S in 2002. Diabetes Care. 2003; 26 (3): 917-932.

Associação Diabética Americana. Diagnostic criteria for diabetes mellitus and other categories of glucose intolerance. Diabetes research and clinical practice. 1998; 44 (1): 21-26.

Bate KL, Jerums G. Preventing complications of diabetes. Medical Journal of Australia. 2003; 179 (9): 498-503.

Berardis G, Pellegrini F, Franciosi M, Belfiglio M, Nardo B, Greenfield S et al. Are type 2 diabetic patients offered adequate foot care? The role of physician and patients characteristics. Journal of Diabetes and its Complications. 2005; 19: 319-327.

* Baseadas na norma International Committee of Medical Journal Editors-Grupo de Vancouver; 2005. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline

Bloem BR, Allum JR, Carpenter MG, Verschuuren JI, Honegger F. Triggerring of balance corrections and compensatory strategies in a patient with total leg proprioceptive loss . *Exp Brain Res.* 2002; 142 (1): 91-107.

Bloomgarden ZT. American Diabetes Association Annual Meeting. *Diabetes Care.* 2000; 23(1): 118-124.

Bloomgarden ZT. Diabetes Complications. *Diabetes Care.* 2004; 27(6): 1506-1514.

Boulton AJM. Management of diabetic peripheral neuropathy. *Clinical Diabetes.* wnt. 2005; 23: 9-15.

Boulton AJM, Vinik A, Arezzo JC, Bril V, Feldman E, Freeman R, et al. Diabetic Neuropathies : A statement by the American Diabetes Association. *Diabetes Care.* 2005; 28(4): 956-962.

Boulton AJM. Guidelines for Diagnosis and outpatient management of diabetic peripheral neuropathy. *Diabetes Metab.* 1998; 24(3 Suppl): 55-65.

Carrière B. Bola Suíça. São Paulo: Manole; 1999. 384p.

Cavanagh PR, Hewitt FG, Perry JE. In shoe plantar pressure measurement: a review. *The foot.* 1992; 12: 185-194.

Cavanagh PR, Morag E, Boulton AI, Young ME, Deffner KT, Pammert SE. The relationship of static foot structure to dynamic foot function. *J. Biomechanics.* 1997; 30: 3243-250.

Cavanagh PR, Ulbrecht, JS, Caputo GM. Foot biomechanics. In: Boulton, AGM, Connor H, Cavanagh PR (eds). *The foot in diabetes.* 2000 (3), Wiley, Chichester.

Centers for disease control and prevention [2005 jun 16] Disponível em: <http://www.cdc.gov/diabetes>.

Cheng D. Prevalence, predisposition and prevention of type II Diabetes. *Nutrition & Metabolism.* 2005; 2: 29.

Chiari L, Rocchi I, Cappello A. Stabilometric parameters are affected by antropometry and foot placement. *Clinical biomechanics.* 2002; 17: 666 -677.

Cimbiz A, Cakir O. Evaluation of balance and physical fitness in diabetic neuropathic patients. *Journal of diabetes and its complications.* 2004; 19: 160-164.

D'ambrogi E, Giurato I, D'agostino MA, Giacomozzi C, Mellari V, Caselli A, Uccioli, I. Contribution of plantar fascia to the increased forefoot pressures in diabetics patients. *Diabetes Care.* 2003; 26(5): 1525-1529.

Dickstein R, Peterka RJ, Horak FB. Effects of light fingertip touch on postural responses in subjects with diabetic neuropathy. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry.* 2003; 74: 620-626.

Ferreira SRG, Almeida B, Siqueira AFA, Khawal I. Intervenções na prevenção do diabetes mellitus tipo 2 : é viável um programa populacional em nosso meio?. *Arq. Bras. Endocrinol. Metab.* 2005; 49(4): 479-483.

Fenster CP, Weinsier RL, Usmar VMD, Patel RP. Obesity, aerobic exercise, and vascular disease: the role oxidant stress. *obesity research.* 2002; 10: 964-968.

Freitas SMS, Wiieczoreck SA, Marchetti PH, Duarte M. Age – related changes in human postural control of prolonged standing. *Gait & Posture.* 2005; 22: 322-330.

Frey C. Foot health and footwear for women. *Clinical Orthopaedics and related research.* 2000; 372: 32-44.

Fritz T, Wandell P, Aberg H, Engfeldt, T. Walking for exercise- does three times per week influence risk factors in type 2 diabetes?. *Diabetes research and clinical practice.* 2006; 71: 21-27.

Frykberg RG, Lavery LA, Pham H, Harvey C, Harkless I, Veves A. Role of neuropathy and high foot pressures in diabetic foot ulceration. *Diabetes care.* 1998; 21(10): 1714-9.

Gagliardi ART. Neuropatia diabética periférica. *J.Vasc. Bras.* 2003; 2 (1): 67-74.

Gagliardino JJ, Galidez A, Gonzáles M. Avaliação da qualidade da assistência ao diabético na américa latina. *Diabetes clínica.* 2002; 6: 46-54.

Gauchard GC, Ganglo FP, Jeandel C, Perrin PP. Physical activity improves gaze and posture control in the elderly. *Neuroscience research.* 2003; 45: 409-417.

Gauchard GC, Jeandel C, Tessier A, Perrin PP. Beneficial effect of proprioceptive physical activities on balance control in elderly human subjects. *Neuroscience Letters.* 1999; 273 : 81-84.

Garg R, Agarwal AK, Barker A, Patel V. The ABC approach to preventing diabetic foot problems. *The diabetic foot.* 2005; 8 (2) : 94-100.

Gregg EW, Brown A. Cognitive and physical disabilities and aging-related complications of Diabetes. *Clinical Diabetes.* 2003; 21: 113-116.

Grigg P. Peripheral neural mechanisms in proprioception. *Journal of Sports Rehabilitation.* 1994; 3(1).

Gross JL. Detecção e tratamento das complicações crônicas do Diabete Melito: consenso brasileiro. *Arq. Bras. Endocrinol. Metab.* 1999; 43(1): 7-13.

Gutierrez EM, Helber MD, Dealva D, Miller JAA, Richardson JM. Mild diabetic neuropathy affects motor function. *Clinical Biomechanics*. 2001; 16: 522-528.

Guyton AC, Hall JE. *Tratado de Fisiologia Médica*. 10ª. ed. Rio de Janeiro: editora Guanabara Koogan; 2002.1152p.

Hills AP, Henning EM, McDonald M, Bar-Or O. Plantar pressure differences between obese and non-obese adults: a biomechanical analysis. *International Journal of Obesity*. 2001; 25: 1674-1679.

International Diabetes Federation. *Complicações do Diabetes e educação. Diabetes clínica*. 2002; 6: 217-220.

Johanson BB. Brain plasticity and stroke rehabilitation. *The Eillis Lecture. Stroke*, 2000; 31: 223-230.

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. *Journal of diabetes and its Complications*. 2005; 19: 47-53.

Kästenbauer T, Irsigler P, Sauseng S, Grimm A, Prager R .The prevalence of symptoms of sensorimotor and autonomic neuropathy in type 1 and type 2 diabetic subjects. *Journal of Diabetes and its Complications*. 2004; 18: 27-31.

Kwon OV, Minor SD, Maluf KS, Mueller MJ. Comparison of muscle activity during walking in subjects, with and without diabetic neuropathy. *Gait and Posture*. 2003; 18: 105 -113.

Leibson CI, Ransom JE, Olson W, Zimmerman BR, O'fallon WM, Palumbio PJ. Peripheral arterial disease, diabetes, and mortality. *Diabetes Care*. 2004; 27(12): 2843-2849.

Leonard DR, Farooqui H, Myers F, Myers S. Restoration of sensation, reduced pain, and improved balance in subjects with diabetic peripheral neuropathy. *Diabetes care*. 2004; 27: 168-172.

Lira JRS, Castro AA, Pitta GBB, Figueiredo LFP, Lage VMM, Junior FM. Prevalência de polineuropatia sensitivo-motora nos pés no momento do diagnóstico do Diabetes Melito. *J Vasc Br*. 2005; 4(1): 22-26.

Lord M. Spatial resolution in plantar pressure measurement. *Medical Engineering and Physics*. 1997; 19(2) : 140-144.

Lundborg G. Nerve injury and repair – a challenge to the plastic brain. *Journal of the Peripheral Nervous System*. 2003; 8: 209-226.

Machado A. *Neuroanatomia funcional*. 2ª edição. São Paulo: editora Atheneu; 2000. 364p.

Machado BD, Henning E, Riehle H. Plantar pressure distribution in children: movement patterns and footwear influences. *Brazilian journal of biomechanics*. 2001; 2(2).

McArdle WD, Katch FI, Katch VI. *Fisiologia do exercício – energia, nutrição e desempenho humano*. 5ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003.695p.

Mcdermott AY, Mernitz H. Exercise and older patients: Prescribing Guidelines. *American Family Physician*.2006; 74 (3).

McGill M, Molyneaux L, Spencer R, Heng LF, Yue DK. Possible sources of discrepancies in the use of the Semmes-Weinstein monofilament. Impact on prevalence of insensate foot and workload requirements.*Diabetes Care*.2001;24(1):183-184.

Maki BE, McIlroy WE. Postural control in older adult. *Clinics in Geriatric Medicine*. 1996; 12: 655.

Menard J, Payette H, Baillargeon JP, Maheux P, Tessier D, Ardilouze JL. Efficacy of intensive multitherapy for patients with type 2 diabetes mellitus: randomized controlled trial. *CMAJ*.2005;12(6).

Menz HD, Lord MARS, George RS, Fitzpatrick RC. Walking stability and sensorimotor function in older people with diabetic peripheral neuropathy. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2004; 85(2): 245-252.

Miranda-Palma B, Sosenko JM, Bowker JH, Mizel MS, Boulton AJM. A comparison of the monofilament with other testing modalities for foot ulcer susceptibility. *Diabetes Research and Clinical Practice*.2005; 70: 8-12.

Mochizuki L, Amadio CA. Aspectos Biomecânicos da postura ereta: a relação entre o centro de massa e o centro de pressão. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*.2003;3(3):77-83.

Mold JW, Vesely SK, Keyl B, Schenk JB, Roberts M. The prevalence, predictors, and consequences of peripheral sensory neuropathy in older patients. *JABFP*. 2004; 17 (5): 309-18.

Nagai Y, Sugiyama Y, Abe T, Nomura G. 4-g monofilament is clinically useful for detecting diabetic peripheral neuropathy. *Diabetes Care*.2001;24: 183-184.

Nasher LM. Computerized dynamic posturography: Clinical applications, in: JACOBSEN, G.P.; NEWMAN, C.W.; KARTUSH, J.M. (Eds.), *Handbook of Balance Function Testing*, Mosby Year Book, New York. 1993: 308-334.

Nurse MA, Nigg BM. The effect of change in foot sensation on plantar pressure and muscle activity. *Clinical Biomechanics*. 2001; 16: 719-727.

Oglesby AK, Secnik K, Barron J, Zakwani JA, Lage MJ. The association between diabetes related medical costs and glycemic control: a retrospective analysis. *Cost Effectiveness and Resource Allocation*. 2006; 16(4): 1.

Ozdirenç M, Biberoglu S, Ozcan A. Evaluation of physical fitness in patients with type 2 diabetes mellitus. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 2003; 60: 171-176.

Organização mundial de saúde. Cuidados inovadores para condições crônicas: componentes estruturais da ação. Relatório mundial, Brasília. 2003.

Organização mundial da saúde-2004 [2005 mar 04] Disponível em http://www.who.int/healthtopics/diabetes_mellitus/.

Organização mundial da saúde-2005 [2005 julho 23]. Disponível em <http://www.who.int/health/publications/facts/obesity>.

Organização mundial da saúde-2006 [2006 jun 17] Disponível em : <http://www.who.int/health/topics/diabetesmellitus/acesso>.

Pedrosa HC, Néry ES, Sena FV. O desafio do Projeto: Salvando o Pé diabético. *Terapêutica em Diabetes*. Boletim do Centro Brasileiro de Diabetes. 1998; 19:1-10.

Perry SD, Mcilroy WE, Maki BE. The role of plantar cutaneous mechanoreceptors in the control of compensatory stepping reactions evoked by unpredictable multi directional perturbation. *Brain Research*. 2000; 877: 401-406.

Permutt MA, Wasson J, Cox N. Genetic Epidemiology of Diabetes. *The Journal of Clinical Investigation*. 2005; 115(6): 1431-1439.

Pinheiro ARO, Freitas SFT, Corso ACT. Uma abordagem epidemiológica da obesidade. *Rev Nutr*. 2004; 17(4): 523-533.

Pirart J. Diabetes mellitus and its degenerative complications: a prospective study of 4.440 patients observed 1947 and 1973. *Diabetes Metab*. 1977; 3: 345-256. 1977. Apud Bpod HBM, Lord SR, George RST, Fitzpatrick RC. Walking stability and sensorimotor function in older people with diabetic peripheral neuropathy. *archives of physical medicine and rehabilitation*. 2004; 85(2): 245-252.

Redfern MS, Jennings JR, Martin C, Furman JM. Attention influences sensory integration for postural control in older adults. *Gait and Posture*. 2001; 14: 221-216.

Richardson JK, Sandman BS, Vela S. A focused exercise regimen improves clinical measures of balance in patients with peripheral neuropathy. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001; 82(2): 205-209.

Ross R, Jassen I, Dawson J, Kungl AM, Kuku JL, Wong SI, Duy TBN, Lee S, Kilpatrick, K, Hudson R. Exercise-induced reduction in obesity and insulin resistance in women: a randomized controlled trial. *Obesity Research*. 2004; 12: 789-798

Rossini PM, Martino G, Narici L, Pasquarelli A, Peresson M, Pizella V, Tecchio F, Torrioli G, Romani GL. Short-term brain plasticity in humans: transient finger representation changes in sensory cortex somatotopy following ischemic anesthesia. *Brain Research*. 1994; 642: 167-177.

Sacco ICN, Amadio AC. A study of biomechanical parameters in gait analysis and sensitive cronaxie of neurophatic patients. *Clinical Biomechanics*. 2000; 15: 196-202.

Schroll M. Physical activity in an ageing population. *Scand J Med Sci Sports*. 2003; 13: 63-69.

Seidler RD, Martin PE. The effects of short term balance training on the postural control of older adults. *Gait and Posture*. 1997; 6: 224-236.

Sichieri R, Coitinho DC, Monteiro JB, Coutinho WF. Recomendações de Alimentação e Nutrição Saudável para a População Brasileira. *Arq Brás Endocrinol Metab*. 2000; 44(3): 227-232.

Silvino N, Evanski PM, Waugh TR. The Harris and Beath footprinting mat: diagnostic validity and clinical use [abstract]. *Clin Orthop Relat Res*. 1980; 11(151): 265-9.

Simmons RW, Richardson C, Pozos R. Postural stability of diabetic patients with and without cutaneous sensory deficit in foot. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 1997; 36: 153-160.

Simoneau GG, Derr JA, Ulbrecht JS, Cavanagh PR. Role of somatosensory input in the control of human posture. *Gait & posture*. 1995; (3): 115-122.

Simoneau GG, Derr JA, Ulbrecht JS, Becker MB, Cavanagh PR. Diabetic sensory neuropathy effect on ankle joint movement-perception. *Arch Phys Med Rehabil*. 1996; 77 (5): 453-60.

Skyler IS. Effects of glycemic control on diabetes complications and on the prevention of diabetes. *Clinical diabetes*. 2004; 22(4): 162-166.

Smith LK, Weiss EL, Lehmkuhl LD. *Cinesiologia clínica de Brunstrom*. 5ª edição. São Paulo: Editora Manole; 1997. 538p.

Speers RA, Kuo AD, Horak FB. Contributions of altered sensation and feedback responses to changes in coordination of postural control due to aging. *Gait and Posture*. 2002; 16: 20-30.

Sociedade Brasileira de Diabetes. Curso de atualização. Associação para controle e educação em Diabetes. 2005; Piracicaba, São Paulo: SBD.

Stubbs CO, Lee A. The obesity epidemic: both energy intake and a physical activity contribute. *Med. J. Aust.* 2004; 181(9): 489-491.

Sullivan PW, Morrato EH, Ghushchyan V, Wyatt H, Hill JO. Obesity, inactivity and prevalence of diabetes and diabetes-related cardiovascular comorbidities in the U.S 2000-2002. *American Diabetes Association.* 2005; 7: 1599 -1603.

Sullivan SBO, Schmitz TJ. *Fisioterapia , Avaliação e Tratamento.* 4. ed. São Paulo: Manole; 2003. 1152p.

Tilling LM, Darawil K, Britton M. Falls as a complication of diabetes mellitus in older people. *Journal of diabetes and Its Complications.* 2006; 20 : 158-162.

Tolle T, Xu X, Sadosky AB. Painful diabetic neuropathy: A cross-sectional survey of health state impairment and treatment patterns. *Journal of diabetes complications.* 2006; 20: 26-33.

Van Deursen RW, Simoneau GG. Foot and ankle sensory neuropathy, proprioception and postural stability. *J. Orthop Sports Phys Ther.* 1999; 12: 718 - 26.

Vela SA, Lavery LA, Armstrong D, Anaim AA. The effect of increased weight on peak pressures: implications for obesity and diabetic foot pathology. *The Journal of Foot & Ankle Surgery.* 1998; 37(5): 416-420.

Vieira MDD. Estimulação elétrica muscular em mulheres portadoras de diabetes tipo 2. dissertação de mestrado em fisioterapia [dissertação]. Piracicaba : UNIMEP; 2004.

Villareal DT, Banks M, Siener C, Sinacore DR, Klein S. Physical frailty and body composition in obese elderly men and women. *Obesity research.* 2004; 12: 913-920.

Verdú E, Ceballos D, Vilches JL, Navarro X. Influence of aging on peripheral nerve function and regeneration. *Journal of the peripheral nervous system.* 2000; 5: 199-208.

Weijers RE, Walenkamp GHM, Mameren HV, Kessels AGH. The relationship of the position of the metatarsal heads and peak plantar pressure. *Foot and Ankle International.* 2003; 24(4): 349-353.

Wilmore JH, Costill DL. *Fisiologia do esporte e do exercício.* 2ª ed. São Paulo: Manole; 2002.726p.

Wilmore JH. Exercise, Obesity and Weight Control. *Research Digest.* 1994; 6(1): 491-504.

Zimny S, Schatz H, Pfohl M. The role of limited joint mobility in diabetic patients with an at-risk foot. *Diabetes care*. 2004; 27(4): 942-6.

ANEXO 1



Aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa

Piracicaba, 07 de junho de 2005.

Para: Profª Elaine Caldeira de Oliveira Guirro

De: Coordenação do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP-UNIMEP

Ref.: Aprovação do protocolo de pesquisa nº 89/04 e indicação de formas de acompanhamento do mesmo pelo CEP-UNIMEP

Vimos através desta informar que o Comitê de Ética em Pesquisa da UNIMEP, após análise, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº 14/05, com o título **“Análise da pressão plantar em indivíduos diabéticos após intervenção fisioterapêutica”** sob sua responsabilidade.

O CEP-UNIMEP, conforme as resoluções do Conselho Nacional de Saúde é responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos promovidas nesta Universidade.

Portanto, conforme a Resolução do CNS 196/96, é atribuição do CEP “acompanhar o desenvolvimento dos projetos através de relatórios anuais dos pesquisadores” (VII.13.d). Por isso o/a pesquisador/a responsável deverá encaminhar para o CEP-UNIMEP um relatório anual de seu projeto, até 30 dias após completar 12 meses de atividade, acompanhado de uma declaração de identidade de conteúdo do mesmo com o relatório encaminhado à agência de fomento correspondente.

Agradecemos a atenção e colocamo-nos à disposição para outros esclarecimentos. Atenciosamente,

Telma R. P. Souza

COORDENADORA

APÊNDICE 1

FICHA DE AVALIAÇÃO PARA PACIENTES DIABÉTICAS

DADOS PESSOAIS

Nome: _____

Idade: _____

Sexo: _____

Massa corpórea: _____

Altura: _____

IMC: $\frac{\text{massa corpórea}}{(\text{altura})^2} =$

RCQ:

Data de Nascimento: _____

Fone para contato: _____

Endereço: _____

Data de Avaliação: _____

DADOS VITAIS

PA : _____ mmHg

FC : _____ bpm

Taxa de Glicose : _____

ANAMNESE

Queixa principal:

Doenças associadas:

Cardíacas

Dermatológicas

Metabólicas

Genito – urinárias

Vasculares

Neurológicas

Visuais

Endócrinas

Respiratórias

Especificar: _____

ANTECEDENTES PESSOAIS

Hábitos de vida

Alimentação: _____

Sono: _____

Tabagismo sim

Freqüência : _____

não

Etilismo: sim

Freqüência : _____

não

ANTECEDENTES FAMILIARES

Diabetes

Doenças Hereditárias

Hipertensão

Neoplasia

Especificar: _____

TRATAMENTOS ANTERIORES PARA DIABETES:

EXAMES COMPLEMENTARES:

MEDICAMENTOS:

EXAME FÍSICO:

Pele e circulação :

- | | |
|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> manchas | <input type="checkbox"/> processo alérgico |
| <input type="checkbox"/> ressecadas | <input type="checkbox"/> descolorações |
| <input type="checkbox"/> varizes | <input type="checkbox"/> com feridas |
| <input type="checkbox"/> edema | <input type="checkbox"/> escaras |

Reflexos :

Patelar () Presente

() Ausente

Aquileu () Presente

() Ausente

SENSIBILIDADE

Vibratória (Diapasão)

() hálux

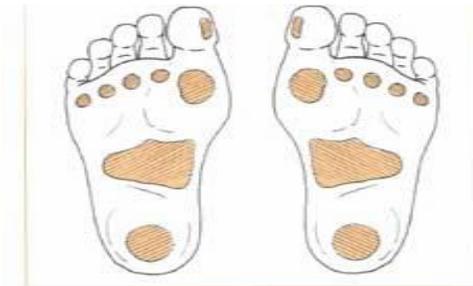
() maléolo interno

() patela

() crista ilíaca antero superior

- + se houver diminuição de sensibilidade nos pontos distais em relação aos proximais

MONOFILAMENTOS



Observações:

Aline Alcoforado dos Santos Gasparini

APÊNDICE 2

Dados da verificação da pressão arterial e da frequência cardíaca na avaliação pré, 6 semanas e na 12ª semana de treinamento proprioceptivo

PA pré	Fc pré	PA 6	Fc 6	PA 12	Fc 12
130/90	72	115/70	72	120/80	72
120/80	80	150/80	68	120/70	68
140/90	72	110/70	88	120/80	92
110/80	98	120/80	92	110/70	82
140/90	72	150/80	70	130/80	66
120/80	60	130/80	92	130/90	96
140/80	76	140/70	62	170/80	70
130/90	76	140/60	64	130/60	68
140/80	68	150/90	76	170/90	76
155/80	72	185/90	86	170/90	88
110/60	74	110/60	74	110/70	72
150/90	80	160/90	64	110/70	74
150/80	64	145/70	74	120/80	74

Dados da pressão arterial avaliados diariamente no início e no término de cada sessão de treinamento proprioceptivo

13/set	15/set	20/set	22/set	27/09 pré	27/09 pós
130/80	130/80	120/80	120/80	120/80	120/80
130/90	130/90	130/90	150/90	130/90	150/90
180/90	150/100	170/90	180/90	180/90	150/100
110/70	120/70	110/70	120/80	110/60	110/60
130/90	130/90	130/90	130/90	130/90	130/90
150/90	150/90	150/90	150/90	150/90	150/90
170/100	170/100	180/100	170/100	180/100	170/100
140/90	150/90	130/90	140/90	140/90	150/90
110/70	160/110	110/70	120/110	110/70	160/110
180/90	170/90	170/90	170/90	180/90	170/90
120/80	120/80	120/80	120/80	120/80	120/80
130/90	130/90	130/90	130/90	130/90	130/90
130/90	130/90	130/90	130/90	130/90	130/90

29/09 pré	29/09 pós	04/10 pré	04/10 pós	06/10 pré	06/10 pós
110/60	110/70	*	*	130/90	120/80
140/70	130/70	*	130/90	150/90	130/90
120/80	120/80	120/80	130/90	170/90	150/90
110/70	120/80	120/70	110/70	110/70	110/70
110/70	120/80	110/70	130/90	130/90	120/80
120/70	130/70	150/90	130/90	110/80	120/80
*	*	170/90	150/90	160/90	150/90
120/70	130/90	140/90	120/80	*	*
140/70	120/80	*	*	150/90	150/90
170/90	170/90	150/90	150/90	130/90	150/90
120/80	110/70	110/70	120/80	110/70	110/70
150/90	150/90	160/90	150/90	*	*
130/90	150/90	*	*	130/90	130/90

* Utilizado para pacientes que faltaram ou que chegaram atrasadas ao treinamento.

11/10 pré	11/10 pós	13/10 pré	13/10 pós	18/10 pré	18/10 pós
120/80	110/70	110/70	110/70	*	*
*	130/90	*	130/90	130/90	150/90
150/90	130/90	120/80	120/80	120/80	120/80
*	*	110/70	110/70	100/60	100/60
130/90	130/90	110/70	150/90	130/90	120/80
150/90	130/90	*	120/80	150/90	130/90
170/110	160/90	130/70	130/90	150/70	130/90
*	*	130/90	130/70	130/90	120/70
160/90	130/90	140/90	130/90	*	150/90
140/70	160/90	170/90	170/90	160/90	160/90
110/70	110/70	110/70	110/70	110/70	110/70
160/90	150/90	*	*	140/90	150/90
170/90	140/90	120/80	130/90	110/70	110/70

* Utilizado para pacientes que faltaram ou que chegaram atrasadas ao treinamento.

20/10 pré	20/10 pós	25/10 pré	25/10 pós	27/10 pré	27/10 pós
*	*	120/80	110/70	*	*
*	*	*	130/90	*	130/90
120/80	120/80	130/90	120/80	*	*
120/80	110/70	110/70	110/70	100/60	110/70
130/70	130/90	130/90	130/90	*	*
*	150/90	*	120/80	*	130/90
150/70	140/80	160/90	150/90	150/90	150/90
150/90	150/90	130/70	130/70	150/90	150/90
150/90	150/90	150/90	130/90	150/90	*
170/90	170/90	170/90	170/90	150/90	170/90
120/80	110/70	110/70	110/70	*	*
150/90	150/90	*	*	*	*
					130/90
140/90	140/90	150/90	150/90	130/90	

01/11 pré	01/11 pós	03/11 pré	03/11 pós	07/11 pré	07/11 pós
*	*	120/80	110/70	*	*
130/90	160/90	*	*	130/90	120/80
150/90	130/90	150/90	120/80	150/90	120/80
110/70	110/70	110/70	110/70	*	*
140/90	130/80	130/90	130/90	120/80	130/80
130/90	120/80	140/90	130/90	130/90	120/80
*	*	160/90	150/90	160/90	160/90
150/90	130/90	120/80	150/90	*	*
*	*	140/90	140/90	150/90	160/90
*	*	160/90	170/90	170/90	170/90
120/80	130/90	120/80	110/70	*	*
150/90	150/90	160/90	150/90	130/90	140/90
*	*	130/90	150/90	*	*

* Utilizado para pacientes que faltaram ou que chegaram atrasadas ao treinamento.

09/11 pré	09/11 pós	14/11 pré	14/11 pós	16/11 pré	16/11 pós	22/11 pré	22/11 pós
150/90	140/90	120/80	110/70	*	*	110/70	120/70
*	*	130/90	130/90	130/90	150/90	120/70	120/70
150/90	130/90	*	*	120/80	110/70	110/70	100/60
100/60	110/70	*	110/70	110/70	110/70	110/70	100/60
*	*	120/80	110/70	150/90	130/90	*	*
130/90	120/80	120/80	120/80	110/90	120/80	140/80	140/80
160/90	150/90	*	150/90	140/90	130/90	*	180/80
130/90	130/90	130/90	110/70	120/80	130/90	120/60	130/60
*	*	130/90	140/90	130/90	140/90	*	180/80
180/90	150/90	170/90	170/90	170/90	150/90	170/70	160/80
110/70	110/70	120/80	110/70	110/70	110/70	110/70	100/60
*	*	150/90	130/90	150/90	150/90	150/80	160/80
130/90	140/90	*	*	130/90	130/90	140/70	130/70

* Utilizado para pacientes que faltaram ou que chegaram atrasadas ao treinamento.

24/11 pré	24/11 pós	28/11 pré	28/11 pós	30/11 pré	30/11 pós
120/80	110/70	*	110/70	110/70	110/70
*	*	140/90	130/90	*	*
120/80	120/80	130/90	130/90	*	*
100/60	100/60	110/70	110/70	*	*
*	*	140/90	130/90	*	*
140/90	130/90	*	120/80	*	120/80
150/90	140/90	*	*	*	*
130/90	120/80	120/80	140/90	*	*
*	*	*	*	*	*
150/90	150/90	170/90	150/90	170/90	160/90
110/70	110/70	*	*	110/70	110/70
*	*	120/80	120/80	130/90	130/90
130/90	120/80	130/90	140/90	140/90	120/80

Cecotti HM, Sousa DD. Manual para normalização de dissertações e teses do programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, UNIMEP;2006.Disponível em <http://unimep.br/ppgft>.

