

Determinação da força das linhas do kite sobre um praticante em terra, utilizando o trapézio e a cadeirinha do kitesurfing

Ascertainment of the kite's lines forces on an athlete in land, using trapeze harness and seat harness of Kitesurfing

TREMEA VW, GOMES LE, LOSS JF. Determinação da força das linhas do kite sobre um praticante em terra, utilizando o trapézio e a cadeirinha do kitesurfing. **R. bras. Ci. e Mov** 2010,18(1):100-104.

Victor W. Tremea¹
Lara E. Gomes¹
Jefferson F. Loss¹

¹UFRGS

RESUMO: No Kitesurfing, o indivíduo utiliza o vento para deslizar com uma prancha sobre a água por meio de um kite, que pode ser preso ao praticante pelos equipamentos: trapézio (posicionado em volta da cintura) ou cadeirinha (posicionada em volta do quadril). A diferença entre eles consiste no ponto em que o kite exerce força sobre o indivíduo. O objetivo do presente estudo foi medir a força das linhas do kite (FLK) exercida sobre um praticante em terra, utilizando o trapézio e a cadeirinha em diferentes posições angulares entre o tronco do indivíduo e as linhas do kite. Um praticante foi preso às cordas de um kite, que foram fixadas à parede e ao teto de uma sala. Ele foi solicitado a manter por 8 s o corpo com certa inclinação em relação ao solo de modo a formar ângulos próximos de 35, 45, 60 e 90° entre a linha de ação da FLK e o seu corpo (medidos com um goniômetro manual), utilizando a cadeirinha e o trapézio. Com uma célula de carga foi registrado a FLK exercida sobre o indivíduo (normalizada pelo seu peso) e com uma câmera de vídeo foram verificadas a sua posição angular. Com o trapézio, a força avaliada foi 43,4±0,2%, 48,5±0,5%, 57,1±0,3% e 25,4±0,11% para os ângulos avaliados em ordem crescente; com a cadeirinha, a força foi 51,9±0,2%, 62,1±1,5%, 57,9±0,2% e 28,3±0,1% para os mesmos ângulos. A FLK sobre o praticante variou de 25 a 60% do peso corporal.

Palavras-chave: Esportes Radicais; Esportes Náuticos; Kite.

ABSTRACT: During kitesurfing, the athlete propels himself and his board across the water by transferring the energy of the wind into speed by a large controllable kite, which can be attached to the athlete by 2 equipment: the trapeze harness (placed around the waist) or the seat harness (placed around the hip). The difference between them consist on the point where the kite apply force on the athlete, changing the sailing conditions. However, measuring this force is not easy, due to the environment in which the sport is practiced, therefore to evaluate this force on earth is the first step towards the development of a methodology. To measure the Kite's lines forces (KLF), applied on the athlete in land, using a trapeze harness and a seat harness in different angular positions between his trunk and the kite's lines. One practitioner (22years old; 76kg; 1,79m) was attached to the kite's lines, which were linked to the wall and to the ceiling of a room. The practitioner was asked to keep during 8 s the body with determined inclination in relation to the ground to form angles close to 35, 45, 60 and 90 ° between the line of action of KLF and his body (measured by a manual goniometer and similar to the angles that occur in the sport) using a trapeze harness and a seat harness. The KLF was recorded with a dynamometer. Later this force was normalized by the practitioner weight. And with a video camera the body position and angles desired were checked. With the trapeze harness, the forces evaluated were 43,4±0,2%, 48,5±0,5%, 57,1±0,3% e 25,4±0,11% for the angles measured in ascending range; with the seat harness the forces were 51,9±0,2%, 62,1±1,5%, 57,9±0,2% e 28,3±0,1% for the same angles. The KLF on the practitioner ranged from 25 to 60% of the practitioners weight. The next step will be evaluate the forces and practitioner's the body position in land with the kite, to later perform measurements in terms of the sport.

Key Words: Extreme Sports; Sailing; Kite.

Enviado: 25/03/2010
Aceito: 23/07/2010

Contato: Victor Wigner Tremea - vwtrema@hotmail.com

Introdução

O Kitesurfing é um esporte náutico relativamente novo, que vem crescendo rapidamente em popularidade^{4,5,6,8}. Segundo Costa³, esse esporte promove uma relação intensa com a natureza, podendo ser praticado em todos ambientes aquáticos, onde exista a incidência de vento sem a obstrução de morros ou outros obstáculos. Ainda, segundo esse autor, é importante que exista fácil acesso às praias e que elas tenham larga faixa de areia para montar, decolar e aterrizar o equipamento com segurança.

Durante a sua prática, o indivíduo – por meio de um kite (pipa) controlável – utiliza a energia do vento para deslizar com uma prancha sobre a água^{2,5,8}. Esse deslocamento é resultado da interação entre forças geradas em dois meios fluidos: a água (em relação à prancha) e o ar (em relação ao kite).

O kite é uma estrutura em forma de um fólio, com armação inflável e com área que varia de 5 a 20 m², os mais comumente utilizados são aqueles com área entre 9 e 16 m^{2,8}. Os kites mais novos são presos ao praticante por quatro linhas de aproximadamente 25 m. Duas linhas se ligam ao bordo de ataque e, próximo ao praticante, se unem, passando dentro da barra de controle e terminando no chicken loop², estrutura em forma de argola que o praticante prende ao trapézio (dispositivo com um gancho que é preso ao redor da cintura) ou à cadeirinha (dispositivo com um gancho e com alças para as pernas e envolve o quadril). As outras duas linhas saem do bordo de fuga e prendem-se cada uma em uma das extremidades da barra de controle². Por meio dessa barra de controle, o praticante controla o kite, puxando e empurrando as extremidades dela, assim, ele modifica a forma do kite fazendo com que o mesmo se movimente devido à ação do vento.

Para deslocar-se, o praticante movimenta o kite na janela de vento, a qual é a região em que o kite voa em relação ao indivíduo, sendo que o seu formato se parece com $\frac{1}{4}$ de uma esfera². Essa região é dividida em zona neutra – área em que o kite tem menores índices de força⁴ – e em zona de força – área que o kite tem maiores

índices de força². Além disso, o peso do velejador também tem influência sobre o movimento resultante⁴.

Como a força do kite é uma das forças essenciais para o velejo e essa força pode ser aplicada em diferentes pontos no corpo do praticante, mais acima no caso da utilização do trapézio ou mais abaixo na utilização da cadeirinha, provavelmente, há uma variação na condição de velejo. Segundo a United States Kitesurfing Association⁷, o trapézio é muito mais utilizado por praticantes em nível avançado, embora a cadeirinha permita uma prática com menor esforço do velejador.

Como os equipamentos apresentaram diversas mudanças importantes na recente história do kitesurfing, e para continuar esse processo evolutivo que torna o esporte mais seguro e melhora o desempenho, são necessários mais dados científicos⁴. Além disso, a produção científica sobre o kitesurfing é pouca e se concentra, até o momento, em analisar as lesões relativas a esse esporte⁴. Sendo assim, a análise das forças envolvidas nesse esporte, bem como seus efeitos, é muito importante e pode ter diversas conseqüências, como: melhora da técnica, melhora de equipamento, prevenção de lesões, entre outros. Além disso, no kitesurfing pouco se sabe sobre o estresse mecânico e como o sistema músculo esquelético é afetado.

Então, torna-se necessária a análise do movimento e das forças externas atuantes sobre o praticante, o que pode vir a colaborar na evolução técnica do esporte e no desenvolvimento de equipamentos e também em uma posterior análise das forças internas do corpo do velejador. Não obstante, medir as forças envolvidas no kitesurfing na sua prática não é uma tarefa fácil, em virtude do ambiente em que esse esporte é realizado. Sendo assim, este estudo piloto compreende o primeiro passo para a compreensão das forças envolvidas no kitesurfing. Dadas essas informações, esse trabalho tem como objetivo medir a força das linhas do kite exercida sobre um praticante em terra, utilizando o trapézio e a cadeirinha em diferentes posições angulares entre o tronco do indivíduo e as linhas do kite.

Materiais e métodos

Coleta de dados

A fim de concretizar o objetivo desse estudo, a amostra foi composta por um praticante de kitesurfing (22 anos; 76 kg; 1,79 m). Nesse indivíduo foram posicionados dois marcadores reflexivos sobre o trocânter maior do fêmur e no acrômio, ambos no lado direito do corpo. Além disso, foram utilizados um trapézio, uma cadeirinha, uma barra de controle e as linhas do equipamento de kitesurfing, sendo que nessas linhas foram posicionados mais dois marcadores reflexivos.

Uma célula de carga com capacidade de 100000 N e com uma taxa de amostragem de 2000 Hz (instrumentada com strain gauges; Alfa instruments – modelo S-200) foi posicionada entre as linhas e o trapézio ou a cadeirinha e registrou a força das linhas do kite (FLK) exercida sobre o indivíduo. Essa célula de carga foi previamente calibrada.

Além de dados de dinamometria, foram coletados dados cinemáticos. Para isso foi utilizada uma câmera de vídeo digital da marca JVC (modelo R-DVL 9800, com resolução espacial de 1024 x 768 pixels e uma taxa de amostragem de 25 Hz), a qual foi posicionada perpendicular as linhas do equipamento de kitesurfing. O software utilizado para gravar a imagem foi o Dvideow (Digital Video for Biomechanics for Windows 32 bits; versão 5.3 – desenvolvido no Laboratório de Instrumentação para Biomecânica da Faculdade de Educação Física da UNICAMP e no Instituto de Computação da UNICAMP)¹. Ainda, foi utilizado um calibrador da marca Peak performance (modelo 5.3). Os dados de força foram alinhados com os dados de cinemática por meio de um sinal luminoso.

Durante a coleta o indivíduo foi preso às linhas do equipamento de kitesurfing, que foram fixadas à parede e ao teto de uma sala. De modo que quando ele se inclinasse para trás, ele formaria um ângulo entre o seu tronco e as linhas do equipamento. Assim, o participante foi solicitado a manter por 8 segundos o corpo com determinada inclinação de modo a formar ângulos próximos de 35, 45, 60 e 90° entre a linha de ação da FLK e o corpo do indivíduo. Cada ângulo foi testado duas

vezes, uma utilizando a cadeirinha e outra utilizando o trapézio, sendo que os ângulos testados e os equipamentos utilizados foram testados de forma aleatória. Esses ângulos foram inicialmente medidos por meio de um goniômetro manual e foram semelhantes àqueles do esporte.

Processamento dos dados

Foi feita digitalização automática dos marcadores reflexivos de cada ângulo testado e reconstrução bidimensional no software Dvideow. Isso permitiu a verificação da posição do indivíduo e das angulações desejadas. Os dados cinemáticos foram filtrados por meio de um filtro Butterworth passa baixa de terceira ordem, sendo que a frequência de corte foi definida por meio da Análise Residual¹⁰ e os cálculos dos ângulos entre o tronco e a linha do equipamento foram realizados no software Matlab (versão 7.1).

Enquanto que os dados de força foram filtrados utilizando o filtro digital butterworth passa baixa, frequência de corte de 3 Hz, também definidos por meio de Análise de Resíduos¹⁰ no software SAD32. Após isso, no mesmo software, os dados de força foram subamostrados para que a taxa de amostragem ficasse igual à frequência de amostragem dos dados cinemáticos e normalizados pelo peso do indivíduo. de 2003 a novembro de 2004, foram submetidos ao teste Qui quadrado ($\leq 0,05$) através do Programa SPSS for Windows versão 12.0.

Resultados

A tabela 1 ilustra os resultados. Pode ser observado que os valores de força da cadeirinha foram superiores em relação aos valores de força obtidos na utilização do trapézio. Considerando todas as situações testadas a FLK sobre o praticante variou de 25 a 60% do peso corporal.

Discussão

Os valores de força foram crescentes do ângulo de 35 até o ângulo de 60 graus e inferiores no ângulo de 90. Além disso, os valores de

Tabela 1. Média e desvio-padrão da força das linhas do *kite* normalizada pelo peso corporal do praticante (%) utilizando o trapézio e a cadeirinha

Ângulo	Trapézio	Cadeirinha
35°	43,4±0,2%	51,9±0,2%
45°	48,5±0,5%	62,1±1,5%
60°	57,1±0,3%	57,9±0,2%
90°	25,4±0,11%	28,3±0,1%

força obtidos foram um pouco mais elevados com a utilização da cadeirinha, quando comparados com os valores de força obtidos com a utilização do trapézio na mesma angulação. Acreditamos que isso se dá devido à diferença do ponto de aplicação da força.

O ponto de aplicação da força é mais baixo na utilização da cadeirinha. E, se aplicarmos a equação do torque, onde torque é igual à força multiplicada pela distância perpendicular desta força. E considerarmos que no nosso estudo o torque foi semelhante em cada ângulo, pois ele é gerado pela inclinação do indivíduo para trás. Teremos que para torques semelhantes, aquele com a menor distância perpendicular terá um valor de força superior aquele com maior distância perpendicular. Exatamente o que foi verificado neste estudo. A cadeirinha com menor distância perpendicular apresentou valores mais elevados de força.

Nas condições do esporte, verificasse uma maior utilização do trapézio por praticantes de nível avançado. Para explicar isso devemos lembrar que o kite traciona o indivíduo quando ele é posicionado na zona de força da janela de vento.

E, considerar o kite no mesmo local da zona de força, uma vez com o trapézio e outra com a cadeirinha. Dessa forma, teremos forças semelhantes nas linhas nas duas situações. E, sendo a maior distância perpendicular maior no trapézio, é na utilização deste equipamento que temos maior torque. Por outro lado, com uma distância perpendicular menor, e com a mesma força, o menor

torque na cadeirinha pode significar menor tendência de giro, e conseqüentemente, menor chance de quedas e acidentes, explicando a tendência de maior utilização deste equipamento por iniciantes.

Neste estudo o valor médio da força das linhas do kite sobre o praticante variou de 25 a 60% do seu peso corporal. Enquanto que no estudo realizado por Walls e Gale⁹, com windsurf foi observada uma força de 49% do peso corporal do praticante aplicada no trapézio, é interessante ressaltar que o estudo foi realizado nas condições reais do esporte. E, que o valor obtido encontra-se dentro dos valores encontrados no presente estudo.

Conclusões

Foram encontrados valores superiores de força das linhas do kite utilizando a cadeirinha em relação aos valores de força obtidos na utilização do trapézio. Ainda, essa força variou de 25 a 60% do peso corporal do praticante.

Esse estudo representa o primeiro passo na investigação das forças envolvidas no kitesurfing, já que não foi encontrado nenhum estudo que avaliou essas forças. Desse modo, os dois próximos passos compreenderão (1) outro piloto em terra, porém com o kite sob ação do vento e (2) o estudo nas condições reais desse esporte radical.

Referências

1. Barros R, Brenzikofer R, Leite N, Figueroa P. Desenvolvimento e Avaliação de um Sistema para Análise Cinemática Tridimensional de Movimentos

Humanos. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica** 1995;1-2:79-86.

2. Blouin Junior MR, Isabella BE, Rodden JE. **Wind power from kites**. A Major Qualifying Project - Faculty of the Worcester Polytechnic Institute. Worcester, 2007.

3. Costa AV. **O potencial das atividades físicas de aventura na natureza em Porto Alegre: um estudo integrado dos critérios de adequação do local, da infra-estrutura, das contribuições sócio-ambientais e dos riscos**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciência do Movimento Humano, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

4. Lundgren L, Olandersson S, Hilliges M, Osvalder AL. **Biomechanics of extreme sports - a kite surfing scenario**. Proceedings Of Nordic Ergonomic Society (NES) Conference, Lysekil, Sweden, 2007.

5. Nickel C, Zernial O, Musahl V, Hansen U, Zantop T, Petersen W. A Prospective Study of Kitesurfing Injuries. **American Journal of Sports Medicine** 2004;4: 921-927.

6. Spanjersberg WR, Schipper IB. Kitesurfing: When Fun Turns to Trauma—The Dangers of a new extreme sport. **The Journal of Trauma** 2007;E76-80.

7. **UNITED STATES KITESURFING ASSOCIATION**. Kitesurfing Equipment. Disponível em: <<http://www.uskite.org/content/view/318/45/>>. Acesso em: 21 maio 2009.

8. Vercruyssen F, Blin N, L'Huillier D, Brisswalter J. Assessment of physiological demand in kitesurfing. **European Journal of Applied Physiology** 2009;1:103-109.

9. Walls JT, Gale TJ. A Technique for the Assessment of Sailboard Harness. **Journal of Science and Medicine in Sport** 2001;3:348-356.

10. Winter D. **Biomechanics and Motor Control of Human Movement**. Porto Alegre: New Jersey, 2005.