

# Tema 1 Biomecânica e Traumatologia na Natação

Pedro Martins Farinha<sup>1</sup>, Dr. Diogo Lino Moura<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Aluno do Mestrado Integrado em Medicina na Faculdade Medicina da Universidade de Coimbra (FMUC), Fisioterapeuta; <sup>2</sup>Docente da FMUC, Assistente Hospitalar do Serviço de Ortopedia do Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra

## RESUMO / ABSTRACT

A prática desportiva da natação é frequente em todo o mundo, sobretudo na época do verão. Alguns dos praticantes são nadadores profissionais, estando estes mais suscetíveis à ocorrência de lesões. Um nadador de competição realiza mais de um milhão de movimentos de rotação do ombro por semana, estando por isso sujeito a lesões por sobreuso, fundamentalmente da articulação glenoumeral. O principal fator de risco é o elevado volume de treino que potencia a fadiga muscular precoce e consequentemente o risco de lesão do ombro por erros técnicos. O conhecimento da biomecânica da natação permite identificar eventuais erros técnicos nos seus movimentos típicos, abrindo a porta para elaborar estratégias eficazes de prevenção de lesões relacionadas especificamente com os exercícios técnicos do nadador.

*Swimming is common around the world, especially in the summer. Some of these individuals are professional swimmers, turning them more susceptible to injury. A competitive swimmer performs more than one million rotations of the shoulder per week and is therefore prone to overuse injuries, especially of glenoumeral joint. The main risk factor is the high training volume by increasing early muscle fatigue and consequently the risk of shoulder injury due to technical errors. The knowledge of the swimming biomechanics allows to identify possible technical errors at its typical movements, opening the door to create efficient injury prevention strategies related specifically to the technical exercises of the swimmer.*

## PALAVRAS-CHAVE / KEYWORDS

Natação, lesão, ombro, dor, elevado volume de treino, erros técnicos, biomecânica do estilo, estratégias prevenção.

*Swimming, injury, shoulder pain, high training volume, technical errors, stroke biomechanics, prevention strategies.*

em média 8 a 10 ciclos de braços por cada 23 metros.<sup>2</sup> Deste modo, um nadador de competição realiza mais de um milhão de movimentos de rotação do ombro por semana, estando amplamente suscetíveis a lesões por sobreuso fundamentalmente do complexo articular do ombro (figura 1).<sup>5</sup>

O ciclo que envolve a braçada do nadador, na maioria dos estilos de natação, é composto genericamente por 6 fases: a fase de entrada de mão na água; a fase de puxada, a que gera maior frequência de dor entre atletas e cujo objetivo é gerar velocidade (subdividida em inicial, intermédia e tardia); a fase de saída da mão da água; e a fase de recuperação, com o braço fora de água (figura 2).<sup>6,7,8</sup>

No **estilo livre** ou *front crawl*, o estilo que compreende 75 a 90% do treino dos nadadores, a fase de puxada inicial normal ocorre após entrada da mão na água, com ombro em abdução, flexão e rotação medial, ocorrendo elevação do trapézio superior enquanto a contração do romboide promove a retração escapular.<sup>4,5</sup> O músculo serrátil anterior protraí e roda a escápula superiormente, sendo amplamente ativado a partir deste momento e durante a fase de puxada até ao fim. Este processo de ativação muscular antagonista em relação à escápula é responsável por mantê-la no seu posicionamento ideal, caracterizando a mobilidade escapulotorácica.<sup>3,4</sup> Imediatamente após a puxada inicial, ocorre ativação do grande peitoral que provoca adução e rotação medial do braço. A

## Origem e Biomecânica da Natação

A origem da natação pode ser historicamente associada à Idade da Pedra, como resultado de tentativas de flutuação e métodos de caça.<sup>1</sup> Posteriormente, o homem procurou desenvolver técnicas de natação com maior eficiência biomecânica, embora apenas no século XIX, tenha sido reconhecida como uma modalidade desportiva organizada.<sup>1</sup> Desde 1896 que a natação é desporto contemplado em todos os Jogos Olímpicos de Verão.<sup>1</sup> Atualmente, a prática desportiva de natação é popular em todo o mundo, principalmente na época do verão. Alguns destes praticantes são nadadores profissionais, estando portanto mais suscetíveis à ocorrência de lesões.<sup>2</sup> A natação combina exercícios de força dos membros e tronco com treino cardiovascular sem impacto.<sup>3</sup> Os quatro estilos oficiais da natação são o livre ou *front crawl*, bruços,

mariposa e costas (figura 1).<sup>3</sup> Apesar do estilo preferencial adotado pelo atleta em competição ser variável, os nadadores despendem a maioria do treino no estilo livre ou *front crawl*.<sup>3-5</sup> Nadadores de competição treinam aproximadamente entre 9150 a 18300 metros por dia, realizando

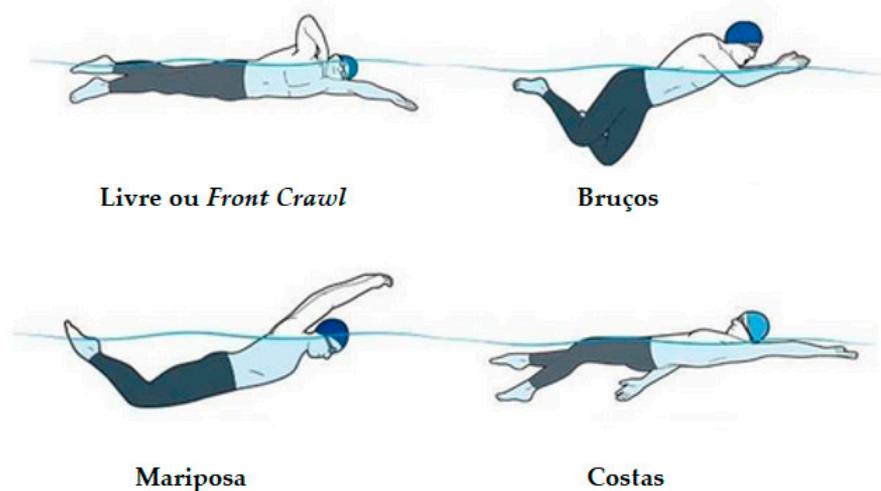


Figura 1 – Os quatro estilos de natação.

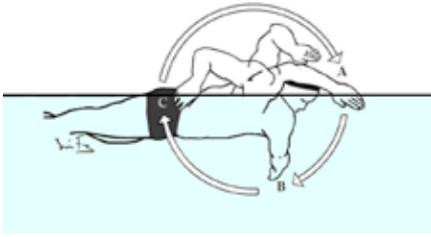


Figura 2 – Fases da braçada no estilo livre. A – entrada mão água, A a B – fase inicial da puxada, B a C – fase final da puxada final, C – saída da mão da água, C a A – fase de recuperação.

rotação medial é equilibrada pela rotação lateral antagonista realizada pelo músculo *teres minor*, resultando na posição do ombro em abdução, extensão e rotação neutra.<sup>3,4</sup> O músculo *latíssimo dorsal* é ativado em equilíbrio com o subescapular desde a fase intermédia da puxada até ao início da fase de recuperação.<sup>3,4</sup> Na fase final da puxada o ombro adota a posição de adução máxima, extensão e rotação medial dependendo para isso da ativação simultânea dos músculos *latíssimo dorsal*, *serrátil anterior* e *subescapular*.<sup>3</sup> Os músculos *deltoide* e o *supraespinhoso* são os principais músculos responsáveis pela fase de recuperação, ocorrendo ainda ativação do subescapular e do *romboide*.<sup>3,4</sup> Durante a fase de recuperação, a capacidade de rotação do tronco associada a retração da escápula promove a proteção da bolsa sinovial subacromial, do tendão do *supraespinhoso* e do *labrum glenoideu posterior e superior*, estruturas mais frequentemente em risco nos nadadores.<sup>6</sup>

A discinesia escapular é um sinal frequente em nadadores com dor no ombro associada a sobreuso e pode ser causada por inibição do padrão de ativação muscular dos músculos estabilizadores da escápula.<sup>9-12</sup> Perante um volume de treino elevado, os nadadores ficam sujeitos a fadiga muscular. O músculo mais suscetível desta fadiga é o *serrátil anterior*, o que se repercute na redução da capacidade de protração escapular, promovendo a discinesia escapular, o que predispõe a ocorrência de conflito interior e exterior da articulação glenoumeral.<sup>12</sup> Pink et al<sup>12</sup> e Scovazzo et al<sup>13</sup> em estudos baseados na análise

eletromiográfica e cinemática em nadadores, revelaram menor atividade eletromiográfica do músculo *serrátil anterior* em atletas com dor quando comparado com atletas sem sintomatologia álgica ao nível do ombro. A discinesia escapular por fadiga muscular pode ser considerada como fator etiológico primário para surgimento de dor no ombro em atletas.<sup>14</sup> As estruturas comprometidas durante as fases da braçada variam.<sup>6</sup> Na fase inicial da puxada os tecidos mais frequentemente afetados são o complexo capsulolabral anterior e o *labrum glenoideu posterior e superior*; na fase final da puxada é o tendão do músculo *supraespinhoso*; na fase de recuperação são a bolsa sinovial subacromial, o tendão do *supraespinhoso* e o *labrum posterior e superior*.<sup>6</sup>

### Traumatologia desportiva da natação

A dor na região do ombro é o sintoma musculoesquelético mais frequente entre nadadores, atingindo uma prevalência entre 40 a 91%.<sup>5,9,10,15-17</sup> O termo *Ombro do nadador* abrange um espectro de patologias coexistentes e/ou consecutivas, provocadas por sobreuso causado por movimentos repetidos típicos da natação. As estruturas mais frequentemente vítimas de sobrecarga no ombro são os tendões da coifa dos rotadores (mais frequente o *supraespinhoso*) e o tendão da longa porção do *bicípíte braquial*.<sup>9,10,15-19</sup> A etiologia da dor no ombro em nadadores pode ser dividida em fatores extrínsecos e intrínsecos. Os fatores extrínsecos são dois: o volume de treino, principalmente se o aumento da sobrecarga for súbito, por exemplo no recurso excessivo a *pás de mão* com o intuito de aumentar a resistência da braçada; e os *erros técnicos*, mais suscetíveis de ocorrerem perante fadiga por excesso de treino.<sup>6</sup> Os fatores intrínsecos estão relacionados com o nadador, podendo ser a hiperlaxidão ligamentar/hipermobilidade articular do ombro, insuficiência da musculatura do tronco, cifose torácica acentuada, presença de discinesia escapular, défice de rotação

medial da articulação glenoumeral, desequilíbrio funcional da coifa dos rotadores, rigidez e/ou défice de flexibilidade da cápsula da articulação glenoumeral, encurtamento dos músculos da coifa dos rotadores e pequeno peitoral, entre outros.<sup>6</sup> Em suma, é o desequilíbrio músculo-ligamentar da escápula e de todo o complexo articular do ombro que vai provocar movimentos anómalos excessivos da articulação glenoumeral que se traduzirão em patologias causadoras de dor no ombro, mais frequentemente tendinopatias e roturas da coifa dos rotadores ou da longa porção do *bicípíte braquial*, síndromes de conflito exterior ou interior da glenoumeral, roturas do *labrum glenoideu*, instabilidades, entre outros. A maioria dos nadadores apresenta alterações posturais características ao nível do dorso, especificamente com cifose torácica e lordose lombar de maior amplitude, sendo a primeira um fator predisponente para ocorrência de discinesia escapular e de redução do espaço subacromial, o que favorece a ocorrência de patologia e dor no ombro.<sup>11,20</sup>

Por sua vez, as lesões do cotovelo, joelho, tornozelo e coluna vertebral associadas à natação são também maioritariamente provocadas por sobreuso, embora com significativa menor ocorrência.<sup>5</sup> As lesões do joelho são a segunda causa mais frequente de queixas em nadadores de competição, estando mais associadas ao estilo bruços, atingindo sobretudo o compartimento colateral medial e o aparelho extensor.<sup>21</sup> A técnica de bruços provoca frequentes movimentos de valgo dos joelhos associados a adução das ancas que, por repetição, podem provocar lesões, como sinovite e bursite do compartimento colateral medial, roturas no ligamento colateral medial, tendinites da pata de ganso e do tendão patelar.<sup>22,23</sup> Estas queixas surgem frequentemente em atletas que efetuam erros técnicos relacionados com o estilo de bruços, como tal a sua correção poderá ser um método eficaz de redução da sua prevalência e de prevenção da reincidência destas lesões.<sup>3</sup> Por sua vez, atletas que realizem maioritariamente os estilos de bruços e mariposa estão mais propensos à ocorrência de dor

na região dorsolombar devido aos movimentos repetidos de hiperextensão desta região.<sup>22</sup>

### Estratégias de prevenção de lesões

O principal fator de risco para ocorrência de dor no ombro do nadador parece estar relacionado com elevado volume de treino durante a fase de crescimento do atleta, sobretudo na ausência de um programa específico, adaptado e supervisionado de prevenção de lesões, bem como o condicionamento físico fora do contexto aquático.<sup>6,24</sup>

Os nadadores de alto nível competitivo devem ser submetidos a programa de exercícios fora do meio aquático, baseados no controlo e reeducação postural, treino de estabilidade e força como estratégia de prevenção de lesões decorrentes da prática natação.<sup>6,8</sup> Os exercícios de fortalecimento muscular devem focar-se no treino específico para promoção da força e da resistência dos músculos serrátil anterior, trapézio inferior e subescapular.<sup>13</sup> Os exercícios recomendados com eficácia clínica na prevenção da discinesia escapular são a elevação escapular (encolher ombros), flexões de braços com ativação do músculo serrátil anterior e remo.<sup>25</sup> A força muscular do tronco é também um importante fator na prevenção de lesões na natação, em particular evitando a báscula anterior excessiva da bacia e consequente lordose lombar acentuada.<sup>11,24</sup> O alongamento deve ser complementar ao programa de fortalecimento. Em nadadores de competição, o ombro tende a apresentar défice de rotação medial e de adução horizontal.<sup>3,8,26</sup> Deve ser, portanto, promovido essencialmente o alongamento isolado da cápsula posterior músculo latíssimo dorsal.<sup>8,26</sup> O alongamento do músculo infra-espinhoso deverá ser igualmente integrado. A sobrecarga do treino potencia o surgimento de fadiga muscular precoce e consequentemente o risco de lesão do ombro por erros técnicos. Como tal, a monitorização do treino e a correção de erros em gestos técnicos é essencial para a prevenção de lesões.<sup>6</sup>

No sentido de reduzir o conflito da coifa dos rotadores e da bolsa subacromial ao nível da face inferior do acrómio, devem adotar-se algumas estratégias de correção do movimento, tais como a redução de rotação medial excessiva do ombro durante a fase de puxada e a iniciação precoce da rotação lateral do ombro na fase de recuperação.<sup>27</sup> Neste sentido, na fase de recuperação e na fase inicial da puxada, os treinadores devem encorajar o nadador a favorecer a rotação do tronco e a retração escapular, reduzindo a sobrecarga da musculatura da coifa dos rotadores e promovendo o fortalecimento dos músculos estabilizadores da escápula.<sup>19</sup> A rotação do tronco deve ser no mínimo de 45° segundo o seu eixo longitudinal para ambos os lados, mantendo a direção da cabeça e do olhar neutros como se a pessoa estivesse em posição ortostática no solo.<sup>2</sup> Como tal, desenvolver a resistência no treino muscular do tronco é igualmente importante no sentido de otimizar o controlo da rotação do tronco durante longos períodos de tempo de treino.<sup>7,13,28</sup> A elevação da cabeça com olhar direcionado para a frente promove conflito subacromial ao condicionar a normal cinésia escapulotorácica, não devendo ser portanto adotada (figura 3).<sup>2</sup>

Por sua vez, na fase tardia da puxada deve ser encorajado um término suave do movimento no sentido de minimizar a compressão do tendão do supraespinhoso, com consequente défice de irrigação

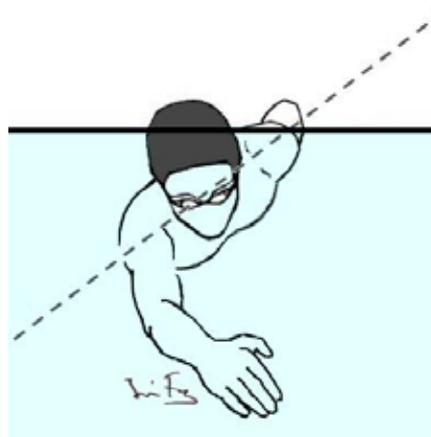


Figura 3 – Rotação do tronco mínima de 45° segundo o eixo longitudinal e olhar neutro.

sanguínea do mesmo e início de alterações degenerativas.<sup>29,30</sup> A avaliação precoce do nadador com sintomas de ombro doloroso é crucial no sentido de impedir a progressão da disfunção, o que poderá condicionar o tratamento e tempo de ausência mais prolongado.<sup>29,30</sup>

### Conclusão

O conhecimento detalhado da biomecânica da natação permite identificar erros técnicos nos seus movimentos típicos, bem como conhecer quais os músculos implicados em cada gesto técnico. Esta informação é fundamental para elaborar estratégias de prevenção de lesões eficazes, baseadas num programa adaptado específico de correção de erros técnicos, de monitorização do volume de treino, de controlo e reeducação postural e de treino de estabilidade e força muscular do ombro e do tronco.

### Bibliografia

1. <https://www.olympic.org/swimming>. Acesso a: 26/01/2021.
2. Johnson J, Gauvin J, Fredericson M. *Swimming Biomechanics and Injury Prevention*. The Physician and Sports medicine. 2003; 31(1):41-6.
3. Wanivenhaus F, Fox A, Chaudhury S, Rodeo S. *Epidemiology of Injuries and Prevention Strategies in Competitive Swimmers*. Sports Health. 2012; 4(3):246-51.
4. Pink M, Jobe F. *Biomechanics of swimming*, in Zachazewski JE, Magee DJ, Quillen WS: *Athletic Injuries and Rehabilitation*. Philadelphia, Saunders, 1996, p 317.
5. Kammer LT, Young C, Niedfeldt M. *Swimming Injuries and Illnesses*. The Physician and Sportsmedicine. 1999; 27(4):51-60.
6. Bak K. *The Practical Management of Swimmer's Painful Shoulder: Etiology, Diagnosis, and Treatment*. Clin J Sport Med. 2010; 20(5):386-90.
7. Souza TA: *The shoulder in swimming*, in *Sports Injuries of the Shoulder: Conservative Management*. New York City, ChurchillLivingstone, 1994, pp 107-24.
8. Matzkin E, Suslavich K, Wes D. *Swimmer's Shoulder: Painful Shoulder in the Competitive Swimmer*. J Am Acad Orthop Surg. 2016; 24(8):527-36.
9. Bak K, Faunø P. *Clinical findings in competitive swimmers*. Am J Sports Med. 1997; 25:254-260.
10. Rupp S, Berninger K, Hopf T. *Shoulder problems in high level swimmers*. Int J Sports Med. 1995; 16:57-562.
11. Ludewig PM, Reynolds JF. *The association of scapular kinematics and glenohumeral joint*

- pathologies. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009; 39:90–104.
12. Pink M, Jobe FW, Perry J, et al. *The painful shoulder during the butterfly stroke: an electromyographic and cinematographic analysis of twelve muscles.* *Clin Orthop Relat Res.* 1993; 288:60–72.
  13. Scovazzo ML, Browne A, Pink M, et al. *The painful shoulder during freestyle swimming: an electromyographic cinematographic analysis of twelve muscles.* *Am J Sports Med.* 1991; 19:577–582.
  14. Madsen P, Jensen S, Bak K, et al. *Training induces scapular dyskinesis in pain-free competitive swimmers.* Paper presented at: International Society of Arthroscopy, Knee Surgery, and Orthopedic Sports Medicine (ISAKOS) congress; April 3–6, 2005; Hollywood, FL.
  15. Ciullo JV. *Swimmers shoulder.* *Clin Sports Med.* 1986; 5:115–137.
  16. McMaster WC. *Shoulder injuries in competitive swimmers.* *Aquat Sports Inj Rehab.* 1999; 18:349–359.
  17. Kennedy JC, Hawkins RJ. *Swimmers shoulder.* *Phys Sports Med.* 1974; 2: 34–38.
  18. Sein ML, Walton J, Linklater J, et al. *Shoulder pain in elite swimmers: primarily due to swim-volume-induced supraspinatus tendinopathy.* *Br J Sports Med.* 2010; 44:105–113.
  19. Weldon EJ III, Richardson AB. *Upper extremity overuse injuries in swimming.* *Clin Sports Med.* 2001; 20:423–438.
  20. Gumina S, Di Giorgio G, Postacchini F, et al. *Subacromial space in adult patients with thoracic hyperkyphosis and in healthy volunteers.* *Chir Organi Mov.* 2008; 91:93–96.
  21. Rodeo SA. *Swimming.* In: Krishnan SG, Hawkins RJ, Warren RF, eds. *The Shoulder and the Overhead Athlete.* Philadelphia, PA: Lippincott, Williams & Wilkins; 2004:350.
  22. Rovere GD, Nichols AW. *Frequency, associated factors, and treatment of breaststroker's knee in competitive swimmers.* *Am J Sports Med.* 1985; 13(2):99–104.
  23. Rodeo SA. *Knee pain in competitive swimming.* *Clin Sports Med.* 1999; 18(2):379–387.
  24. Kibler WB, Press J, Sciascia A. *The role of core stability in athletic function.* *Sports Med.* 2006; 36:189–198.
  25. Moseley JB Jr, Jobe FW, Pink M, et al: *EMG analysis of the scapular muscles during a shoulder rehabilitation program.* *Am J Sports Med* 1992; 20(2):128-134
  26. Wilk KE, Arrigo C: *Current concepts in the rehabilitation of the athletic shoulder.* *J Orthop Sports Phys Ther* 1993;18(1): 365-37
  27. Yanai T, Hay JG. *Shoulder impingement in front-crawl swimming: II. Analysis of stroking technique.* *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32:30–40.
  28. Rodeo S, Johnson JN, Ellison P, et al: *USA Swimming Shoulder Injury Task Force: Summary of findings.* Presented at USA Sports Medicine Society; April 11, 2002; Colorado Springs
  29. Ratburn JB, McNab I. *The microvascular pattern of the rotator cuff.* *J Bone Joint Surg (Br).* 1970; 52:540–553
  30. Kenal KA, Knapp LD: *Rehabilitation of injuries in competitive swimmers.* *Sports Med* 1996; 22(5):337-347