

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES SUPERFÍCIES E DO CALÇADO NA FORÇA DE REAÇÃO DO SOLO EM EXERCÍCIOS DE HIDROGINÁSTICA

Professora Clarissa Stefani Teixeira
Professor Doutor Luis Felipe Dias Lopes
Professor Doutor Carlos Bolli Mota
Universidade Federal de Santa Maria

Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Educação Física e Desportos
Faixa de Camobi, km 9
CEP: 97110-970
Santa Maria – RS

e-mail: clastefani@gmail.com

Título resumido para impressão no cabeçalho

FORÇA DE REAÇÃO DO SOLO EM EXERCÍCIOS DE HIDROGINÁSTICA

Influência de diferentes superfícies e do calçado na força de reação do solo em exercícios de hidroginástica

Abstract

The aim of this study was to verify the ground reaction force during the demonstration of four exercises in different surfaces with and without tennis use. Fifteen female teachers of water aerobics that have at least six months of practice were appraised. For data acquisition two OR6-5 AMTI (Advanced Mechanical Technology, Inc) force plates were used. For data processing, a software developed in IDL (Interactive Data Language) was used. The four selected exercises were executed on four surfaces (three mattresses of same properties and different thickness and the own platform) with barefoot subjects and with tennis standardized in the cadence of 134 beatings per minute. The data were submitted to a descriptive statistics, Shapiro-Wilk test and comparison tests among averages with level of significância of 5%. The study showed that there was not a uniform tendency of modification in the maximum force in function of the use or not of the tennis. In some cases the use caused an increase in maxim vertical force, in others a decrease and in most of the analysis differences were not observed. Considering the effect of the surfaces, in the two evaluated situations the founded differences allow to identify that the increase of the thickness tended to increase the values of growth rate. Considering the effect of the tennis, when there were differences, growth rate was larger with use of the tennis. Imp was not affected by the use of different surfaces in the situations barefoot and with tennis. Considering the effect of the use or not of the tennis the observed differences indicate a decrease of Imp with the use of the tennis. The data of this study don't allow to identify that a certain surface or use or not of the tennis is more suitable.

Keywords: ground reaction force, water aerobics exercises, types of surface

Introdução

Estudiosos de diferentes áreas têm-se voltado cada vez mais às questões de saúde do trabalhador (Porto e Freitas, 1997; Merlo *et al*, 2003, Roeder, 2003), realizando diagnósticos e sugerindo procedimentos para que sejam atenuadas possíveis conseqüências negativas na saúde e qualidade de vida de profissionais de diferentes áreas de atuação (Martins e Michels, 2001). Especificamente, dentro da área de atuação dos profissionais de Educação Física, essa preocupação vem crescendo devido ao fato destes estarem constantemente expostos a situações em que podem ocorrer desgastes nas estruturas e até mesmo lesões.

Em diversas atividades motoras de diferentes situações de movimento há a presença de forças de reação do solo resultantes do contato do corpo com as superfícies. Estas forças, dependendo de fatores tais como tipo de superfície, velocidade do movimento e forma de pisar (Jucá, 1993), além da massa e a aceleração (Nigg e Herzog, 1995; Enoka, 2000), considerando as características do executante e as demandas ambientais podem resultar em possíveis agressões físicas. Em hidroginástica, os exercícios realizados pelos professores fora d'água, de acordo com Krueel *et al* (1999), são constituídos muitas vezes de saltos e existe a necessidade de analisar quantitativamente as sobrecargas presentes nesses exercícios que podem expor os professores a altas forças de impacto, podendo acarretar distúrbios músculo-esqueléticos principalmente nos membros inferiores e coluna lombar.

A literatura especializada é extremamente restrita a respeito das forças de reação do solo na execução de diferentes exercícios de hidroginástica e sobre a forma de execução dos mesmos. Apesar desta modalidade apresentar uma grande gama de possibilidades de movimento e em alguns desses, uma alta força de reação do solo (Krueel, 2000), são poucos os trabalhos que exploram esta modalidade. Diferentemente de atividades como corrida, caminhada, basquete e handebol, não existem também calçados específicos para uso dos profissionais que trabalham com esta modalidade, sendo mais um fator

preocupante quando o professor demonstra seus exercícios. Segundo Amadio e Duarte (1996) dentre fatores que influenciam a carga sobre o corpo humano durante atividades, como por exemplo, a de correr, estão, além do tipo de movimento, o número de repetições, o tempo e também a utilização de calçados.

O conjunto destes fatores levou alguns pesquisadores a investigar diferentes formas de minimizar as forças associadas aos movimentos e suas possíveis conseqüências negativas, normalmente investigando o efeito e o uso de diferentes tipos de tênis ou palmilhas (Machado *et al* 1994; Serrão, Sá e Amadio, 2000; Soares, Serrão e Amadio, 2003). Cavanagh, Willians e Clarke (1981) identificaram diferenças nas curvas de reação do solo com e sem a utilização de calçado. Os autores justificam estes achados afirmando que existe um aumento na velocidade e na aceleração dos joelhos, tornozelo e calcanhar, quando não se utiliza calçados e com isso a força também aumenta. Os estudos realizados sobre biomecânica do calçado têm focado as interferências, no corpo do indivíduo, decorrentes da utilização. O uso de calçados inadequados pode provocar padrões de movimentos que sobrecarregam as estruturas anatômicas, resultando assim um desconforto, dor e até lesão (Müller *et al.* 2001; Peneireiro e Costa. 2001). No entanto, de acordo com Serrão, Sá e Amadio (2000), o calçado não é a única estrutura envolvida nos mecanismos de geração do movimento e controle da sobrecarga mecânica. Amadio e Duarte (1996) afirmam que o tipo de superfície (piso) também influencia na carga sobre o corpo humano. Na literatura consultada, não foram encontrados estudos mostrando a força de reação do solo na execução de exercícios de hidroginástica em diferentes superfícies, visto que, há a possibilidade da utilização de superfícies para a absorção das forças de reação, como, por exemplo, o uso de colchonetes de etileno acetato de vinila (EVA).

Diante disso e de acordo com o contexto exposto surge a preocupação com questões relacionadas ao trabalho dos profissionais que exercem a função de ministrar as aulas de hidroginástica, uma vez que o bom estado físico desses é de fundamental importância para realização das atividades propostas. Com isso, este estudo objetivou analisar e comparar a componente vertical da força de reação do solo, o gradiente de crescimento e o impulso durante a demonstração de exercícios de hidroginástica sem e com uso de tênis esportivo e com a utilização de diferentes superfícies.

Materiais e métodos

O grupo de estudo foi formado por 15 professores de hidroginástica, com idade média de $24 \pm 5,20$ anos, peso médio de $574,12 \pm 119,53$ N e estatura média de $1,64 \pm 0,06$ m. Caracteriza-se professores de hidroginástica, no âmbito dessa pesquisa, por acadêmicos ou profissionais de Educação Física, do sexo feminino, que atuam ministrando aulas da modalidade a pelo menos seis meses em clubes e academias da cidade de Santa Maria – RS. O tempo médio como professor dos sujeitos foi de 2,10 anos, com tempo mínimo de 6 meses e máximo de 10 anos.

Os sujeitos foram convidados a participar do estudo. Foram marcadas datas para a coleta de dados que ocorreu em ambiente de laboratório. Foi preenchida uma ficha de dados pessoais, para a obtenção do nome, sexo, idade, tempo de prática. Os sujeitos foram instruídos a utilizarem vestimentas comumente utilizadas durante as aulas.

Foi solicitada a realização de quatro exercícios de hidroginástica, mantendo a mesma forma de execução normalmente realizada em sua prática profissional. Estes exercícios foram selecionados considerando os movimentos freqüentemente utilizados pelos professores durante as aulas e que contemplem os movimentos básicos de hidroginástica, considerando movimentações tanto de membros superiores quanto inferiores em um mesmo plano anatômico de referência. Os movimentos realizados foram: flexão de joelhos (M1), no qual realiza-se uma flexão de joelho a aproximadamente 90° sem flexão ou hiperextensão de quadril e os cotovelos flexionam no plano sagital 90° em ciclos simultâneos aos movimentos das pernas; flexão de quadril (M2), que consiste na flexão de quadril a 90° sem extensão de joelho com os

braços oscilando ao longo do corpo no plano sagital com os cotovelos a aproximadamente 90° em ciclos opostos ao movimento das pernas; abdução de quadril simultânea (M3), em que realiza-se uma abdução de quadril simultânea dos dois membros e os braços também realizam movimentos no plano frontal, ou seja, abdução e adução de ombros simultaneamente; e abdução de quadril alternada (M4), no qual realiza-se uma abdução de quadril alternada dos dois membros e os braços também realizam movimentos no plano frontal, ou seja, abdução e adução de ombros simultaneamente.

Os professores realizaram os exercícios sobre plataformas de força utilizando-se de quatro superfícies. A primeira delas foi a superfície das próprias plataformas de força (superfície 1), ou seja, a execução foi realizada sem qualquer tipo de material sobre elas. As demais superfícies foram três colchonetes compostos de resina de copolímero de EVA, adequados ao tamanho das plataformas (51,8cm x 46,0cm). A superfície 2 foi um colchonete com 5 mm de espessura, a superfície 3 foi um colchonete de 15 mm de espessura, e a superfície 4 foi um colchonete de 30 mm de espessura. Em cada uma dessas superfícies, os professores realizaram os movimentos, que foram indicados por fotos e quando necessário por *feedback* verbal e visual, com e sem utilização de tênis esportivo que foi padronizado (de mesma marca e datas próximas de fabricação) e fornecido pelos pesquisadores, para que a variabilidade devido ao uso de diferentes calçados fosse suprimida. Foi escolhido um tênis indicado para corrida com amortecedor na região do calcanhar. A escolha das superfícies de EVA deu-se por este ser um material termoplástico, utilizado em meio aquático e apresentar vantagens em relação à maioria das borrachas como menor densidade, isolamento de odor, fácil coloração, maior durabilidade, fácil processabilidade e menor encolhimento.

Os sujeitos executaram os movimentos na cadência de 134 batimentos por minuto (bpm). Esta padronização deve-se ao fato da música ditar indiretamente a quantidade de esforço aplicada ao exercício, pois tem um ritmo regular e os movimentos são realizados em sincronia com este ritmo, além disso, esta cadência específica, segundo Baum (2000) é uma das utilizadas nas aulas de hidroginástica.

Os professores executaram cinco tentativas em cada exercício, em cada colchonete, descalço (situação 1) e calçado (situação 2). Esse número de tentativas foi estabelecido conforme procedimento descrito por Melo (1995). Em estudo piloto, verificou-se que a curva do coeficiente de variação em função do número de tentativas realizadas em todas as situações tendeu a estabilizar-se após cinco repetições. Foi dado um tempo recuperativo suficiente para que o sujeito se sentisse em condições de realizar a próxima série de movimentos.

Para a aquisição dos dados cinéticos foram utilizadas duas plataformas de força OR6-5 *AMTI (Advanced Mechanical Technology, Inc)* dispostas a 5,5 mm uma da outra. Os dados foram processados através de um programa desenvolvido em IDL (*Interactive Data Language*).

As variáveis estudadas relacionadas à força de reação do solo foram definidas como: Força vertical máxima ($F_{z\text{máx}}$): corresponde a maior força vertical; Impulso (Imp): corresponde à área sob a curva de força vertical; e Gradiente de crescimento (GC): corresponde à taxa de aumento de força em função do tempo. Neste estudo, o GC foi calculado na faixa de 10% a 90% do valor do primeiro pico de força. Todas as variáveis analisadas foram normalizadas pelo peso corporal (PC) do sujeito.

Para a mensuração do peso corporal, o sujeito posicionou-se com os dois pés sobre a plataforma I e permaneceu na posição anatômica de referência. Para a avaliação dos dados de força o sujeito posicionou-se nas plataformas I e II, com o membro inferior direito sobre a plataforma I e o membro esquerdo sobre a plataforma II. Os sujeitos tiveram um tempo para

adaptarem-se ao local e a cadência estabelecida antes da aquisição dos dados. A taxa de amostragem das plataformas foi de 1000 Hz e o tempo de aquisição foi de 5 segundos para cada tentativa.

Os dados foram submetidos a uma estatística descritiva. O teste de *Shapiro-Wilk* mostrou que os dados podem ser considerados como tendo distribuição normal. As médias das variáveis do pé direito e do pé esquerdo, nas diferentes situações e superfícies, foram comparadas por meio do teste *t* para verificar se houveram diferenças estatisticamente significativas entre ambos. A única diferença encontrada foi na variável Imp. Em razão disto, o Imp esquerdo e o direito foram analisados separadamente e as demais variáveis de ambos os membros foram analisadas juntamente. Para a comparação das médias entre situações nas diferentes superfícies foi utilizado teste *t* e para a comparação das médias entre as superfícies em cada situação foi utilizada ANOVA *One-way*, seguida do teste *post-hoc* de *Tuckey HSD*, no caso de haver diferenças estatisticamente significativas. O nível de significância adotado para todos os testes foi 5%.

Resultados e discussão

Na tabela 1 estão apresentadas a média e o desvio padrão da Fz_{máx} nos movimentos 1, 2, 3 e 4 na situação 1 com a utilização das quatro superfícies. Na tabela 2 estão apresentadas a média e o desvio padrão dos quatro movimentos na situação 2 com utilização de todas as superfícies.

Tabela 1 – Média e desvio padrão da Fz_{máx} nos movimentos 1, 2, 3 e 4 na situação 1 com utilização das quatro superfícies (PC).

superfícies	M1	M2	M3	M4
1	2,40±0,31 ^a	2,45±0,26	1,70±0,23	2,36±0,25
2	2,47±0,25 ^{ab}	2,44±0,22	1,69±0,21	2,37±0,30
3	2,46±0,26 ^{ab}	2,49±0,24	1,68±0,20	2,40±0,24
4	2,49±0,25 ^b	2,49±0,29	1,71±0,21	2,42±0,26

Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas

Tabela 2 – Média e desvio padrão da Fz_{máx} nos movimentos 1, 2, 3 e 4 na situação 2 com utilização das quatro superfícies (PC).

superfícies	M1	M2	M3	M4
1	2,49±0,28	2,42±0,26	1,64±0,15	2,33±0,30
2	2,49±0,30	2,42±0,26	1,66±0,15	2,37±0,26
3	2,51±0,26	2,41±0,27	1,65±0,15	2,37±0,25
4	2,47±0,27	2,42±0,29	1,68±0,15	2,40±0,25

Ao analisar o movimento com os indivíduos sem utilização de calçado, somente o M1 mostrou diferenças estatisticamente significativas entre a superfície 1 e a superfície 4. A Fz_{máx} mostrou-se 4% maior com a utilização da superfície 4. Quando a Fz_{máx} foi avaliada com a utilização de tênis, todas as situações mostraram-se estatisticamente iguais.

Em um estudo realizado com professores de hidroginástica, Krue *et al* (1999) apresentam valores médios da força de reação vertical do solo durante a execução de alguns movimentos. Os valores apresentados pelos autores foram entre 2,03 PC e 2,95 PC. Os autores encontraram diferenças significativas entre estes valores e os da caminhada, mas não encontraram diferenças entre estes e os da corrida, o que demonstra, segundo os autores, que os mesmos podem ser

considerados como sendo de alto impacto. Porém, confrontando os valores desse estudo com a classificação proposta por Carpenter (2005) estes são considerados como sendo de baixo impacto. Pode-se notar que, ainda não se existe um consenso para a classificação dos valores de força em baixo, médio e alto impacto.

Para os exercícios de *jump test* Kruehl *et al* (1999) encontraram um valor de 3,77 PC, não mostrando diferenças significativas quando comparados aos exercícios Manta I (movimento de abdução e adução tanto de membros inferiores quanto superiores) e Orca I (movimento de abdução e adução de membros inferiores e superiores, com flexão de quadris no instante em que os membros inferiores estão aduzidos). Com exceção do movimento Manta I (semelhante ao M3 do presente estudo) que apresentou valores superiores, os demais movimentos mostraram-se com valores próximos aos aqui apresentados. Porém, pode-se dizer que os valores encontrados para os quatro movimentos são inferiores aos encontrados na modalidade de *jumpfit*, na qual Schiehl e Loss (2003); Schiehl *et al* (2005) apresentam valores de até 4,5 PC. Porém, Schiehl e Loss (2003) afirmam que os níveis de força máxima reduziram entre 34% e 56% quando comparados aos resultados que o mesmo estudo apresenta em relação ao piso duro. No presente estudo, quando as comparações foram feitas com os professores descalços e utilizando tênis, as diferenças foram encontradas na Fzmáx dos movimentos M1 e M3 quando se utilizou a superfície 1 e na Fzmáx do M2 utilizando a superfície 3. Bianco *et al* (2001) afirmam que quando se realizam movimentos com os pés descalços, maiores cargas são impostas ao aparelho locomotor. Isso ocorreu no M2 e no M3, nos quais a Fzmáx mostrou-se maior sem a utilização do tênis, e no M1 os valores mostraram-se superiores quando, durante a demonstração, os indivíduos utilizaram tênis. A Fzmáx do M1 mostrou-se 4% maior quando se utilizou tênis e no M2 e M3 a Fzmáx mostrou-se 3% e 4% maior, respectivamente, quando o exercício foi realizado descalço. O fato de alguns dos sujeitos não estarem adaptados à realização de movimentos com os pés descalços ou ainda muitos deles não estarem adaptados à realização dos movimentos com a utilização de tênis, pode-se justificar a inexistência de um comportamento único em relação às situações.

Assim como ocorre na modalidade de *jumpfit*, estudos procuraram identificar formas de amenizar o impacto sofrido pelos professores de hidroginástica. Black, Tartaruga e Kruehl (2003) compararam a força vertical entre duas formas de execução, forma tradicional (que representa a forma como o professor ministra suas aulas) e forma modificada (na qual o professor deveria manter sempre um dos pés em contato com o solo). Para isto, os exercícios utilizados foram denominados como Chute a frente (chutar a frente e saltitar ao mesmo tempo em que eleva o braço oposto a frente), Lagosta (fazer movimento de jogging elevando o joelho e o braço oposto), Lula (alternar joelho estendido e braço oposto a frente), Manta II (saltitar e trocar a posição dos braços e pernas na direção ântero-posterior) e Pelicano (flexionar o joelho tocando na mão oposta do pé). Nesse estudo também foram avaliadas a corrida, a caminhada e o *jump test*. Os autores afirmam que os valores encontrados para a caminhada (1,05 PC), corrida (2,29 PC) e *jump test* (4,27 PC) estão de acordo com a literatura. Os valores referentes a força de reação do solo foram 1,18 PC para o Pelicano, 1,20 PC para o Manta II, 1,19 PC para o Lula, 1,24 PC para o Chute e 1,26 PC para o Lagosta durante o estilo tradicional e 1,14 PC, 1,14 PC, 1,12 PC, 1,16 PC e 1,19 PC para a forma modificada dos mesmos exercícios citados anteriormente (Black, Tartaruga e Kruehl, 2003). Os valores de força de reação do solo encontrados em todos os movimentos deste estudo foram mais altos quando comparados ao estudo de Black, Tartaruga e Kruehl (2003). O M3 foi o único movimento que apresentou valores inferiores à corrida. Todos os outros movimentos apresentaram valores de força de reação do solo superiores à caminhada e a corrida.

Com o mesmo objetivo do estudo citado anteriormente, pode-se selecionar o tênis como uma das formas para minimizar o impacto, pois segundo Zaro *et al* (2005) espera-se que durante a marcha o calçado faça com que o primeiro pico de força diminua em relação à mesma pessoa caminhando descalça. O fato de a força vertical apresentar-se com maior

magnitude, como por exemplo durante a execução do M1 utilizando a superfície 1 com a utilização do tênis, pode ser devido ao tempo de uso deste. Como o tênis fornecido pelos pesquisadores não tinha tempo de uso, o mesmo não estava ajustado ao peso e à pisada dos sujeitos. Bianco *et al* (2005) afirmam que quando o tênis completa de 500 km a 1000 km de uso o impacto tende a ser menor.

A tabela 3 mostra a média e o desvio padrão do GC nos movimentos 1, 2, 3 e 4 na situação 1 em todas as superfícies. A tabela 4 mostra a média e o desvio padrão dos quatro movimentos na situação 2 em todas as superfícies.

Tabela 3 – Média e desvio padrão do GC nos movimentos 1, 2, 3 e 4 na situação 1 utilizando todas as superfícies (PC/s).

superfícies	M1	M2	M3	M4
1	20,49±5,21 ^a	22,07±4,96 ^a	20,25±12,06	21,22±11,89
2	22,35±6,69 ^{abc}	22,57±5,10 ^{ab}	21,51±16,84	21,65±13,11
3	22,55±6,12 ^{bc}	24,07±6,68 ^{bc}	21,63±15,85	21,14±9,81
4	23,69±7,01 ^c	24,67±8,46 ^c	22,10±14,14	21,42±9,04

Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas

Tabela 4 – Média e desvio padrão do GC nos movimentos 1, 2, 3 e 4 na situação 2 utilizando todas as superfícies (PC/s).

superfícies	M1	M2	M3	M4
1	22,63±7,47	23,30±9,29	18,74±8,03 ^a	21,01±12,06
2	24,29±9,91	24,62±10,48	22,58±15,75 ^b	21,43±11,98
3	25,07±12,17	24,52±10,20	21,57±12,82 ^{ab}	21,27±10,84
4	24,62±9,06	24,93±8,49	21,84±13,01 ^{ab}	21,73±11,02

Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas

Ao analisar os valores encontrados no presente estudo, durante a execução dos quatro movimentos, nota-se que a modalidade de hidroginástica apresenta valores inferiores aos apresentados por Ricard e Veatch (1994) que avaliaram a corrida. Os valores encontrados neste estudo foram entre 65,06 PC/s e 112,5 PC/s, com variação da velocidade de 2,4 m/s a 4,0 m/s. Já no estudo realizado por Keller *et al* (1996) os resultados do GC para a corrida de velocidade foram mais baixos e variaram entre 7,77 PC/s e 30,0 PC/s para o sexo feminino com velocidades de 1,5 m/s, 2,0 m/s, 3,0 m/s, 3,5 m/s, 4,0 m/s, 5,0 m/s, 5,5m/s e 6,0 m/s. Quando atividades de marcha em esteira foram analisadas os valores encontrados foram de 7,55 PC/s para o membro direito e 7,57 PC/s para o membro esquerdo em indivíduos normais (Sacco *et al*, 2001). O GC dos exercícios de hidroginástica, apresentados durante a realização dos quatro movimentos mostraram-se superiores aos valores de marcha em esteira, similares aos mais altos valores encontrados por Keller *et al* (1996) nas atividades de corrida de velocidade e inferiores aos apresentados por Ricard e Veatch (1994).

Porém quando atividades de academia foram comparadas, como por exemplo, a ginástica e o *step* (Ribeiro e Mota, 2004; Duarte, *et al* 1997 e Wiczorek *et al*, 1997) os valores aqui encontrados mostram-se superiores aos de ambas modalidades. No estudo de Ribeiro e Mota (2004), o GC apresentou diferença significativa entre as cadências de 130 bpm e 160 bpm, mostrando um aumento na magnitude do GC com o aumento da cadência. Isto, segundo os autores, confere com dados de Duarte *et al* (1997), que avaliaram a força de reação do solo em um movimento de *step*, no qual os valores relacionados com o GC aumentaram com o aumento da cadência e com a altura do *step*.

Como no presente estudo a cadência foi fixada em 134 bpm, a importância de investigar a utilização de colchonetes de diferentes espessuras e a utilização de tênis é fundamental, uma vez que Picon *et al* (2002) afirmam que quando

utilizando calçado, observa-se que o GC da curva vertical é mais lento e também mais homogêneo, enquanto que descalço observa-se um alto GC da força vertical levando à mais acentuados impactos, incidindo provavelmente sobre a estrutura passiva do aparelho locomotor. No presente estudo, na situação sem uso de tênis, o GC apresentou diferenças estatisticamente significativas, durante a execução dos movimentos M1 e M2. No M1 a superfície 1 mostrou-se diferente tanto da superfície 3 quanto da superfície 4. Os valores para o GC neste movimento, mostraram-se 10% maiores com os sujeitos fazendo uso da superfície 3. Da mesma forma ocorreu quando os sujeitos utilizaram a superfície 4, na qual em relação a demonstração sem nenhum tipo de colchonete, mostrou-se 9% maior do que realizar o mesmo movimento somente sobre as plataformas. No M2 o mesmo ocorreu e ainda a superfície 2 mostrou-se estatisticamente diferente da superfície 4. O GC mostrou-se 12% maior utilizando a superfície 4 e 9% maior utilizando a superfície 3 do que sem suas utilizações. O mesmo ocorreu com o aumento da espessura dos colchonetes que mostrou-se 9% maior ao utilizar o a superfície 4 a 2. Pode-se notar que sem a utilização de calçado, durante a execução dos movimentos propostos, o uso do colchonete tendeu a aumentar o valor do GC. Com a utilização de tênis, somente durante a execução do M3 foram encontradas diferenças. A superfície 1 mostrou-se, mais uma vez, diferente da superfície 2, na qual os valores mostram-se 20% maiores com a utilização de colchonete.

Ao se comparar as situações o GC apresentou diferença estatisticamente significativa durante a execução do movimento M1 sem a utilização de nenhum colchonete e com a utilização das superfícies 2 e 3. Durante a execução do M2 as diferenças foram encontradas com a utilização da superfície 2. Todas as diferenças demonstram, mais um vez, um aumento no GC quando o tênis foi utilizado. Os valores demonstram que durante o M1 o GC foi 10% maior realizando o movimento sobre a superfície 1, 9% maior realizando o movimento sobre a superfície 2 e 11% maior sobre a superfície 3. No M2 o GC mostrou-se 9% maior com a utilização da superfície 2.

A tabela 5 ilustra a média e o desvio padrão do Imp nos movimentos 1, 2, 3 e 4 na situação 1 utilizando todas as superfícies.

Tabela 5 – Média e desvio padrão do Imp nos movimentos 1, 2, 3 e 4 na situação 1 utilizando todas as superfícies (PC.s).

superfícies	M1		M2		M3		M4	
	Imp dir	Imp esq						
1	0,45±0,05	0,45±0,02	0,44±0,01	0,44±0,02	0,22±0,01	0,23±0,01	0,45±0,03	0,45±0,02
2	0,46±0,04	0,45±0,01	0,45±0,01	0,44±0,01	0,22±0,02	0,23±0,01	0,45±0,07	0,45±0,02
3	0,46±0,02	0,45±0,02	0,45±0,05	0,44±0,02	0,22±0,01	0,23±0,01	0,45±0,02	0,45±0,02
4	0,46±0,02	0,45±0,02	0,44±0,04	0,44±0,01	0,22±0,01	0,23±0,01	0,46±0,08	0,45±0,04

Tabela 3 – Média e desvio padrão do Imp nos movimentos 1, 2, 3 e 4 na situação 2 utilizando todas as superfícies (PC.s).

superfícies	M1		M2		M3		M4	
	Imp dir	Imp esq						
1	0,45±0,02	0,45±0,06	0,44±0,02	0,44±0,02	0,22±0,01	0,23±0,01	0,45±0,03	0,45±0,03
2	0,44±0,05	0,44±0,02	0,45±0,02	0,44±0,02	0,23±0,01	0,23±0,01	0,45±0,02	0,45±0,03
3	0,45±0,03	0,44±0,02	0,45±0,02	0,44±0,02	0,22±0,01	0,23±0,01	0,45±0,02	0,46±0,06
4	0,45±0,03	0,44±0,03	0,45±0,02	0,44±0,02	0,23±0,03	0,23±0,03	0,45±0,02	0,46±0,06

Tanto quando os indivíduos se utilizam ou não do tênis, o Imp mostrou-se estatisticamente igual para todos os tipos de colchonetes e sem a utilização destes. Porém quando as situações foram analisadas entre si, as diferenças foram

encontradas entre a superfície 3 durante a execução do M1 para ambos os pés; entre a superfície 4 no pé esquerdo durante o M1 e; entre a superfície 4 quando o pé direito foi analisado durante M4. Black, Tartaruga e Kruehl (2003) comparando as formas tradicional e modificada, afirmam que durante a execução da forma modificada todos os exercícios com exceção da Manta II apresentaram-se com o impulso aumentado. No presente estudo, quando as diferenças ocorreram, o impulso, diminuiu com a utilização de tênis utilizando ou não o colchonete. Isso representa que o impulso descalço foi 2% maior que o impulso com uso de tênis.

Comparando os valores com o estudo de Duarte *et al* (1997) que avaliaram a modalidade de *step* os valores foram de 0,34 PC.s na cadência de 116 bpm e 0,29 PC.s na cadência de 132 bpm na altura de 10 cm, 0,32 PC.s na cadência de 116 bpm com altura de 20 cm, 0,34 PC.s na cadência de 116 bpm e 0,28 PC.s na cadência de 132 bpm no degrau com altura de 30 cm. Os autores afirmam que com o aumento da cadência ocorreu uma tendência de diminuição do impulso total. Os valores mostram-se inferiores quando comparados aos movimentos M1, M2 e M4 e superiores quando comparados ao movimento M3. Deve-se atentar para o fato de que no M3 ambos os membros tocam o solo e perdem o contato com ele ao mesmo tempo.

Conclusão

Não foi possível encontrar diferenças no pico de força vertical máxima em função das diferentes superfícies quando o tênis foi utilizado. Na situação descalço, no movimento onde foram encontradas diferenças, o pico de força aumentou com a espessura do colchonete. Não houve uma tendência uniforme de modificação na força vertical máxima em função do uso ou não do calçado. Em alguns casos o uso do calçado causou um aumento na $F_{zm\acute{a}x}$, em outros uma diminuição e na maioria das análises não foram observadas diferenças. Com relação ao efeito das superfícies, nas duas situações avaliadas as diferenças encontradas permitem identificar que o aumento da espessura tendeu a aumentar os valores do GC. Considerando o efeito do calçado, quando houveram diferenças o GC foi maior com utilização do tênis. O Imp não foi afetado pela utilização de diferentes superfícies nas situações calçado e descalço. Considerando o efeito do uso ou não do calçado as diferenças observadas indicam uma diminuição do Imp com o uso do tênis.

Os dados deste estudo não permitem identificar que uma determinada superfície ou uso ou não do tênis é mais indicada. Sugere-se novos estudos e a análise de outras variáveis relacionadas à força de reação do solo para melhor elucidar o efeito do calçado e de diferentes superfícies.

Referências bibliográficas

- AMADIO, A. C.; DUARTE, M. *Fundamentos biomecânico para a análise do movimento humano*. São Paulo: Laboratório de Biomecânica: Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, 1996.
- BAUM, G. *Aquaeróbica – Manual de Treinamento*. São Paulo: Manole, 2000.
- BIANCO, R.; SERRÃO, J. C.; MOCHIZUKI, L.; AMADIO, A. C. Influência do desgaste do calçado esportivo nas respostas dinâmicas da corrida. 2005. Disponível em <<http://www.usp.br/eef>>. Acesso em: dez. 2005.
- BIANCO, R.; SERRÃO, J. C.; SACCO, I. de C. N.; SÁ, M. R. de.; AMADIO, A. C. Características dinâmicas da locomoção sem o uso do calçado esportivo. *In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA DO CALÇADO*. 2001. *Anais...* Gramado: CCTCA. 2001, p. 8-32.

- BLACK, G. L.; TARTARUGA, L. A. P.; KRUEL, L. F. M. Análise da força de reação vertical do solo em professores de hidroginástica ministrando exercícios fora d'água. *In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA*. 2003. *Anais...* Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Biomecânica. 2003, p. 185-188.
- CARPENTER, C. S. *Biomecânica*. Rio de Janeiro: Sprint, 2005.
- CAVANAGH, P. R.; WILLIAMS, K. R.; CLARKE, T. E. A comparison of ground reaction forces during walking barefoot and in shoes. *In: INTERNATIONAL SERIES ON BIOMECHANICS, BIOMECHANICS VII-B*. 1981. *Anais...* Baltimore: University Park Press. v. 3b. 1981. p. 151-156.
- DUARTE, M.; COSTA, P. H. L.; WIECKIZOREK, S. A.; SERRÃO, J.C.; AMADIO, A. C. Avaliação da força de reação do solo no movimento de step. *In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA*. 1997. *Anais...* Campinas: Sociedade Brasileira de Biomecânica. 1997, p. 109-114.
- ENOKA, M. R. *Bases neuromecânicas da cinesiologia*. São Paulo: Manole, 2000.
- JUCÁ, M. *Aeróbica e step bases fisiológicas e metodológicas*. Rio de Janeiro: Sprint, 1993.
- KELLER, T.S.; WEISBERGER, A. M.; RAY, J.L.; HASAN, S.S.; SHIAVI, R.G. Relationship between vertical ground reaction force and speed during walking, slow jogging, and running. *Clinical Biomechanics*. Inglaterra, v. 11. n. 5. p. 253-259, 1996.
- KRUEL, L. F. M. *Alterações fisiológicas e biomecânicas em indivíduos praticando exercícios dentro e fora d'água*. 2000. Tese (Doutorado em Ciência do Movimento Humano) – Centro de Educação Física e Desportos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.
- KRUEL, L. F. M.; BARCELOS, R. H.; BENDER, F.; RESTANO, C.; TARTARUGA, A. Análise da força de reação vertical em professores de hidroginástica ministrando exercícios fora d'água. *In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA*. 1999. *Anais...* Florianópolis: UDESC. Sociedade Brasileira de Biomecânica. 1999, p. 613-617.
- MACHADO, D. B.; ÁVILA, A. O. V.; AMADIO, A. C.; MOTA, C. B.; MANFIO, E. F. Estudo das características do caminhar humano em duas situações: descalço e com calçado esportivo. *In: I CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE TECNOLOGIA DO CALÇADO, VI CONGRESSO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DO CALÇADO*. 1994. *Anais...* Novo Hamburgo: CTCCA. 1994, p. 53-59.
- MARTINS, C. O.; MICHELS, G. Saúde x lucro: quem ganha com um programa de promoção da saúde do trabalhador? *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*. Florianópolis, v. 1, p. 95-101, 2001.
- MELO, S. I. L. *Um sistema para determinação do coeficiente de atrito (μ) entre calçados esportivos e pisos usando o plano inclinado*. 1995. Tese (Doutorado em Ciência do Movimento Humano) – Centro de Educação Física e Desportos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1995.
- MERLO, Á. R. C.; VAZ, M. A.; SPODE, C. B.; ELBERN, L. G.; KARKOW, A. R. M.; VIEIRA, P. R. de B. O trabalho entre prazer, sofrimento e adoecimento: a realidade dos portadores de lesões por esforços repetitivos. *Psicologia e sociedade*. Porto Alegre, n. 1. v. 15. p. 117-136, 2003.
- MÜLLER, A. A.; MACHADO, D. B.; NUCCI, M. A.; ANDARADE, B. F.; AVILA, A. O. V. Avaliação de respostas cinéticas de calçados running com perfis de entresolas diferenciados após a escolha do calce. *In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA DO CALÇADO*. 2001. *Anais...* Gramado: CCTCA. 2001, p. 33-38.
- NIGG, B. M.; HERZOG, W. *Biomechanics of the musculo-skeletal system*. Chichester: John Wiley & Sons, 1995.

PENEIREIRO, G. M.; COSTA, P. H. L. Estudo ergonômico do calçado dos carteiros pedestres: percepção de conforto e adequação à atividade profissional. *In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA DO CALÇADO.2001. Anais...* Gramado: CCTCA. 2001, p.53-59.

PICON, A. P.; LOBO DA COSTA, P. H.; SACCO, I. de C. N.; AMADIO, A. C. Biomecânica e “ballet” clássico: uma avaliação de grandezas dinâmicas do “sauté” em primeira posição e da posição “en pointe” em sapatilhas de pontas. *Revista Paulista de Educação Física*. São Paulo, v. 16. n. 1. p. 53-60, 2002.

PORTO, M. F. de S.; FREITAS, C. M. de. Análise de riscos tecnológicos ambientais: perspectivas para o campo da saúde do trabalhador. *Cadernos de Saúde Pública*. Rio de Janeiro, v. 13. supl. 2. p. 59-72, 1997.

RIBEIRO, J. K.; MOTA, C. B. Comportamento da força de reação do solo durante a realização da marcha na ginástica de academia. *Revista Brasileira de Biomecânica*. São Paulo, n. 8. p. 49-55, 2004.

RICARD, M. D.; VEATCH, S. Effect of running speed and aerobic dance jump height on vertical ground reaction forces. *Journal of Applied Biomechanics*. Germantown, v. 10. p. 14-27, 1994.

ROEDER, M. A. *Atividade física, saúde mental & qualidade de vida*. Rio de Janeiro: Shape, 2003.

SACCO, I. de C. N.; SÁ, M. R. de.; SERÃO, J. C.; AMADIO, A. C. Estudo comparativo da força de reação do solo, parâmetros temporais e espaciais do andar em esteira rolante entre sujeitos saudáveis e diabéticos neuropatas. *Revista Brasileira de Biomecânica*. São Paulo, p.23-30, 2001.

SCHIEHLL, P. E.; FERRER, R. M.; TARTARUGA, L. A. P.; LOSS, J. F. Forças de reação vertical nos exercícios de Jumpfit. *In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA. 2005. Anais eletrônicos...* João Pessoa: Sociedade Brasileira de Biomecânica, 2005.

SCHIEHLL, P. E.; LOSS, J. F. Impacto no Jumpfit. *In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA. 2003 Anais...* Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Biomecânica. 2003, p. 307-310.

SERÃO, J. C.; SÁ, M. R. de.; AMADIO, A. C. Influência dos calçados de futsal no desempenho. *Revista Brasileira de Biomecânica*. São Paulo, p.39-47, 2000.

SOARES, A. S. O. de C.; SERRÃO, J. C.; AMADIO, A. C. Características eletromiográficas e dinâmicas da marcha de amputados transtibiais com a utilização de calçados esportivos. *Revista Brasileira de Biomecânica*. São Paulo, supl 1, p. 55-61, 2003.

WIECZOREK, S. A.; DUARTE, M.; AMADIO, A. C. Estudo da força de reação do solo no movimento básico de “step”. *Revista Paulista de Educação Física*. São Paulo, v. 11. n. 2. p. 103-117, 1997.

ZARO, M. A.; ÁVILA, A. NABINGER, E.; ANDRADE, M. C. de.; SANTOS, A. M. C.; BORGES, N. G.; RAUBER, M. P. M. A biomecânica e as normas brasileiras para certificação do calçado. *In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA. 2005. Anais eletrônicos...* João Pessoa, 2005.