

Estudo Longitudinal de um Double-scull Olímpico

Autores

David Ricardo Cardoso ¹
José Augusto Santos ¹
Eduardo Oliveira ¹

davidrcardoso@gmail.com

Resumo

Objetivo: Descrever as variações antropométricas e fisiológicas de uma equipa portuguesa de Remo de classe mundial durante 8 anos.

Métodos: de 2005 a 2012 foram avaliados indicadores antropométricos, fisiológicos e de performance

Resultados: Durante o estudo a massa corporal variou ligeiramente S1 (73.4±0.6kg) e S2 (71.2±0.5kg), a massa gorda diminuiu aproximadamente 2% e a massa isenta de gordura 1.3% e 3.1% para o S1 e S2, respetivamente. O VO₂max (L·min⁻¹) aumentou 5.23% (S1) e 5.95% (S2) de 2005 - 2008. De 2009 a 2012 o VO₂max showed further aumentou, 23.1% (S1) e 11.79% (S2). O VO₂max (mL·kg⁻¹·min⁻¹) melhorou de 2005-2008: 6.67% e 5.48% para S1 e S2, respetivamente; de 2009-2012: 11.69% e 9.33% para S1 e S2, respetivamente. A potência máxima melhorou 8.14% (S1) e 10.31% (S2) de 2005 a 2012. Potência ao limiar anaeróbio continuously aumentou. Para o S1 de 2005 a 2008 teve um aumento de 5.62% e 4.55% de 2009 a 2012. S2, de 2005 para 2008 o aumento foi de 8.33% e 5.4% de 2009 para 2012. O Lactato sanguíneo máximo aumentou: S1 (12.39%) e S2 (21.78%) de 2005 a 2008; S1 (5.17%) e S2 (3.31%) de 2009 a 2012. A Frequência cardíaca máxima diminuiu ao longo dos 8 anos period: -2.62% e -4.57 para S1 e S2 respetivamente. A performance no ergómetro (2005-2012) melhorou 6.3% e 8.1% para S1 e S2, respetivamente.

Conclusão: Este estudo indica que a performance no Remo melhorar ao longo do tempo e que a melhoria da performance foi paralela ao aumento dos níveis de VO₂max e do limiar anaeróbio seguido de uma redução da massa gorda e de um aumento da massa isenta de gordura.

Palavras-chave

Remo, Performance, Limiar Anaeróbio, VO₂ max, Composição Corporal

¹ CIFID2D; Faculdade de Desporto da Universidade do Porto

INTRODUÇÃO

O Remo é descrito como uma modalidade de força-resistência com duração que varia entre 5,5 – 7 minutos, dependendo do tipo de embarcação, género e condições meteorológicas (Maestu et al. 2005).

Durante a competição as capacidades aeróbias e anaeróbias são solicitadas até ao seu máximo (Steinacker 1993). As necessidades energéticas durante uma regata são estimadas em 70% - 80% em regime aeróbio e 20% - 30% em regime anaeróbio (Maestu et al. 2005). A técnica de remada e os fatores psicológicos podem influenciar o nível de performance dos remadores mas em última análise são as características físicas e fisiológicas dos remadores que mais diretamente se relacionam com a performance (Maestu et al. 2005), como a massa isenta de gordura (MIG) (Cosgrove et al. 1999), percentagem de gordura corporal (MG) e massa muscular (Slater et al. 2005; Morris and Payne 1996), e VO₂max (Cosgrove et al. 1999; Nybo et al. 2014).

Devido às dificuldades em avaliar as capacidades físicas e fisiológicas de atletas de classe mundial, estudos fisiológicos longitudinais no remo são raros, em particular com remadores de elite com participação em campeonatos do mundo e jogos Olímpicos. Apenas alguns estudos longitudinais foram realizados. Hagerman et al. (1996) estudaram as alterações fisiológicas induzidas por uma carreira de 20 anos dos medalhados Olímpicos de 1972; um estudo de 10 anos de um remador francês foi conduzido por Lacour et al. (2009), outro estudo de 6 anos de uma equipa de quadri-scull de classe mundial conduzido por Mikulic (2011) e mais recentemente um estudo de caso com um remador dinamarquês investigando a relação entre a performance competitiva e a capacidade fisiológica (Nybo et al. 2014). Apenas um destes estudos foi realizado com remadores da categoria de ligeiros.

O efeito do tempo nos parâmetros fisiológicos e de performance no remo continuam desconhecidos e de certa forma não respondidos já que muitos remadores atingem resultados de excelência depois dos trinta anos e bem perto dos 40 anos, enquanto o seu perfil fisiológico declina em algumas variáveis. Existem casos de sucessos Olímpicos com atletas já tarde nas suas carreiras (Sir Steve Redgrave, Eskild Ebbesen).

Devido à insuficiência de dados de remadores de elite, este estudo representa uma grande oportunidade para investigar as determinantes da sua performance e a relação entre as características físicas e fisiológicas. Determinado pela literatura, que considera as variáveis como o VO₂max, Limiar Anaeróbio (LAN), MIG como determinantes da performance. Este estudo pretende descrever as variações antropométricas e fisiológicas de uma equipa portuguesa de Remo de classe mundial durante 8 anos analisando: a) as alterações de longo prazo induzidas pelo treino do Remo em algumas variáveis fisiológicas; b) a correlação entre algumas das variáveis selecionadas e; c) de que forma essas alterações se relacionam com a evolução da performance.

MÉTODOS

O presente estudo descreve o desenvolvimento físico, fisiológico e a performance de dois remadores peso ligeiros, com idades de 21 e 22 anos quando o estudo se iniciou, durante 8

anos consecutivos até os remadores terem 29 e 30 anos de idade. A sua altura manteve-se estável durante todo o estudo: 174 cm; quando o estudo começou a sua massa corporal era: sujeito 1(S1): 73,9 kg, sujeito 2 (S2): 70,7 kg; o seu peso de competição era de 70 kg para cada sujeito. Durante o período estudado, esta equipa de classe mundial competiu exclusivamente em double-scull peso ligeiro em regatas internacionais, perfazendo 2 ciclos Olímpicos. Durante este período a equipa melhorou os seus resultados desportivos passando da final D em 2005 nos campeonatos do mundo para a final B em 2011. O seu melhor resultado foi um 2º lugar nos campeonatos do mundo sub 23 anos em 2005, um 3º e 2º lugar nos campeonatos europeus em 2011 e 2012 respetivamente e um 8º e um 5º lugar nos jogos Olímpicos de Pequim e Londres respetivamente (Tabela1). Devido ao constante aumento da competitividade é difícil classificar ou objetivar a diferença de performance entre a final D e a final A, já que é usual encontrar atletas de nível de final A e competir em pequenas finais em campeonatos do mundo e até jogos Olímpicos.

A avaliação antropométrica, fisiológica e da performance incluiu MC, composição corporal, VO2max, Lan e teste máximo de 2000 metros em remo ergómetro, avaliando a potência média em watts. Todas as avaliações foram realizadas anualmente, no período preparatório (Janeiro e Fevereiro), no Laboratório de Fisiologia da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, usando o mesmo procedimento e equipamento. As avaliações foram sempre realizadas pelo mesmo técnico do laboratório.

Tabela 1. Resultados de Relevos de 2005 a 2012

Ano	Evento / Classificação
2005	2 th World Championship under-23. Amsterdam. Holland
2006	22 th World Championship. Eton. Great Britain
2007	14 th World Championships. Munich. Germany
2008	8 th Olympic Games. Beijing. China
2009	10 th World Championship. Poznan Poland; 5 th European Championship. Brest Belarus
2010	6 th World Championship. Kapiro. New Zealand 2 th European Championship. Montemor-o-Velho
2011	11 th World Championship. Bled. Slovenia 3 th European Championship
2012	5 th Olympic Games. London. Great Britain 2 nd European Championship

O procedimento antes da avaliação consistiu em: a) treino ligeiro nas 24 horas que antecederam a avaliação (12 km a 50-60% do seu teste máximo de 2 km em remo ergómetro); b) estar completamente hidratado e c) tomar um pequeno almoço ligeiro de acordo com os seus hábitos, 90 minutos antes da sua chegada ao laboratório e não foram dados conselhos nutricionais. Em todas as ocasiões ambos os atletas deram o seu

consentimento oral e escrito, seguido da explicação dos procedimentos e dos riscos associados com a sua participação neste estudo, de acordo com a Declaração de Helsínquia. O Conselho de Ética do Comité Científico da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto aprovou este estudo.

MEDIDAS

Consumo Máximo de Oxigénio ($\dot{V}O_{2max}$ L·min⁻¹) foi avaliado através de calorimetria indireta “breath by breath” (Cortex, Metalyzer, 3B, Leipzig, Germany). O oxímetro foi calibrado previamente antes de cada avaliação, pelas normas do fabricante, para o volume através de uma seringa de 3L e através de uma garrafa de gás com a referência de 15% O₂ e 5% CO₂.

A Frequência Cardíaca (FC) foi medida e registada com uma intervalos de 5 segundos usando um monitor de frequência cardíaca (Vantage NV, Polar Electro Kempele, Finland). Antes de cada avaliação de $\dot{V}O_{2max}$, os remadores foram equipados com a necessária instrumentação, aqueceram 5 minutos a 200 watts (W) e iniciaram uma avaliação incremental de 25 W a cada 2 minutos, começando nos 250 W, na máquina de remo ergómetro com um fator de resistência de 130 (Concept 2, Model D, Merrville, VT, USA). O $\dot{V}O_{2max}$ (L·min⁻¹) era considerado quando pelo menos 2 dos seguintes parâmetros eram atingidos: Plateau ao $\dot{V}O_2$, $QR \geq 1.10$, lactato sanguíneo ≥ 8 mmol·L⁻¹ e $\geq 90\%$ da FC_{max} teórica.

Limiar Anaeróbio Metabólico foi obtido durante uma avaliação incremental no remo ergómetro, com incrementos de 25 W a cada 5 minutos, com 1 minuto de descanso para recolha sanguínea. O teste terminou quando os sujeitos atingiram as 4 mmol·L⁻¹, usando a Lactate Pro Portable Lactate Analyser (Arkay, Japan). O aquecimento para esta avaliação era de 5 minutos a 200 W e o teste inicia aos 250 W.

Os valores do teste máximo de 2000m no remo ergómetro foram obtidos durante os CN de Remo Indoor realizados pela Federação Portuguesa de Remo, entre Dezembro e Fevereiro, no remo ergómetro (Concept 2 Model D). A avaliação antropométrica incluiu a altura, peso e pregas adiposas. A massa gorda foi estimada de acordo com o método desenvolvido por Jackson e Pollock (1978). Foram medidas pregas adiposas de 7 locais (sub escapular, tricipital, supra ilíaca, peitoral, abdominal, coxa e axilar). A massa isenta de gordura foi calculada subtraindo a estimada massa gorda pelo peso total do sujeito.

ANÁLISE DE DADOS

Dados descritivos são apresentados como valores absolutos e relativos de ambos os sujeitos. As alterações verificadas foram expressas em percentagem de variação. A relação entre variáveis específicas foram avaliadas usando coeficiente de correlação de Spearman's. O nível de significância foi definido como $P < .05$.

RESULTADOS

Durante o período estudado este equipa apenas competiu como peso leve nos eventos de maior relevância. Para facilitar a descrição e análise dos dados tentamos realçar as principais alterações nas medidas mais críticas de acordo com os 2 macrociclos que culminaram, cada um, nos Jogos Olímpicos. Foi nossa intenção realçar as tendências longitudinais nas variáveis fisiológicas e de performance durante o estudo. Os valores absolutos apresentados nas tabelas 2a e 2b para o S1 e S2 respetivamente, seguido da percentagem de variação durante os 8 anos do estudo e durante os 2 ciclos Olímpicos.

Tabela 2a. Medidas antropométricas, fisiológicas e de performance de 2005 a 2012 para S1s

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2005-2008	2009-2012	Total%
MC (kg)	73.9	74.0	73.8	72.9	72.5	73.9	73.3	73.1	-1.35%	0.83%	-1.08%
MG(%)	6.32	6.40	5.54	5.12	5.38	5.41	4.63	4.03	18.99%	25.09%	36.23%
MIG (kg)	69.23	69.26	69.71	69.17	68.60	69.90	69.91	70.15	-0.09%	2.27%	1.34%
ERG _{Perf} (W)	421.4	432.3	435.1	446.6	442.2	433.7	439.4	448	5.98%	1.31%	6.31%
VO _{2max} (L·min ⁻¹)	5.54	5.77	5.76	5.83	5.10	6.13	6.15	6.28	5.23%	23.12%	13.37%
VO _{2max} (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	75	78	78	80	77	83	84	86	6.67%	11.69%	14.67%
PVO _{2max} (W)	430	445	450	453	450	450	460	465	5.35%	3.33%	8.14%
La _{max} (mmol·L ⁻¹)	-	11.3	10.8	12.7	11.6	11.4	11.8	12.2	12.39%	5.17%	7.96%
PA _T (W)	320	325	330	338	330	327	332	345	5.62%	4.55%	7.81%
VO _{2maxAT} (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	57	60	59	64	59	61	64	67	12.28%	13.56%	17.54%
VO _{2AT} (%VO _{2max})	76.0	76.9	75.6	80.0	76.6	73.5	76.2	77.9	5.26%	1.68%	2.51%
FC _{max}	191	189	185	187	184	187	185	186	-2.09%	1.09%	-2.62%

Tabela 2b. Medidas antropométricas, fisiológicas e de performance de 2005 a 2012 para S2

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2005-2008	2009-2012	Total%
MC (kg)	70.7	71.5	71.5	71.1	70.6	72.1	70.8	71.3	0.57%	0.99%	0.85%
MG(%)	6.58	6.72	5.93	5.38	5.34	5.79	4.91	4.52	18.24%	15.36%	31.31%
MIG (kg)	66.05	66.70	67.26	67.27	66.83	67.93	67.32	68.08	1.86%	1.87%	3.07%
ERG _{Perf} (W)	383.5	393.1	414.7	412.1	408.2	401.8	410.8	414.7	7.46%	1.59%	8.14%
VO _{2max} (L·min ⁻¹)	5.16	5.29	5.43	5.47	5.29	5.48	5.53	5.91	5.95%	11.79%	14.58%
VO _{2max} (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	73	74	76	77	75	76	78	82	5.48%	9.33%	12.33%
PVO _{2max} (W)	388	399	420	422	415	413	420	428	8.76%	3.13%	10.31%
La _{max} (mmol·L ⁻¹)	-	10.1	11.6	12.3	12.1	9.4	11.9	12.5	21.78%	3.31%	23.76%
PLAN (W)	300	308	320	325	315	313	323	332	8.33%	5.40%	10.67%
VO _{2maxAT} (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	53	54	58	59	55	56	62	66	11.32%	20.00%	24.53%
VO _{2AT} (%VO _{2max})	72.6	73.0	76.3	76.6	73.3	73.7	79.5	80.5	5.54%	9.76%	10.86%
FC _{max}	197	196	192	194	192	189	186	188	1.52%	2.08%	-4.57%

Antropometria

Durante o estudo ambos os sujeitos conseguiram manter estável o seu peso corporal sem particular alteração durante os 8 anos do estudo: S1 (73.4±0.6kg) e S2 (71.2±0.5kg). Em contraste com a estabilidade do peso corporal, ambos os sujeitos diminuíram a sua massa gorda aproximadamente 2% resultando num aumento de MIG de 1,3% e 3,1% para o sujeitos S1 e S2, respetivamente.

Fisiologia

As medidas fisiológicas obtidas no presente estudo mostram uma melhoria continua no $\dot{V}O_{2max}$, no seu valor absoluto ou relativo quando associado ao peso corporal. De 2005 a 2012, ambos os sujeitos melhoraram o seu $\dot{V}O_{2max}$ (L·min⁻¹) sendo o seu segundo ciclo olímpico onde maiores alterações foram verificadas. De 2005 a 2012 os sujeitos melhoraram o seu $\dot{V}O_{2max}$ (L·min⁻¹) 5.23% (S1) e 5.95% (S2). Na segundo ciclo olímpico (2009-2012) verificaram-se mais alterações 23.12% (S1) e 11.79% (S2). A melhoria total do $\dot{V}O_{2max}$ foi de 13.37% for S1 e 14.58% for S2.

Quando considerado o valor relativo de $\dot{V}O_{2max}$ (mL·kg⁻¹·min⁻¹) os resultados foram similares ao valor absoluto, com uma continua melhoria durante o período estudado. No primeiro ciclo olímpico (2005-2008): 6.67% e 5.48% para S1 e S2, respetivamente; Segundo ciclo olímpico (2009-2012): 11.69% e 9.33% para S1 e S2, respetivamente. Alteração total: 14.67% para o S1 a 12.33% para o S2.

Potência Máxima Aeróbia (PVO_{2max} – potência desenvolvida ao $\dot{V}O_{2max}$) também mostrou uma melhoria significativa. No total os sujeitos melhoraram 8.14% (S1) e 10.31% (S2).

Quando testada a potência ao limiar anaeróbio (PLA) em ambos os sujeitos se verificou uma alteração positiva na sua performance ao longo do tempo. Para o S1 de 2005 a 2008 o ganho foi de 5,62%, de 2009 a 2012 foi de 4,55%. Para o S2 os valores foram superiores: de 2005 a 2008 o ganho foi de 8,33% e 5,40 de 2009 a 2012.

O valor máximo de lactato sanguíneo também aumentou: S1 (12.39%) e S2 (21.78%) para a primeira olimpíada; S1 (5.17%) e S2 (3.31%) para a segunda olimpíada.

A frequência cardíaca máxima mostrou uma tendência decrescente ao longo dos 8 anos do estudo: - 2,62% e - 4,57% para o S1 e S2 respetivamente.

A performance máxima em remo ergómetro (ERGPerf) melhorou do primeiro para o ultimo ano deste estudo: 6.3% e 8.1% for S1 e S2, respetivamente.

Relação entre as características antropométricas, fisiológicas e a performance

Algumas variáveis mostraram uma elevada correlação com a performance.

Tabela 3. Correlação entre variáveis físicas, fisiológicas e de performance

	BF (%)	FFM (Kg)	ERGPerf (W)	VO ₂ max (L·min ⁻¹)	VO ₂ max (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	P _{VO2max} (W)	La _{max} (mmol·L ⁻¹)	P _{AT} (W)	VO ₂ maxAT (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	VO ₂ AT (%VO ₂ max)
MC (Kg)	.116	.836**	.667**	.590*	.457	.685**	-.373	.434	.346	.038
MG (%)	-	.412	.504*	.541*	.741**	-.50*	.783**	.750**	-.795**	-.553*
MIG (Kg)	-	-	.845**	.828**	.811**	.905**	.051	.764**	.707**	.259
ERGPerf (W)	-	-	-	.616*	.754**	.977**	.345	.893**	.728**	.288
VO ₂ max (L·min ⁻¹)	-	-	-	-	.874**	.725**	.286	.726**	.821**	.599*
VO ₂ max (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	-	-	-	-	-	.830**	.405	.898**	.954**	.568*
P _{VO2max} (W)	-	-	-	-	-	-	.364	.916**	.784**	.331
La _{max} (mmol·L ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	-	.571*	.600*	.678**
P _{LAN} (W)	-	-	-	-	-	-	-	-	.911**	.541*
VO ₂ maxAT (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.723**

*P < 0.05. **P < 0.01

MC (Kg) = Massa Corporal (kg); **MG (%)** = Massa Gorda; **MIG (Kg)** = Massa Isenta Gordura; **ErgPerf (W)** = Performance Ergómetro (W); **VO₂max** = Consumo Máximo de O₂; **P_{VO2max} (W)** = Potência ao Consumo Máximo de O₂; **La_{max} (mmol.L⁻¹)** = Lactato Máximo; **P_{AT} (W)** = Potencia ao Limiar Anaeróbio; **VO₂maxAT (mL.kg⁻¹.min⁻¹)** = Consumo Máximo de O₂ ao Limiar Anaeróbio; **VO₂AT (%VO₂max)** = Percentagem do VO₂max ao Limiar anaeróbio;

A massa corporal, relativamente estável durante os 8 anos do estudo, está significativamente correlacionada com a performance no ergómetro ($r = .667$, $p < 0.01$), com o VO₂max ($r = .590$, $p < 0.05$) e com a PVO₂MAX ($r = .685$, $p < 0.01$).

A massa gorda, que evidenciou uma tendência decrescente ao longo do tempo, está significativamente correlacionada com quase todas as variáveis avaliadas neste estudo e em particular com o VO₂max ($r = -.741$, $p < 0.01$), com o lactato máximo ($r = -.783$, $p < 0.01$) e percentagem do VO₂max ao limiar anaeróbio ($r = -.795$, $p < 0.01$). A massa isenta de gordura evidenciou um aumento ao longo do tempo e está significativamente correlacionada com a performance no remo ergómetro ($r = .845$, $p < 0.01$), com o VO₂max relativo ($r = .811$, $p < 0.01$) e absoluto ($r = .828$, $p < 0.01$) e com a PVO₂MAX ($r = 0.905$, $p < 0.01$).

DISCUSSÃO

Este estudo pretende analisar a evolução de vários indicadores numa equipa de remadores peso ligeiros (double-scull) durante 8 anos (2 ciclos olímpicos).

A estabilidade da massa corporal, foi atingida através do aumento da massa isenta de gordura e diminuição da gordura corporal, permitindo a estes remadores maximizar a sua massa muscular enquanto mantêm a categoria de peso. Nos nossos sujeitos, a melhoria da performance no remo ergómetro este relacionada também com o aumento da massa isenta de gordura (2005-2012). Estes dados estão de acordo com Cosgrove et al. (1999) que identificou uma elevada correlação entre a massa isenta de gordura e a velocidade nos testes de 2000m, realçando esta variável como um dos melhores preditores de performance. Também Ingham et al. (2002) verificou que a massa isenta de gordura estava igualmente relacionada com a performance. Isto poderá ser atribuído à associação entre a massa isenta de gordura, volume sanguíneo e o volume sistólico. A conjugação destes fatores é crucial para performance no Remo (Mikulic, 2008). De facto, Slatter et al. (2005), estudando 66 remadores de elite verificou que os remadores de maior sucesso diferem dos seus pares de menor sucesso por apresentarem uma menor percentagem de gordura corporal e uma maior massa muscular. Assim como a massa isenta de gordura, o VO₂max, em valores absolutos e relativos, tem sido enfatizado como um dos melhores preditores da performance em remadores universitários (Cosgrove et al. 1999). A mesma relação entre a massa isenta de gordura e a performance foi verificada por Mikulic (2011) com remadores de elite.

De 2005 a 2012 ambos os sujeitos melhoraram o seu VO₂max (L·min⁻¹) absoluto. No entanto, foi na segunda olimpíada (2009-2012), com os sujeitos já próximo dos 30 anos de idade onde os ganhos mais expressivos no VO₂max foram observados (23.12% e 11.79%). Em relação à idade dos nossos sujeitos e à evolução desta variável, os nossos resultados contradizem a literatura, quando esta indica que o pico desta variável é atingida aos 20 anos e não são esperadas subseqüentes alterações. Ainda que alguns estudos tenham referido melhorias até os 23 anos de idade, especificamente no Remo (Messonnier et al. 1998; Mikulic 2011), ou mesmo até cerca dos 25 anos, num estudo com esquiadores de Cross-country, tanto quanto podemos verificar mais nenhuns ganhos no VO₂max foram observados após esta idade (Rusko, 1987). A melhoria continua dos valores desta variável (VO₂max) nos nossos atletas até muito próximo dos 30 anos poderá ser atribuída ao facto de estes sujeitos apenas terem começado a fazer parte de um processo de treino estruturado e de elite por volta dos 21 anos de idade. A entrada tardia num processo de alto rendimento abriu a possibilidade de aumentar algumas capacidades fisiológicas até mais tarde na sua idade.

É provável que um melhor planeamento da época, uma melhor manipulação das variáveis de treino (intensidade, duração e frequência) conjugadas com o adequado descanso entre sessões de treino possa ser a razão para uma performance superior dos nossos sujeitos.

Um estudo recente com um remador peso ligeiro (estudo de 21 anos) reportou uma estabilidade nos valores do VO₂max durante a sua carreira. O bom desenvolvimento e a estabilidade das capacidades fisiológicas parecem ser importantes para a manutenção de resultados de elevado nível, muito mais do que a melhoria dos índices técnicos e táticos (Nybo et al. 2014). Nos nossos sujeitos, a performance no remo ergómetro este relacionada

com a melhoria dos indicadores das variáveis selecionadas. Esta afirmação é corroborada por outros autores que constata igualmente que o VO_{2max} (absoluto e relativo) é um importante preditor na performance do remo. Também a PVO_{2max} está altamente correlacionada com a performance do remo (Ingham et al. 2002; Maestu et al. 2005; Mikulic 2011).

O elevado volume de treino que os remadores de elite realizam, melhora o metabolismo aeróbio, que diretamente melhora a resistência aeróbia e o limiar anaeróbio. A $PLAN$ aumentou continuamente nos nossos sujeitos, apesar dos seus valores serem comparativamente mais baixos que os valores de referencia dos remadores de elite alemães estudados por Steinacker (1993), torna-se claro que os sujeitos alvo deste estudo conseguiram elevar o seu nível competitivo o que implica que outros fatores podem interferir na performance como a técnica de remada (não avaliada neste estudo).

O $Lamax$ após um teste máximo de remo ergómetro, solicitando o VO_{2max} , mostrou uma tendência para aumentar durante o período estudado. Apesar de Steinacker (1993) ter referido que o valor máximo de lactato sanguíneo diminuir ao longo do tempo principalmente devido à melhoria do metabolismo oxidativo, como pode ser verificado pelas alterações do limiar anaeróbio, no entanto ao mesmo tempo que o seu VO_{2max} aumenta substancialmente ao longo do tempo é provável que o metabolismo glicolítico não tenha sido atenuado pelas adaptações aeróbias. Isto pode justificar uma maior concentração de lactato sanguíneo verificada neste estudo.

Não é claro o processo subjacente à redução da FC_{max} pelo aumento da idade. A idade por si só explica as alterações induzidas pelo envelhecimento, a frequência cardíaca máxima diminui 0,6 a 0,8 bpm/ano (Tanaka et al. 2001). Os nossos resultados corroboram este estudo e também o estudo de Nybo et al. (2014). Apesar da redução verificada em ambos os sujeitos, esta redução não está associada à redução do VO_{2max} , conforme corrobora Nybo et al. (2014).

CONCLUSÃO

A singularidade deste estudo (2 ciclos olímpicos consecutivos) reforça a ideia de que a performance no Remo pode ser melhorada até idades superiores aos 30 anos. Estes remadores começaram tarde (21 anos) no treino de alto rendimento o que permitiu verificar uma melhoria continua na performance do remo e dos resultados desportivos. A melhoria da performance no remo foi paralela à melhoria de alguns indicadores fisiológicos como o VO_{2max} , o limiar anaeróbio e o metabolismo glicolítico.

A evolução geral desta equipa foi acompanhada por uma marcada redução da gordura corporal e um aumento da MIG .

BIBLIOGRAFIA

- Cosgrove MJ, Wilson J, Watt D, Grant SF (1999) The relationship between selected physiological variables of rowers and rowing performance as determined by a 2000 m ergometer test. *Journal of Sports Sciences* 17(11):845-852. doi:10.1080/026404199365407
- Donato AJ, Tench K, Glueck DH, Seals DR, Eskurza I, Tanaka H (2003) Declines in physiological functional capacity with age: a longitudinal study in peak swimming performance. *J Appl Physiol* 94 (2):764-769
- Evans SL, Davy KP, Stevenson ET, Seals DR (1995) Physiological determinants of 10-km performance in highly trained female runners of different ages. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md : 1985) 78 (5):1931-1941
- Hagerman FC, Fielding RA, Fiatarone MA, Gault JA, Kirkendall DT, Ragg KE, Evans WJ (1996) A 20-yr longitudinal study of Olympic oarsmen. *Medicine and science in sports and exercise* 28 (9):1150-1156
- Hawkins S, Wiswell R (2003) Rate and Mechanism of Maximal Oxygen Consumption Decline with Aging. *Sports Medicine* 33 (12):877-888. doi:10.2165/00007256-200333120-00002
- Heath GW, Hagberg JM, Ehsani AA, Holloszy JO (1981) A physiological comparison of young and older endurance athletes. *J Appl Physiol* 51 (3):634-640
- Ingham SA, Whyte GP, Jones K, Nevill AM (2002) Determinants of 2,000 m rowing ergometer performance in elite rowers. *Eur J Appl Physiol* 88 (3):243-246
- Jackson AS, Pollock ML (1978) Generalized equations for predicting body density of men. *Brit J Nutr* 40 (03):497-504. doi:doi:10.1079/BJN19780152
- Jones AM (1998) A five year physiological case study of an Olympic runner. *British Journal of Sports Medicine* 32 (1):39-43
- Jones AM (2006) The Physiology of the World Record Holder for the Women's Marathon. *International Journal of Sports Science & Coaching* 1 (2):101-116
- Lacour J-R, Messonnier L, Bourdin M (2009) Physiological correlates of performance. Case study of a world-class rower. *Eur J Appl Physiol* 106 (3):407-413. doi:10.1007/s00421-009-1028-3
- Maestu J, Jurimae J, Jurimae T (2000) Prediction of rowing performance from selected physiological variables. Differences between lightweight and open class rowers. *Med Sport* 53 (3):247-254
- Maestu J, Jurimae J, Jurimae T (2005) Monitoring of performance and training in rowing. *Sports Medicine* 35 (7):597-617
- Messonnier L, Bourdin M, Lacour J (1998) Influence of age on different determining factors of performance on rowing ergometer. *Science an Sports* 13 (6):293-294. doi:10.1016/S0765-1597(99)80011-2
- Mikulic P (2011) Maturation to elite status: a six-year physiological case study of a world champion rowing crew. *Eur J Appl Physiol* 111 (9):2363-2368. doi:10.1007/s00421-011-1870-y
- Mikulić P (2008) Anthropometric and Physiological Profiles of Rowers of Varying Ages and Ranks. / Antropometrijski i fiziološki profil veslača različite dobi i kvalitativne razine. *Kinesiology* 40 (1):80-88

- Morris FL, Payne WR (1996) Seasonal variations in the body composition of lightweight rowers. *British Journal of Sports Medicine* 30 (4):301-304
- Nybo L, Schmidt JF, Fritzdorf S, Nordsborg NB (2014) Physiological Characteristics of an Aging Olympic Athlete. *Medicine and science in sports and exercise*. doi:10.1249/mss.0000000000000331
- Rusko H (1987) The effect of training on aerobic power characteristics of young cross-country skiers. *Journal of Sports Sciences* 5 (3):273-286
- Slater GJ, Rice AJ, Sharpe K, Mujika I, Jenkins D, Hahn AG (2005) Bodymass management of Australian lightweight rowers prior to and during competition. *Medicine and science in sports and exercise* 37 (5):860- 866. doi:10.1249/01.mss.0000162692.09091.7a
- Steinacker JM (1993) Physiological aspects of training in rowing. *International journal of sports medicine* 14 (Suppl. 1):S3-s10
- Tanaka H, Monahan KD, Seals DR (2001) Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology* 37 (1):153-156
- Tanaka H, Seals DR (1997) Age and gender interactions in physiological functional capacity: insight from swimming performance. *J Appl Physiol* 82 (3):846-851