

TATIANA MOTTA FRESNEL

**Análise da postura dinâmica e do desempenho
no salto vertical**

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

Área de Concentração: Movimento,
Postura e Ação Humana

Orientadora: Prof^a Dr^a Clarice Tanaka

São Paulo
2009

TATIANA MOTTA FRESNEL

**Análise da postura dinâmica e do desempenho
no salto vertical**

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

Área de Concentração: Movimento,
Postura e Ação Humana

Orientadora: Prof^a Dr^a Clarice Tanaka

São Paulo

2009

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Fresnel, Tatiana Motta

Análise da postura dinâmica e do desempenho no salto vertical /
Tatiana Motta Fresnel. -- São Paulo, 2009.

**Dissertação(mestrado)--Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo.**

Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional.
Área de concentração: Movimento, Postura e Ação Humana.
Orientadora: Clarice Tanaka.

Descritores: 1.Postura 2.Análise e desempenho de tarefas 3.Joelho
4.Salto vertical 5.Mulheres

USP/FM/SBD-267/09

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo amor incondicional sustento diante dos desafios e por suprimir todas as minhas necessidades.

Àos meus filhos Nicolas e Patrick que são a razão da minha vida.

Ao meu marido pelo apoio, amor, carinho e ajuda nos momentos difíceis.

Aos meus pais pelo amor, carinho e dedicação à família.

Aos meus sogros pelo carinho e incentivo de sempre.

Ao meu irmão, parceiro para a vida toda.

À minha orientadora, Professora Doutora Clarice Tanaka, porque sem ela nada disso seria possível.

Às professoras Dra. Carol Fu, Dra. Fátima Carumano, Dra. Cristina de Sá, pelas valiosas sugestões recebidas durante o exame de qualificação.

Ao Cássio Siqueira, pela dedicação e ajuda.

À secretária do programa da Pós-Graduação Beatriz, pela organização e ajuda.

Ao Bruno, pela ajuda no processamento de dados.

À toda equipe do Laboratório de Engenharia Biomédica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

A todas as voluntárias, pela disposição e paciência.

A todas as secretárias do Serviço de Fisioterapia do Hospital das Clínicas em especial a Amanda , pela atenção e solidariedade.

À amiga Denise, cuja ajuda foi de grande valia para o fechamento deste trabalho.

Aos amigos Denise, Hélio, Sami, Rê, Alê, Dri, Paty e todos os outros que não foram citados, mais de alguma forma contribuíram na realização deste trabalho.

Esta dissertação está de acordo com:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors*
(Vancouver)

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação. Guia de apresentação para dissertações, teses e monografias. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A.L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2005.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS, 8	
LISTA DE TABELAS, 9	
RESUMO, 10	
ABSTRACT,	12
1. INTRODUÇÃO,	14
2. OBJETIVO,	18
3. MÉTODO,	20
3.1. PARTICIPANTES,	21
3.2. PROCEDIMENTOS,	22
3.3. PROCESSAMENTO DOS DADOS,	24
3.3.1. CINÉTICA,	24
3.3.1.1. PERÍODOS ANALISADOS,	26
A. FASE DE PREPARO DO SALTO,	26
B. FASE DE ATERRISSAGEM – 1, 2 E 3 SEGUNDO APÓS ATERRISSAGEM,	26
3.3.2. CINEMÁTICA,	28
3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA,	29
4. RESULTADOS,	30
5. DISCUSSÃO,	42
6. CONCLUSÃO,	46
7. Anexos,	48
8. REFERÊNCIAS,	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ilustração dos pontos de reparo anatômico, em esferas sólidas brancas no membro inferior direito utilizados na coleta.

Figura 2 – Curva do COP-AP do sujeito 1 do grupo hiperextendido ilustrando os tempos de cortes da fase de Preparo, 1s, 2s e 3s após aterrissagem.

Figura 3 – Curva do COP-ML do sujeito 1 do grupo hiperextendido ilustrando os tempos de cortes da fase de Preparo (mais vôo), 1s, 2s e 3s após aterrissagem.

Figura 4 – Variação do ângulo máximo e mínimo do tornozelo durante o preparo, 1s 2s e 3s após aterrissagem do grupo hiperextendido.

Figura 5 – Variação do ângulo máximo e mínimo do tornozelo durante o preparo, 1s 2s e 3s após aterrissagem do grupo alinhado.

Figura 6 – Variação da velocidade angular máxima e mínima do tornozelo durante o preparo, 1s 2s e 3s após aterrissagem do grupo hiperextendido.

Figura 7 – Variação da velocidade angular máxima e mínima do tornozelo durante o preparo, 1s 2s e 3s após aterrissagem do grupo alinhado.

Figura 8 – Variação da angulo máximo e mínimo do joelho durante o preparo, 1s 2s e 3s após aterrissagem do grupo hiperextendido.

Figura 9 – Variação da angulo máximo e mínimo do joelho durante o preparo, 1s 2s e 3s após aterrissagem do grupo alinhado.

Figura 10 – Variação da velocidade angular máxima e mínima do joelho durante o preparo, 1s 2s e 3s após aterrissagem do grupo hiperextendido.

Figura 11 – Variação da velocidade angular máxima e mínima do joelho durante o preparo, 1s 2s e 3s após aterrissagem do grupo alinhado.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características dos participantes dos grupos hiperextendido e alinhado.

Tabela 2 – Comparação intergrupos (valores de p) das variáveis do COP durante a fase de preparo, 1s, 2s e 3s após aterrissagem.

Tabela 3 – Comparação intragrupos (valores de p) das variáveis do COP entre os tempos 1s, 2s e 3s após aterrissagem.

Tabela 4 – Média e desvio padrão (dp) das variáveis do COP no 1s, 2s e 3s após aterrissagem nos grupos hiperextendido e alinhado.

RESUMO

Fresnel TM. Análise da postura dinâmica e do desempenho no salto vertical [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2009, 74 p.

A hiperextensão dos joelhos pode comprometer o controle postural durante o salto vertical. Desta forma, o objetivo deste estudo foi analisar o deslocamento do Centro de Pressão (CP) e o movimento em membros inferiores durante o salto vertical de sujeitos com joelhos hiperestendidos comparativamente com sujeitos com joelhos alinhados no período de preparo do salto. Dezesesseis mulheres foram analisadas durante o salto vertical, através de uma plataforma de força modelo AMTI. Os sujeitos foram enquadrados nos grupos Sujeito-Hiperestendido (n=11) e Sujeito-Alinhados (n=5) de acordo com o alinhamento dos joelhos na avaliação postural tradicional e a análise dos dados cinemáticos foram efetuadas. Os sujeitos foram orientados a se posicionar sobre uma plataforma de força e saltar o mais alto possível. A cinemática foi adquirida através de câmera em posição padronizada ao lado direito do sujeito que teve os seguintes pontos anatômicos marcados: 5º metatarso, maléolo lateral, cabeça da fíbula e trocânter maior. A fase de preparo e de impulso, neste estudo chamado de fase de preparo, foi determinada pela curva de velocidade angular do joelho. A aterrissagem foi analisada no 1s, 2s e 3s após aterrissagem. Foram calculados para comparação o CP-AP, o CP-ML e o ângulo e velocidade angular máxima e mínima do tornozelo e joelho. Comparação intergrupos

dos intervalos de interesse foi realizada aplicando-se Teste de Mann-Whitney aos dados ($p < 0.05$). Comparação intragrupo, entre os intervalos de interesse foi realizada aplicando-se o teste de Friedman seguido do teste de Wilcoxon ($p < 0.05$). Este estudo revelou que indivíduos com hiperextensão de joelhos apresentam controle postural diferente dos com joelhos alinhados durante a execução do salto vertical. Durante a fase de preparo os indivíduos com joelhos hiperextendidos apresentam maior ângulo de extensão de joelhos e maior deslocamento lateral do COP. Durante a fase de aterrissagem os indivíduos com joelhos hiperextendidos apresentam maior ângulo de extensão e menor ângulo de flexão demandando menor deslocamento lateral do COP do que os indivíduos alinhados.

Descritores: 1. Postura 2. Salto vertical 3. Joelho 4. Mulheres

ABSTRACT

Fresnel TM. Dynamic postural analysis of vertical jump [dissertation]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2009, 74 p.

Postural misalignment of knee such as hyperextended knees may compromise postural control during vertical jump. Therefore, the aim of this study was to analyze COP and lower limbs movements during vertical jump comparing individuals with hyperextended and aligned knees.

Sixteen young and healthy women were analyzed during their maximal vertical jump using a MTI force plate. Subjects were classified as hyperextended (n=11) or aligned (n=5) knees according to clinical observation of knee angle.

Subjects were asked to stand still on the force plate and then jump as high as possible. Kinematic data were acquired using a camera located in standardized position at the right side of the subject. Anatomical landmarks were placed at the right side at: 5^o metatarsal, lateral malleolus, head of fibula and greater trochanter.

The phase of preparation associated to the phase of propulsion was called in this study the phase of preparation. This phase was established based on the curve of angular velocity of the knee. Landing was analyzed in the first, second and third second immediately after landing. COP-AP, VM-AP, COP-ML and VM-ML were calculated. Kinematic parameters were maximum and minimum ankle and knee angle and angular velocity. Intergroup comparison was carried using Mann-Whitney Test ($p < 0.05$). Intergroup comparison was

carried using Friedman Test followed by Wilcoxon Test ($p < 0.05$). This study revealed that subjects with hyperextended knee present different postural control compared to the subjects with aligned knees while performing a vertical jump. During the phase of preparation subjects with hyperextended knees revealed higher angle of knee extension and lower COP-ML displacement. During the phase of landing subjects with hyperextended knees present higher angle of knee extension and lower angle of knee flexion requiring lower displacement of COP-ML when compared to subjects with aligned knee.

Keywords: 1. Posture 2. Vertical jump 3. Knee 4. Women

1. INTRODUÇÃO

O salto vertical é uma função bastante utilizada em esportes com alto índice de lesões no joelho [1,2,3,4,5,6] sendo relatada maior incidência nos atletas que apresentam joelhos hiperestendidos [7,8]. Além dos esportes, o salto também está relacionado com a vida cotidiana de qualquer indivíduo. O salto é particularmente diferentemente de outros gestos motores envolvendo os membros inferiores, exigindo desenvolvimento de muita velocidade e força muscular, principalmente do músculo quadríceps [9] e um alto grau de coordenação muscular para garantir não apenas o deslocamento do corpo contra a ação da gravidade como também a manutenção da postura vertical em uma situação de grande instabilidade.

O salto vertical inicia-se com uma flexão em maior ou menor grau do quadril, joelho e tornozelo (fase de preparo), seguido por uma extensão rápida destas articulações (fase de impulsão). Após a saída do solo os membros inferiores se flexionam ligeiramente e permanecendo fletidos durante a descida ao solo (fase de vôo). No retorno ao solo (fase de aterrissagem), os membros inferiores realizam flexão adicional para em seguida realizar extensão completa de modo a restabelecer a postura ortostática (fase de recuperação) [10].

Postura é definida como a relação da posição entre os vários segmentos corporais e um vetor gravitacional enquanto o equilíbrio é decorrente da dinâmica das forças atuantes nestes segmentos a fim de se evitar instabilidades posturais e conseqüentes quedas, permitindo que o indivíduo permaneça na posição desejada ou que execute um movimento

sem que a perturbação postural provocada pelo movimento favoreça a queda [11]. A manutenção do equilíbrio requer que o indivíduo possua a habilidade para colocação ou recuperação da projeção do centro de massa corporal sobre sua base de suporte, habilidade esta que indica o potencial de estabilidade do indivíduo [12,13].

A hiperextensão dos joelhos, condição postural mais comum em mulheres do que em homens, apresenta o joelho estendido além da posição neutra (180°) [14]. Isto pode estar relacionado com o aumento da inclinação anterior da pelve [15]. Nesta condição o vetor da força peso é deslocado para uma posição anterior ao eixo da articulação, o que gera um torque extensor, contido por ligamentos e pela porção posterior da cápsula articular. A estabilidade do joelho se torna mais dependente de estruturas passivas, não sendo mais necessária ativação do músculo quadríceps. No joelho alinhado, o vetor da força peso passa ligeiramente posterior ao eixo da articulação, sendo necessária pequena ativação de músculos extensores do joelho. Nesta condição a porção posterior da cápsula articular não está tão distendida [14].

Alterações na estabilidade postural na postura bípede quieta com aumento da velocidade média do centro de pressão (COP) foi demonstrada para indivíduos com hiperextensão dos joelhos em comparação com indivíduos com joelhos alinhados. Adicionalmente, observou-se que em condições com maior demanda para se manter o equilíbrio, por exemplo em superfície instável e/ou olhos fechados, sujeitos com hiperextensão tendiam

a flexionar os joelhos para facilitar a manutenção da postura bípede quieta [16].

A literatura é pouco informativa ou esclarecedora sobre o controle da postura durante o salto vertical. Sabe-se, no entanto, que há influência dos ajustes posturais antecipatórios no salto vertical havendo relação entre o impulso vertical e aceleração anterior do corpo na fase de agachamento [17].

Justificamos nosso interesse em estudar o controle postural do sujeito com hiperextensão do joelho em uma tarefa com demanda postural dinâmica em decorrência do fato de já conhecermos o seu comportamento em resposta a uma demanda postural quieta sob desafios sensoriais [16]. Acreditamos que estes sujeitos com hiperextensão de joelhos devem apresentar estratégias de deslocamento do COP durante o salto vertical diferente daqueles sujeitos que não apresentam joelhos hiperestendidos e, eventualmente, prejuízo no desempenho nesta tarefa.

2. OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi analisar o deslocamento do COP e o comportamento articular do joelho e tornozelo durante o salto vertical de sujeitos com hiperestensão de joelhos nos períodos de preparo do salto e nos períodos seqüenciais à aterrissagem.

3. MÉTODO

3.1. PARTICIPANTES

Dezesseis mulheres jovens, com idade variando 18 e 31 anos, (média de idade $22,9 \pm 3,0$; altura $1,62 \pm 0,05$; IMC $20,14 \pm 1,5$) saudáveis, participaram do estudo. As participantes foram selecionadas dentre estudantes universitárias, não praticantes de esporte em nível competitivo, por meio de anamnese e inspeção clínica tradicional da postura – postura bípede quieta sobre superfície estável com pés próximos, braços pendentes e olhos abertos com a cabeça voltada para frente – e divididas em dois grupos de acordo com o alinhamento postural do joelho espontaneamente adotado. Desta forma foi estabelecido um Grupo Hiperestendido ($n=11$) e um Grupo Alinhado ($n=5$). Os grupos se apresentavam com características segundo mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Características dos participantes dos grupos hiperestendido e alinhado.

Participante	Grupo	idade	peso (Kg)	altura (m)
1	Hiperestendido	20	49	1,63
2	Hiperestendido	23	50	1,57
3	Hiperestendido	24	50	1,57
4	Hiperestendido	20	49,5	1,62
5	Hiperestendido	18	52	1,67
6	Hiperestendido	22	50	1,62
7	Hiperestendido	25	47	1,48
8	Hiperestendido	31	63	1,64
9	Hiperestendido	22	55	1,58
10	Hiperestendido	25	60	1,64
11	Hiperestendido	21	45	1,57
12	Alinhado	21	56	1,64
13	Alinhado	20	57	1,67
14	Alinhado	25	50	1,64
15	Alinhado	20	60	1,68
16	Alinhado	23	52,2	1,64

Foram excluídos os indivíduos que apresentavam qualquer tipo de patologias neurológicas, musculoesqueléticas, vestibulares e queixas álgicas ou de fadiga no momento do teste. Também foram excluídos os sujeitos que praticavam treinamento físico regular em nível competitivo.

Todos os indivíduos leram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (Protocolo de Pesquisa nº 276/06).

3.2. PROCEDIMENTOS

As avaliações foram coletadas no Laboratório de Engenharia Biomédica (LEB) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI-USP).

Para a avaliação do salto vertical as participantes vestiam roupas de ginástica, eram posicionados descalças sobre o centro da plataforma de força, com pés voltados anteriormente e afastados na largura dos quadris, de forma que o eixo longitudinal dos pés correspondesse ao eixo anteroposterior da plataforma [20]. Com os braços cruzados sobre o peito e a cabeça voltada para frente era solicitado que permanecessem paradas até o comando do pesquisador para realizar salto vertical máximo de forma a aterrissar sobre a plataforma de força. A aquisição de dados tinha duração

de 7 segundos, tempo considerado suficiente para que o sujeito se estabilizasse novamente na postura bípede após o salto. Foram realizadas três tentativas com o intervalo de 1 minuto entre cada tentativa.

Durante as avaliações foram adquiridos dados cinéticos e cinemáticos. Os dados cinéticos foram adquiridos através da plataforma de força AMTI, modelo OR6-7 1000. Os sinais captados das forças e momentos relativos aos 3 eixos ortogais (F_x , F_y e F_z ; M_x , M_y e M_z) eram enviados ao amplificador Mini Amp onde eram amplificados em 1000 vezes e transmitidos ao sistema de aquisição e processamento de dados Data Wave que amostrava a uma frequência de 100 Hz. O sistema de aquisição gerava arquivos de dados em formato ASCII para processamento em ambiente Matlab (6.5, Math Works). As forças e momentos foram utilizados para o cálculo da posição instantânea do COP.

Os dados cinemáticos foram adquiridos através de uma câmera digital (Panasonic™ modelo PV-GS250) com frequência de aquisição de 60 Hz. A câmera era posicionada do lado direito do sujeito para captar os movimentos ocorridos no plano sagital. Marcadores anatômicos esféricos recobertos por fitas retro-reflexivas (3M™ high gain 7610) foram afixados na cabeça do 5º metatarso, maléolo lateral, cabeça da fíbula e trocânter maior do hemicorpo direito (Figura 1). Os filmes foram transferidos a um computador pessoal e através do software Ariel Posture Analysis System (APAS) os marcadores foram digitalizados para análise em 2D.

Para a calibração espacial dos dados cinemáticos foram utilizados oito pontos de referência, fixados em dois fios de prumo localizados no mesmo plano anteroposterior do centro da plataforma de força e incorporadas durante o processo de digitalização.



Figura 1 – Ilustração dos pontos de reparo anatômico, em esferas sólidas brancas no membro inferior direito utilizados na coleta.

3.3. PROCESSAMENTO DOS DADOS

3.3.1. CINÉTICA

Os dados das forças e momentos relativos aos três eixos ortogonais foram utilizados para o cálculo da posição instantânea do CP no plano da superfície da plataforma de força da seguinte maneira:

CP no sentido anteroposterior (cm)

$$CP_{AP} = 100 * \left(\frac{-My + Fx * Z_0}{Fz} \right) - (X_0 * 100)$$

onde My é o momento de força em relação ao eixo Y; Fx é a força na direção do eixo X; e Z₀ e X₀ são, respectivamente, as distâncias entre a origem do sistema da plataforma de força e o centro da superfície da plataforma de força nos eixos Z e X (Manual de instruções da plataforma de força).

COP no sentido médio-lateral (cm)

$$CP_{ML} = 100 * \left(\frac{Mx + Fy * Z_0}{Fz} \right) - (Y_0 * 100)$$

onde Mx é o momento de força em relação ao eixo X; Fy é a força na direção do eixo Y; e Z₀ e Y₀ são, respectivamente, as distâncias entre a origem do sistema da plataforma de força e o centro da superfície da plataforma de força nos eixos Z e Y (Manual de instruções da plataforma de força).

3.3.1.1. PERÍODOS ANALISADOS

A. FASE DE PREPARO DO SALTO

O período que neste estudo denominamos de fase de preparo do salto, constitui-se na realidade da fase conhecida como preparo e da fase conhecida como impulso. Esta fase foi estabelecida tomando-se como base o início do deslocamento do COP-AP até o momento da retomada da aquisição da plataforma após o período de vôo no deslocamento em y e em x. A curva do deslocamento do COP durante o intervalo de aquisição foi normalizada para o período do preparo do salto pela média do período do primeiro segundo antes do início do preparo para o salto em y e em x.

B. FASE DE ATERRISSAGEM – 1, 2 E 3 SEGUNDO APÓS ATERRISSAGEM

Este período foi estabelecido contando-se um segundo (100 dados) a partir da retomada da aquisição do deslocamento após o período de vôo e sequencialmente o segundo o e terceiro segundo consecutivo.

As Figuras 2 e 3 ilustram as curvas referentes ao COP-AP e COP-ML respectivamente, do salto de um sujeito do grupo hiperextendido e os cortes dos períodos de interesse no estudo.

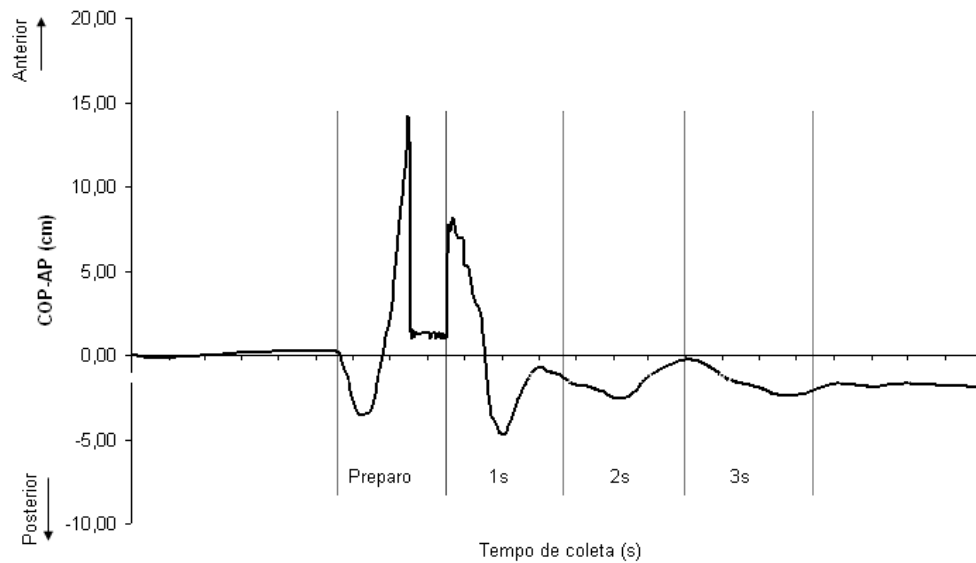


Figura 2 – Curva do COP-AP do sujeito 1 do grupo hiperextendido ilustrando os tempos de cortes da fase de Preparo, 1s, 2s e 3s após aterrissagem.

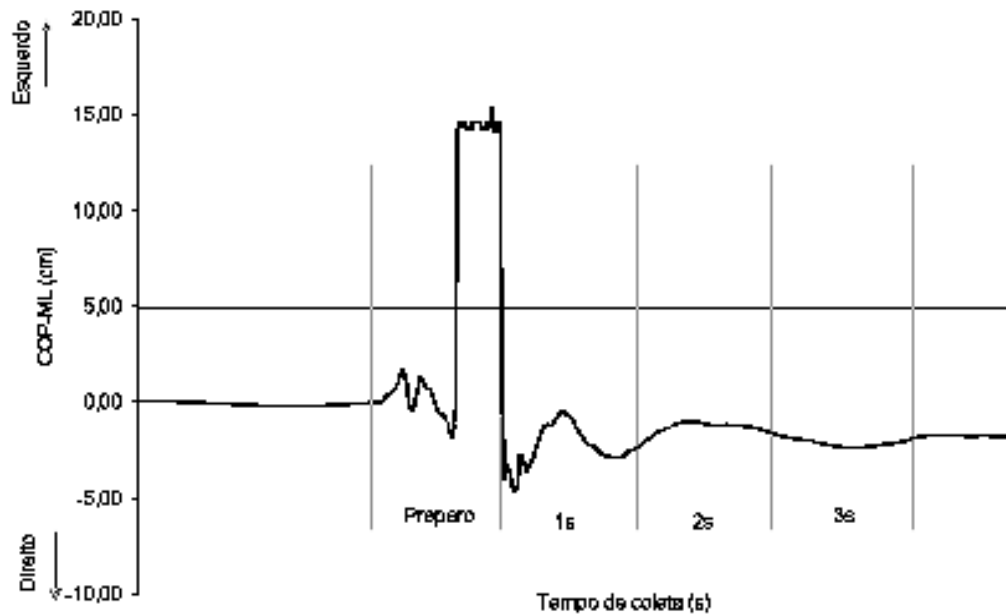


Figura 3 – Curva do COP-ML do sujeito 1 do grupo hiperestendido ilustrando os tempos de cortes da fase de Preparo (mais vôo), 1s, 2s e 3s após aterrissagem.

3.3.2. CINEMÁTICA

Para obtenção dos ângulos articulares foram utilizadas rotinas do APAS e calculados ângulo e velocidade máxima e mínima da articulação do tornozelo e do joelho nos intervalos de tempo de interesse no estudo.

Para a análise dos dados foram consideradas as tentativas válidas do salto vertical de cada participante por grupo. Os intervalos de tempo analisados foram: 1) preparo do vôo, constituído pelo início da curva de velocidade angular do joelho (que era coincidente com o do tornozelo); o

final da fase de preparo foi também baseado na curva de velocidade angular do joelho e confirmado pela posição relativa do COP na retomada dos dados de aquisição da plataforma após o vôo; 2) aterrissagem (três segundos consecutivos após a aterrissagem).

3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Comparação intergrupos dos intervalos de interesse foi realizada aplicando-se Teste de Mann-Whitney aos dados com o auxílio do software Statistics ($p < 0.05$). Comparação intragrupo, entre os intervalos de interesse foi realizada aplicando-se o teste de Friedman seguido do teste de Wilcoxon ($p < 0.05$).

4. RESULTADOS

A tabela 2 mostra resultados comparativos das variáveis do COP intergrupos para a fase de preparo, 1s, 2s e 3s.

Tabela 2 – Comparação intergrupos (valores de p) das variáveis do COP durante a fase de preparo, 1s, 2s e 3s após aterrissagem.

	Preparo	1s	2s	3s
VM AP	0,205	0,048	0,729	0,067
COP AP	0,100	0,051	0,729	0,067
VM ML	0,001	0,010	0,258	0,740
COP ML	0,000	0,023	0,258	0,740

Note-se que houve diferenças principalmente nas variáveis VM e COP na direção ML na fase de preparo e no 1s após a aterrissagem.

Durante a fase de preparo, a média do VM ML e COP ML foi de 16,72 graus/s e 13,4 cm respectivamente para o grupo hiperextendido e de 10,56 graus/s e de 8,3 cm respectivamente para o grupo alinhado. Para o 1s após a aterrissagem a média do VM ML e COP ML foi de 18,48 graus/s e 18,33 cm respectivamente para o grupo hiperextendido e de 20,32 graus/s e de 20,12 cm respectivamente para o grupo alinhado.

A tabela 3 mostra resultados intragrupos das variáveis do COP comparando-se o 1s com 2s e 2s com 3s após aterrissagem nos grupos hiperextendidos e alinhados.

Tabela 3 – Comparação intragrupos (valores de p) das variáveis do COP entre os tempos 1s, 2s e 3s após aterrissagem.

	Gr Hiperestendido		Gr Alinhado	
	1s-2s	2s-3s	1s-2s	2s-3s
VM AP	0,000	0,096	0,000	0,041
COP AP	0,000	0,096	0,000	0,041
VM ML	0,000	0,837	0,000	0,000
COP ML	0,000	0,001	0,000	0,000

A tabela 4 mostra resultados descritivos das variáveis do COP no 1s, 2s e 3s após aterrissagem para os grupos do estudo.

Tabela 4 – Média e desvio padrão (dp) das variáveis do COP no 1s, 2s e 3s após aterrissagem nos grupos hiperextendido e alinhado.

	Grupo Hiperextendido						Grupo Alinhado					
	1s		2s		3s		1s		2s		3s	
	Média	dp	Média	dp	Média	dp	Média	dp	Média	dp	Média	dp
VM AP	22,39	15,60	6,58	16,09	6,00	17,23	24,24	8,01	4,10	2,63	2,47	2,57
COP AP	22,19	15,60	6,55	17,09	5,97	17,23	24,00	7,93	4,06	2,60	2,45	2,55
VM ML	18,48	16,28	5,66	17,18	4,77	17,37	20,32	7,22	3,61	2,95	1,83	2,35
COP ML	18,43	16,28	5,63	17,19	4,76	17,37	20,12	7,15	3,57	2,92	1,81	2,33

A seguir apresentaremos uma sequencia de figuras ilustrando a variação da velocidade angular e dos ângulos máximo e mínimo do tornozelo e joelho nos dois grupos.

As diferenças significativas serão apontadas ao final desta sequencia.

As figuras 4 e 5 ilustram a variação do ângulo máximo e mínimo do tornozelo durante o preparo, 1s, 2s e 3s após aterrissagem do grupo hiperextendido e alinhado respectivamente.

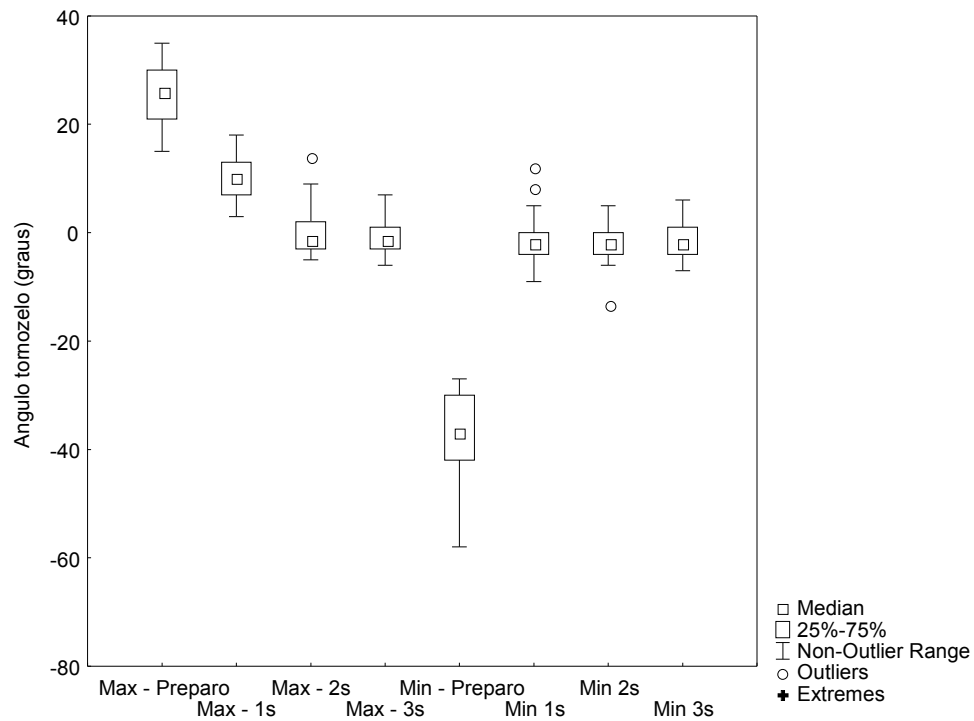


Figura 4 – Variação do ângulo máximo e mínimo do tornozelo durante o preparo, 1s 2s e 3s após aterrissagem do grupo hiperextendido.

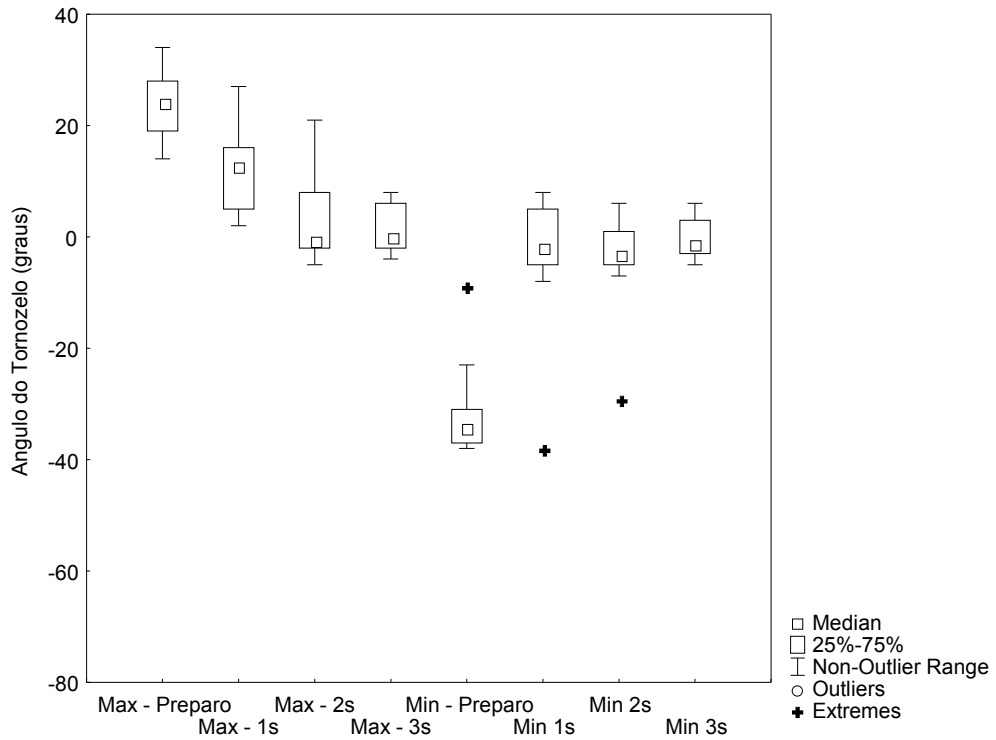


Figura 5 – Variação do ângulo máximo e mínimo do tornozelo durante o preparo, 1s 2s e 3s após aterrissagem do grupo alinhado.

As figuras 6 e 7 ilustram a variação da velocidade máxima e mínima do tornozelo durante o preparo, 1s, 2s e 3s após aterrissagem do grupo hiperextendido e alinhado respectivamente.

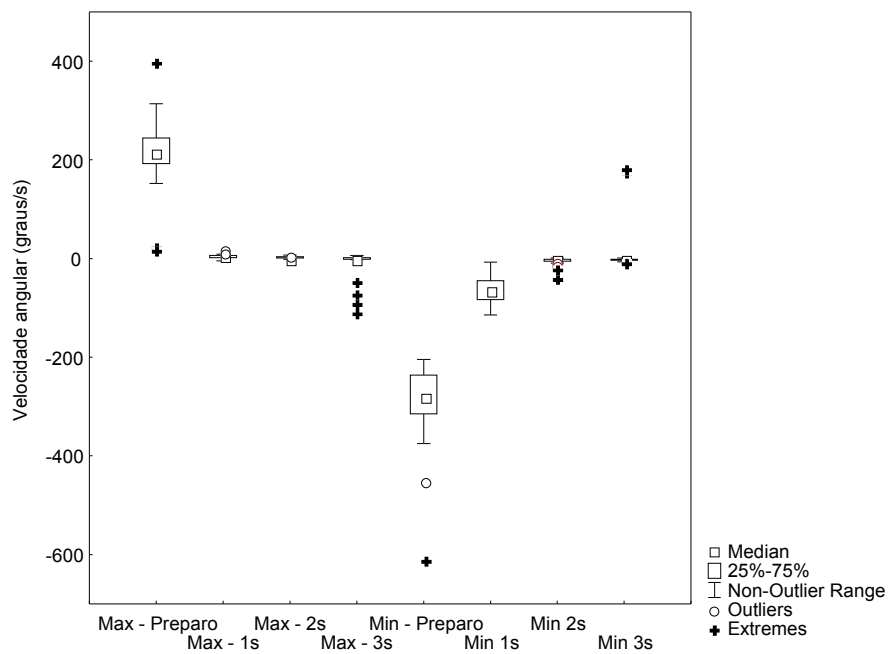


Figura 6 – Variação da velocidade angular máxima e mínima do tornozelo durante o preparo, 1s 2s e 3s após aterrissagem do grupo hiperextendido.

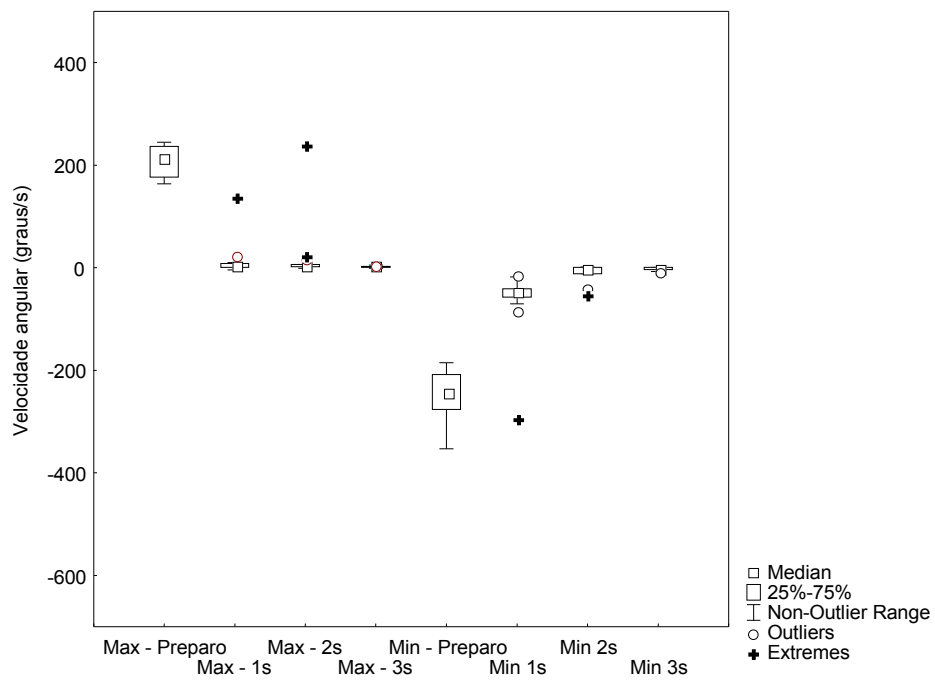


Figura 7 – Variação da velocidade angular máxima e mínima do tornozelo durante o preparo, 1s 2s e 3s após aterrissagem do grupo alinhado.

As figuras 8 e 9 ilustram a variação do ângulo máximo e mínimo do joelho durante o preparo, 1s, 2s e 3s após aterrissagem do grupo hiperextendido e alinhado respectivamente.

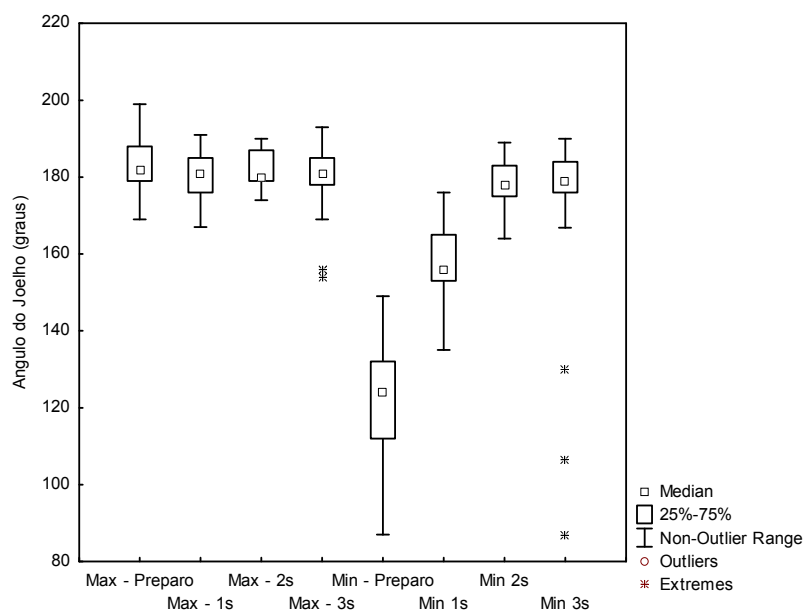


Figura 8 – Variação da angulo máximo e mínimo do joelho durante o preparo, 1s 2s e 3s após aterrissagem do grupo hiperextendido.

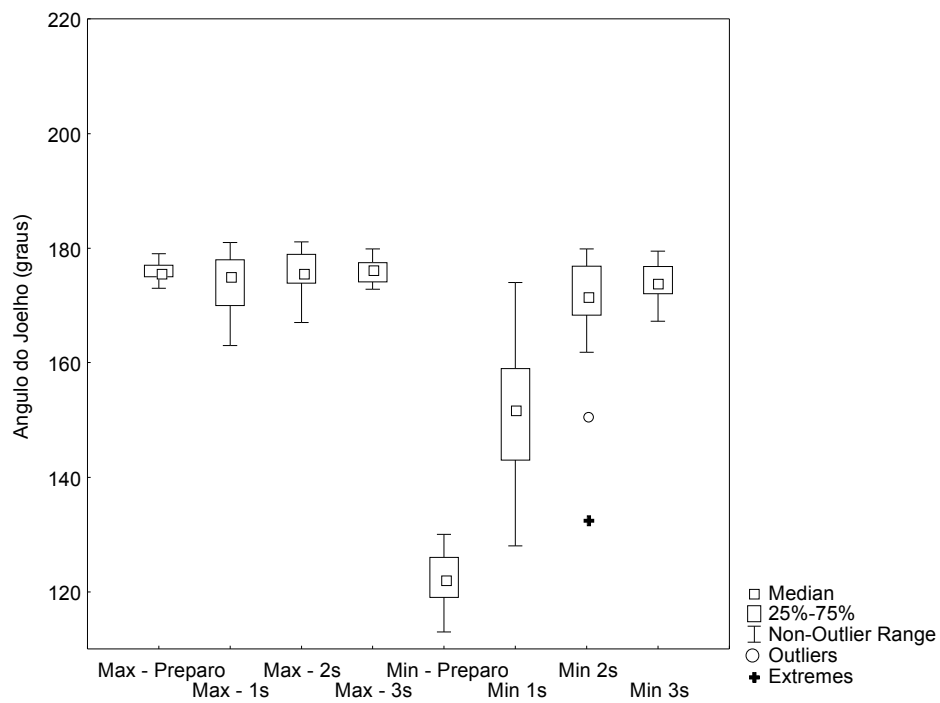


Figura 9 – Variação da angulo máximo e mínimo do joelho durante o preparo, 1s 2s e 3s após aterrissagem do grupo alinhado.

As figuras 10 e 11 ilustram a variação da velocidade angular máxima e mínima do joelho durante o preparo, 1s, 2s e 3s após aterrissagem do grupo hiperextendido e alinhado respectivamente.

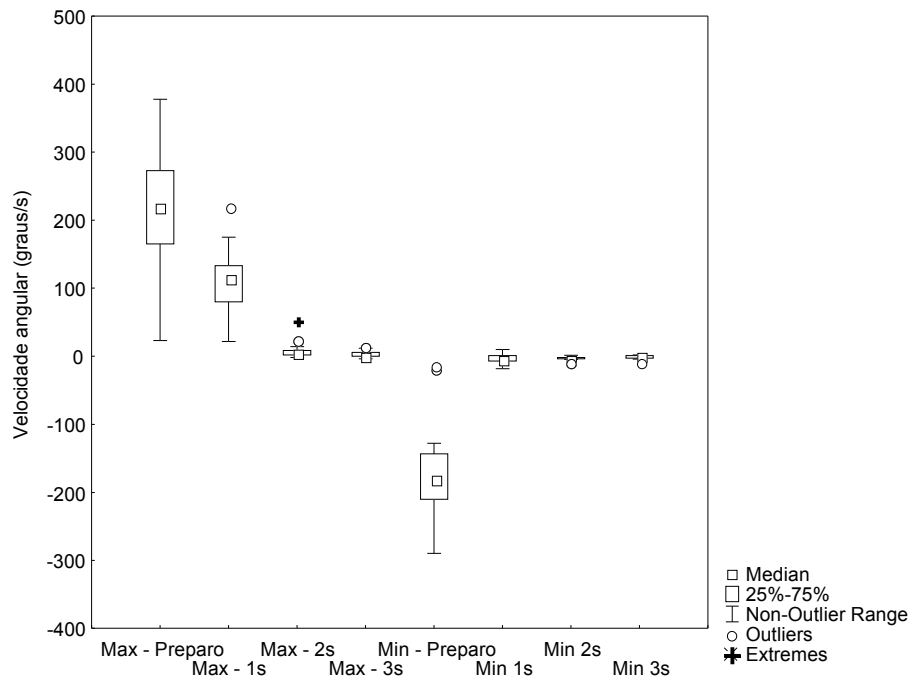


Figura 10 – Variação da velocidade angular máxima e mínima do joelho durante o preparo, 1s 2s e 3s após aterrissagem do grupo hiperextendido.

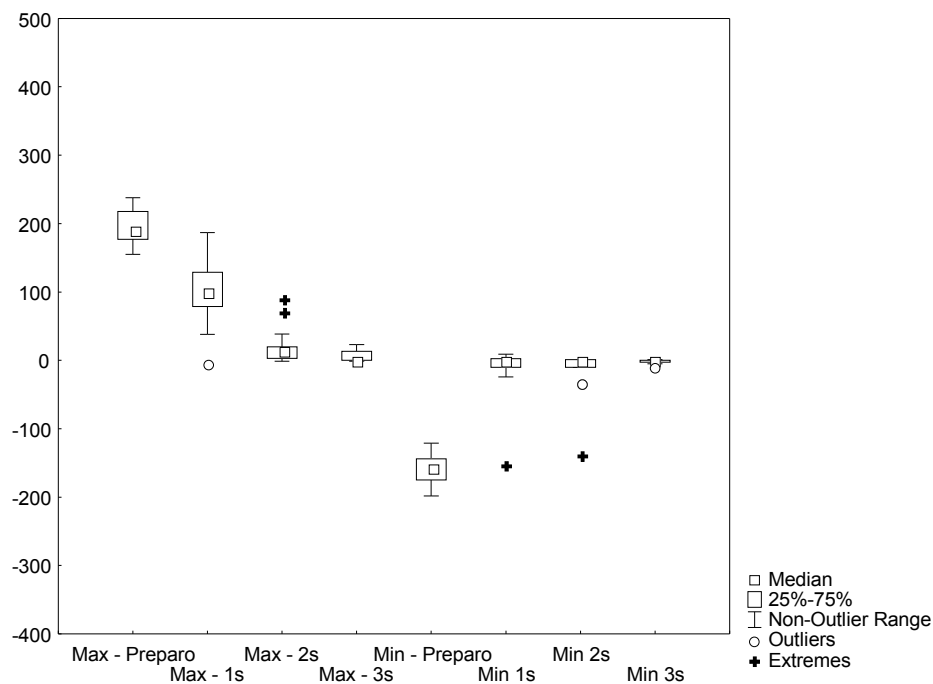


Figura 11 – Variação da velocidade angular máxima e mínima do joelho durante o preparo, 1s 2s e 3s após aterrissagem do grupo alinhado.

As diferenças significativas do comportamento angular serão descritas abaixo. Durante a fase de preparo, como era já critério de inclusão nos grupos, houve diferença no ângulo máximo do joelho ($p < 0,001$) apresentado o grupo hiperextendido média maior para este ângulo (183° para os hiperextendidos e 175° para os alinhados). No 1s, a diferença permaneceu ainda para o ângulo máximo do joelho ($p < 0,001$) apresentado o grupo

hiperextendido média maior para este ângulo (180° para os hiperextendidos e 173° para os alinhados). No 2s e 3s as diferenças foram para o ângulo máximo e mínimo do joelho ($p < 0,001$ para todas as comparações) sendo que o grupo hiperextendido apresentou ângulos máximo e mínimo de 181° e 179° respectivamente no 2s enquanto o alinhado 164° e 158°. No momento 3s, o grupo hiperextendido apresentou ângulos máximo e mínimo de 177° e 175° respectivamente, enquanto o alinhado 166° e 164°.

5. DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo analisar o deslocamento do COP e o comportamento articular do joelho e tornozelo durante o salto vertical de sujeitos com hiperextensão de joelhos nos períodos de preparo do salto e nos períodos seqüenciais à aterrissagem. O que nos motivou a esta busca sabermos que o desalinhamento do joelho altera o controle da postura quando a mesma é submetida a desafios de origem sensorial [7]. Na postura quieta foi encontrada uma tendência clara à flexão e aumento da mobilidade do joelho à medida que o desafio ao equilíbrio aumentou [7]. Este fato foi o que sustentou a nossa hipótese de que sujeitos com joelhos hiperextendidos podem apresentar alteração no controle da postura durante a execução de uma tarefa dinâmica.

Os parâmetros de escolha para análise cinética foram o deslocamento total e a velocidade do COP AP e ML durante a fase de preparo e de aterrissagem. Os intervalos de tempo de escolha para a análise foram o preparo do vôo e o tempo 1s, 2s, 3s e 4s após a aterrissagem. O deslocamento total permite entender como o indivíduo controla a postura preparando o salto e na fase de aterrissagem permite entender como o indivíduo se comporta para restabelecer o equilíbrio na postura ortostática. O controle da postura após a execução de uma tarefa perturbadora da postura foi relatada em atletas de diferentes níveis de habilidade [23] entretanto análise do COP pelo tempo de aterrissagem não está descrita até o momento. Desta forma sabemos que a habilidade do atleta facilita a recuperação do equilíbrio após perturbação; nosso estudo adiciona o fato de que há também uma relação com o alinhamento postural em joelhos.

Indivíduos com joelhos hiperextendidos realizam mais deslocamento lateral do cop durante o preparo do salto. De forma interessante, indivíduos com joelhos alinhados apresentam maior deslocamento logo após aterrissagem e continuam se ajustando gradativamente até o terceiro segundo. Estes resultados parecem consistentes com o comportamento articular observado principalmente durante a aterrissagem. O grupo hiperextendido apresenta ângulos máximos e mínimos maiores que o grupo alinhado, sendo significativo no 2s e 3s. No 1s somente o ângulo máximo é significativo. O grupo hiperextendido apresenta-se consistentemente com maior grau de extensão e menor grau de flexão do que o alinhado durante a aterrissagem, em detrimento do amortecer eficiente da fase. É sugestivo que o grupo alinhado necessite maior ajustes do COP durante estas variações angulares necessárias para amortecer a aterrissagem. Também, é sugestivo que os indivíduos hiperextendidos tenham a tendência de maior índice de lesão em joelhos [7,8].

Sabe-se que a velocidade do COP é a variável mais representativa da posturografia [18,19,20,21,22]. O plano sagital não apresentou diferenças significativas entre os dois grupos para as variáveis em questão mostrando que não há alteração no controle antero-posterior. Entretanto, no plano sagital o deslocamento do COP foi significativamente maior no grupo hiperextendido do que no grupo alinhado, mostrando que a posição em hiperextensão do joelho prejudica o controle médio-lateral da postura durante a execução de uma tarefa dinâmica.

Deslocar-se lateralmente durante o preparo do salto, sugere que o deslocamento vertical fica prejudicado implicando em menor desempenho neste grupo. Estudo futuro analisando a diferença no desempenho, com altura do salto em uma amostra ampliada de sujeitos com joelhos alinhados pode trazer novos conhecimentos importantes atenção clínica a atletas ou pacientes não atletas com hiperextensão de joelhos.

6. CONCLUSÃO

Este estudo nos permite concluir que indivíduos com hiperextensão de joelhos apresentam controle postural diferente dos com joelhos alinhados durante a execução do salto vertical. Durante a fase de preparo os indivíduos com joelhos hiperextendidos apresentam maior ângulo de extensão de joelhos e maior deslocamento lateral do COP. Durante a fase de aterrissagem os indivíduos com joelhos hiperextendidos apresentam maior ângulo de extensão e menor ângulo de flexão demandando menor deslocamento lateral do COP do que os indivíduos alinhados.

7. ANEXOS

ANEXO 1 – APROVAÇÃO DA CAPPESQ



Departamento de Fisioterapia/Fisioaudiologia e Terapia Ocupacional

A Comissão de Apoio para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPESQ da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de 11.08, tomou conhecimento que o Protocolo de Pesquisa nº 0276/06, titulado "Reeducação funcional: postural e desempenho em atletas", enviado por esta Comissão em 14.06.06, contempla o seu projeto titulado "Análise da postura dinâmica e do desempenho no salto acad", que será desenvolvido de maneira do Dr. Jefferson Moritz Cavatini do como orientador o Profa. Dra. Silvana Fontana.

CAPPESQ, 12 de novembro de 2006.

PROF. DR. EDUARDO MACIAG
Presidente da Comissão Clínica para Análise
de Projetos de Pesquisa

ANEXO 2 – CÓPIA DE ARTIGO SUBMETIDO PARA PUBLICAÇÃO

ANÁLISE DA POSTURA DINÂMICA E DO DESEMPENHO NO SALTO VERTICAL

Tatiana Motta Fresnel, Cássio Marinho Siqueira, Gabriel Bueno Lahoz Moyá;
Carolina M Carmo, Carolina Fu, Fátima Aparecida Caromano, Clarice Tanaka

RESUMO

A hiperextensão dos joelhos pode comprometer o controle postural durante o salto vertical. O objetivo deste estudo foi analisar o deslocamento do Centro de Pressão (COP) e o movimento em membros inferiores durante o salto vertical de sujeitos com joelhos hiperestendidos no período de preparo do salto. Dezesesseis mulheres participaram do estudo. Os sujeitos foram enquadrados nos grupos Sujeito-Hiperestendido (n=11) e Sujeito-Alinhados (n=5) de acordo com o alinhamento dos joelhos na avaliação postural tradicional. Os sujeitos foram orientados a se posicionar sobre uma plataforma de força e saltar o mais alto possível. A cinemática foi adquirida através de câmera colocada ao lado direito do sujeito que teve os seguintes pontos anatômicos marcados: 5º metatarso, maléolo lateral, cabeça da fibula e trocânter maior. A fase de preparo foi determinada pela curva de velocidade angular do joelho. A aterrissagem foi analisada no 1s, 2s e 3s após aterrissagem. Foram calculados para comparação o deslocamento e a velocidade do COP-AP e ML, o ângulo e velocidade máxima e mínima do tornozelo e joelho. Análise estatística foi realizada utilizando-se Teste de Mann-Whitney, e Friedman seguido de Wilcoxon ($p < 0.05$). Este estudo revelou que indivíduos joelhos hiperestendidos apresentam controle postural diferente dos com joelhos alinhados durante o salto vertical. Durante a fase de preparo os indivíduos com joelhos hiperestendidos apresentam maior ângulo de extensão de joelhos e maior deslocamento lateral do

COP. Durante a fase de aterrissagem os indivíduos com joelhos hiperextendidos apresentam maior ângulo de extensão e menor ângulo de flexão demandando menor deslocamento lateral do COP do que os indivíduos alinhados.

Descritores: 1. Postura 2. Joelho 3. Mulheres

ABSTRACT

Postural misalignment such as hyperextended knees may compromise postural control during vertical jump. Therefore, the aim of this study was to analyze COP variables and lower limbs movements during vertical jump. Sixteen young and healthy women participated in this study. Subjects were classified as hyperextended (n=11) or aligned (n=5) knees according to clinical observation of knee angle. Subjects were asked to stand still on the force plate and then jump as high as possible. Kinematic data were acquired using a camera located in standardized position at the right side of the subject. Anatomical landmarks were placed at the right side at: 5° metatarsal, lateral malleolus, head of fibula and greater trochanter.

The phase of preparation was determined based on the curve of angular velocity of the knee. Landing was analyzed in the first, second and third second immediately after landing. COP-AP, VM-AP, COP-ML and VM-ML were calculated. Kinematic parameters were maximum and minimum ankle and knee angle and angular velocity. Intergroup comparison was carried using Mann-Whitney Test ($p < 0.05$). Intergroup comparison was carried using Friedman Test followed by Wilcoxon Test ($p < 0.05$). This study revealed that subjects with hyperextended knee present different postural control compared to the subjects with aligned knees while performing a vertical jump. During the phase of preparation subjects with hyperextended knees revealed higher angle of knee extension and lower COP-ML displacement. During the phase of landing subjects with hyperextended knees present higher angle of knee extension and lower angle of knee flexion requiring lower displacement of COP-ML when compared to subjects with aligned knee.

Keywords: 1. Posture 2. Knee 3. Women.

Introdução

O salto vertical é uma função bastante utilizada em esportes com alto índice de lesões no joelho (1,2,3,4,5,6) sendo relatada maior incidência nos atletas que apresentam joelhos hiperestendidos (7,8). Além dos esportes, o salto também está relacionado com a vida cotidiana de qualquer indivíduo. O salto é particularmente diferentemente de outros gestos motores envolvendo os membros inferiores, exigindo desenvolvimento de muita velocidade e força muscular, principalmente do músculo quadríceps (9) e um alto grau de coordenação muscular para garantir não apenas o deslocamento do corpo contra a ação da gravidade como também a manutenção da postura vertical em uma situação de grande instabilidade.

O salto vertical inicia-se com uma flexão em maior ou menor grau do quadril, joelho e tornozelo (fase de preparo), seguido por uma extensão rápida destas articulações (fase de impulsão). Após a saída do solo os membros inferiores se flexionam ligeiramente e permanecendo fletidos durante a descida ao solo (fase de vôo). No retorno ao solo (fase de aterrissagem), os membros inferiores realizam flexão adicional para em seguida realizar extensão completa de modo a restabelecer a postura ortostática (fase de recuperação) (10).

Postura é definida como a relação da posição entre os vários segmentos corporais e um vetor gravitacional enquanto o equilíbrio é decorrente da dinâmica das forças atuantes nestes segmentos a fim de se evitar instabilidades posturais e conseqüentes quedas, permitindo que o indivíduo permaneça na posição desejada ou que execute um movimento sem que a perturbação postural provocada pelo movimento favoreça a queda (11). A manutenção do equilíbrio requer que o indivíduo possua a habilidade para colocação ou recuperação da projeção do centro de massa corporal sobre sua base de suporte, habilidade esta que indica o potencial de estabilidade do indivíduo (12,13).

A hiperextensão dos joelhos, condição postural mais comum em mulheres do que em homens, apresenta o joelho estendido além da posição neutra (180°) (14). Isto pode estar relacionado com o aumento da inclinação anterior da pelve (15). Nesta

condição o vetor da força peso é deslocado para uma posição anterior ao eixo da articulação, o que gera um torque extensor, contido por ligamentos e pela porção posterior da cápsula articular. A estabilidade do joelho se torna mais dependente de estruturas passivas, não sendo mais necessária ativação do músculo quadríceps. No joelho alinhado, o vetor da força peso passa ligeiramente posterior ao eixo da articulação, sendo necessária pequena ativação de músculos extensores do joelho. Nesta condição a porção posterior da cápsula articular não está tão distendida (14).

Alterações na estabilidade postural na postura bípede quieta com aumento da velocidade média do centro de pressão (COP) foi demonstrada para indivíduos com hiperextensão dos joelhos em comparação com indivíduos com joelhos alinhados. Adicionalmente, observou-se que em condições com maior demanda para se manter o equilíbrio, por exemplo em superfície instável e/ou olhos fechados, sujeitos com hiperextensão tendiam a flexionar os joelhos para facilitar a manutenção da postura bípede quieta (16).

A literatura é pouco informativa ou esclarecedora sobre o controle da postura durante o salto vertical. Sabe-se, no entanto, que há influência dos ajustes posturais antecipatórios no salto vertical havendo relação entre o impulso vertical e aceleração anterior do corpo na fase de agachamento (17).

Justificamos nosso interesse em estudar o controle postural do sujeito com hiperextensão do joelho em uma tarefa com demanda postural dinâmica em decorrência do fato de já conhecermos o seu comportamento em resposta a uma demanda postural quieta sob desafios sensoriais (16). Acreditamos que estes sujeitos com hiperextensão de joelhos devem apresentar estratégias de deslocamento do COP durante o salto vertical diferente daqueles sujeitos que não apresentam joelhos hiperestendidos e, eventualmente, prejuízo no desempenho nesta tarefa.

O objetivo deste estudo foi analisar o deslocamento do COP e o comportamento articular do joelho e tornozelo durante o salto vertical de sujeitos com hiperextensão de joelhos nos períodos de preparo do salto e nos períodos seqüenciais à aterrissagem.

Método

Participantes

Dezesseis mulheres jovens, com idade variando 18 e 31 anos, (média de idade $22,9 \pm 3,0$; altura $1,62 \pm 0,05$; IMC $20,14 \pm 1,5$) saudáveis, participaram do estudo. As participantes foram selecionadas dentre estudantes universitárias, não praticantes de esporte em nível competitivo, por meio de anamnese e inspeção clínica tradicional da postura – postura bípede quieta sobre superfície estável com pés próximos, braços pendentes e olhos abertos com a cabeça voltada para frente – e divididas em dois grupos de acordo com o alinhamento postural do joelho espontaneamente adotado. Desta forma foi estabelecido um Grupo Hiperestendido ($n=11$) e um Grupo Alinhado ($n=5$). Os grupos se apresentavam com características segundo mostra a Tabela 1.

Foram excluídos os indivíduos que apresentavam qualquer tipo de patologias neurológicas, musculoesqueléticas, vestibulares e queixas algicas ou de fadiga no momento do teste. Também foram excluídos os sujeitos que praticavam treinamento físico regular em nível competitivo.

Todos os indivíduos leram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (Protocolo de Pesquisa nº 276/06).

Procedimentos

As avaliações foram coletadas no Laboratório de Engenharia Biomédica (LEB) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI-USP).

Para a avaliação do salto vertical as participantes vestiam roupas de ginástica, eram posicionados descalças sobre o centro da plataforma de força, com pés voltados anteriormente e afastados na largura dos quadris, de forma que o eixo longitudinal dos pés correspondesse ao eixo anteroposterior da plataforma (20). Com os braços cruzados sobre o peito e a cabeça voltada para frente era solicitado que permanecessem paradas até o comando do pesquisador para realizar salto vertical máximo de forma a aterrissar sobre a plataforma de força. A aquisição de dados tinha

duração de 7 segundos, tempo considerado suficiente para que o sujeito se estabilizasse novamente na postura bípede após o salto. Foram realizadas três tentativas com o intervalo de 1 minuto entre cada tentativa.

Durante as avaliações foram adquiridos dados cinéticos e cinemáticos. Os dados cinéticos foram adquiridos através da plataforma de força AMTI, modelo OR6-7 1000. Os sinais captados das forças e momentos relativos aos 3 eixos ortogais (F_x , F_y e F_z ; M_x , M_y e M_z) eram enviados ao amplificador Mini Amp onde eram amplificados em 1000 vezes e transmitidos ao sistema de aquisição e processamento de dados Data Wave que amostrava a uma frequência de 100 Hz. O sistema de aquisição gerava arquivos de dados em formato ASCII para processamento em ambiente Matlab (6.5, Math Works). As forças e momentos foram utilizados para o cálculo da posição instantânea do COP.

Os dados cinemáticos foram adquiridos através de uma câmera digital (Panasonic™ modelo PV-GS250) com frequência de aquisição de 60 Hz. A câmera era posicionada do lado direito do sujeito para captar os movimentos ocorridos no plano sagital. Marcadores anatômicos esféricos recobertos por fitas retro-reflexivas (3M™ high gain 7610) foram afixados na cabeça do 5º metatarso, maléolo lateral, cabeça da fíbula e trocânter maior do hemitorço direito (Figura 1). Os filmes foram transferidos a um computador pessoal e através do software Ariel Posture Analysis System (APAS) os marcadores foram digitalizados para análise em 2D.

Para a calibração espacial dos dados cinemáticos foram utilizados oito pontos de referência, fixados em dois fios de prumo localizados no mesmo plano anteroposterior do centro da plataforma de força e incorporadas durante o processo de digitalização.

Processamento dos dados

Cinética

Os dados das forças e momentos relativos aos três eixos ortogonais foram utilizados para o cálculo da posição instantânea do COP no plano da superfície da

plataforma de força podendo portanto obter o COP (deslocamento total) e VM (velocidade de deslocamento do COP) no plano AP e ML.

Períodos Analisados

Fase de Preparo do salto

O período que neste estudo denominamos de fase de preparo do salto, constitui-se na realidade da fase conhecida como preparo e da fase conhecida como impulso. Esta fase foi estabelecida tomando-se como base o início do deslocamento do COP-AP até o momento da retomada da aquisição da plataforma após o período de vôo no deslocamento em y e em x. A curva do deslocamento do COP durante o intervalo de aquisição foi normalizada para o período do preparo do salto pela média do período do primeiro segundo antes do início do preparo para o salto em y e em x.

Fase de Aterrissagem – 1, 2 e 3 Segundo Após Aterrissagem

Este período foi estabelecido contando-se um segundo (100 dados) a partir da retomada da aquisição do deslocamento após o período de vôo e sequencialmente o segundo o e terceiro segundo consecutivo.

Cinemática

Para obtenção dos ângulos articulares foram utilizadas rotinas do APAS e calculados ângulo e velocidade máxima e mínima da articulação do tornozelo e do joelho nos intervalos de tempo de interesse no estudo.

Para a análise dos dados foram consideradas as tentativas válidas do salto vertical de cada participante por grupo. Os intervalos de tempo analisados foram: 1) preparo do vôo, constituído pelo início da curva de velocidade angular do joelho (que era coincidente com o do tornozelo); o final da fase de preparo foi também baseado na curva de velocidade angular do joelho e confirmado pela posição relativa do COP na retomada dos dados de aquisição da plataforma após o vôo; 2) aterrissagem (três segundos consecutivos após a aterrissagem).

Análise Estatística

Comparação intergrupos dos intervalos de interesse foi realizada aplicando-se Teste de Mann-Whitney aos dados com o auxílio do software Statistics ($p < 0.05$). Comparação intragrupo entre os intervalos de interesse foi realizada aplicando-se o teste de Friedman seguido do teste de Wilcoxon ($p < 0.05$).

Resultados

A tabela 2 mostra resultados comparativos das variáveis do COP intergrupos para a fase de preparo, 1s, 2s e 3s.

Note-se que houve diferenças principalmente nas variáveis VM e COP na direção ML na fase de preparo e no 1s após a aterrissagem.

Durante a fase de preparo, a média do VM ML e COP ML foi de 16,72 graus/s e 13,4 cm respectivamente para o grupo hiperextendido e de 10,56 graus/s e 8,3 cm respectivamente para o grupo alinhado. Para o 1s após a aterrissagem a média do VM ML e COP ML foi de 18,48 graus/s e 18,33 cm respectivamente para o grupo hiperextendido e de 20,32 graus/s e 20,12 cm respectivamente para o grupo alinhado.

A tabela 3 mostra resultados intragrupos das variáveis do COP comparando-se o 1s com 2s e 2s com 3s após aterrissagem nos grupos hiperextendidos e alinhados.

A tabela 4 mostra resultados descritivos das variáveis do COP no 1s, 2s e 3s após aterrissagem para os grupos do estudo.

As diferenças significativas do comportamento angular serão descritas abaixo. Durante a fase de preparo, como era já critério de inclusão nos grupos, houve diferença no ângulo máximo do joelho ($p < 0,001$) apresentado o grupo hiperextendido média maior para este ângulo (183° para os hiperextendidos e 175° para os alinhados). No 1s, a diferença permaneceu ainda para o ângulo máximo do joelho ($p < 0,001$) apresentado o grupo hiperextendido média maior para este ângulo (180° para os hiperextendidos e 173° para os alinhados). No 2s e 3s as diferenças foram para o ângulo máximo e mínimo do joelho ($p < 0,001$ para todas as comparações) sendo que o grupo hiperextendido apresentou ângulos máximo e mínimo de 181° e 179° respectivamente no 2s enquanto o alinhado 164° e 158° . No

momento 3s, o grupo hiperextendido apresentou ângulos máximo e mínimo de 177° e 175° respectivamente enquanto o alinhado 166° e 164°.

Considerações finais -

Este estudo teve como objetivo analisar o deslocamento do COP e o comportamento articular do joelho e tornozelo durante o salto vertical de sujeitos com hiperextensão de joelhos nos períodos de preparo do salto e nos períodos seqüenciais à aterrissagem. O que nos motivou a esta busca sabermos que o desalinhamento do joelho altera o controle da postura quando a mesma é submetida a desafios de origem sensorial (7). Na postura quieta foi encontrada uma tendência clara à flexão e aumento da mobilidade do joelho à medida que o desafio ao equilíbrio aumentou (7). Este fato foi o que sustentou a nossa hipótese de que sujeitos com joelhos hiperextendidos podem apresentar alteração no controle da postura durante a execução de uma tarefa dinâmica.

Os parâmetros de escolha para análise cinética foram o deslocamento total e a velocidade do COP AP e ML durante a fase de preparo e de aterrissagem. Os intervalos de tempo de escolha para a análise foram o preparo do vôo e o tempo 1s, 2s, 3s e 4s após a aterrissagem. O deslocamento total permite entender como o indivíduo controla a postura preparando o salto e na fase de aterrissagem permite entender como o indivíduo se comporta para restabelecer o equilíbrio na postura ortostática. O controle da postura após a execução de uma tarefa perturbadora da postura foi relatada em atletas de diferentes níveis de habilidade (23) entretanto análise do COP pelo tempo de aterrissagem não está descrita até o momento. Desta forma sabemos que a habilidade do atleta facilita a recuperação do equilíbrio após perturbação; nosso estudo adiciona o fato de que há também uma relação com o alinhamento postural em joelhos. Indivíduos com joelhos hiperextendidos realizam mais deslocamento lateral do cop durante o preparo do salto. De forma interessante, indivíduos com joelhos alinhados apresentam maior deslocamento logo após aterrissagem e continuam se ajustando gradativamente até o terceiro segundo. Estes resultados parecem consistentes com o comportamento articular observado principalmente durante a aterrissagem. O grupo hiperextendido apresenta ângulos máximos e mínimos maiores que o grupo alinhado, sendo significativo no 2s e 3s.

No 1s somente o ângulo máximo é significativo. O grupo hiperextendido apresenta-se consistentemente com maior grau de extensão e menor grau de flexão do que o alinhado durante a aterrissagem, em detrimento do amortecer eficiente da fase. É sugestivo que o grupo alinhado necessite maior ajustes do COP durante estas variações angulares necessárias para amortecer a aterrissagem. Também, é sugestivo que os indivíduos hiperextendidos tenham a tendência de maior índice de lesão em joelhos (7,8).

Sabe-se que a velocidade do COP é a variável mais representativa da posturografia (18,19,20,21,22). O plano sagital não apresentou diferenças significativas entre os dois grupos para as variáveis em questão mostrando que não há alteração no controle antero-posterior. Entretanto, no plano sagital o deslocamento do COP foi significativamente maior no grupo hiperextendido do que no grupo alinhado, mostrando que a posição em hiperextensão do joelho prejudica o controle médio-lateral da postura durante a execução de uma tarefa dinâmica.

Deslocar-se lateralmente durante o preparo do salto, sugere que o deslocamento vertical fica prejudicado implicando em menor desempenho neste grupo. Estudo futuro analisando a diferença no desempenho, com altura do salto em uma amostra ampliada de sujeitos com joelhos alinhados pode trazer novos conhecimentos importantes atenção clínica a atletas ou pacientes não atletas com hiperextensão de joelhos.

Conclusão

Este estudo nos permite concluir que indivíduos com hiperextensão de joelhos apresentam controle postural diferente dos com joelhos alinhados durante a execução do salto vertical. Durante a fase de preparo os indivíduos com joelhos hiperextendidos apresentam maior ângulo de extensão de joelhos e maior deslocamento lateral do COP. Durante a fase de aterrissagem os indivíduos com joelhos hiperextendidos apresentam maior ângulo de extensão e menor ângulo de flexão demandando menor deslocamento lateral do COP do que os indivíduos alinhados.

Referências

1. Söderman K, Werner S, Pietilä T, Engström B, Alfredson H. Balance board training: prevention of traumatic injuries of the lower extremities in female soccer players? *Knee Surg, Sport Traumatol, Arthrosc* 2000; 8, 356-364
2. Panni A, Biedert RM, Maffulli N, Tartarone M, Romanini E. Overuse injuries of extensor mechanism in athletes. *Clin Sports Med.* 2002; 21:483-498.
3. Hess GP, Cappiello WL, Poole RM, Hunter SC. Prevention and treatment of overuse tendon injuries. *Sports Medicine.* 1989; 8(6):371-384.
4. Cowan DN, Jones BH, Frykman PN, Polly DW, Harman EA, Rosenstein MT, et al. Lower limb morphology and risk of overuse injury among male infantry trainees. *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28(8):945-952.
5. Ramesh, R., et al., The risk of anterior cruciate ligament rupture with generalised joint laxity. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87(6):800-803.
6. Chappell J D, Creighton R A, Giuliani C, Yu B, Garrett W E. Kinematics and Electromyography of landing preparation in vertical stop-jump. *Am J Sports Med.* 2007;35:235-241.
7. Samozino P, Morin JB, Hintzy F, Belli A. A simple method for measuring force, velocity and power output during squat jump. *J Biomech.* 2008;41(14):2940-2945.
8. Ireland M L. Anterior cruciate ligament injury in female athletes: epidemiology. *J Athl Train.* 1999; 34(2):150-154.
9. Lian O, Engebretsen L, Ovrebo RV, Bahr R. Characteristics of the leg extensors in male volleyball players with jumper's knee. *Am J Sports Med.* 1996;24(3):380-385.
10. Almeida M J R, Ribeiro-do-Valle L E, Sacco I C N. Assimetria interlateral da atividade muscular dos membros inferiores no salto vertical. *Revista Brasileira de Biomecânica.* 2001;69-78.
11. Winter DA. (1995) *ABC of balance during standing and walking.* , University of Waterloo, Ontario
12. Shumway-Cook, A. W., M.H. *Controle Motor: Teoria e Aplicações Práticas;* 2003.

13. Hoffman MA, Koceja DM. Dynamic balance testing with electrically evoked perturbation: a test of reliability. *Arch Phys Med Rehabil.* 1997;78(3):290-293.
14. Loudon JK, Goist HL, Loudon. Genu recurvatum syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;27(5):361-367.
15. Nguyen AD, Shultz SJ. Sex differences in clinical measures of lower extremity alignment. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007;37(7):389-398.
16. Siqueira CM. Avaliação da estabilidade postural em indivíduos portadores de hiperextensão dos joelhos [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, 2008.
17. Pellec AL, Maton B. Initiation of a vertical jump: the human body's upward propulsion depends on control of forward equilibrium. *Neurosci Lett.* 2002;323:183-186.
18. Hufschmidt A, Dichgans J, Mauritz KH, Hufschmidt M. Some methods and parameters of body sway quantification and their neurological applications. *Arch Psychiatr Nervenkr.* 1980;228(2):135-150.
19. Prieto TE, J.B. Myklebust, and B.M. Myklebust, Characterization and Modeling of Postural Steadiness in the Elderly: A Review. *Transactions on Rehabilitation Engineering.* 1993;1(1):26-34.
20. Cornilleau-Peres V, Shabana N, Droulez J, Goh JC, Lee GS, Chew PT. Measurement of the visual contribution to postural steadiness from the COP movement: methodology and reliability. *Gait Posture.* 2005;22(2):96-106.
21. Prieto TE, Myklebust JB, Hoffman RG, Lovett EG, Myklebust BM. Measures of postural steadiness; differences between healthy young and elderly adults. *IEEE Trans Biomed Eng.* 1996;43(9):956-966.
22. Raymakers JA, Samson M M, Verhaar H J. The assessment of body sway and the choice of the stability parameter(s). *Gait Posture.* 2005;21(1):48-58.
23. Yoshitomi SK, Tanaka C, Duarte M, Lima F, Morya E, Hazime F. Respostas posturais à perturbação externa inesperada em judocas de diferentes níveis de habilidade. *Rev Bras Med Esporte.* 2006; 12(3):159-163.

Tabela 1 – Características dos participantes dos grupos hiperextendido e alinhado.

Participante	Grupo	idade	peso (Kg)	altura (m)
1	Hiperextendido	20	49	1,63
2	Hiperextendido	23	50	1,57
3	Hiperextendido	24	50	1,57
4	Hiperextendido	20	49,5	1,62
5	Hiperextendido	18	52	1,67
6	Hiperextendido	22	50	1,62
7	Hiperextendido	25	47	1,48
8	Hiperextendido	31	63	1,64
9	Hiperextendido	22	55	1,58
10	Hiperextendido	25	60	1,64
11	Hiperextendido	21	45	1,57
12	Alinhado	21	56	1,64
13	Alinhado	20	57	1,67
14	Alinhado	25	50	1,64
15	Alinhado	20	60	1,68
16	Alinhado	23	52,2	1,64

Tabela 2 – Comparação intergrupos (valores de p) das variáveis do COP durante a fase de preparo, 1s, 2s e 3s após aterrissagem.

	Preparo	1s	2s	3s
VM AP	0,205	0,048	0,729	0,067
COP AP	0,100	0,051	0,729	0,067
VM ML	0,001	0,010	0,258	0,740
COP ML	0,000	0,023	0,258	0,740

Tabela 3 – Comparação intragrupos (valores de p) das variáveis do COP entre os tempos 1s, 2s e 3s após aterrissagem

	Gr Hiperestendido		Gr Alinhado	
	1s-2s	2s-3s	1s-2s	2s-3s
VM AP	0,000	0,096	0,000	0,041
COP AP	0,000	0,096	0,000	0,041
VM ML	0,000	0,837	0,000	0,000
COP ML	0,000	0,001	0,000	0,000

Tabela 4 – Média e desvio padrão (dp) das variáveis do COP no 1s, 2s e 3s após aterrissagem nos grupos hiperextendido e alinhado.

	Grupo Hiperextendido						Grupo Alinhado					
	1s		2s		3s		1s		2s		3s	
	Média	dp	Média	dp	Média	dp	Média	dp	Média	dp	Média	dp
VM AP	22,39	15,60	6,58	16,09	6,00	17,23	24,24	8,01	4,10	2,63	2,47	2,57
COP AP	22,19	15,60	6,55	17,09	5,97	17,23	24,00	7,93	4,06	2,60	2,45	2,55
VM ML	18,48	16,28	5,66	17,18	4,77	17,37	20,32	7,22	3,61	2,95	1,83	2,35
COP ML	18,43	16,28	5,63	17,19	4,76	17,37	20,12	7,15	3,57	2,92	1,81	2,33

Tatiana Mota Fresnel

Afiliação: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

Address for correspondence:

Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, nº 255 / CEP:05403-000 - São Paulo - SP – Brazil

Clarice Tanaka - cltanaka@usp.br

Telefone: 55 11 3069-6867/ Fax: 55 11 3969-7969

ANEXO 3 – NORMAS PARA PUBLICAÇÃO

Instructions to authors

GENERAL INFORMATION

The submission of manuscripts must be made through the website <http://www.scielo.br/rbfis> and implies that the work has neither been published nor is under consideration for publication in another journal. If part of the material has already been presented in a preliminary communication, in a Symposium or Congress, etc., this should be cited as a footnote on the title page and a copy of this communication must accompany the submission of the manuscript.

Articles submitted and accepted in Portuguese should be translated into English by RBF/BJPT translators. Articles submitted and accepted in English must also be forwarded to RBF/BJPT English reviewers for final revision. As determined by the Editorial Board, the authors are responsible for the costs of English translation and revision of the accepted manuscripts. The RBF/BJPT may subsidize the cost of this process by up to 50%, according to the availability of funds.

FORM AND PREPARATION OF MANUSCRIPTS

The RBF/BJPT accepts up to 6 (six) authors in one manuscript. Manuscripts must be submitted preferably in English and must contain up to 3500 words (excluding Abstract, References, Figures, Tables and Appendices). Case Studies must not exceed 1600 words, excluding Abstract, References, Figures, Tables and Appendices.

When submitting manuscripts for publication, the authors must forward the following supplementary documents by post or online:

- 1) Cover letter containing the following information:
 - a. Full name of each of the authors;
 - b. Article type and the main field (see OBJECTIVES, SCOPE AND POLICY);
 - c. Approval number and name of the Institution that gave the Ethics Committee approval for research on humans and experiments on animals. For research on humans, also include a declaration that written consent was obtained from the individuals who participated in the study;
 - d. As described in the OBJECTIVES, SCOPE AND POLICY, manuscripts with results related to clinical trials must include the identification number at the end of the Abstract (Suggested

registration website:

www.anzctr.org.au/Survey/UserQuestion.aspx);

2) Conflict of interest statement. The authors must disclose any possible conflicts of interest (professional, financial and direct and indirect benefits) that might have influenced research results;

3) A declaration signed by all of the authors stating that they are responsible for the content of the manuscript and that they will transfer copyrights to the RBF/BJPT, should the article be accepted by the Editors.

Cover letter and declaration templates are available online at

<http://www.rbf-bjpt.org.br>.

Authors must remove all information (except in the title and identification page) that may identify the source or authorship of the article.

MANUSCRIPT FORMATTING

The manuscript must be prepared with all the pages numbered consecutively on the right-hand side of the top margin, starting with the title page. The original articles must be structured in the following order:

● **Title page and Identification** (1st page)

The identification page must contain the following data:

- a) Title of the manuscript in capital letters;
- b) Author: first name and surname of each author, in capital letters, without titles, followed by superscript numbers to identify their institutional affiliation (Unit/Institution/City/State/Country). For more than one author, separate using commas;
- c) Full name and address. (It is the *corresponding author's* responsibility to keep the contact address and e-mail up to date for contact);
- d) Running head for the pages of the article: indicate a short title in Portuguese and in English to be used in the header on each page of the article, not exceeding 60 characters in length;
- e) Key words: a list of indexing terms or key words (no more than six) in Portuguese and English. The RBF/BJPT recommends the use of HSDe - Health Sciences Descriptors to consult the indexing terms or key words to be used in the article (<http://decs.bvs.br/>).

● **Abstract**

A concise presentation not exceeding 250 words in a single paragraph, in Portuguese (Resumo) and English (Abstract) must be inserted immediately after the title page. Footnotes and undefined abbreviations must not be included. If a reference must be cited, the full citation must be included in the abstract. The

abstract must be written in structured format, including the following items separately: Background, Objectives, Methods, Results and Conclusions.

● **Body of the text:** *Introduction, Methods, Results and Discussion*

Include the following as highlighted item:

Introduction - This should give information on the subject of investigation and contain the objectives of the investigation, how it relates to other studies in the same field and the reasons that led the author(s) to follow this line of research;

Methods - These should be described in detail so that other researchers can repeat the entire study. All the necessary information should be included (or reference should be made to articles already published in other scientific journals) to allow the replication of the collected data. It is strongly recommended that intervention studies present control groups and, when possible, randomization of the sample.

Results - These should be presented briefly and concisely. Tables, Figures and Appendices can be included when necessary to ensure better and more effective comprehension of the data.

Discussion - The purpose of the discussion is to interpret the results and relate them to existing and available knowledge, especially the knowledge already indicated in the Introduction of the study. Information given earlier in the text may be cited, but should not be repeated in detail in the Discussion.

Systematic Review and Meta-analysis articles must include a section that describes the methods employed for locating, selecting, obtaining, classifying and synthesizing information.

● **Acknowledgements**

When appropriate, brief acknowledgements can be included at the end of the text and before the References, specifying technical assistance, financial support for the research, study grants, and collaboration from individuals who deserve recognition (counseling and assistance). The authors are responsible for obtaining permission in writing from the individuals whose names appear in the Acknowledgements;

● **References**

The recommended number of references is at least 50 references for review articles; 30 references for original articles, meta-analyses, systematic reviews and methodological articles. For case studies, no more than 10 references are recommended.

References should be organized in numerical order of first appearance in the text, following the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals, drawn up by the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE - <http://www.icmje.org/index.html>).

Journal titles should be referred to in abbreviated form, in accordance with the List of Journals of Index Medicus (<http://www.index-medicus.com>). Non-indexed journals should not have their names abbreviated.

Citations should be mentioned in the text as superscript numbers, without dates. The accuracy of the references appearing in the manuscript and their correct citation in the text are the responsibility of the authors of the manuscript. (See examples in the website: http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html).

● **Tables, Figures and Appendices:** The tables, figures and appendices are limited to a total of five.

Tables - must include only indispensable data and must not be excessively long. The tables should be numbered consecutively using Arabic numerals and should be inserted at the end of the text. Descriptive titles and legends must make the tables intelligible without the need to refer to the text of the article. The tables should not be formatted with horizontal or vertical markers; only horizontal lines are needed to separate their main sections. Paragraphs or indentations and vertical and horizontal spaces should be used to group the data.

Figures - must not repeat the data described in the Tables. All figures must be cited and numbered consecutively using Arabic numerals in the order in which they appear in the text. The use of color is not recommended. The legends should make the figures intelligible, with no need to refer to the text. They must be double spaced and explain all symbols and abbreviations. Use uppercase letters (A, B, C, etc.) to identify the individual parts of multiple figures. When possible, all the symbols should appear in the legends. However, symbols identifying curves in a graph can be included in the body of the figure, provided this does not hinder the analysis of the data.

With regard to final artwork, all figures must be in **.tiff** format. Poor-quality figures may result in delays in the acceptance and publication of the article.

Tables, figures and appendices published in other journals or books must include the respective references and written consent from the authors or editors.

For articles submitted in Portuguese, an additional set of tables, figures and appendices with English legends must be included as a

supplementary document.

● **Footnotes**

If absolutely necessary, footnotes should be consecutively numbered as superscripts in the manuscript and placed on a separate page after the references.

OTHER CONSIDERATIONS

Units: Use the International System of metric units (SI units) for measurements and unit abbreviations.

Letters to the Editor: Constructive criticism of published material, made in an objective and educational manner, and also consultations regarding clinical situations and discussions on subjects specific to physical therapy, will be published at the editors' discretion (up to 700 words and up to 8 references). When the letter relates to technical comments (rebuttal) on articles published in the RBF/BJPT, it will be published together with the reply by the authors of the article under examination and/or criticism.

Case Studies: These must be restricted to uncommon pathological conditions or method/procedures for which the development of an original article would be impracticable. Thus, case reports do not necessarily have to follow the structure prescribed for original articles, but should present a methodological design that allows the reproduction of reported interventions/procedures. Great care should be taken when proposing generalizations based on these results. Experimental single-case designs will be treated as original articles and must follow the rules established by the RBF/BJPT.

Conflicts of interest: The authors are responsible for disclosing any type of conflict of interest that may have arisen during the course of the study, be it financial or of any other kind.

The reviewer must inform the editors of any conflicts of interest that may influence the manuscript's approval and, when appropriate, declare himself/herself unfit for review.

Ethical and Legal Considerations: Avoid the use of patient initials, names or hospital registration numbers. Patients must not be identified in photographs, except with prior written consent, which must accompany the original work.

Studies carried out on humans must be in accordance with ethical standards and have the proper consent from the participants (refer to Resolution 196/96 of the National Health Council concerning the Human Research Code of Ethics).

For experiments on animals, international guidelines should be

followed (such as the guidelines of the Committee for Research and Ethical Issues of the International Association for the Study of Pain, as published in the journal PAIN, 16:109-110, 1983).

For research on humans and animals, the approval number from the Research Ethics Committee must be included and duly registered in the National Health Council of the Hospital or University or nearest body in the area.

The RBF/BJPT reserves the right not to publish studies that do not follow these legal and ethical rules for human research and experiments on animals.

It is recommended that studies reporting electromyography results follow the "Standards for Reporting EMG Data" recommended by ISEK.

FINAL CONSIDERATIONS

If the article is sent to the authors for review and does not return to the RBF/BJPT within six weeks, the review process will be considered closed. In the event that the same article is returned, a new and updated process will begin. The acceptance date will be registered when the authors return the manuscript after final correction approved by the Editors.

The final proofs will be sent by email to the authors' address, given at the time of submission, for a final review (reviewer questions and/or disagreements). No further changes will be allowed at this time. The manuscript that is not returned within 48 hours may be published as is or postponed until the next edition at editor discretion.

After the article is published or the review process is closed, all documentation related to the review process will be incinerated.

ANEXO 4 – COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO



revista brasileira de
fisioterapia
online journal of physical therapy

Brasil | España | Portuguese
Usuário Logado: **cavaliacarmo**
[Sair do sistema](#)

[Página inicial](#) > [Usuário](#) > [Autor](#) > [Submissões](#) > **Submissões Ativas**

Submissões Ativas

Submissão concluída. Agradecemos seu interesse em contribuir com manuscritos para o periódico Revista Brasileira de Fisioterapia/Brazilian Journal of Physical Therapy.

[+ Submissões Ativas](#)

Revista Brasileira de Fisioterapia
Roderia Washington Lusa, km 235 - SP-310
São Carlos - São Paulo - Brasil - CEP 13565-905
Telefone: +55-16-3331-6733

8. REFERÊNCIAS

1. Söderman K, Werner S, Pietilä T, Engström B, Alfredson H. Balance board training: prevention of traumatic injuries of the lower extremities in female soccer players? 2000. *Knee Surg, Sport Traumatol, Arthrosc* 8, 356-364
2. Panni A, Biedert RM, Maffulli N, Tartarone M, Romanini E. Overuse injuries of extensor mechanism in athletes. *Clin Sports Med.* 2002;21:483-498.
3. Hess GP, Cappiello WL, Poole RM, Hunter SC. Prevention and treatment of overuse tendon injuries. *Sports Medicine.* 1989;8(6):371-384.
4. Cowan DN, Jones BH, Frykman PN, Polly DW, Harman EA, Rosenstein MT, et al. Lower limb morphology and risk of overuse injury among male infantry trainees. *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28(8):945-952.
5. Ramesh, R., et al., The risk of anterior cruciate ligament rupture with generalised joint laxity. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87(6):800-803.
6. Chappell J D, Creighton R A, Giuliani C, Yu B, Garrett W E. Kinematics and Electromyography of landing preparation in vertical stop-jump. *Am J Sports Med.* 2007;35:235-241.
7. Samozino P, Morin JB, Hintzy F, Belli A. A simple method for measuring force, velocity and power output during squat jump. *J Biomech.* 2008;41(14):2940-2945.
8. Ireland M L. Anterior cruciate ligament injury in female athletes: epidemiology. *J Athl Train.* 1999; 34(2):150-154.
9. Lian O, Engebretsen L, Ovrebo RV, Bahr R. Characteristics of the leg extensors in male volleyball players with jumper's knee. *Am J Sports Med.* 1996;24(3):380-385.
10. Almeida M J R, Ribeiro-do-Valle L E, Sacco I C N. Assimetria interlateral da atividade muscular dos membros inferiores no salto vertical. *Revista Brasileira de Biomecânica.* 2001;69-78.
11. Winter DA. (1995) *ABC of balance during standing and walking.* , University of Waterloo, Ontario
12. Shumway-Cook, A. W., M.H. *Controle Motor: Teoria e Aplicações Práticas;* 2003.
13. Hoffman MA, Kocaja DM. Dynamic balance testing with electrically evoked perturbation: a test of reliability. *Arch Phys Med Rehabil.* 1997;78(3):290-293.
14. Loudon JK, Goist HL, Loudon. Genu recurvatum syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;27(5):361-367.
15. Nguyen AD, Shultz SJ. Sex differences in clinical measures of lower extremity alignment. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007;37(7):389-398.
16. Siqueira CM. Avaliação da estabilidade postural em indivíduos portadores de hiperextensão dos joelhos [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, 2008.
17. Pellec AL, Maton B. Initiation of a vertical jump: the human body's upward propulsion depends on control of forward equilibrium. *Neurosci Lett.* 2002;323:183-186.
18. Hufschmidt A, Dichgans J, Mauritz KH, Hufschmidt M. Some methods and parameters of body sway quantification and their neurological applications. *Arch Psychiatr Nervenkr.* 1980;228(2):135-150.
19. Prieto TE, J.B. Myklebust, and B.M. Myklebust, Characterization and Modeling of Postural Steadiness in the Elderly: A Review. *Transactions on Rehabilitation Engineering.* 1993;1(1):26-34.

20. Cornilleau-Peres V, Shabana N, Droulez J, Goh JC, Lee GS, Chew PT. Measurement of the visual contribution to postural steadiness from the COP movement: methodology and reliability. *Gait Posture*. 2005;22(2):96-106.
21. Prieto TE, Myklebust JB, Hoffman RG, Lovett EG, Myklebust BM. Measures of postural steadiness; differences between healthy young and elderly adults. *IEEE Trans Biomed Eng*. 1996;43(9):956-966.
22. Raymakers JA, Samson M M, Verhaar H J. The assessment of body sway and the choice of the stability parameter(s). *Gait Posture*. 2005;21(1):48-58.
23. Yoshitomi SK, Tanaka C, Duarte M, Lima F, Morya E, Hazime F. Respostas posturais à perturbação externa inesperada em judocas de diferentes níveis de habilidade. *Rev Bras Med Esporte*. 2006; 12(3):159-163.