

AVALIAÇÃO DA COORDENAÇÃO ENTRE MEMBROS SUPERIORES NA TÉCNICA DE CROL EM NADADORES INFANTIS

Ana Silva^{1,2}, Pedro Figueiredo¹, Paulo Renato^{1,3}, Inês Amaral¹, Marisa Sousa¹, António Sampaio^{1,4}, Susana Soares¹, J. Paulo Vilas-Boas¹, Ricardo J. Fernandes¹

¹ Faculdade de Desporto, CIFI2D, Universidade do Porto

² Grupo Desportivo de Natação Vila Nova Famalicão

³ Sporting Clube de Braga

⁴ Instituto Superior da Maia

Email do(a) autor(a): anafilsilva@mail.com

Resumo

O presente estudo teve como objectivo a caracterização da coordenação entre membros superiores na técnica de crol a velocidade elevada, em nadadores infantis. Quarenta nadadores, 20 raparigas (11.50 ± 0.5 anos) e 20 rapazes (12.40 ± 0.7 anos) realizaram 25 m crol à velocidade máxima. Através da análise das imagens de ciclos não inspiratórios captadas por duas câmaras subaquáticas (colocadas nos planos frontal e sagital) foram identificadas as fases de um ciclo dos membros superiores, sendo determinado o índice de coordenação. Os parâmetros biomecânicos gerais velocidade, frequência gestual e distância de ciclo também foram calculados.

Verificou-se que os nadadores infantis coordenam a sua acção dos membros superiores na técnica de crol segundo o modelo descontínuo, existindo um momento do ciclo onde não existe propulsão por parte dos membros superiores. Observou-se, também, que os nadadores despendem mais tempo na fase de entrada e agarre, e têm uma menor duração na fase de tracção, relativamente ao que está descrito na literatura para nadadores de elite. Adicionalmente, os nadadores infantis mais velozes apresentam maior frequência gestual e amplitude de ciclo. No entanto, como estes dois parâmetros se correlacionam negativamente, e como a frequência gestual se relaciona directamente com o índice de coordenação, o aumento das fases propulsivas (maior eficiência de braçada) nesta população deverá ser conseguido através do aumento da frequência gestual.

Palavras-Chave: Infantis, índice de coordenação, crol, parâmetros biomecânicos gerais

Abstract

The aim of this study was to characterize the arm coordination and the general biomechanical parameters (velocity, stroke length and stroke rate) in young swimmers performing front crawl at high intensity. Forty young swimmers performed a 25 m crawl at maximum intensity. Stroke phases (entry and catch, push, pull and recovery) were identified by video analysis (through two underwater cameras in sagittal and frontal planes), being assessed the Index of Coordination. The velocity, stroke rate and stroke length were also calculated.

It was observed that, in front crawl swimming technique performed at high intensity, only catch-up coordination was noticed in this specific population. In fact, young swimmers spend more time in catch/entry phase rather than in the pull phase. Further, fastest swimmers displayed higher stroke rate and stroke length. However, stroke rate and stroke length are negatively correlated, and because stroke rate have a direct relation with the index of coordination, the increase of propulsive phases (leading to a more efficient stroke) should be done by increasing the stroke rate.

Keywords – Age-group swimmers, index of coordination, front crawl, general biomechanical parameters

Introdução

Dos factores que influenciam o rendimento desportivo de um nadador, a técnica parece ser unanimemente considerada um dos mais importantes, sendo uma das preocupações centrais no processo de formação desportiva (Vilas-Boas, 1998). A técnica de crol, por ser ventral, por implicar menor arrasto hidrodinâmico, e pelo facto da acção alternada dos membros superiores (MS) permitir uma propulsão mais contínua, é a mais rápida das quatro técnicas, sendo a mais frequentemente utilizada no treino e em competição (Tourny-Chollet et al., 2009). Nesta técnica de nado, sendo os MS responsáveis por parte significativa da propulsão (Alberty et al., 2008), a coordenação entre MS tem uma importância decisiva para a aplicação eficaz das forças propulsivas.

Para melhor caracterizar a técnica de nado é frequente utilizarem-se a frequência gestual (FG), a distância de ciclo (DC), o índice de ciclo e a razão entre FG e a DC, pois a sua interacção determina a velocidade de nado (Alberty et al., 2008; Seifert et al., 2005). Recentemente, Chollet et al. (2000) propuseram um novo instrumento para determinar a sincronização entre MS na técnica de crol - o Índice de Coordenação (IdC) - sendo a sua determinação baseada no intervalo temporal existente entre as fases propulsivas da acção dos MS. Segundo os referidos autores, o IdC na técnica de crol pode expressar três tipos de coordenação: catch-up (quando existe um desfasamento temporal entre o

final da fase propulsiva de um MS e o início da propulsão do outro MS), oposição (sem intervalo entre as fases propulsivas dos MS) e sobreposição (existindo uma sobreposição nas fases propulsivas dos MS).

Tendo em consideração que a maior parte dos estudos relativos à determinação do IdC têm sido realizados com nadadores de elite (e.g. Chollet et al., 2000; Seifert et al., 2004), afigura-se-nos fundamental estudar os nadadores em processo de formação, pois esta é a etapa base de desenvolvimento coordenativo. Assim, o objectivo do presente estudo foi caracterizar a coordenação entre MS na técnica de crol realizada a velocidade elevada, em nadadores infantis, através da determinação do IdC.

Métodos

Quarenta nadadores do escalão Infantil voluntariaram-se para participar no presente estudo. As suas principais características antropométricas e o número de unidades de treinos semanais que realizam em média estão descritos na Tabela 1.

Numa piscina de 25 m coberta e aquecida, cada nadador realizou 25 m crol à velocidade máxima. Para a determinação do IdC foram recolhidas imagens através de duas câmaras de vídeo (Sony DCR-HC42E®) em imersão, uma colocada no plano sagital e a outra no plano frontal. Para permitir a transformação das coordenadas virtuais em coordenadas reais, foi colocada uma estrutura de calibração bidimensional com dimensões de 2.10 m de largura e 3 m de altura.

Tabela 1. Valores médios e respectivos desvios-padrão relativos às principais características antropométricas e de unidades de treino semanais dos nadadores em estudo.

	Raparigas (n=20)	Rapazes (n=20)
Idade (anos)	11.50 ± 0.5	12.40 ± 0.7
Peso (kg) *	43.26 ± 5.5	49.84 ± 7.6
Altura (cm) *	153.80 ± 7.2	158.74 ± 7.8
Envergadura (cm) *	153.70 ± 10.1	161.50 ± 9.8
Unidades de Treino (treinos/semana)	5.5 ± 0.5	5.5 ± 0.5

* Diferenças estatisticamente significativas ($P \leq 0.05$).

A avaliação biomecânica foi realizada com o software APASystem, tendo-se procedido à digitalização frame a frame de dois ciclos não inspiratórios consecutivos. Foram digitalizados treze pontos: anca, extremidade distal dos dedos médios, pulsos, cotovelos, ombros, joelhos e tornozelos.

O cálculo do IdC teve por base a divisão da acção dos MS nas quatro fases (Chollet et al., 2000): (i) entrada e agarre, correspondendo ao tempo desde a entrada da mão entra na água até que começa a efectuar o movimento ântero-posterior; (ii) tracção, desde o final da acção anterior até atingir o alinhamento vertical do ombro, sendo a primeira fase propulsiva; (iii) empurre, desde o final da acção anterior até à saída da mão da água, sendo a segunda fase propulsiva; (iv) recuperação, abrangendo o tempo desde que a mão emerge até que volta a entrar na água. O IdC foi expresso em percentagem do tempo total do ciclo de MS.

O cálculo da velocidade (v) foi efectuado através da razão entre o deslocamento da anca num ciclo de MS e a sua duração total. A DC foi determinada através da distância horizontal percorrida pela anca durante um ciclo de MS e a FG corresponde ao número de ciclos de MS efectuados por minuto.

O tratamento estatístico realizado baseou-se na análise exploratória dos dados, assim como no cálculo das médias e respectivos desvios-padrão para todas as variáveis em estudo. Para a comparação entre géneros aplicou-se um *t-test* de medidas independentes (software SPSS Statistics versão 17.0). A significância estatística foi considerada para $P < 0.05$.

Resultados

A tabela 2 sintetiza os principais resultados obtidos no presente estudo, assim como o estudo pioneiro de Chollet et al. (2000). Pode-se observar que os nadadores apresentaram valores mais elevados de v e FG comparativamente com as nadadoras, sendo os valores de DC muito semelhantes entre si. Relativamente à coordenação entre MS, observaram-se valores semelhantes de IdC entre subgrupos sexuais, enquanto, no que se refere aos valores percentuais das quatro fases, se destaca o menor valor da fase de recuperação nas raparigas comparativamente com os rapazes.

Complementarmente, na tabela 3 podem-se observar os valores de correlação obtidos entre as principais variáveis em estudo para o grupo total, tendo-se verificado alguns resultados significativos, nomeadamente as relações directas entre a v, a FG e a DC e relações inversas entre a FG e a DC, assim como entre o IdC e a DC.

Tabela 2. Valores médios e respectivos desvio-padrão dos parâmetros relativos à velocidade, frequência gestual, distância de ciclo, coordenação entre MS, entrada e agarre, tracção, empurre, recuperação, soma das fases propulsivas e soma das fases não propulsivas de acordo com os géneros e para a amostra total, assim como para Chollet et al. (2000).

Parâmetros	Raparigas (n = 20)	Rapazes (n = 20)	Total (n = 40)	Chollet et al. (2000)
Velocidade (m/s) *	1.37 ± 0.2	1.52 ± 0.1	1.45 ± 0.2	1.81 ± 0.1
Frequência gestual (ciclo/min)*	47.16 ± 7.1	52.07 ± 5.6	49.62 ± 6.8	54.00 ± 4.0
Distância ciclo (m/ ciclo)	1.77 ± 0.3	1.78 ± 0.3	1.77 ± 0.3	2.01 ± 0.1
Índice de coordenação (%)	-9.30 ± 4.6	-9.33 ± 3.9	-9.31 ± 4.2	2.53 ± 4.4
Entrada e agarre (%)	36.54 ± 5.1	34.67 ± 5.7	35.60 ± 5.4	22.10 ± 3.9
Tracção (%)	16.29 ± 3.8	15.77 ± 3.4	16.03 ± 3.5	26.70 ± 3.7
Empurre (%)	25.34 ± 3.3	23.87 ± 3.0	24.60 ± 3.2	26.30 ± 2.7
Recuperação (%)*	22.00 ± 3.8	25.64 ± 3.2	23.82 ± 3.9	24.90 ± 2.6
Fases propulsivas (%)	41.63 ± 3.76	39.64 ± 4.31	40.63 ± 4.11	53.00 ± 3.5
Fases não propulsivas (%)	58.50 ± 3.94	59.42 ± 4.12	59.42 ± 4.17	47.00 ± 3.2

* Diferenças estatisticamente significativas entre géneros ($P \leq 0.05$).

Tabela 3. Matriz de correlação entre os parâmetros velocidade (v), frequência gestual (FG), distância de ciclo (DC) e sincronização entre MS (IdC), para a amostra total (n = 40).

	Velocidade	Frequência gestual	Distância ciclo	Índice de coordenação
Velocidade	1			
Frequência gestual	0.31*	1		
Distância ciclo	0.46**	-0.68**	1	
Índice de coordenação	-0.08	0.29	-0.31*	1

* $P \leq 0.05$ e ** $P < 0.01$

Discussão

Os valores de IdC obtidos evidenciam que os nadadores infantis testados organizam a sua coordenação entre MS na técnica de crol em catch-up. Estes resultados, obtidos à velocidade correspondente à prova de 50 m, estão em oposição aos descritos na literatura para nadadores de idades e níveis desportivos superiores quando efectuam esforços à mesma intensidade relativa, os quais atingem modos coordenativos de oposição e até de sobreposição (cf. Chollet et al., 2000; Seifert et al., 2004). De facto, os nadadores do presente estudo apresentam uma maior duração relativa na fase de entrada e agarre e uma menor duração na tracção relativamente ao descrito na literatura. Do mesmo modo, os resultados descrevem uma superioridade no somatório das fases

propulsivas no grupo de elite (Chollet et al., 2000), ocorrendo o inverso (maior percentagem das fases não propulsivas) no grupo de Infantis. Este facto sugere que o nosso entendimento da coordenação motora em adultos não pode ser directamente aplicado em crianças. Neste sentido, o processo de crescimento e maturação parece interferir decisivamente na coordenação entre MS na técnica de crol.

Quando comparados os géneros verificaram-se diferenças estatisticamente significativas, com valores superiores para os rapazes nas variáveis v e FG, o que poderá ser explicado pela diferença (embora não estatisticamente significativa) de idades. Complementarmente, apesar de se ter verificado diferenças na altura e envergadura entre géneros, os valores de DC foram idênticos entre esses subgrupos. Este facto parece indicar um subaproveitamento da amplitude da acção dos MS pelo grupo masculino. Efectivamente, quando nos reportamos a nadadores de nível desportivo nacional e internacional, está descrito que os nadadores apresentam valores de DC significativamente superiores às nadadoras (Fernandes et al., 2006; Seifert et al., 2007). Complementarmente, pôde-se observar uma menor duração relativa da fase de recuperação nas raparigas comparativamente com os rapazes. No entanto, essa diferença parece não ter grande significado na coordenação entre MS pois, quando comparadas as fases propulsivas e as fases não propulsivas, não foram observadas diferenças entre subgrupos sexuais.

As relações directas entre a v , a FG e a DC parecem evidenciar que os nadadores Infantis mais rápidos são-no porque conseguem maiores frequências das acções motoras dos MS, mas também porque mantêm maiores amplitudes. A relação inversa entre a FG e a DC está de acordo com a literatura (e.g. Seifert et al., 2010), evidenciando que para se atingir uma determinada velocidade existem diversas combinações destes parâmetros (nomeadamente quando a FG aumenta a DC diminui e vice-versa), não podendo aumentar em simultâneo (cf. Seifert et al., 2006). O facto dos nadadores com coordenação entre MS mais optimizada serem os que têm menor DC, corroborando o estudo de Potdevin et al. (2004), parece evidenciar a importância da diminuição relativa das fases não propulsivas e aumento relativo das fases propulsivas, pelo aumento da FG, uma vez que este parâmetro se relaciona positivamente com o IdC (apenas para $p < 0.10$).

Com este estudo espera-se que o treino coordenativo neste escalão etário seja ainda mais estimulado, procurando exercícios que promovam uma maior continuidade das acções propulsivas e, desta forma, uma técnica mais eficiente para velocidades de nado elevadas.

Conclusões

Os nadadores infantis quando nadam crol a velocidade elevada utilizam uma coordenação entre MS em catch-up, aproximando-se do modo coordenativo de oposição, mas ficando longe do modo de sobreposição característico dos nadadores mais velhos e de nível desportivo mais elevado. Estes resultados sugerem que, muito embora o processo de maturação pareça interferir na coordenação entre MS na técnica de crol, o treino técnico neste escalão etário deve ser realizado também a intensidades de nado altas para promover adaptações coordenativas a velocidades utilizadas em situação de competição.

Referências

- Alberty M, Potdevin F, Dekerle J, Pelayo P, Gorce P, Sidney M. Changes in swimming technique during time to exhaustion at freely chosen and controlled stroke rates. *J of Sports Sciences* 2008; 26: 1191-1200
- Chollet D, Charlies S, Chatard C. A New Index of Coordination for the Crawl Description and Usefulness. *Sports Med* 2000; 21: 54-59
- Fernandes RJ, Marinho DA, Barbosa TM, Vilas-Boas JP. Is time limit at the minimum swimming velocity of VO₂max influenced by stroking parameters? *Percept. Mot. Skills*, 2006 1: 67-75
- Potdevin F, Brill B, Sidney M, Pelayo P. Stroke Frequency and Arm Coordination in Front Crawl Swimming. *Int J Sports Med* 2004; 27: 193 – 198
- Seifert L, Boulesteix L, Carter M, Chollet D. (). The spatial-temporal and coordinative structures in Elite Male 100-m Front Crawl Swimmers. *Sports Med* 2004; 286 – 293
- Seifert L, Chollet D, Allard P. Arm Coordination Symmetry and breathing effect in front crawl. *Hum Mov Sci* 2005; 24: 234 – 256

- Seifert L, Chollet D, Chatard JC. Kinematic Changes during a 100-m Front Crawl: Effects of Performance Level and Gender. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39: 1784 – 1792
- Seifert L, Chollet D, Rouard A. Swimming constraints and arm coordination. *Hum Mov Sci* 2006; 26: 68 – 86
- Seifert L, Leblanc H, Chollet D, Delignières D. Inter-limb coordination in swimming: Effect of speed and skill level/ Human Movement. *Hum Mov Sci* 2010; 29: 103 – 113
- Tourny-Chollet C, Seifert L, Chollet D. Effect of Force Symmetry on Coordination in Crawl. *Int J Sports Med* 2009; 30: 182 – 187
- Vilas-Boas JP. A avaliação objectiva dos factores de rendimento em nadadores: contributo para o desenvolvimento da natação em Portugal. In: Documento de apoio à disciplina Metodologia I - Natação. Porto: FCDEF-UP, 1998.