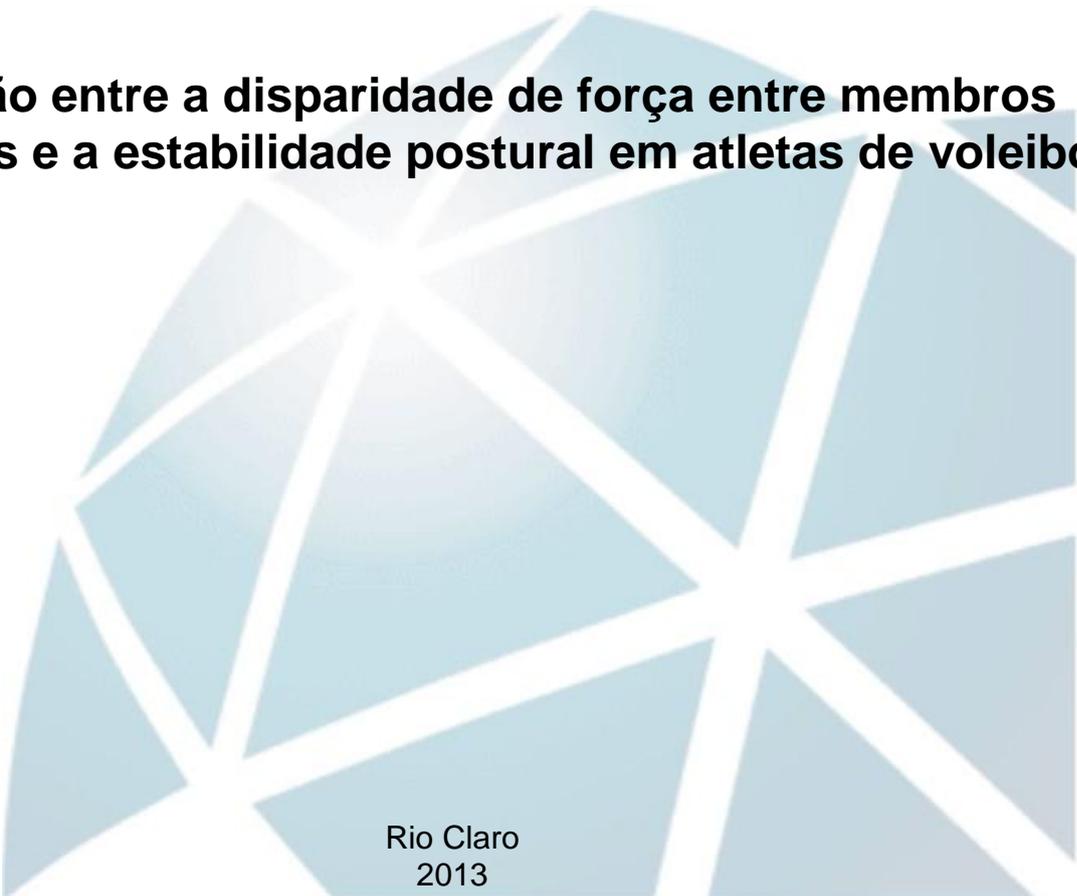

BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

ELIZA CRUZ DE SOUZA

Relação entre a disparidade de força entre membros inferiores e a estabilidade postural em atletas de voleibol



Rio Claro
2013

Eliza Cruz de Souza

**Relação entre a disparidade de força entre membros inferiores e
estabilidade postural em atletas de voleibol**

Acadêmico: Eliza Cruz de Souza
Orientador: Eliane Mauerberg de Castro

Trabalho de conclusão de curso
apresentado
ao Instituto de Biociências da
Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho” –
Campus de Rio Claro, para obtenção do
grau De Bacharelado em Educação
Física.

Rio Claro
2013

796.325 Souza, Eliza Cruz de
S729r Relação entre a disparidade de força entre membros inferiores e estabilidade postural em atletas de voleibol / Eliza Cruz de Souza. - Rio Claro : [s.n.], 2013
32 f. : il., gráfs., forms., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Educação Física) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro

Orientador: Eliane Mauerberg de Castro

1. Voleibol. 2. Controle postural. 3. Desequilíbrio muscular. I. Título.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus e Nossa Senhora de Nazaré, por estarem sempre presente na minha vida, me ajudando a passar por tudo. À minha família, avós, tios, tias e primos, por todo o apoio educacional, emocional e financeiro, que me motivaram e deram suporte para alcançar meus objetivos.

Agradeço aos meus amigos da universidade, que tornaram esses últimos anos muito divertidos, e principalmente à Rep. Bis e agregadas: Dea, Thá, Denise, Cintia, Becca, Cris e Natalia. Que me ajudaram a acordar, a estudar, a festejar, a passar pelos perrengues, a superar as dificuldades, a perceber que nem sempre podemos fazer tudo, às vezes é preciso “dar uma segurada” (rsrs) e, é claro, a acumular muitas histórias para contar e para guardar para sempre na memória. Ao final desse ciclo de graduação as pessoas tomam rumos diferentes e acabamos perdendo o contato diário de antes, mas quando a amizade é verdadeira, fica sempre guardada no coração e tem como dar um jeitinho para se ver de vez em quando.

Ao pessoal do LAP pelas manhãs de risadas, pelo conhecimento compartilhado, pelas lembrancinhas de viagem, por fazer o PROEFA cada dia mais divertido e eficaz (mesmo quando quem tem que dar aula chega de óculos escuros e senta na mesa, rsrs), pelo apoio nas pesquisas, e principalmente, por sempre pensarem em todo mundo, mesmo quando estão atoladas de coisas para fazer, aceitam perder um tempinho ajudando quem está com dificuldade. E é essa troca que faz o negócio ir para frente.

Agradeço muito à minha orientadora, Eliane Mauerberg-deCastro, por ter me aceitado de braços abertos, por ser ao mesmo tempo exigente e compreensiva, por saber lidar com cada aluno de maneira individual, exigir aquilo que ela sabe que está dentro da capacidade e dos interesses de cada um. Ela é de um profissionalismo exemplar, mesmo com problemas de saúde e com trabalhos a perder de vista, nunca se esquece das “formiguinhas” e faz o possível para dar a devida atenção a cada um,

tratando tudo com a mesma importância. Esta é uma pessoa que sempre terá meu respeito e admiração.

Por fim, mas com certeza nada menos importante, vem meus pais, Ana e Jorge. Estes me deram educação, cultura, amor e carinho, financiaram as minhas necessidades e os extras. Estes dois merecem o troféu da paciência e da perseverança, por me agüentarem e por mais que fosse difícil nunca desistiram de mim. Agradeço muito por ser filha deles, eles sabem brincar e impor limites e me ajudaram bastante a fazer este trabalho, na verdade minha mãe deveria ser a co-orientadora (rsrs). Muito obrigada a todos por tudo, este trabalho está aí também por causa de você

RESUMO

O voleibol é um esporte onde o membro com lateralidade dominante se sobressai em termos de força e coordenação devido ao uso preferencial do mesmo. Tendências assimétricas durante aterrissagem do salto depois de ataque e bloqueio compreendem a maioria das ações do jogo (ARRUDA; EDUARDO, 2008). Adaptações podem incluir desequilíbrio das forças que agem estática e dinamicamente em torno da articulação do joelho, o que potencializa o risco de lesões. Além disso, assimetrias de controle do equilíbrio do corpo durante o salto e aterrissagem podem associar-se com uma instabilidade postural geral em tarefas de equilíbrio estático. Este estudo propõe investigar possíveis relações entre disparidade de força entre membros inferiores e níveis de estabilidade postural comparando atletas praticantes da modalidade voleibol e não atletas. Participaram do estudo nove atletas do sexo feminino, praticantes de voleibol e dez não atletas, não sedentárias para efeitos de controle. Como procedimento quatro abordagens foram utilizadas: as três primeiras na academia de musculação para realizar as medidas antropométricas (massa corporal, estatura, IMC e medidas de circunferência da coxa, esta última proporcionou uma visão superficial de quem possuía assimetria); e teste de força isométrica no *leg press* com célula de carga e um transdutor de força para calcular força uni e bilateral. O último encontro para avaliação na plataforma de força foi organizado com cinco condições de tarefas, repetidas 3 vezes cada: controle (posição natural em pé), apoio somente na perna direita com visão (D_CV), e sem visão (D_SV), apoio somente na perna esquerda com visão (D_CV), e sem visão (D_SV). Os níveis de estabilidade foram avaliados a partir do deslocamento total do centro de pressão (DTCP). Para a variável força, ambos os grupos mostraram assimetria entre as pernas, com melhor desempenho na perna direita. A ANOVA *three way* para a variável DTCP na condição CV, fatores pernas (D x E), tentativas (3) e grupos (GE x GC), medidas repetidas nos dois primeiros fatores, revelou interação estatística entre perna e grupo ($F_{1,17} = 11,12, p = 0,004$). O GE mostrou maior instabilidade na perna esquerda, enquanto o GC mostrou que ambas as

pernas exibiram similares níveis de instabilidade. A ANOVA *three way* para a variável DTCP na condição SV, fatores pernas (D x E), tentativas (3) e grupos (GE x GC), medidas repetidas nos dois primeiros fatores, revelou efeito estatístico para grupo ($F_{1,17} = 4,54, p = 0,048$). Ou seja, o GE mostra menores valores de DTCP comparados com o GC. Analisados os grupos separadamente, a Anova *two-way* (2 pernas x 3 tentativas) para a variável DTCP, tanto na condição CV como SV, não mostrou efeito estatístico para o grupo GC. Para o grupo GE, entretanto, na condição CV, efeito significativo foi observado para pernas ($F_{1,8} = 10,98, p = 0,011$), assim como para a condição SV, o efeito foi significativo para o fator pernas ($F_{1,8} = 18,38, p = 0,003$). Concluimos que, embora em geral a magnitude do DTCP seja menor para o GE, existe uma assimetria no controle postural das pernas de atletas de voleibol, sendo a perna esquerda a que apresenta pior desempenho.

Palavras chave: disparidade de força; controle postural; voleibol.

ABSTRACT

Volleyball is a sport in which the laterality dominant limb shows superior strength and coordination because of its preferential use. Asymmetrical tendencies during the landing after the jump when striking or blocking actions are predominant for most part of game (ARRUDA; EDUARDO, 2008). Adaptations include imbalance of forces in static and dynamic motions at the knee joint, which increases risk for injury. Also, asymmetries in balance control during jumping and landing associate with a general postural instability that can be observed during static balance tasks. The purpose of this study was to investigate relationship between unequal lower limb strength (muscle imbalance) and postural stability levels in volleyball athletes and non-athletes. Nine female volleyball athletes and 10 active non-athletes participated in this study. Four encounters with participants were scheduled: three encounters in the bodybuilding gymnasium to collect anthropometric measures (weight, height for BMI, thigh circumference, which provided an initial diagnosis about asymmetry), and to perform the isometric strength test (i.e., leg press using a load cell and a force transducer to calculate uni and bilateral strength). The last encounter was in the laboratory where a balance test on a force platform was administered under five test conditions, with three repetitions each: baseline (natural standing position), one-leg standing, right side, with full vision (D_CV), and blindfolded (D_SV), one-leg standing, left side, with full vision (E_CV), and blindfolded (E_SV). The stability levels were evaluated using the path length parameters which was based on the total displacement of the center of pressure (DTCP).

. Both groups shows asymmetric strength levels between legs, with better performance for the right leg. An ANOVA three way using the DTCP for the CV condition, legs (D x E), trials (3) with repeated measures for the first two factors and with a between (three) groups effect (GE x GC), revealed statistical interaction between legs and groups ($F_{1,17} = 11.12, p = 0.004$). The GE showed more instability in the left leg, while the GC showed that both legs have similar instability levels. A similar model of ANOVA for the SV condition revealed a statistic effect for groups ($F_{1,17} = 4.54, p = 0.048$). Therefore, the

GE shows smaller DTCP values compared to the GC. When both groups were separately analyzed, the ANOVA two-way (2 legs x 3 trials) for the DTCP variable showed no statistic effect in neither, the CV and SV conditions for the GC group, whereas for GE during CV condition, a significant effect was observed for legs ($F_{1,8} = 10.98$, $p = 0.011$). For this group, the SV condition showed a significant effect for legs ($F_{1,8} = 18.38$, $p = 0.003$). We conclude that, although the DTCP magnitude was lower for the GE than GC, an asymmetry between legs was detected during postural control tasks of the volleyball athletes, with left leg exhibiting the worst performance.

Key words: disparity of force; postural control; volleyball.

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	OBJETIVO	11
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
	3.1 Especificações do voleibol e sua relação com força.....	12
	3.2 Disparidade de força relacionada a saltos, quedas e equilíbrio	13
4	MATERIAIS E MÉTODOS	14
	4.1 Procedimentos.....	14
	4.2 Participantes.....	14
	4.3 Materiais.....	15
	4.4 Avaliações antropométricas.....	15
	4.5 Avaliação da força muscular (curva força-tempo).....	15
	4.6. Avaliação do equilíbrio.....	16
	4.7. Análise dos dados	17
5	RESULTADOS.....	19
	5.1 Dados do teste de força.....	19
	5.2 Dados da plataforma de força.....	21
6	DISCUSSÃO.....	25
7	CONCLUSÃO	28
8	REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

O corpo humano está em constante busca por equilíbrio e quando ocorre instabilidade em algum segmento corporal, ele gera um desequilíbrio oposto através de compensações visando a harmonia corporal. Bittencourt et. al. (2005) ressalta que “a demanda imposta à articulação do joelho pela prática esportiva resulta em adaptações musculares específicas, podendo gerar desequilíbrios das forças que agem estática e dinamicamente em torno desta articulação”.

O aumento na procura por atividades esportivas como o voleibol, foi devida à sua popularização por causa da conquista brasileira de vários títulos importantes nos últimos anos. Por exemplo, a seleção feminina nos Jogos Olímpicos obteve ouro em Londres (2012) e em Pequim (2008); bronze em Sydney (2000) e em Atlanta (1996); e no Grand Prix as atletas foram octacampeãs com ouro em 1994, 1996, 1998, 2004, 2005, 2006, 2008 e 2009 prata em 1995 e 1999 e bronze em 2000; entre outros títulos. Estas conquistas deixaram em alta o status do esporte e levaram a um aumento significativo no número de ingressantes e na competitividade dos já praticantes (ARRUDA; EDUARDO, 2008).

Os gestos esportivos, devido à técnica e à especificidade dos movimentos, geram compensações no corpo do atleta, e cada modalidade tem suas específicas demandas de movimento. Na maioria das vezes as demandas são funcionais, aumentando a eficiência do gesto esportivo. Porém, como os atletas geralmente são submetidos a uma rotina intensa e específica de exercícios físicos, a repetição, a sobrecarga e a execução de técnicas incorretas podem provocar desequilíbrios incapacitantes, chegando a evoluir para processos crônicos que limitam o indivíduo para a prática de sua atividade.

A repetição de determinados gestos com posições instáveis, movimentos estereotipados e sobrecarga (*overtraining/overuse*) provoca um processo de adaptação

orgânica com alto potencial de desequilíbrio muscular que pode resultar em efeitos comprometedores ao sistema postural (RAGONESE, 1987), tanto intra-membros como intermembros. Adicionalmente, os gestos específicos do esporte e os erros na técnica de execução dos movimentos podem levar ao aumento na prevalência de lesões (SWOBODA, 1995).

A disparidade de força (desequilíbrio muscular) entre membros inferiores é algo muito frequente em atletas de voleibol, tanto entre as pernas como entre grupos musculares posteriores e anteriores (em nosso estudo será analisado apenas o desempenho intermembros com foco no quadríceps). Isso se dá devido ao maior uso de uma das pernas, principalmente na hora dos saltos, que compreendem mais de 60% das ações do jogo (ARRUDA; EDUARDO, 2008). Além disso, assimetrias de controle do equilíbrio do corpo durante o salto e aterrissagem podem associar-se com uma instabilidade postural geral em tarefas de equilíbrio estático.

Baseado nessas demandas de esforço dos membros inferiores, na direção vertical dos saltos, e no fato de o voleibol ser um esporte onde as atividades motoras da maioria dos fundamentos demandam envolvimento do membro inferior dominante (ARRUDA; EDUARDO, 2008), suspeitamos que assimetrias de controle do equilíbrio do corpo durante o salto e aterrissagem possam associar-se com uma instabilidade postural geral em tarefas de equilíbrio estático. Se este problema for detectado precocemente em atletas, medidas preventivas podem melhorar tanto o desempenho no esporte em si, quanto diminuir riscos de lesões.

2 OBJETIVO

O presente estudo teve como propósito investigar possíveis relações entre a disparidade de força entre membros inferiores e níveis de estabilidade postural em atletas praticantes da modalidade voleibol e não atletas não sedentárias.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Especificações do voleibol e sua relação com força

O crescimento da procura por atividades esportivas e, a popularização do voleibol em especial, aumentou não só a possibilidade de projeção de novos talentos, mas a massificação dos benefícios na qualidade de vida e saúde dos participantes independentemente de talento esportivo. No aspecto do alto rendimento, o Brasil conquistou vários títulos importantes nos últimos tempos levando a um aumento significativo na competitividade dentro do esporte (ARRUDA; EDUARDO, 2008). A alta competitividade faz com que técnicos e treinadores foquem na busca pela excelência no desempenho dos atletas, levando a cobranças muitas vezes exageradas no treinamento.

O salto vertical é um movimento de rápida ação muscular e demanda grande capacidade de geração de força e trabalho da musculatura envolvida, principalmente do músculo quadríceps (LIAN, et. al. 1996), ou seja, para obter uma grande capacidade de impulsão vertical, os atletas precisam de potência muscular.

O salto é requisitado durante a execução do levantamento, saque, bloqueio e ataque, portanto, de alta frequência e extrema importância no voleibol (POWERS, 1996). Esper (2003) buscou estudar a quantidade de saltos que os jogadores de voleibol executam por partida e encontrou que, em 79 pontos de um set, foram realizados 39 em bloqueio, 28 em ataque e 12 em outros. Arruda e Eduardo (2008) verificaram que os saltos compreendem mais de 60% das ações do jogo.

A impulsão está diretamente relacionada ao desenvolvimento de massa muscular, à velocidade de contração e à coordenação específica do movimento (BARBANTI, 1996). A disparidade de força (desequilíbrio muscular) entre membros inferiores é algo muito frequente em atletas de voleibol. Isso se dá devido ao maior uso de uma das pernas, principalmente na hora dos saltos. Além disso, assimetrias de controle do equilíbrio do corpo durante o salto e aterrissagem podem associar-se com uma instabilidade postural geral em tarefas de equilíbrio estático.

3.2 Disparidade de força relacionada a saltos, quedas e equilíbrio

A repetição de determinados gestos com posições, movimentos estereotipados e sobrecarga (*overtraining/overuse*) provocam um processo de adaptação orgânica com alto potencial de desequilíbrio muscular que pode resultar em efeitos comprometedores ao sistema postural (RAGONESE, 1987). Bittencourt et. al. (2005) ressalta que “a demanda imposta à articulação do joelho pela prática esportiva resulta em adaptações musculares específicas, podendo gerar desequilíbrios das forças que agem estática e dinamicamente em torno desta articulação”.

No que se refere ao controle postural, várias funções e atividades humanas dependem do bom equilíbrio postural. Por exemplo, as mais estudadas consequências da falta de equilíbrio estão associadas ao risco de quedas. A relação entre quedas e o sistema postural tem sido o foco de investigação em populações especiais (Mauerberg-deCastro, 2001; Mauerberg-deCastro & Ângulo-Kinzler, 2000), idosos especialmente quando sedentários (Cozzani & Mauerberg-deCastro, 2005). Stel (2003), a partir de estudos com idosos, observa que há uma relação estreita entre o déficit de equilíbrio estático e o número de quedas sofridas, então, quanto menor a capacidade de se manter em equilíbrio parado, maior a probabilidade de sofrer uma queda. E de acordo com estudo de Schlicht et al. (2001), a força muscular também afeta o equilíbrio, sendo que indivíduos idosos com menor força muscular tem maior probabilidade de queda.

Para o caso de atletas, quedas são irrelevantes quando associadas a problemas no controle postural. Quedas fazem parte dos fundamentos neste esporte. O maior reflexo de potenciais problemas é sobre a coordenação motora no próprio gesto esportivo, como fator de risco a lesões. O fato é que, pouco se sabe sobre a relação entre equilíbrio instável e voleibol, ou sequer se existe essa relação.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Procedimentos

Foram realizados dois tipos de encontros: o primeiro na academia de musculação, subdividido em três dias com intervalo de no mínimo 48 horas entre eles, sendo que o primeiro dia foi de familiarização das tarefas e o segundo e terceiro dias da tarefa bilateral ou unilateral (perna direita e depois esquerda ou ao contrário) decididas por meio de sorteio para randomizar o teste; O segundo encontro foi no laboratório de ação e percepção para realizar a tarefa de equilíbrio estático frente à plataforma de força e fazer a avaliação antropométrica.

4.2 Participantes

Participaram voluntariamente deste estudo 25 mulheres com idade entre 18 e 28 anos, estudantes da UNESP, campus de Rio Claro. Completaram o estudo apenas 19 participantes, pois três sofreram lesões em treinamentos (fora dos testes), duas desistiram e uma não se encaixou no padrão dos resultados. As 19 mulheres restantes foram divididas em dois grupos: atletas de voleibol (grupo experimental, G.E; n=9) e grupo que praticava atividades físicas generalizadas que não envolvessem salto vertical (grupo controle, G.C; n=10).

Como critérios de participação do grupo experimental, a participante deveria ser atleta amadora do time de voleibol da UNESP, e do grupo controle, ser praticante de atividade física regular que não envolvesse salto vertical, caracterizando amostra de conveniência. As participantes de ambos os grupos não deveriam apresentar alguma lesão que impedisse a realização de força ou prejudicasse a estabilização da postura ereta.

Após serem informadas sobre os procedimentos dos testes, as participantes assinaram um termo de Consentimento Livre e Esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UNESP (Anexo).

4.3 Materiais

Para a avaliação antropométrica, os materiais utilizados foram: balança, régua de altura e fita métrica. Para a avaliação da força máxima: aparelho *leg press*, célula de carga e um transdutor de força (EMG System do Brasil). E para avaliação do equilíbrio: uma plataforma de força (AMTI) que mede a variação do centro de pressão.

4.4 Avaliações antropométricas

Na avaliação antropométrica foram mensurados (GUEDES & GUEDES, 2006): massa corporal, estatura, IMC e medidas de circunferência da coxa.

4.5 Avaliação da força muscular (curva força-tempo)

Dentre os métodos para calcular força máxima, Gurjão et. al (2011) propõem o teste de contração isométrica máxima no *leg press* durante 5 segundos com um transdutor de força para analisar a curva força-tempo. Este teste permite calcular a força máxima uni e bilateral, visando principalmente o uso do quadríceps.

O exercício utilizado para mensuração da curva força-tempo isométrica foi o *leg press*. Segundo o teste descrito por Barbosa (2007) e Gurjão et al (2011), a curva força-tempo isométrica foi registrada por meio de um transdutor de força (EMG System do Brasil), com precisão de 0,1Kgf, sendo sua calibração avaliada por meio de dois diferentes pesos de referência, a cada vez que o programa era iniciado. O esforço isométrico máximo foi realizado com as participantes posicionadas sobre o assento, com os joelhos flexionados a 90°. Estas foram instruídas a realizar contração voluntária máxima “forte e rápida” durante 5 segundos. Instrução, que segundo Sahaly et al. (2003) demonstra maiores taxas de desenvolvimento de força sem prejuízo à contração voluntária máxima. No momento em que era sinalizado o início do esforço, as participantes já eram encorajadas verbalmente a realizar o máximo esforço possível (capacidade de geração de força e trabalho). Cada participante realizou três tentativas

por condição com intervalo de recuperação de 1-2 minutos entre as tentativas; o experimento durou aproximadamente sete minutos.

Como as participantes não possuíam experiência prévia na avaliação Cf-t isométrica e, visando aumentar a qualidade das medidas e minimizando o efeito de aprendizagem aos procedimentos, foi adotado um processo de familiarização. Tal processo consistiu de uma sessão de testes onde a participante realizava três tentativas de esforço isométrico máximo de cada condição (bilateral, perna esquerda e perna direita), com intervalo de recuperação de 40 segundos entre as tentativas. O segundo e terceiro dias de teste, respeitando um dia de intervalo, teve a tarefa randomicamente definida (bilateral, direita-esquerda; bilateral, esquerda-direita; esquerda-direita, bilateral; direita-esquerda, bilateral); os parâmetros nestas tarefas foram utilizados para análise dos dados. A tentativa que apresentou maior pico de força entre as três realizadas foi adotada como definitiva.

A aquisição do sinal proveniente do transdutor de força foi feita através de um amplificador de sinais analógicos (EMG System do Brasil LTDA) com frequência de amostragem de 1000 Hz. Este sinal foi analisado posteriormente off-line.

4.6. Avaliação do equilíbrio

Os dois grupos realizaram a mesma tarefa de equilíbrio, que consistiu em permanecer em pé sobre a plataforma de força. A tarefa possuía quinze tentativas: três controle, três apoiando-se apenas na perna direita (DCV) com visão e três sem visão (DSV); três apoiando-se apenas na perna esquerda (ECV) com visão e três sem visão (ESV), cada uma com duração de 30 segundos. As seguintes condições experimentais foram avaliadas com o participante sobre a plataforma de força:

- Permanência em pé com os pés afastados na mesma largura dos ombros (posição basal), com os braços repousando ao longo do corpo, joelhos levemente flexionados e olhando para frente (condição controle).

- Permanência em pé com a perna direita, na qual o pé direito foi posicionado no centro da plataforma e o esquerdo elevado, perpendicular ao direito, com o calcanhar encostado logo abaixo da parte medial do joelho, a perna de apoio levemente flexionada, os braços repousando ao longo do corpo e o olhar fixo à frente (condição com visão – DCV). Adicionou-se a venda para a condição sem visão (DSV).
- Permanência em pé com a perna esquerda, na qual o pé esquerdo foi posicionado no centro da plataforma e o direito elevado, perpendicular ao esquerdo, com o calcanhar encostado logo abaixo da parte medial do joelho, a perna de apoio levemente flexionada, os braços repousando ao longo do corpo e o olhar fixo à frente (condição com visão – ECV). Adicionou-se a venda para a condição sem visão (ESV).

Para as condições experimentais, a posição das pernas foi adotada a fim de proporcionar menor estabilidade aos participantes e fazer com que eles tivessem que calibrar seu controle postural a fim de manter o equilíbrio. Cada condição teve três tentativas que duraram 30s. As tentativas foram randomicamente apresentadas e não havia intervalos significativos entre cada uma delas. O experimento durava em média 25 min.

Durante todo o experimento cada participante foi auxiliada por um pesquisador que a ajudava e garantia a posição correta dos pés sobre a plataforma de força. Na condição sem visão, a participante tinha a visão oclusa após o perfeito posicionamento dos pés, e o pesquisador mantinha-se próximo a fim de evitar maiores desequilíbrios, quedas indesejáveis ou modificação da posição dos pés.

4.7. Análise dos dados

As variáveis, massa deslocada por cada posição do membro inferior durante o teste de *leg press*, e COP gerado na plataforma de força foram correlacionadas entre si (correlação de Pearson). As diferenças entre grupos foram avaliadas através de

ANOVA multivariada para massa deslocada em *leg press* (2 grupos x 3 testes membros) com medida repetida no último fator.

Na plataforma de força foram registradas forças nas direções médio-lateral, ântero-posterior e vertical, registradas com uma frequência de amostragem de 120 Hz. O deslocamento do centro de pressão (COP) foi calculado *on-line* através do programa *Balance Clinic* que captura os dados da plataforma de força e processa o COP. Os dados do COP foram filtrados através de filtro passa baixa Butterworth digital de quarta ordem, com frequência de corte de 10_Hz. A variável deslocamento total do centro de pressão (*DTCP*) foi computada como variável dependente. O *COP* foi calculada pela soma das escalas de deslocamento médio-lateral e ântero-posterior do COP durante os 30s de duração de cada tentativa. Um aumento numérico nessa variável representa menor estabilidade, enquanto que um baixo valor numérico representa maior estabilidade.

Outra ANOVA foi realizada para COP médio e desvio-padrão do COP (2 grupos x 2 membros x 3 repetições x 2 planos) com medida repetida nos três últimos fatores. Análise *pos hoc* foi empregada quando efeitos significativos forem identificados. O nível de significância foi estabelecido em 0,05.

5 RESULTADOS

Abaixo, apresentamos o resumo dos parâmetros antropométricos. Não encontramos diferenças estatísticas significativas entre o grupo controle e experimental quanto à massa corporal, estatura e IMC. Para as medidas de circunferência de coxa, a diferença entre as pernas de uma mesma participante variou entre 0 e 2 cm. Os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados das variáveis de composição corporal e idade do GC e GE. Os valores são apresentados em média \pm desvio padrão.

Variáveis	GC (n=10)	GE (n=9)
Idade (anos)	21,6 \pm 3,4	23,1 \pm 4,9
Massa corporal (Kg)	61,69 \pm 7,81	65,25 \pm 11,02
Estatura total (m)	1,64 \pm 0,03	1,68 \pm 0,07
IMC (Kg/m²)	22,77 \pm 2,57	23 \pm 2,7
Diferença entre coxas	1,05 \pm 0,76	0,83 \pm 0,61

IMC=Índice de massa corporal.

5.1 Dados do teste de força

Para a análise dos dados do teste de força, foi realizada uma ANOVA *two way* (2 grupos x 2 pernas), com medidas repetidas no último fator. O fator grupos não mostrou efeito significativo. Ao contrário, efeito significativo ocorreu para o fator pernas ($F_{1,9} = 8,15$; $p=0,011$), mas sem interação entre grupos e pernas. Isto significa que ambos os grupos possuem assimetria entre as pernas (Figura 1). A ANOVA *two way* (2 grupos x 2 pernas), com medidas repetidas no último fator contrastando a perna mais forte contra mais fraca, também não mostrou efeito significativo para grupo, mas o efeito foi

significativo para o fator pernas ($F_{1,9}=22,89$; $p \leq 0,001$), sem interação entre grupos e pernas. Este resultado corrobora a análise entre perna direita e esquerda (Figura 2).

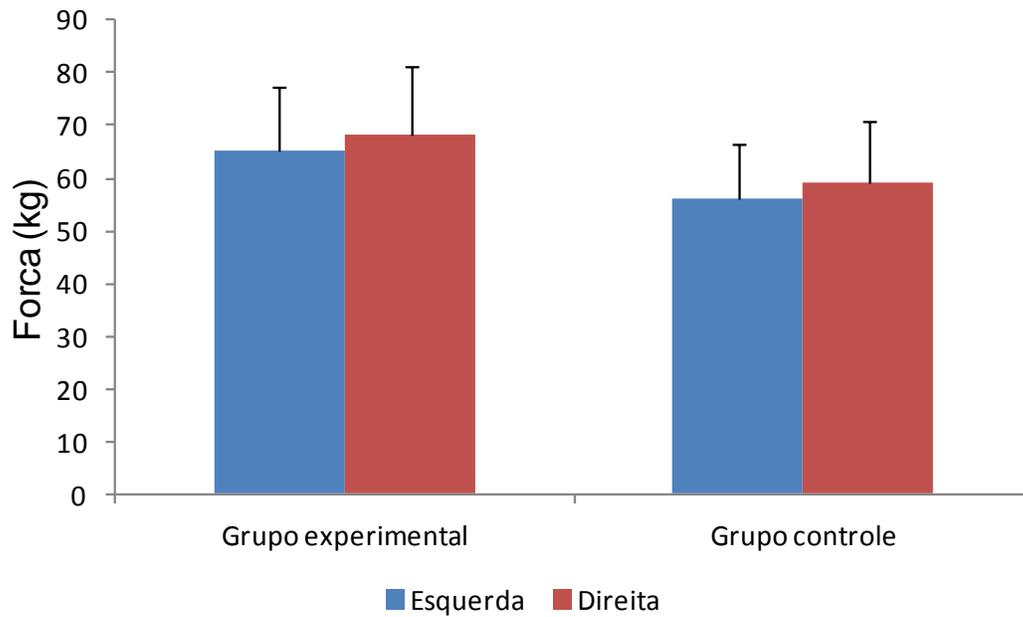


Figura 1 – Representação dos valores médios e desvio-padrão da força das pernas direita e esquerda de ambos os grupos, GE e GC.

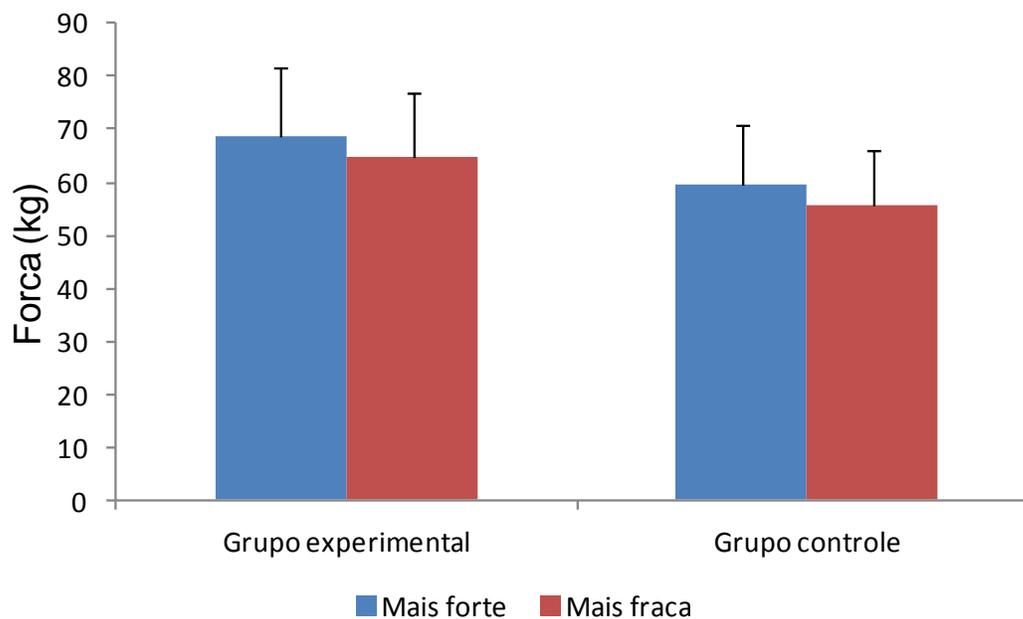


Figura 2 – Representação dos valores médios e desvio-padrão da força das pernas mais forte e mais fraca de ambos os grupos, GE e GC.

5.2 Dados da plataforma de força

Para os dados da plataforma de força, a ANOVA *three way* para a variável CTCP na condição CV, fatores pernas (D x E), tentativas (3) e grupos (GE x GC), medidas repetidas nos dois primeiros fatores, revelou interação estatística entre perna e grupo ($F_{1,17} = 11,12$, $p = 0,004$). Para o GE, os valores médios do CTCP da perna esquerda são mais altos (indicando maior instabilidade) do que da esquerda (Figura 3). Considerando a melhor e pior perna (com base no teste de força), nenhum efeito estatístico foi observado para qualquer fator.

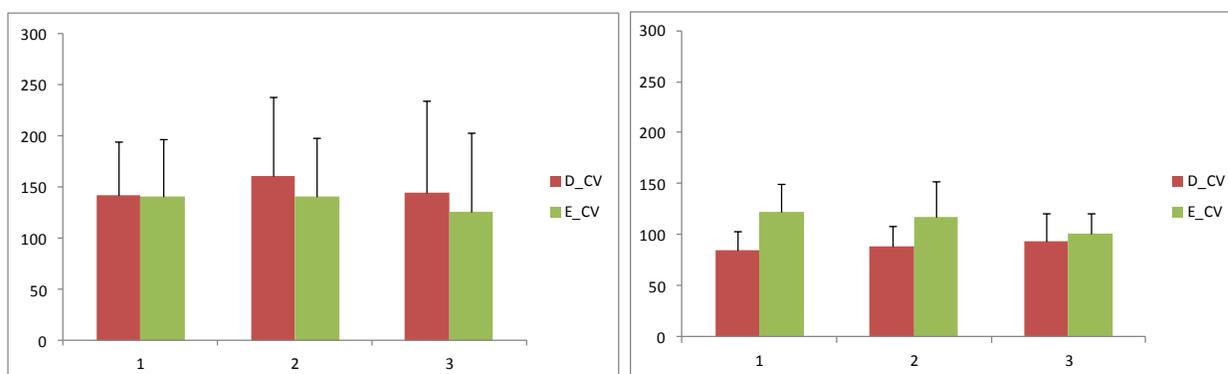


Figura 3 – Representação dos valores médios e desvio-padrão da variável DTCP em polegadas na condição com visão das pernas direita e esquerda do grupo GC (lado esquerdo) e GE (lado direito).

A ANOVA *three way* para a variável CTCP na condição SV, fatores pernas (D x E), tentativas (3) e grupos (GE x GC), medidas repetidas nos dois primeiros fatores, revelou efeito estatístico apenas para grupo ($F_{1,17} = 4,54$, $p = 0,048$). A Figura 4 ilustra os valores médios e desvio-padrão da variável DTCP, comparando as pernas direita e esquerda de ambos os grupos. Para DTCP, considerando a melhor e pior perna (com base no teste de força), nenhum efeito estatístico foi observado para qualquer fator.

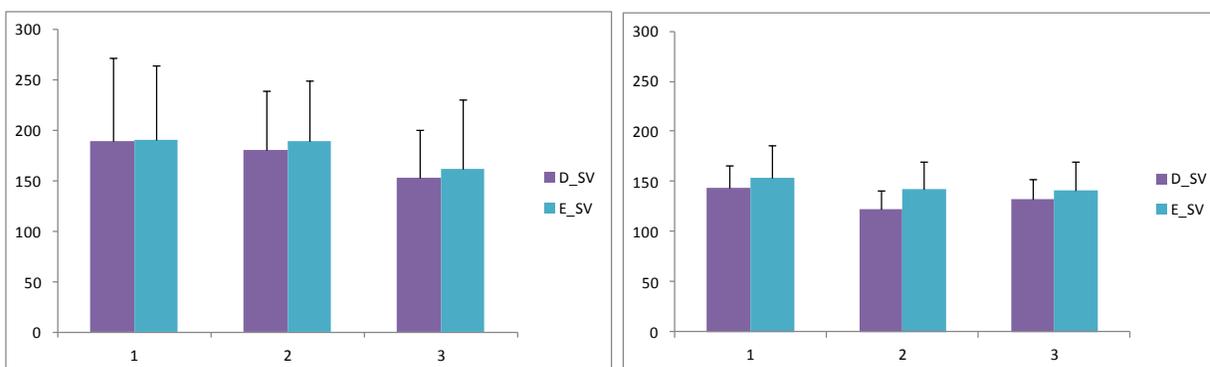


Figura 4 – Representação dos valores médios e desvio-padrão da variável DTCP em polegadas na condição sem visão das pernas direita e esquerda do grupo GC (lado esquerdo) e GE (lado direito).

Analisados os grupos separadamente, a Anova two-way (2 pernas x 3 tentativas), medidas repetidas em todos os fatores, para a variável DTCP, tanto na condição CV como SV no GC, não mostrou efeito estatístico para os fatores. Para o grupo GE, entretanto, efeito significativo foi observado para pernas ($F_{1,8} = 10,98$, $p = 0,011$) na condição CV, e condição SV ($F_{1,8} = 18,38$, $p = 0,003$).

Para verificar se nas pernas direita e esquerda, as variáveis força e equilíbrio estão relacionadas, foi realizada uma correlação de Pearson. Para a variável força, o grupo controle, na condição CV, exibiu alta correlação entre pernas D e E ($r = 0,924$, $p \leq 0,01$). Para as comparações entre as variáveis força e DTCP, separadamente entre as pernas D ($r = 0,999$, $p \leq 0,01$) e E ($r = 0,999$, $p \leq 0,01$), o mesmo resultado foi observado.

O grupo controle, na condição SV, para as comparações entre as variáveis força e DTCP, mostrou uma correlação alta para a perna D ($r = 0,757$, $p \leq 0,01$) e perna E ($r = 0,875$, $p \leq 0,01$) (Figura 5). Para as comparações entre as pernas D e E na variável DTCP, o resultado foi igualmente significativo ($r = 0,789$, $p \leq 0,01$).

O grupo experimental, na condição CV, para a variável força, comparação entre pernas D e E, exibiu alta correlação ($r = 0,944$, $p \leq 0,01$). Entretanto, para as comparações entre as variáveis força com DTCP, separadamente entre as pernas D e

E, o resultado mostrou significância apenas na comparação entre DTCP e força para a perna D ($r = -0.717$, $p \leq 0,05$). Para as comparações entre as pernas D e E na variável DTCP, o resultado não foi significativo.

Finalmente, o grupo experimental, na condição SV, para as comparações entre as variáveis força e DTCP, nenhuma correlação foi encontrada para as pernas D ou E (Figura 6). Para as comparações entre as pernas D e E na variável DTCP, o resultado foi significativo ($r = 0.849$, $p \leq 0,05$).

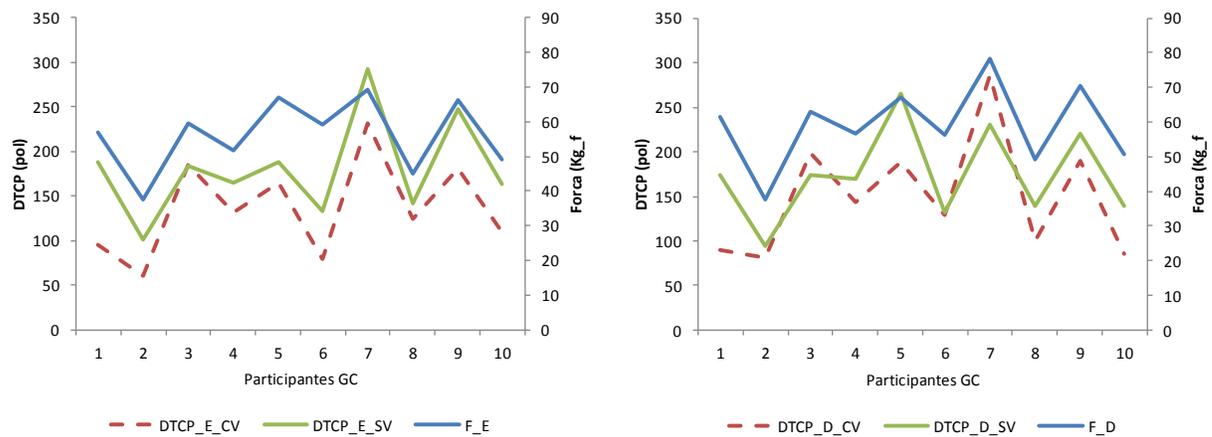


Figura 5 – Representação dos valores absolutos das variáveis DTCP em polegadas e força máxima entre a perna esquerda (lado esquerdo) e perna direita (lado direito) do grupo GC na condição CV e SV.

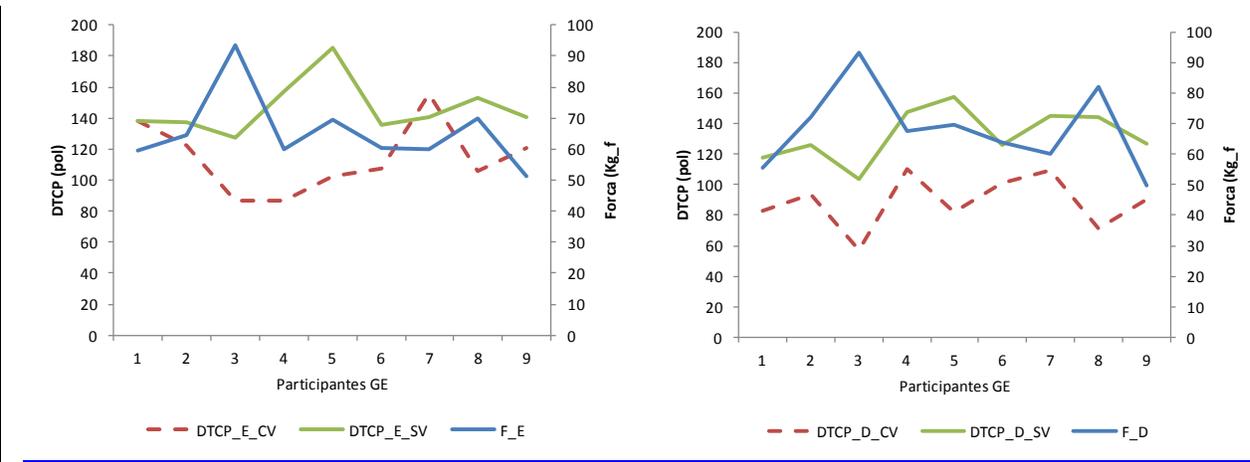


Figura 6 – Representação dos valores absolutos das variáveis DTCP em polegadas e força máxima entre a perna esquerda (lado esquerdo) e perna direita (lado direito) do grupo GE na condição CV e SV.

6 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como propósito investigar possíveis relações entre a disparidade de força entre membros inferiores e níveis de estabilidade postural em atletas praticantes da modalidade voleibol e não atletas não sedentárias.

De acordo com as avaliações antropométricas, de idade e condições de saúde dos sujeitos, é possível afirmar que os dois grupos foram bastante homogêneos, ou seja, similar idade, peso, altura, circunferência e IMC provavelmente não interferiram nos resultados obtidos dos parâmetros de força e estabilidade postural.

O teste de força revelou que ambos os grupos possuíam assimetria, ou seja, uma perna era mais forte do que a outra, o que não foi surpresa visto que o ser humano é assimétrico por natureza e prefere um lado a outro mesmo em tarefas diárias. A perna direita de ambos os grupos apresentou maiores índices de força do que a perna esquerda, o que indica que a perna direita é dominante para a maioria das participantes.

Na CV, o GE apresentou melhores índices de DTCP com a perna direita do que a esquerda, exceto o GC que mostrou similar desempenho. Quando a visão foi privada, o GE dependeu da dominância lateral da perna direita para preservar o equilíbrio. A perna esquerda então destoou da direita nesta variável.

Esses resultados concordam com o estudo de Ragonese (1987) que diz que movimentos estereotipados e de sobrecarga podem gerar processos de adaptação no corpo dos atletas, como é o caso do voleibol onde existem muitos saltos e quedas de apoio unilateral, que tendem à um alto potencial de desequilíbrio muscular e efeitos comprometedores ao sistema postural. E como afirma Bittencourt (2005), esses efeitos podem gerar desequilíbrio das forças que agem estática e dinamicamente em torno da articulação do joelho.

Para o grupo controle, a correlação observada em praticamente todas as comparações, indica uma tendência de relacionamento entre as participante do grupo

dada sua maior heterogeneidade em comparação ao GE (ver desvios-padrões mais elevados que no GC), o que pode ser observado na Figura 5. .

A não correlação entre força e DTCP para o GE (Figura 6) mostra que o status de desequilíbrio entre as pernas, que ocorreu em ambas condições CV e SV, reflete um controle postural diferencial entre os lados do corpo, independente do potencial de força destes dois membros. É importante destacar que existe uma assimetria de forças entre as pernas, mas como os valores refletem o máximo de contração e a contração durante o controle postural é sutil e marcada por ajustes. As atletas de voleibol, mesmo com disparidade de força entre os membros inferiores, mostraram estratégias de controle mais eficientes na perna direita do que na esquerda nas tarefas de equilíbrio. É interessante observar que, mesmo sendo discrepante, o desempenho da perna direita se aproximou do da esquerda na condição SV. A assimetria se mostra mais evidente na CV. É importante destacar que a posição das pernas na plataforma de força, bastante semelhante à aterrissagem no voleibol, deu ênfase aos músculos gastrocnêmio e tibial anterior além do quadríceps, enquanto que o teste de força requisitou principalmente o quadríceps. Análises posteriores podem verificar a força destes músculos ou buscar uma posição que minimize a sua utilização para que resultados mais significativos sejam encontrados.

O resultado adaptativo de disparidade na força muscular se reflete em consequências variadas. Por exemplo, o déficit de força muscular apresenta grande risco de queda, como demonstrado nos estudos em populações especiais (Mauerberg-deCastro, 2001; Mauerberg-deCastro & Ângulo-Kinzler, 2000), idosos especialmente quando sedentários (Cozzani & Mauerberg-deCastro, 2005; Stel, 2003; Schlicht et al., 2001; REBELATO, et. al. 2008). Outro resultado adaptativo que pode ocorrer são lesões. Bittencourt (2005) afirma que efeitos da adaptação orgânica do corpo, devido aos movimentos estereotipados, podem gerar desequilíbrio das forças que agem estática e dinamicamente em torno da articulação do joelho, o que potencializa o risco de lesões. As atletas deste estudo reportaram dores recentes nas costas, tornozelo e joelho.

Segundo Horak (2006), controle postural é a mistura de orientação e equilíbrio; é a capacidade de manter-se em equilíbrio quando a orientação é alterada, e está diretamente relacionado com a dificuldade da tarefa. No caso das nossas participantes atletas, o desempenho postural com restrição visual foi associado com maior contraste entre as pernas do que as participantes não atletas. De maneira geral, observamos melhores índices de estabilidade geral no GE. O GE foi igualmente eficiente em aproveitar a informação visual quando a comparação foi feita entre as pernas.

7 CONCLUSÃO

Atletas de voleibol mostram superior desempenho de força e de estabilidade postural. Disparidade de força máxima entre perna direita e esquerda existe para ambos os grupos. As atletas de voleibol mostram assimetria de controle postural que tendeu a desaparecer na condição SV.

Apesar de o GE ter apresentado diferentes níveis de estabilidade entre os lados, apenas na condição CV o equilíbrio da perna D esteve correlacionado com a força da perna D. Para as atletas do GE, a tendência de relacionamento entre equilíbrio e força máxima foi reduzida (dado os valores baixos de correlação) provavelmente porque dificuldades de controle da perna não dominante foram associadas às diferenças individuais, o que indica provável um efeito da prática com gestos assimétricos ou potencial propensão a lesões. Ou seja, a força máxima não precisa estar alterada para refletir estratégias diferenciadas no controle postural, já que o esporte pode imprimir melhor resolução de demandas de tarefas desafiadoras.

De acordo com os dados obtidos no estudo, as atividades específicas do voleibol podem ter potencial para causar maior disparidade de força quando restrições de controle postural (ex. tarefa unipodal) são impostas, mas quando essas tarefas são emparelhadas com adicional restrição (ex. privação visual), a disparidade tende a diminuir por conta da piora de controle na perna não dominante.

8 REFERÊNCIAS

ARRUDA, M; EDUARDO, J. **Fisiologia do voleibol**. São Paulo: Phorte, 2008.

BARBANTI, V. J. **Treinamento Físico**: bases científicas. São Paulo: CLR Balieiro, 1986.

BARBOSA, B. H. V. **Especificidade do tipo de treinamento sobre parâmetros da curva força-tempo isométrica em idosas**. Trabalho de conclusão de curso (licenciatura – Educação Física) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2007.

BITTENCOURT, N, F, N; AMARAL, G. M; ANJOS, M. T. S; D’ALESSANDRO, R; SILVA, A. A; FONSECA, S. T. Avaliação muscular isocinética da articulação do joelho em atletas das seleções brasileiras infanto e juvenil de voleibol masculino. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, n.6, vol.11, Nov/dez, 2005.

COZZANI, M. V., MAUERBERG-DECASTRO, E. Estratégias adaptativas durante o andar na presença de obstáculos em idosos: Impacto da institucionalização e da condição física. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**. , v.19, 49-60. 2005.

ESPER, A. Cantidad y tipos de saltos que realizan las jugadoras de voleibol em um partido. **Revista de Educacion Física y Deportes**, n. 58, p. 18-25, 2003.

GUEDES, D. P; GUEDES, J. E. R. P. **Manual prático para avaliação em educação física**. São Paulo: Manole, 2006.

GURJÃO, A. L. D; GALLO, L. H; GONÇALVES, R; JAMBASSI FILHO, J. C; PRADO, A. K; GOBBI, S. Efeito do treinamento da flexibilidade na taxa de desenvolvimento de força pico de mulheres idosas. **Brasilian J of Sports and Exercise Research**, 2(1): 170, 2011.

HORAK, F. B. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? **Age and Ageing**, v.35, p. ii7-ii11. 2006.

LIAN, O; ENGBRETSSEN, L; OVREBO, R. V; BAHR, R. Characteristics of the leg extensors in male volleyball players with jumper’s knee. **Am J Sports Med**; 24:380-5, 1996.

MAUERBERG-DECASTRO, E. Abordagens teóricas do comportamento motor. Conceitos dinâmicos aplicados aos processos adaptativos e à diversidade do movimento. In **Aprendizagem Motora**, edited by M. G. Guedes, 105-125. Lisboa: Edições FMH, 2001.

MAUERBERG-DECASTRO, E; ANGULO-KINZLER, R. Locomotor patterns of individuals with down syndrome: effects of environmental and task constraints. In **perceptual-motor behavior in down syndrome**, edited by: D. Elliott, R. Chua & D. Weeks, 71-98. Urbana-Champaign, IL, USA: Human Kinetics, 2000.

POWERS, M. E. **Vertical jump training for volleyball**. *Strength Cond.* 18:18–23, 1996.

RAGONESE, G. **Compensação muscular**. Rio Claro: Unesp, Instituto de Biociências, 1987.

SCHLICHT, J; CAMAIONE, D. N; OWEN, S. V. Effect of intense strength training on standing balance, walking speed, and sit-to-stand performance in older adults. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**; 56(5): M281-286, 2001.

SWOBODA, L. **Alterações posturais em corredores de longa distância**. São Paulo: EEFUSP, 1995.

STEL, V. S; SMIT, J. H; PLUIJM, S. M; LIPS, P. Balance and mobility performance as treatable risk factors for recurrent falling in older persons. **J Clin Epidemiol**; 56(7): 659-668, 2003.

SAHALY, R. et al. Maximal voluntary force and rate of force development in humans – importance of instruction. **Eur J Appl Physiol**, v.85, n.3-4, p.345-50, 2001.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(TCLE) (Conselho Nacional de Saúde, Resolução 196/96)

Convido você a participar da pesquisa intitulada “Relação entre a disparidade de força entre membros inferiores e estabilidade postural em atletas de voleibol.” O presente estudo tem como objetivo avaliar se a disparidade de força (desequilíbrio muscular) entre os membros inferiores afeta no equilíbrio de atletas de voleibol e de praticantes de atividade física regular. Para atingir este objetivo, você está convidada a comparecer na academia de musculação três vezes para realizar avaliações antropométricas (peso, altura, IMC e medidas de circunferência) e teste de força máxima (*leg press*). Antes de iniciar este último teste, você fará um breve alongamento e aquecimento na bicicleta. No teste de *leg press* você estará na posição sentada no aparelho, com os joelhos flexionados a 90° e fará o máximo de força que conseguir em 5 segundos. O primeiro dia será de familiarização com o aparelho, no segundo e terceiro dias será feito o teste com cada uma das pernas separadamente e com as duas pernas juntas, definido através de sorteio. A sua participação terá a duração de aproximadamente 15 minutos por dia. A outra visita será feita ao Laboratório de Ação e Percepção – LAP para realizar o teste de equilíbrio estático de apoio unipodal, no qual você deverá se posicionar em cima de uma plataforma de força, com os braços ao lado do corpo, olhando para frente e elevar uma das pernas, flexionando o joelho da perna de apoio durante 30 segundos. Serão realizadas 3 tentativas de cada condição: controle, perna direita com e sem visão e perna esquerda com e sem visão, totalizando 15 tentativas. Esta avaliação durará por volta de 20 min. Tanto a academia de musculação quanto o LAP localizam-se nas dependências do Departamento de Educação Física da UNESP.

Todas as informações coletadas no estudo (dados) serão confidenciais e o seu nome não será divulgado em hipótese alguma, sendo que as informações do estudo serão utilizadas somente para fins acadêmicos. A qualquer momento você pode pedir para interromper sua participação no estudo sem qualquer constrangimento.

Há risco de queda da plataforma de força, porém os sujeitos estarão sempre acompanhados pelos avaliadores que estarão a postos para segurá-los e evitar o risco. Também há riscos de distensão muscular no teste de força, porém os avaliadores estarão atentos para que isso não ocorra, introduzindo aquecimento e alongamento adequados antes da execução do teste.

Após ser informada de todos os procedimentos da pesquisa e estar suficientemente esclarecida, convido-a a assinar este Termo de consentimento livre e esclarecido que foi elaborado em duas vias, uma para você e outra para o pesquisador.

Dados do projeto:

Título: Relação entre a disparidade de força entre os membros inferiores e o equilíbrio de atletas de voleibol.

Pesquisador responsável: Profa. Dra. Eliane Mauerberg de Castro.

Laboratório da Ação e Percepção, Departamento de Educação Física - IB/UNESP

Av. 24-A, 1515 - Bela Vista, Rio Claro - SP CEP- 13505-900 Fone: (19) 3526-4333

Aluna Pesquisadora: Eliza Cruz de Souza.

Laboratório da Ação e Percepção, Departamento de Educação Física - IB/UNESP
Telefone: (19) 92067643.

Dados do participante:

Nome: _____

RG: _____ Tel: _____ idade: ____ anos

End: _____
Data de nascimento do participante: __/__/____ Gênero do participante: ()M ()F

Assinatura do participante

Assinatura pesquisador

Rio Claro, 02 de maio de 2013

Eliza Cruz de Souza
(orientanda)

Eliane Mauerberg de Castro
(orientadora)