

III Sessão Int. do Adv. 84.
A. V. L. (10)
VIA
700

632

TÉCNICA DE MARIPOSA: MODELO BIOMECÂNICO E DE ENSINO

Tiago Barbosa
Instituto Politécnico de Bragança

1. Introdução

Uma das áreas subsidiárias da Biomecânica é a Cibernética. Pode-se considerar a Cibernética como sendo a ciência que estuda os sistemas auto-reguláveis (Wiener, 1948, in Simonet, 1985). Por sua vez, o método cibernético utiliza o princípio da analogia para substituir a situação real por um referencial teórico, isto é, um modelo (Abrantes, 1997).

No caso particular das técnicas desportivas, a modelação da técnica justifica-se enquanto sistema de simplificação, enquanto representação concreta das leis científicas, enquanto meio de objectivar as constantes das respostas motoras adequadas às tarefas propostas (Chollet, 1997). Assim sendo, a modelação da técnica consiste num conjunto de procedimentos que permitem alcançar do modo mais racional e económico possível o objectivo desse movimento (Alves, 1998). É uma actividade motora determinada pelos princípios biomecânicos do movimento humano, que optimiza as possibilidades de utilização da estrutura corporal para atingir o melhor resultado desportivo possível (Winter, 1990).

Um modelo eficaz deve conter uma componente quantitativa e outra qualitativa (Abrantes, 1997). De acordo com o mesmo autor, a primeira componente serve como meio de localização espaço-temporal dos acontecimentos. Já a segunda, procura interpretar esses mesmos acontecimentos.

Contudo, mesmo a melhor descrição de um modelo será incompleta e imperfeita (Chollet, 1997). Ela não permite compreender a realidade em questão na sua totalidade e não traduzirá de forma absolutamente fiel a realidade (Chollet, 1997). Isto é, parece que mesmo o melhor modelo fica aquém da realidade, parecendo que a sua descrição é sempre um tanto incompleta.

O modelo que se segue alicerça-se na descrição da técnica de Mariposa efectuada por Maglischo (1993) e por Costill et al. (1992), já que se tratam de obras de referência na área, onde se faz uma abordagem de fundo da Natação Pura Desportiva (NPD), incluindo os seus diversos modelos técnicos. O modelo a apresentar também se escora na literatura mais pertinente publicada neste domínio do conhecimento.

A descrição do modelo técnico em Mariposa inicia-se pela descrição das acções dos MS e dos MI. Segue-se a descrição da sincronização das acções dos MS e dos MI. Depois, analisam-se as questões relativas à posição e ao movimento do corpo, à sincronização das acções dos MS com o ciclo respiratório e, por fim, outras características que sejam pertinentes.

2. Modelo biomecânico

2.1. Acção dos membros superiores

Diversos autores distinguem diferentes fases para a acção dos membros superiores (MS) na técnica de Mariposa. Barthels e Adrian (1975) subdividem o ciclo gestual em cinco fases (o "agarre", a acção lateral exterior, a acção lateral interior, o "empurre" e a recuperação dos MS). Costill et al. (1992) descrevem seis fases (a entrada, o "agarre", a acção lateral exterior, a acção lateral interior, a acção ascendente e a saída e a recuperação). Já Maglischo (1993) inclui o "agarre" e a entrada, descrita por Costill et al. (1992), na acção lateral exterior. Finalmente, Figueiras (1995) apresenta o ciclo gestual dividido em cinco momentos (a acção lateral exterior, a acção descendente, a acção lateral interior, a acção ascendente e a saída e recuperação dos MS).

Em síntese, apesar da diversidade de descrições propostas para a acção dos MS, esta poderá ser decomposta em dois momentos: o trajecto motor e, a saída e a recuperação dos MS. Por sua vez, o trajecto motor poderá ser dividido em quatro fases: a entrada, a acção lateral exterior (ALE), a acção lateral interior (ALI) e a acção ascendente (AA).

A Figura 1 apresenta o trajecto motor das mãos, na técnica de Mariposa, nos três planos de referência: plano frontal, plano sagital e plano transversal.



Figura 1. O trajecto motor das mãos, na técnica de Mariposa, no plano frontal, no plano sagital e no plano transversal (adaptado de Maglischo, 1993).

2.1.1. Trajecto motor

2.1.1.1. Entrada

As mãos entram na água à frente da cabeça e no prolongamento da linha dos ombros. Nesta fase, as superfícies palmares devem estar orientadas para fora e para baixo.

A entrada das mãos na água é um momento do ciclo que se deve realizar de modo a que a turbulência e o arrasto, particularmente o arrasto de onda por ela provocada sejam mínimas, ao mesmo tempo que as mãos são colocadas na água de modo a permitir uma execução óptima das acções seguintes.

Dadas as condicionantes atrás mencionadas, a entrada é uma das fases em que o nadador apresenta uma menor velocidade de deslocamento (Schleihauf, 1979; Maglischo, 1993; Barbosa, 2000; Barbosa et al., 2002a).

2.1.1.2. Acção lateral exterior

Após a entrada, as mãos deslizam à frente e dirigem-se para fora e para baixo, num trajecto curvilíneo, até passarem a largura dos ombros. Este é o momento de início

de produção de forma clara de força propulsiva pelos MS, também conhecido por "agarre". Neste momento, as mãos passam a deslocar-se para fora, para trás e para baixo. As mãos irão apresentar um ângulo de orientação que varia entre os 135 e os 180° e, um ângulo de ataque entre os 20 e os 45°. Simultaneamente, verifica-se uma flexão gradual dos MS pelas articulações dos cotovelos.

A ALE é a fase menos propulsiva do trajecto motor (Schleihauf, 1979; Schleihauf et al., 1988). Este deverá ser um movimento suave, por forma a colocar as mãos em posição de aplicar força propulsiva em fases subsequentes de forma mais eficiente (Costill et al., 1992; Maglisco, 1993). Daí que a velocidade da mão diminua gradualmente desde a entrada até à ocorrência do "agarre" (Maglisco, 1993; Barbosa et al., no prelo).

De acordo com Togashi e Nomura (1992), é desejável o surgimento tão cedo quanto possível de uma posição mais elevada do cotovelo durante a ALE. Segundo os autores, existe uma correlação significativa de $r=-0.570$ entre o momento de surgimento de uma posição mais elevada do cotovelo do que a mão durante a ALE e a velocidade média de deslocamento do nadador. No mesmo sentido, observaram uma correlação negativa e significativa ($r=-.606$) entre o ângulo relativo entre o antebraço e o braço e a velocidade média de deslocamento. Isto é, uma maior flexão ao nível do cotovelo, mantendo este centro articular numa posição mais elevada do que a mão e o antebraço, permitirá ao nadador atingir velocidades superiores de deslocamento.

2.1.1.3. Acção lateral interior

A ALI é a primeira das duas fases mais propulsivas do trajecto motor, da técnica de Mariposa (Schleihauf, 1979; Schleihauf et al., 1988; Loetz et al., 1988; Costill et al., 1992; Mason et al., 1992; Maglisco, 1993; Reischle, 1993; Figueiras, 1995; Sanders, 1996; Martins-Silva, 1997; Barbosa, 2000; Barbosa et al., 2002a).

Durante a ALI, a Força de Arrasto Propulsivo encontra-se orientada para fora e para a frente, enquanto a Força Ascensional está direccionada perpendicularmente à Força de Arrasto Propulsivo e com um sentido das altas para as baixas pressões, ou seja, para a frente e para dentro. Logo, a resultante destas duas forças encontra-se na direcção de deslocamento do nadador, contribuindo para a produção de Força Propulsiva Efectiva com uma intensidade relativamente elevada. Daí que a ALI seja uma das fases mais propulsivas do trajecto motor (Schleihauf, 1979; Reischle, 1993).

Esta fase tem início quando as mãos se aproximam do ponto mais profundo da sua trajectória, que coincide com o final da ALE.

Nesta fase, as superfícies palmares orientam-se para trás, para cima e para dentro, descrevendo uma trajectória circular, até ficarem próximas uma da outra debaixo do tronco do nadador. Para tal, as mãos que na ALE estavam orientadas para fora e para baixo, rodam progressivamente para dentro e para cima através de uma gradual flexão dos MS até o braço e o antebraço apresentarem um ângulo relativo de aproximadamente 90°, mas mantendo o cotovelo a um nível relativamente superior ao da mão. Nesta fase as mãos apresentarão um ângulo de orientação de 0° e um ângulo de ataque que varia entre os 20 e os 80°, apesar dos 40° ser a moda, isto é, o valor mais frequente (Schleihauf, 1979).

Com efeito, nem todos os nadadores de elite culminam a ALI com as mãos juntas debaixo do tronco. Alguns parece que iniciam precocemente a fase seguinte, a AA (Costill et al., 1992; Maglischo, 1993). Para mais, alguns investigadores descrevem estudos onde se procurou conhecer as repercussões da execução não de uma ALI mas de duas acções consecutivas (Bachman, 1983). Ou ainda, de se cruzarem os MS debaixo do corpo ao efectuar a ALI (Crist, 1979). Este facto estará relacionado com a variedade de trajectos motores que tem vindo a ser descritos na tentativa de aumentar a eficiência desta técnica de nado através da alteração da sua mecânica e/ou com estilos pessoais de nado, que mais não são que meras interpretações pessoais do modelo técnico. Não obstante a diversidade de interpretações desse mesmo modelo técnico, a descrição inicial tende a ser adoptada pela maioria dos nadadores. Apesar de diversos nadadores adoptarem o mesmo modelo técnico, é perfeitamente admissível verificarem-se diferentes formas de o interpretar.

Durante esta fase observa-se um aumento significativo da velocidade das mãos (Schleihauf et al., 1988; Maglischo, 1993; Martins-Silva, 1997; Barbosa, 2000; Barbosa et al., no prelo). No entanto, é frequente observarem-se elevados valores dos desvios-padrão neste parâmetro (Martins-Silva, 1997; Barbosa, 2000). A explicação para tal decorrerá da grande heterogeneidade na execução desta acção por parte dos diferentes nadadores. Por outro lado, a velocidade de deslocamento do nadador também tende a aumentar quando comparada com a velocidade obtida nas fases anteriores (Maglischo, 1993).

2.1.1.4. Acção ascendente

A AA é a segunda das duas fases mais propulsivas da acção dos MS na técnica de nado em estudo (Schleihauf, 1979; Schleihauf et al., 1988; Loetz et al., 1988; Costill et al., 1992; Mason et al., 1992; Maglischo, 1993; Reischle, 1993; Figueiras, 1995; Sanders, 1996; Martins-Silva, 1997; Barbosa, 2000; Barbosa et al., 2002a).

Como a mão se desloca essencialmente para cima e para trás, a Força de Arrasto Propulsivo terá um sentido para a frente e para baixo. Por sua vez, a Força Ascensional estará orientada para cima e para a frente. Logo, o surgimento de um segundo pico na velocidade de deslocamento do nadador durante a AA será explicado pelo facto da resultante da Força Ascensional e da Força de Arrasto Propulsivo se encontrar praticamente na direcção do deslocamento do nadador, o que favorece o surgimento de uma Força Propulsiva Efectiva com uma intensidade também relativamente elevada (Schleihauf, 1979; Schleihauf et al., 1988; Reischle, 1993). Consequentemente, assumindo a existência de uma mesma intensidade da força de arrasto hidrodinâmico, será suposto observar-se um aumento da velocidade de deslocamento do nadador. A Figura 2 apresenta o digrama de corpo livre das forças propulsivas produzidas pela acção dos MS a mariposa.

- XVIII International Symposium on Biomechanics in Sports – Swimming, pp. 73-74. Faculty of Education of the University of Edinburgh, Edinburgh.
31. MARTINS-SILVA, A.; SILVA, C.; ALVES, F.; PERSYN, U. E COLMAN, V. (2003). Implicações dos novos princípios biomecânicos na aprendizagem da técnica de Bruços. *Revista da APTN*. (2). pp. 28-35.
 32. MASON, B.; TONG, Z. e RICHARDS, R. (1992). Propulsion in the Butterfly stroke. In: D. MacLaren, T. Reilly e A. Lees (eds.). *Biomechanics and Medicine in Swimming VI*, pp. 81-86. E & FN SPON, London.
 33. PERSYN, U.; TILBORGH, L.; DALY, V.; VIJFVINKEL, D. e VERHETSEL, D. (1986). Computerised evaluation and advice in swimming. 1º Congresso Mundial de Entrenadores. Madrid.
 34. PERSYN, U.; COLMAN, V. e VAN TILBORGH, L. (1992). Movement analysis of the flat and the undulate Breaststroke pattern. In: D. Maclaren, T. Reilly e A. Lees (eds.). *Biomechanics and Medicine in Swimming VI*, pp. 75-80. E & FN Spon, London.
 35. REISCHLE, K. (1993). *Biomecânica de la Natacion*. Gymnos Editorial, Madrid.
 36. RUSHALL, B. (1996). Breathing actions in Butterfly swimming. *Carlisle Coaches Forum*. 2(6).
 37. SANDERS, R.; CAPPERT, J. e DEVLIN, R. (1995). Wave characteristics of Butterfly Swimming. *J. Biomechanics*. 28(1): 9-16.
 38. SANDERS, R. (1996). Some aspects of butterfly technique of New Zealand Pan Pacific squad swimmers. In: J.P. Troup, A.P. Hollander, D. Strasse, S.W. Trappe, J.M. Cappaert e T.A. Trappe (eds.). *Biomechanics and Medicine in Swimming VIII*, pp. 23-28. E & FN Spon, London.
 39. SCHLEIHAUF, R. (1979). A hydrodynamic analysis of Swimming propulsion. In: J. Teraus e W. Bendingfied (eds.). *Swimming III*, pp. 70-117. University Park Press, Baltimore.
 40. SCHLEIHAUF, R.; HIGGINS, J.; HINRICHS, R.; LUERTKED, D.; MAGLISCHO, L.; MAGLISCHO, E. e THAYER, A. (1988). Propulsive techniques : Front Crawl Stroke, Butterfly, Backstroke and Breaststroke. In: B. Ungerechts, K. Wilke e K. Retsche (eds.). *Swimming V*, pp. 53-59. Human Kinetics Books, Champaign, Illinois.
 41. SIMONET, P. (1985). *Apprentissages moteurs. Processus et procédés d'acquisition*. Ed. Vigot. Paris.
 42. TOGASHI, T. e NOMURA, T. (1992). A biochemical analysis of the swimmer using the butterfly stroke. In: D. Maclaren, T. Reilly e A. Lees (eds.). *Biomechanics and Medicine in Swimming VI*, pp. 87-91. E & FN Spon, London.
 43. UNGERECHTS, B. (1983). A comparison of the movements of the rear parts of dolphins and butterfly swimmers. In : P. Hollander, P. Huijing e G. de Groot (eds.). *Biomechanics and Medicine in Swimming*, pp. 215-221. Human Kinetics Books, Champaign, Illinois.
 44. WINTER, D. (1990). *Biomechanic and motor control of human movement*. John Wiley and sons, Chichester.
 45. ZHU, J. (1996). Trunk rotations, body waving and kineanthropometric characteristics in the symmetrical swimming strokes. Tese de Doutorado. Universidade Católica de Leuven. *Não Publicado*.
 46. ZHU, J.; PERSYN, U. e COLMAN, V. (1997). Screening of kinanthropometric characteristics relevant for swimming strokes and style variantes. In: K. Daniel, U. Huffmann e J. Klauck (eds.). *Cologne Swimming Symposium*, pp. 80-89. Sport Fahemann, Cologne.