

Cinemática da canoagem: revisão

Canoe kinematics: a review

CARNEIROLM, CASTRO FAS. Cinemática da canoagem: revisão. **R. bras. Ci. e Mov** 2009;17(3):114-122.

RESUMO: A canoagem é um esporte equipado praticado em ambientes abertos que utiliza caiaques e canoas. O praticante se desloca com a utilização de remos. As competições são disputadas em diferentes distâncias e a classificação ocorre pelo menor tempo. Na modalidade, a remada para frente é o gesto básico. O objetivo deste estudo é a investigação específica dos parâmetros cinemáticos da remada de canoagem, realizando uma revisão dos aspectos biomecânicos da modalidade e identificar os parâmetros, sua aplicação e desenvolvimento. As palavras-chave utilizadas para procura dos estudos foram: *paddle*, *kayak*, *flatwater*, *piragüismo*, *canotaje* e *sports kinematics* nas bases Scopus, Google Acadêmico e Capes. Uma melhor técnica de remada proporciona melhores desempenhos, a análise cinemática do movimento de remada, com os parâmetros frequência média de remada (FR) e comprimento médio de remada (CR), fornecem importantes informações para a melhoria da remada e do rendimento na canoagem. O conhecimento dos parâmetros cinemáticos pode contribuir para melhores escolhas de regulagens e modelos de equipamentos, assim como selecionar atletas para compor embarcações. A avaliação das variáveis cinemáticas ao longo da temporada e carreira de atletas demonstra o desenvolvimento da remada do atleta de forma objetiva.

Palavras-chave: Caiaque; Canoa; Treinamento.

ABSTRACT: Canoeing is an equipped sport, whose practice is in open areas and utilizes canoes and kayaks. Athlete moves itself by means of paddles. Competitions are developed in different distances and final classification is by the time. In this modality, paddling is the basic task. The purpose of this review is the specific investigation of the kinematics parameters of the canoeing paddling, by means of a systematic review of the modality biomechanics aspects, and to identify parameters and its application and development. Key-words used to search articles in Scopus, Google Scholar and CAPES data-base were: *paddle*, *kayak*, *flat-water*, *piragüismo*, *canotaje* and *sports kinematics*. Better paddling technique can improve performance and kinematics analysis made about paddling rate and length can supply important information to technique improvements and paddling performance. Knowledge about kinematics parameters can contribute for better choices in equipments and adjusts, as to select athletes to the boats teams. Assessment of the kinematics variables, along the season shows de individual paddling development in an objective way.

Key Words: Kayak; Canoe; Training.

Contato: Flávio Antônio de Souza Castro - souza.castro@ufrgs.br

Luís M. Carneiro¹
Flávio A. de S. Castro¹

¹Laboratório de Pesquisa do
Exercício; Escola de Educação
Física; Universidade Federal do
Rio Grande do Sul

Recebido em: 14/07/2009
Aceito em: 26/02/2010

Introdução

A canoagem de velocidade (CV) é uma das mais conhecidas formas competitivas das disciplinas de canoagem, principalmente na Austrália e em países europeus.

A partir de uma arrancada, parados, canoístas necessitam remar em seus caiaques ou canoas com o esforço máximo ao longo do percurso da competição. O critério de desempenho é o tempo necessário para remar designada distância de competição. Da CV constam provas nas distâncias de 500 e 1000 m. A velocidade média, com a qual o canoísta é capaz de realizar o percurso, será o principal determinante para o melhor desempenho¹¹.

Em desportos cíclicos, como a CV, há repetição do gesto motor, e a eficácia da técnica de remada é a condição determinante necessária para um canoísta de bom nível¹². A canoagem de competição é uma atividade com alta demanda técnica¹⁶. Uma técnica defeituosa impede o atleta de colocar as potencialidades físicas a serviço de desempenho superior. A remada para frente é o movimento básico da atividade de canoagem¹².

Parâmetros cinemáticos têm sido utilizados por pesquisadores de outros desportos cíclicos como a natação, remo e atletismo. Os estudos que utilizam parâmetros cinemáticos na canoagem são poucos, fazendo com que os autores utilizem como esporte de referência a natação, a qual, além de possuir características similares, como seu caráter cíclico, apresenta ampla produção na área da cinemática¹.

Na natação, a frequência média de braçadas (FB) pode ser utilizada para controlar a técnica do nado e a economia de energia durante treinamentos ou provas de natação, havendo uma relação sistemática e negativa entre a FB e o comprimento médio de braçadas (CB)⁶: quando a FB aumenta o CB diminui e quando o CB aumenta a FB diminui, portanto, melhoras tanto no CB quanto na FB poderiam resultar em incrementos significativos no desempenho desportivo. Ainda na natação, é utilizado um índice para medir a habilidade técnica do nadador, o índice de braçadas (IB) ou índice de eficiência de nado. Este índice é fornecido pelo produto entre a velocidade

média de nado (VN) e o CB e fornece um dado simplificado que apresenta uma correlação significativa com o nível de adequação mecânica e técnica do nado⁶.

Tendo em vista a importância da técnica no desempenho dos atletas em corridas de velocidade e sendo os conhecimentos biomecânicos uma base sólida e lógica para avaliá-la, torna-se importante que se invista em treinos de técnica. Existe uma lógica relação entre a técnica desportiva e as características biomecânicas: as movimentações dos segmentos corporais do atleta, durante um ciclo, apresentam relações entre si e podem sofrer alterações no momento em que uma das variáveis (de frequência ou de distância) for modificada ou ajustada.

A identificação dos parâmetros cinemáticos adotados por canoístas na remada, por parte de treinadores e atletas, parece ser um aspecto importante para avaliar a evolução da qualidade técnica de um canoísta. Mas a dificuldade de acesso aos equipamentos e o alto custo tornam as coletas de dados cinemáticos pouco acessíveis para a maioria dos atletas. A utilização de caiaque-ergômetro facilita as análises, pois padroniza o desenvolvimento da remada⁵ e sua utilização é considerada como um método fiel a fim de reproduzir as condições de remada em água em situação de laboratórios¹⁹.

Com isso, o conhecimento das relações entre os parâmetros cinemáticos constitui a base tanto para a investigação biomecânica, como para o aproveitamento dos resultados de tal investigação no ensino e treinamento da técnica. Baseado nesses pressupostos, este estudo tem como objetivo a revisão dos parâmetros cinemáticos relacionados à remada da canoagem, a fim de incrementar o conhecimento na área e traduzi-lo para os atletas e treinadores da CV.

Materiais e métodos

A fim de obter os trabalhos que foram revisados, utilizaram-se as palavras-chave *paddle*, *kayak*, *flatwater*, *piragüismo*, *canotaje* e *sports kinematics*, nas bases Scopus, Google Acadêmico e CAPES. Foram, inicialmente, encontrados 37 títulos diversos

relacionados. Destes, foram selecionados 11 artigos de revistas indexadas, cinco artigos de anais de congressos, uma tese e três trabalhos publicados em páginas eletrônicas que apresentavam relação mais direta com o tema deste estudo.

A canoagem

Sobre a canoagem serão abordados os seguintes temas: a canoagem competitiva, com destaque no movimento da remada, a cinemática (frequência, comprimento, velocidade e índice de remada) e o treinamento.

Canoagem competitiva

As origens modernas da canoagem competitiva e caiaque são atribuídas a John MacGregor, advogado escocês a quem se deve muito a popularização da recreação e competição na canoagem. Durante século XIX, MacGregor percorreu remando os rios centrais e do norte da Europa, publicando, após suas viagens, a descrição dessas experiências. MacGregor fundou o primeiro clube de canoagem em 1866, que em 1873 tornou-se o *Royal Canoe Club*. Na última parte do século XIX e começo do século XX houve crescimento da canoagem e, como consequência, nasceram as associações nacionais, incluindo a *British Canoe Association* em 1887, depois renomeada em *British Canoe Union*¹⁹.

Em 1923, a cooperação entre uma série de associações nacionais resultou na fundação da Federação Internacional de Canoas e Caiaque (IRK), que regulava a concepção de barcos e de competições. A IRK, mais tarde foi renomeada Federação Internacional de Canoagem (ICF), que hoje rege todas as formas competitivas de canoagem. As disciplinas do desporto que estão sob a jurisdição do ICF são velocidade, maratona, *slalom*, descida, estilo livre, à vela, pólo, oceânica e *dragon boat*. Nas Olimpíadas de 1924, em Paris, a CV teve participação como esporte de demonstração, ganhando reconhecimento pleno nos Jogos Olímpicos de 1936, em Berlim, sendo incluída desde então nos Jogos¹⁹.

Na canoagem de competição de águas tranquilas, se destaca a CV, que é um desporto que possui barcos

individuais, duplos e quádruplos. Divididos em caiaques (K), em que o canoísta rema sentado e utiliza remo de duas pás, e canoas (C), modalidade na qual se rema ajoelhado e o remo possui apenas uma pá. Os caiaques K1, K2 e K4 e as canoas C1, C2 e C4 de competição seguem as especificações de 5,2 m, 6,5 m e 11 m, 5,2 m, 6,5 m e 11 m de comprimento máximo e 12 kg, 18 kg e 30 kg, 16 kg, 20 kg e 50 kg de massa mínima, para um, dois e quatro atletas, respectivamente. Os competidores disputam a prova em linha reta, cada um em uma das nove pistas da raia de competição¹⁰. O objetivo do competidor de canoagem é transpor toda a distância prescrita para prova no menor tempo possível. No programa olímpico, as provas possuem distâncias de 500 m para categoria feminina e de 500 m e 1000 m para categoria masculina. Em campeonatos mundiais se compete nas distâncias de 200 m, 500 m e 1000 m para todas as categorias³.

A remada

A ação elementar básica do caiaque de águas tranquilas é a remada para frente, quando um ciclo pode ter sua ação dividida em quatro diferentes estágios: preparação, ataque, tração e saque^{12,20}. Um ciclo completo de remada pode ser considerado o período compreendido entre a entrada de uma pá do remo na água até a próxima entrada da mesma pá¹. De acordo com essa divisão, a fase de puxada na água consiste das fases de ataque e tração, enquanto que a parte aérea consiste das fases de preparação e saque²⁰.

Cinemática

Dentre as principais variáveis utilizadas pela biomecânica para avaliação de parâmetros cinemáticos encontram-se o comprimento médio de remada (CR), a frequência média de remada (FR), a velocidade média (VR) e o índice de remada (IR), que podem ser descritas como o conjunto de medidas que permitem a determinação quantitativa da remada¹.

Comprimento médio de remada (CR)

Na canoagem, o comprimento médio de remadas (CR) é a distância média percorrida pelo barco, considerando a proa, porção mais à frente do caiaque, como referência, durante a execução de um ciclo completo de remada do canoísta. Calcula-se o CR pelo quociente entre a distância percorrida e o número de ciclos executados para percorrê-la¹. A partir da Equação 1, que demonstra as relações entre VR, CR e FR, encontra-se a CR (Equação 2)¹.

Equação 1

$$VR = CR * FR$$

Equação 2

$$CR = \frac{VR}{FR}$$

Onde VR: velocidade média; CR: comprimento médio de remada (CR) e FR: frequência média de remada (FR).

Em uma técnica com remo mais curto, as distâncias percorridas a cada remada são mais curtas. Ao calcular o CR deve-se lembrar que está incluído o momento em que ambas as pás do remo estão fora da água¹².

Como as variáveis cinemáticas de esportes cíclicos apresentam similares comportamentos, é usado o exemplo da natação para explicar questões ainda não tão estudadas na canoagem. Na natação, o comprimento de braçada (CB) é a distância média horizontal percorrida durante a execução de um ciclo completo de braçadas. Quando analisado o CB e o desempenho nas provas de 50 m, 100 m e 200 m nado livre nos Jogos Olímpicos de Barcelona, 1992, foi concluído que um longo comprimento de braçada é um dos principais componentes para um sucesso no desempenho nestas distâncias⁴.

Em estudo com atletas de CV de 13 e 14 anos, em teste máximo de 500 m, com as primeiras duas parciais de 50 m e as restantes de 100 m, foi encontrado na primeira parcial do teste uma média de CR mais curta do que as demais ($3,83 \pm 0,35$ m), e uma diminuição progressiva, mesmo que não significativa, ao longo de toda a distância (de $4,66 \pm 0,38$ a $4,51 \pm 0,35$ m), sendo a

estabilidade a característica principal do CR, por exceção do valor reduzido da primeira parcial atribuído à menor velocidade média (VR) e elevada frequência média de remada (FR) do início³.

Estudo de remada com canoístas neozelandeses de elite analisou o CR em uma curta distância (aproximadamente 50 m), na qual foram mensuradas as variáveis em cada uma das duas remadas do ciclo separadamente, não encontrou correlação significativa entre o CR e a VR. Avaliou-se o comprimento somente da fase puxada, que também não apresentou correlação com a VR. Embora os atletas com um comprimento da puxada longo tendessem a ter um CR longo, nenhuma correlação foi encontrada entre o comprimento da fase tração e o CR. Concluiu-se que, embora seja desejável aumentar o comprimento da fase de tração, aumentá-lo além de uma determinada situação ótima, específica para cada atleta, seria ineficaz, porque reduziria a FR além do incremento do CR¹³.

Frequência média de remada (FR)

A FR pode ser obtida a partir do quociente entre o número de ciclos executados e a unidade de tempo. A unidade de medida é expressa em ciclos por segundo (ciclos.s^{-1}) ou ciclos por minuto (ciclos.min^{-1})^{1,13,20}. Estudo em duas provas de 200 m da Copa do Mundo de CV de 2004, nas finais A e B de revezamento, encontrou que o período da prova durante o qual os remadores atingem a mais elevada FR foi no meio do curso, a cerca de 100 m da linha de partida, cobrindo apenas a distância durante a qual o canoísta inicia e acelera até a velocidade máxima²⁰. Os dados nesta pesquisa mostram que a FR dos homens, em barcos individuais, foi superior em 10% a FR das mulheres. Entretanto são apresentados dados para atletas nacionais da Austrália, com valores de 90 ciclos.s^{-1} para os homens e 99 ciclos.s^{-1} para as mulheres, na qual a FR é 10% mais elevada para as mulheres em relação aos homens¹⁸.

Existem autores^{13,20} que focaram, em suas pesquisas sobre FR, a proporção do tempo de cada fase da remada em um ciclo completo. Foi observado que, de ambos os lados da remada, direito e esquerdo, para

canoístas mulheres, com o aumento da frequência de remada, a proporção do tempo da fase de tração tendeu a diminuir. Possivelmente as mulheres reduzem o tempo de um ciclo de remada principalmente por meio da redução do tempo da fase de tração. No entanto, com o aumento da frequência de remada, entre os canoístas homens, proporcionalmente ao tempo de remada, a fase de preparação tende a diminuir. Possivelmente os homens reduzem o tempo de um ciclo de remada principalmente por meio da redução da fase de preparação²⁰.

O tipo de remo utilizado influencia a FR, podendo o remo de asa norueguês fazer com que o movimento de tração fique mais curvo, encurtar a fase de preparação e aumentar a duração do tempo de força propulsiva relativa à duração do ciclo de remada. O movimento curvo maior ajuda a manter um bom ritmo deixando rápido e fácil as transições entre as fases de tração e de recuperação da remada¹⁸.

A proporção do tempo da fase aquática (ataque e tração) e da fase aérea (preparação e saque), da remada nos dois lados, dos canoístas homens, são de 65% e 35%, quando a proporção do tempo das mesmas fases em canoístas mulheres, apresentam diferença na remada da direita e da esquerda, sendo no lado direito 66% e 34%, e lado esquerdo 69% e 31%²⁰. A proporção do tempo, em relação à duração total da remada, somente da fase de tração do lado direito dos canoístas homens é 40% e no lado esquerdo 41%, quando na remada do lado direito, de canoístas mulheres, foi 39% e no lado esquerdo de 41%. Quando a frequência de remada é aumentada, canoístas mulheres provavelmente perdem a boa eficiência na água enquanto que canoístas homens melhoraram eficiência²⁰. Por outro lado, também foi encontrada porcentagem na fase de puxada entre 65% a 72%, e média em 71,5%. Embora um atleta avaliado tenha apresentado a maior VR e também o tempo da fase tração mais curto, nenhuma correlação foi encontrada entre o tempo da fase tração e a velocidade do caiaque. Correlação positiva e significativa foi encontrada entre o tempo da fase tração e o tempo de um ciclo de remada, sugerindo que reduzir o tempo da fase tração reduz o tempo de remada¹³.

Em estudo com atletas de 13 e 14 anos, ambos os sexos, em teste máximo de 500 m, com as primeiras duas parciais de 50 m e as restantes de 100 m foi observado que a FR teve seus valores mais altos nas primeiras parciais ($0,93 \pm 0,09$ e $0,90 \pm 0,07$ ciclos.s⁻¹), ambos significativamente superiores ao restante das quatro parciais, quando ficou com valores entre $0,85 \pm 0,07$ ciclos.s⁻¹ e $0,80 \pm 0,06$ ciclos.s⁻¹, fato que aponta um comportamento regressivo para FR, também não encontraram diferenças entre sexos na FR³.

Em investigação com oito canoístas de nível internacional da equipe nacional da Espanha, com objetivos de verificar as diferenças de remar em grupo, em teste de 2000 m, foram consideradas quatro posições, à frente (H), na onda ao lado direito (RW), esquerdo (LW) e entre as ondas da direita e esquerda (V), e foram encontradas notáveis diferenças na FR (ciclos.min⁻¹) entre as posições H ($93,7 \pm 3,7$) e posições RW ($88,8 \pm 1,7$) e V ($87,6 \pm 2,9$)¹⁵.

Estudo com testes de aproximadamente 50 m mostrou uma variação de FR entre 1,93 ciclos.s⁻¹ e 2,26 ciclos.s⁻¹¹³. Mesmo tendo um atleta com a maior VR e mais elevada FR, nenhuma relação foi encontrada entre a FR e VR. Embora alguns dos atletas apresentassem FR maiores do que os melhores atletas deste estudo (considerando desempenhos de competições anteriores ao estudo) não é claro em que medida a FR pode ser sustentada por esses atletas em distâncias de competição¹³.

Em relação ao K1 e o caiaque-ergômetro (simulador de K1), foi encontrada uma taxa mais elevada da FR no caiaque modelo K4 em um teste de 20 minutos, causando mudança na avaliação do esforço percebido, apontando que uma taxa mais elevada de FR fornece um ritmo mais confortável para os canoístas¹⁹. A taxa mais elevada observada no K4 foi esperada em consequência de uma velocidade aumentada do barco. Durante a execução da remada, a pá permanece relativamente estática na água, permitindo que o canoísta gere propulsão e o barco ultrapasse a pá¹³. Conseqüentemente, quanto maior a velocidade do barco, mais curto o tempo da remada e conseqüentemente o canoísta deve aumentar a

FR¹⁹. Uma FR mais elevada e um maior tempo de deslize do caiaque são típicos de um melhor desempenho de remada¹².

Velocidade média (VR)

Na maioria das atividades desportivas orientadas para o rendimento, o objetivo final da sua prática é a obtenção do melhor resultado desportivo possível em contexto competitivo. Assim, a velocidade, como determinante do desempenho, tem sido altamente estudada nos esportes cíclicos. O movimento sobre a água depende da interação do indivíduo com o meio líquido e a questão fundamental dos esportes aquáticos é como as forças propulsivas podem ser produzidas de maneira mais eficiente ao minimizar forças resistivas¹⁷. Assim, a velocidade de deslocamento, em dado momento, é resultado da interação entre a força de arrasto e a força de propulsão.

O vento afeta o desempenho dos canoístas pela resistência provocada pelo corpo do canoísta, a pá do remo que está no ar e o restante do barco que está acima do casco⁹. Somado a isso, ainda existe o fato de que, no meio aquático, também é necessário vencer a força de arrasto hidrodinâmico. O arrasto hidrodinâmico é condicionado por diversos fatores, como a densidade do fluido, a velocidade de deslocamento do corpo, a área de secção transversa máxima do corpo na direção do deslocamento e o coeficiente de arrasto. Os caiaques e canoas de competição seguem especificações regulamentares e passam por inspeções que asseguram que todos os competidores tenham igualdade de condições¹⁰, isso faz com que a diferença de arrasto hidrodinâmico entre os competidores seja dependente da regulagem e do posicionamento no barco¹⁴ e dos movimentos do barco durante técnica de remada⁷. Na canoagem, por ser praticada sobre a água, o canoísta enfrenta a resistência de dois meios, do ar e da água¹⁸.

Estratégias de 948 provas de 2000 m de remo foram analisadas⁸ nos Jogos Olímpicos de 2000 e nos campeonatos mundiais de 2001 e 2002 e dos 170 melhores colocados do campeonato britânico de remo ergômetro de 2001 e 2002. Levando em consideração as

parciais de 500 m, foi encontrado um perfil médio de estratégia realizada, em que os primeiros 500 m da prova eram mais rápidos do que os subseqüentes setores, seguindo a uma velocidade 103,3% da velocidade média para o conjunto da prova, com subseqüentes setores em 99,0%, 98,3% e 99,7% da velocidade média para as provas de remo na água, e 101,5%, 99, %, 99,0 % e 99,7% para as provas de remo ergômetro. Estes dados indicam que todos atletas ou tripulações adotaram uma estratégia idêntica de iniciar rapidamente, independente da posição de chegada ou sexo, embora o exato andamento seja dependente do modo de remar. Esta estratégia deve ser considerada por participantes de competições de remo na distância de 2000 m⁸.

Uma série de características de competições na canoagem que marcam a forma de competir podem ser citadas³, entre as quais se destacam, por um lado, a não existência de condições padrão de competição e treinamento que permitam abordar o treinamento de ritmo de forma mais rigorosa, mas por outro lado, adotam três modelos de estratégias de prova: (a) método regressivo, o qual a velocidade vai diminuindo paulatinamente ao longo das parciais; (b) método uniforme, neste caso a velocidade mantém um comportamento mais estável, sendo mais rápida a parcial mais próxima a largada; (c) método progressivo, no qual a parcial mais rápida se encontra no final do percurso.

Análise¹ de 228 finais de campeonatos mundiais e Jogos Olímpicos, de 1983 a 1997, apresenta quatro formas de distribuições de tempo encontradas, considerando duas parciais, inicial e final, em provas de 1000 m e 500 m, na primeira forma (A) a diferença entre a parcial final e a inicial foi de 5 s para os 1000 m e 3 s para os 500 m, na segunda forma (B) foi 9 s para os 1000 m e 6 s para os 500 m, na terceira forma (C) 12 s para os 1000 m e 9 s para os 500 m e na quarta forma (D) foi 3 s para os 1000 m e para os 500 m. Esses dados estão de acordo com outro estudo³, mas as análises foram com um número de parciais reduzidas, aumentando a distância percorrida, dificultando uma análise mais precisa. É possível verificar que entre 84,3 e 100% dos finalistas dos Campeonatos Mundiais e dos Jogos Olímpicos, entre

1983 e 1997, utilizaram estratégias com início de prova com mais alta velocidade em comparação ao final de prova¹.

Análise de todos os finalistas da distância de 1000 m, do campeonato mundial de canoagem velocidade de 2003, em caiaques e canoas individuais e duplas, masculino e feminino (K1 masculino, C1 masculino, K1 feminino, K2 masculino, C2 masculino e K2 feminino), aponta que a primeira parcial, das quatro, é a mais rápida ($23,72 \pm 0,15\%$ do tempo total da prova, a segunda $25,05 \pm 0,17\%$, a terceira $25,63 \pm 0,32\%$ e a quarta $25,60 \pm 0,06\%$), apesar de na saída os barcos estarem parados, indica que a largada em competições de canoagem velocidade, independente da modalidade, é de grande importância. Houve um padrão generalizado na forma de competir dos competidores de todas as categorias: diminuição progressiva do rendimento até a estabilização na segunda metade da prova³.

O estado da água e a presença de marolas, produzidas por embarcações que vão a frente, limitam a diferença ou vantagem sobre os adversários, posto que dificultam o deslizamento normal da embarcação². Teste máximo de 500 m, em caiaque, com 44 canoístas, masculino e feminino, de idades entre 13 e 14 anos, utilizando parciais de 100 m, sendo que a primeira se dividiu em duas parciais de 50 m verificou que a velocidade alcançou seus valores mais baixos e altos na primeira e segunda parciais, respectivamente $3,54 \pm 0,21$ e $4,18 \pm 0,26 \text{ m.s}^{-1}$. A partir da segunda parcial encontra-se uma diminuição significativa até a quarta ($3,74 \pm 0,20 \text{ m.s}^{-1}$), mantendo-se os valores estáveis durante o resto da distância¹. Resultados de outro estudo⁷ concordam com este resultado. Em relação à VR, a amostra composta por atletas de elite, em caiaque individual (K1) sobre a distância de 1000 m, quando velocidade descreveu um aumento íngreme até aproximadamente os 300 m a partir da largada (atingindo 6 m.s^{-1}). Após os 300 m, a velocidade diminuiu ou manteve-se constante ($4,0 - 4,5 \text{ m.s}^{-1}$).

Atletas que obtêm maiores VR apresentam maiores velocidades máximas e maiores velocidades mínimas, na distância analisada de aproximadamente 50

m, do que os atletas com menores VR. Os canoístas mais bem sucedidos, baseado em competições anteriores, não alcançam as maiores VR. Isto pode ter sido devido à distância curta do experimento¹³ em comparação com distâncias de competições. Embora alguns canoístas tenham atingido VR elevada, não se sabe se estes poderiam ter sido mantidos durante toda uma distância de competição. A velocidade aumentou durante a fase da tração da remada e diminuiu antes da saída da pá, saque, e ao longo da fase do deslize, preparação. A velocidade máxima foi atingida antes da saída da pá do remo para todos os atletas, sugerindo um período para o fim da fase da tração em que não foi produzida força suficiente para manter a velocidade do caiaque durante a saída da pá¹³. Ainda, a velocidade mínima ocorreu perto do instante da reentrada da pá do lado oposto. Os resultados, em relação à velocidade, indicaram assimetrias para todos os canoístas sobre as remadas direita e esquerda do ciclo. A velocidade máxima de cada atleta e o tempo tomado para alcançá-la diferiu entre o lado direito e esquerdo do ciclo. A diminuição da velocidade igualmente diferiu entre as remadas do lado direito e esquerdo do ciclo e variou para todos os atletas, podendo isto ser devido a um número de fatores que incluem o sincronismo e o valor de sua velocidade máxima, o tempo das pás fora da água, a área molhada do caiaque, e o ângulo do caiaque em relação à linha pretendida de percurso. Os autores apontaram que assimetria entre os canoístas pode ser devido às diferenças na força e coordenação entre lados dominantes e não dominante¹³.

Índice de remada (IR)

Índice de braçada é indicador de eficiência e economia em um ciclo de braçadas de nadadores⁶. Nada indica que não possa ser extrapolado à canoagem e exemplifica-se que ao ter dois canoístas que se deslocam a uma mesma velocidade, e um deles avança mais metros em cada remada, mostra que sua remada é mais eficiente, e ao multiplicar VR pelo CR, o IR será superior ao de seu companheiro. O IR é expresso em $\text{m}^2. [\text{ciclos.s}]^{-1}$, e obtido do produto da VR pelo CR¹.

Em estudo de canoístas, de 13 a 14 anos de idade, em teste de 500 m com parciais de 100 m, exceto a primeira em que se dividiu em duas parciais de 50 m, em caiaque individual com meninos e meninas, foi demonstrado que a primeira parcial apresentou o valor de IR mais baixo ($13,58 \pm 1,58 \text{ m}^2 \cdot [\text{ciclos.s}]^{-1}$), a segunda com os mais altos ($19,50 \pm 2,26 \text{ m}^2 \cdot [\text{ciclos.s}]^{-1}$), como o CR, e uma diminuição significativa da variável ao longo da distância até a última parcial ($16,64 \pm 1,89 \text{ m}^2 \cdot [\text{ciclos.s}]^{-1}$), seguindo o comportamento regressivo da VR, apresentando alta relação com o rendimento¹.

Treinamento

Dentre os fatores que afetam o desempenho na CV estão as capacidades condicionantes e coordenativa força, potência e técnica, que proporcionam um conjunto valioso para o sucesso do canoísta¹¹. Em determinados casos, é necessária a intervenção por parte do treinador sobre a forma em que os canoístas entram na competição, seja por um excesso ou defeito na FR. O objetivo do treinador é otimizar a relação entre a FR e o CR, de forma que, mantendo a VR, o desgaste do canoísta seja menor¹.

Uma vez conhecida a evolução das diferentes variáveis cinemáticas ao longo da distância, pode-se atuar durante o treinamento sobre estas, otimizando, em função dos interesses, os incrementos de VR ou de FR na prova. É necessário identificar os momentos em que podem aparecer diminuições na VR e estudar se têm relação a redução de FR e de CR¹.

A FR apresenta um aspecto mais fisiológico do treino, ao passo que para alcançar e manter altos valores na FR é necessário adequado aporte energético. O aspecto técnico do treinamento está relacionado ao CR, que depende de como a força será empregada e melhorias da técnica passam por diminuição no gasto energético da remada.

A partir de análises quantitativas, pode-se obter dados sobre os quais é possível construir critérios objetivos para personalizar o equipamento, como o remo ou bancos, e inclusive selecionar os atletas da equipe para formar as embarcações, K-2, K-4, C-2 e C-4¹. Os dados de um teste de água permitem que um atleta possa ser

comparado com normas estabelecidas em áreas em que melhorias podem ser adquiridas. Além disso a comparação dos resultados de teste para teste permite o acompanhamento do atleta em uma temporada e suas progressões a cada temporada¹⁸.

Conclusões

Na canoagem incrementos tanto no CR, como na FR seria recomendado para a melhora da VR. Um alto valor de FR e grande deslize são típicos de um melhor desempenho. CR se mostra com uma característica estável, isto é, com valor constante ao decorrer do percurso, apresentando menores valores no momento da largada e não apresenta correlação direta com a VR. Aumentar o CR além da situação ótima é ineficaz por reduzir a FR. A assimetria entre os lados dominante e não dominante pode influenciar o rendimento. A utilização de remos mais curtos diminui o CR. Os homens podem ter uma melhor adaptação ao modelo de remo do tipo asa norueguês, em alta FR, em relação às mulheres, por suas diferenças na proporção das fases da remada.

Provavelmente por meio de uma alta FR é que há o aumento da VR, uma vez que o CR se apresenta estável. As diferenças na FR entre homens e mulheres se mostram ainda desconhecidas. Remar em grupo é um método válido para ajustar a FR em velocidades adequadas. A estratégia tática com início de prova rápido, incluindo a largada, se mostrou como um padrão vantajoso utilizado em competições.

O IR pode ser utilizado como indicador de eficiência de remada, apresentando relação significativa com o rendimento. Os treinadores podem utilizar as análises dos parâmetros cinemáticos para diagnosticar os momentos nos quais parece haver efeitos da fadiga, direcionando os treinos físicos, como intervir na forma de aplicação de força, ou seja, na técnica. O conhecimento dos parâmetros cinemáticos pode contribuir para melhores escolhas de regulagens e modelos de equipamentos, assim como selecionar atletas para compor embarcações. A avaliação das variáveis cinemáticas ao longo da temporada e carreira de atletas demonstra o desenvolvimento da remada do atleta de forma objetiva.

Referências

1. Alacid FC. Análisis cuantitativo de La técnica de paleo. **XIX Simpósio Internacional de Entrenadores de Piragüismo**. 2004.
2. Alacid FC, Ferrer V, Martínez E, Carrasco L. **Motricidad: revista de ciencias de la actividad física y del deporte** 2005;13:133-146.
3. Alacid F, Carrasco L. Distribución del esfuerzo em piragüismo sobre 1000 metros. **Anais... III Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte**. Valencia: Universitat de València. 2004.
4. Arellano R, Brown P, Cappaert TJ, Nelson RC. Analysis of 50-, 10-, and 200-m freestyle swimmers at the 1992 Olympic Games. **J Appl Biomech** 1994;10(2):189-199.
5. Begon M, Colloud, F. A kayak ergometer using a sliding trolley to reproduce accurate on-water mechanical conditions. **J Biomech** 2007;40(2):S439.
6. Costill DL, Kovaleski J, Porter D, Fielding R, King D. Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middle distance events. **Int J Sport Med** 1985;6:266-270.
7. Funato K, Shibuya K, Matsuo M. Development of Paddling Tank Equipped with Circulating Water Channel (CWC); Application of Skill Analysis for Elite Kayak Athletes. **J Biomech** 2005;40(S2).
8. Garland SW. An analysis of the pacing strategy adopted by elite competitors in 2000 m rowing. **Br J Sports Med** 2005;39:39-42.
9. Guilbaud M, Durand F. Wind effect on the performances of canoes and kayaks in flatwater Races. **5th World Congresso f Biomechanics incorporating the 15th Congress of the European Society of Biomechanics, 31th Congress of the Society of Biomécanique e 4th ESEM International Symposium on Microdamage**; Munich, Germany. 2006.
10. International Canoe Federation. Disponível em: www.canoeicf.com/flatwater. Acesso em 12/10/2007.
11. Jacob SM, Kieron BR, Smith R. The metabolic demands of kayaking: A review. **J Sport Scien Med** 2008;7:1-7.
12. Janura M, Kratochvíl J, Lehnert M, Vaverka F. An analysis of the forward stroke as used in a wild water kayak on flat waters. **Faculty of Physical Culture, Palacký University, Olomouc, Czech Republic**. 2005.
13. Kendal SJ, Sanders RH. The Technique of Elite Flatwater Kayak Paddlers Using the Wing Paddle. **Int J Sport Biomech** 1992;8:233-250.
14. Kuan O, Elliott B, Ackland T, Lyttle A. Performance tolerance and boat set-up in elite sprint kayaking. **Sport Biomech** 2006;5(1):77-94.
15. Landaluce JP, Alonso MR, Garcia BF, Fernandez EB, Terrado SN. Importance of wash riding in kayaking training and competition. **Med Scie Sports Exer** 1998;30:15-36.
15. Pigos G, Viliotis A, Diafas V, Tsiganos G. Kinematic analysis of athlete's movement in Flat water Kayak. Canoe Hellas. Quarterly e-Magazine of the "Panhellenic kayak and canoe trainers association". 2007. Disponível em www.canoehellas.gr/biokinetikseng.htm . Acesso em 21 de janeiro de 2008.
17. Sanders RH. Lifting performance in aquatic sports. Joondalup, Western Australia: Edith Cowan University. 1998. Disponível em www.isbs98.uni-konstanz.de/fullpaper/FullRossSanders.pdf. Acesso em 03 de outubro de 2004.
18. Sperlich J, Baker J. Biomechanical testing in elite canoeing. **International Symposium on Biomechanics in Sports**. Cáceres – Extremadura, Spain. 2002.
19. Van Someren KA, Oliver JE. The efficacy of Ergometry Determined Heart Rates for Flatwater Kayak Training. **Int J Sport Med** 2002;23(1):28-32.
20. Yi Q, Wenyi W, Aijie L, Jingwei C. Comparative research on the stroke rhythm of men and women kayakers in the international competition. **XXIII International Symposium on Biomechanics in Sports**. Beijing, China Institute of Sport Science. 2005.