

Periodização ondulatória vs periodização linear: efeitos sobre o desempenho de jovens nadadores

<http://dx.doi.org/10.11606/1807-5509202000010083>

Leonardo de Sousa FORTES*
Pedro Pinheiro PAES*
Anselmo José PÉREZ**
Santiago Tavares PAES***
Fernando DIEFENTHAELER****

*Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

**Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, Brasil.

***Faculdade de Educação Física e Desportos, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, Brasil.

****Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, ES, Brasil.

Resumo

O objetivo da presente investigação foi analisar o efeito de dois diferentes tipos de periodização (ondulatória e linear) sobre o desempenho de nadadores. Trinta e nove jovens nadadores do sexo masculino foram selecionados de forma não probabilística e divididos proporcionalmente e randomicamente em dois grupos: periodização ondulatória (PO, n=19) e periodização linear (PL, n=20). Os nadadores foram submetidos a 8 semanas de treinamento físico/técnico. O desempenho nas provas de 50 e 100 m livre foi avaliado por meio de placas eletrônicas antes e após o período de treinamento. Conduziu-se a análise multivariada de medidas repetidas para comparar o desempenho (50 e 100 m livre) em função do grupo (PO e PL) e momento (pré e pós-treinamento). Foi identificado efeito de interação grupo vs. tempo ($p < 0,01$) para o desempenho nos 50 m livre, com melhora no PO ($\Delta\% = -1,87$; $p = 0,01$; $d = 0,7$) e manutenção no PL ($\Delta\% = -0,37$; $p = 0,38$; $d = 0,2$). Achados similares foram revelados para os 100 m livre, com melhora no grupo PO ($\Delta\% = -1,85$; $p = 0,01$; $d = 0,9$) e manutenção no grupo PL ($\Delta\% = -0,16$; $p = 0,31$; $d = 0,1$). Concluiu-se que a periodização ondulatória foi mais eficiente para melhorar o desempenho de jovens nadadores quando comparada a periodização linear.

PALAVRAS-CHAVE: Treinamento; Eficiência; Natação.

Introdução

O desempenho esportivo é considerado multifatorial¹. Em outras palavras, de acordo com BANGSBO¹, o desempenho esportivo depende de aspectos físicos (velocidade, força e resistência), técnicos (coordenação motora), táticos (estratégia competitiva), psicológicos (ansiedade, motivação, etc.), além de fatores externos (temperatura, altitude, etc.). Embora o desempenho físico contenha um forte aspecto genético², parece que a prescrição e distribuição do treinamento ao longo da temporada também exercem influência direta no desempenho de atletas³. Sendo assim, a periodização do treinamento é considerada fundamental para se potencializar o desempenho de atletas, pois permite alterar periodicamente as variáveis de prescrição do treinamento em intervalos de tempo regulares, o que acarreta adaptações neurofisiológicas em

momentos específicos da temporada competitiva. A periodização envolve a manipulação das cargas de treinamento, meios e métodos de treino em períodos específicos com objetivos bem definidos⁴.

Na periodização tradicional, também conhecida como periodização linear, o treinador busca planejar as cargas de treinamento com o intuito de que seu atleta atinja o melhor desempenho em uma única competição ao final do macrociclo⁴. A periodização linear inicia com alto volume e baixa intensidade e progride para baixo volume e alta intensidade, sempre intercalando períodos de descanso entre as sessões de treinamento⁵. A periodização não-linear, também conhecida como periodização ondulatória, por sua vez, tem a premissa de alternar diariamente ou semanalmente as cargas de treinamento⁶. No entanto, ao contrário

da periodização linear, a periodização ondulatória permite maior variabilidade na manipulação do volume e intensidade, de forma que a distribuição de carga diária ou semanal não siga um padrão de linearidade. Ademais, a periodização ondulatória permite que a intensidade de treinamento possa ser aumentada no decorrer da temporada antes mesmo que haja aumento do volume de treino. Apesar disso, parece que a periodização linear é comumente adotada em atletas de natação⁷.

A natação é uma modalidade aquática com provas de alta intensidade⁸. Além disso, é requerido elevado nível técnico do nadador para a obtenção de sucesso⁹. Concernente ao tempo médio de duração das provas da natação em atletas de nível estadual (até 18 min)¹⁰, segundo BERTUZZI et al.¹¹, o principal metabolismo utilizado por nadadores é o láctico, embora na prova dos 50 m livre tenha grande contribuição do metabolismo fosfagênio. Neste sentido, a periodização linear, a qual inicia a temporada com alto volume e baixa intensidade, talvez não seja a melhor estratégia para otimizar o desempenho de nadadores, visto que o alto volume

de treinamento aeróbio pode inibir a síntese proteica e os ganhos hipertróficos em fibras musculares de rápida contração, considerando o aumento da concentração da proteína quinase ativada (AMPK)⁴.

Considera-se de extrema importância analisar o efeito de diferentes tipos de periodização sobre o desempenho de atletas. Todavia, de nosso conhecimento, não existe investigação científica que tenha comparado o efeito da periodização linear e ondulatória sobre o desempenho de atletas de natação. Do ponto de vista prático, este tipo de pesquisa poderá indicar qual modelo de periodização é mais eficiente para a potencialização do desempenho de nadadores. Considerando os apontamentos supracitados, o objetivo da presente investigação foi analisar o efeito de dois diferentes tipos de periodização (ondulatória e linear) sobre o desempenho de nadadores.

Por conseguinte, uma hipótese foi formulada em virtude do que a literatura científica tem apresentado⁴⁻⁶: a periodização ondulatória é mais eficiente para melhorar o desempenho de nadadores quando comparada a periodização linear.

Método

Desenho experimental

Trata-se de uma investigação experimental randomizada, com duração de 8 semanas, desenvolvida com jovens atletas de natação do sexo masculino durante o mesociclo preparatório da temporada. Os participantes foram submetidos a 8 semanas de treinamento físico/técnico, adotando frequência de cinco vezes semanais. Durante o experimento foi realizado somente treinamento na piscina. O grupo ondulatório (PO) realizou a periodização do tipo ondulatória¹², temporalmente assim dividido: alternância do volume (distância total em metros) nas primeiras 4 semanas, ao passo que nas últimas 4 semanas a intensidade

foi alternada. O grupo linear (PL) realizou a periodização linear⁴, dividida da seguinte maneira: aumento gradual do volume nas primeiras 4 semanas, enquanto a intensidade foi aumentada linearmente nas últimas 4 semanas. É importante destacar que os participantes eram “cegados” quanto a divisão entre os grupos (PO e PL). Além disso, os grupos PO e PL treinaram no mesmo horário do dia para evitar influência do ritmo circadiano, porém em piscinas diferentes, embora tivessem as mesmas dimensões. Vale ressaltar que a carga de treinamento (volume e intensidade) foi atenuada na oitava semana em ambos os grupos com a premissa de gerar o efeito de supercompensação¹³, como pode ser observado na TABELA 1.

TABELA 1 - Programa de treinamento físico/técnico utilizado nos modelos de periodização ondulatório (PO) e linear (PL).

| Semana | PO | PL |
|--------|--|--|
| 1 | 5 sessões de treino Volume: 22.000 m TA: 80-100% do LL | 5 sessões de treino Volume: 22.000 m TA: 80-100% do LL |

continua

| continuação | | | |
|-------------|--|--|--|
| Semana | PO | PL | |
| 1 | TAn: 90% do tempo obtido nos 50/100 m livre Pot.: 105% do tempo obtido nos 50/100 m livre | TAn: 90% do tempo obtido nos 50/100 m livre Pot.: 105% do tempo obtido nos 50/100 m livre | PO = periodização ondulatória; PL = periodização linear; TA = treinamento aeróbio; TAn = treinamento anaeróbio; Pot = potência aláctica; LL = limiar de lactato. |
| 2 | 5 sessões de treino Volume: 20.000 m TA: 80-100% do LL TAn: 90% do tempo obtido nos 50/100 m livre Pot.: 105% do tempo obtido nos 50/100 m livre | 5 sessões de treino Volume: 24.000 m TA: 80-100% do LL TAn: 90% do tempo obtido nos 50/100 m livre Pot.: 105% do tempo obtido nos 50/100 m livre | |
| 3 | 5 sessões de treino Volume: 24.000 m TA: 80-100% do LL TAn: 90% do tempo obtido nos 50/100 m livre Pot.: 105% do tempo obtido nos 50/100 m livre | 5 sessões de treino Volume: 26.000 m TA: 80-100% do LL TAn: 90% do tempo obtido nos 50/100 m livre Pot.: 105% do tempo obtido nos 50/100 m livre | |
| 4 | 5 sessões de treino Volume: 22.000 m TA: 80-100% do LL TAn: 90% do tempo obtido nos 50/100 m livre Pot.: 105% do tempo obtido nos 50/100 m livre | 5 sessões de treino Volume: 28.000 m TA: 80-100% do LL TAn: 90% do tempo obtido nos 50/100 m livre Pot.: 105% do tempo obtido nos 50/100 m livre | |
| 5 | 5 sessões de treino Volume: 22.000 m TA: 90-105% do LL TAn: 95% do tempo obtido nos 50/100 m livre Pot.: 105% do tempo obtido nos 50/100 m livre | 5 sessões de treino Volume: 22.000 m TA: 90-105% do LL TAn: 95% do tempo obtido nos 50/100 m livre Pot.: 105% do tempo obtido nos 50/100 m livre | |
| 6 | 5 sessões de treino Volume: 22.000 m TA: 80-100% do LL TAn: 90% do tempo obtido nos 50/100 m livre Pot.: 105% do tempo obtido nos 50/100 m livre | 5 sessões de treino Volume: 22.000 m TA: 95-105% do LL TAn: 95% do tempo obtido nos 50/100 m livre Pot.: 110% do tempo obtido nos 50/100 m livre | |
| 7 | 5 sessões de treino Volume: 22.000 m TA: 95-110% do LL TAn: 100% do tempo obtido nos 50/100m livre Pot.: 110% do tempo obtido nos 50/100m livre | 5 sessões de treino Volume: 22.000 m TA: 95-110% do LL TAn: 100% do tempo obtido nos 50/100m livre Pot.: 110% do tempo obtido nos 50/100m livre | |
| 8 | 5 sessões de treino Volume: 15.000 m TA: 95-110% do LL TAn: 95% do tempo obtido nos 50/100 m livre Pot.: 110% do tempo obtido nos 50/100 m livre | 5 sessões de treino Volume: 15.000 m TA: 95-110% do LL TAn: 95% do tempo obtido nos 50/100 m livre Pot.: 110% do tempo obtido nos 50/100 m livre | |

O desempenho nos 50 e 100 m livre foi avaliado previamente ao início do programa de treinamento físico/técnico (pré-experimento) e após o término do programa de treinamento (pós-experimento), conforme a FIGURA 1 demonstra. Salienta-se que os participantes foram orientados a não realizarem exercícios físicos nas 48 horas antecedentes à avaliação do desempenho. Destaca-se, ainda, que o teste de limiar de lactato (teste de lactato mínimo) foi conduzido a cada 4 semanas com a premissa de ajustar a intensidade de treinamento aeróbio dos participantes.

Participantes

A análise de dimensão amostral foi conduzida

no software G*Power 3.1. Adotou-se poder de 0,85, $\alpha = 0,05$ e tamanho do efeito de 0,50. Assim, foi revelado o tamanho amostral de 36 sujeitos como necessário para se conduzir o experimento. Este tipo de análise foi realizado com a premissa de se evitar erro do tipo II e determinar o número mínimo de participantes para a investigação.

Os participantes foram selecionados de forma não probabilística, totalizando 42 voluntários do sexo masculino com idade entre 15 e 17 anos, especialistas no nado livre. O tamanho amostral selecionado providenciou um poder estatístico > 92,5%. Todos os participantes eram atletas de natação há pelo menos 2 anos ininterruptos. Os voluntários não revelaram histórico de lesão musculó-articular e não utilizaram substâncias

ergogênicas nutricionais para a otimização do desempenho físico nos últimos 6 meses. Os participantes foram orientados que não

alterassem suas rotinas cotidianas, hábitos alimentares e não ingressassem em outros programas de exercícios físicos.

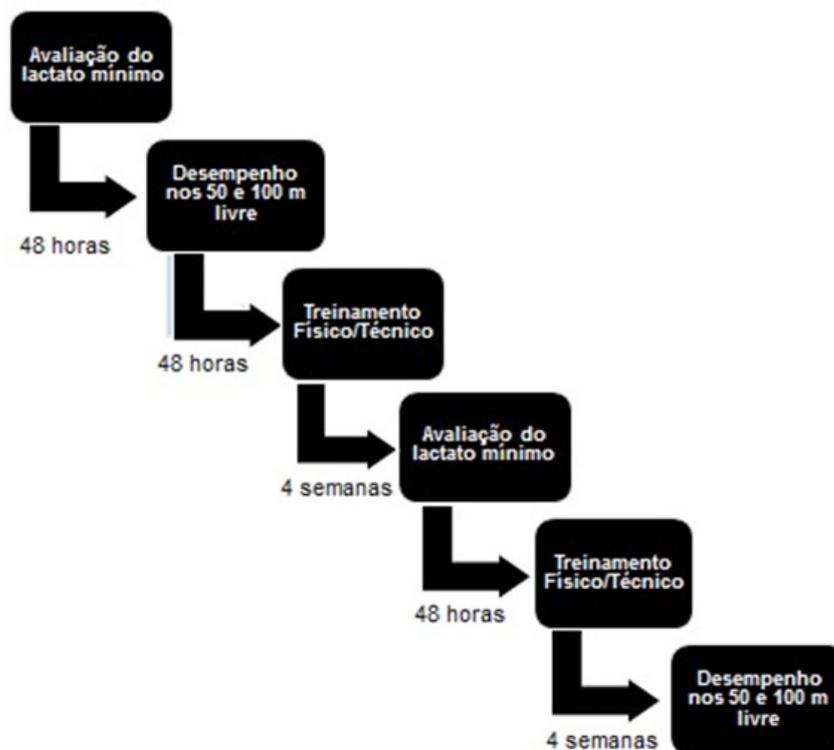


FIGURA 1 - Delineamento experimental da investigação

Após receberem informação sobre os procedimentos aos quais seriam submetidos, os participantes assinaram um termo de assentimento e os seus responsáveis assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Em seguida, os voluntários foram divididos proporcionalmente e randomicamente por meio de sorteio em dois grupos: PO e PL. Cada grupo foi constituído por 21 nadadores. Contudo, 2 voluntários do grupo PO e 1 do grupo PL foram excluídos em razão de faltarem mais do que 5% das sessões de treinamento no decorrer da investigação (8 semanas). Logo, a investigação contou com uma amostra final de 39 voluntários (PO = 19 e PL = 20). Salienta-se, sobretudo, que apesar da perda amostral, não se identificaram diferenças estatísticas para idade ($F_{(2, 37)}=2,33, p=0,24$), experiência em treinamento de natação ($F_{(2, 37)}=1,30, p=0,42$), desempenho nos 50 m livre ($F_{(2, 37)}=2,09, p=0,29$) e 100 m livre ($F_{(2, 37)}=2,76, p=0,21$) entre os grupos antes do início da investigação.

Os procedimentos adotados neste estudo atenderam às normas da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde para pesquisas em

seres humanos, após aprovação do comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal de Pernambuco (CAAE - 47571415.9.0000.5208).

Desempenho nos 50 e 100 m livre

O desempenho dos jovens nadadores foi avaliado a partir da simulação das provas de 50 e 100 m livre. Foram adotadas placas eletrônicas (TecBras®) para aferir o tempo dos nadadores. Foi concebido intervalo de 30 min entre cada simulação de prova (50 ou 100 m livre). Ademais, a ordem de execução das provas foi feita de forma randomizada. Ressalta-se que todos os atletas eram familiarizados com as provas de 50 e 100 m livre. Utilizou-se o tempo em segundos para determinar o desempenho nas provas. Foi identificado coeficiente de variação de 1,8% ($IC_{(95\%)} = 1,4 - 2,5\%$) e 1,5% ($IC_{(95\%)} = 0,9 - 2,0\%$) para os 50 m e 100 m livre, respectivamente.

Avaliação do limiar de lactato

Para a determinação da velocidade equivalente ao limiar de lactato foi utilizada adaptação

do protocolo proposto por TEGTBUR, BUSSE E BRAUMAN¹⁴, conforme adotado em outra pesquisa com atletas de natação¹⁵. Inicialmente, os atletas realizaram dois esforços máximos de 50 m no estilo crawl com intervalo de 1 min entre os mesmos, para a indução de considerável acúmulo de lactato na corrente sanguínea (acidose láctica). Em seguida, após período de recuperação passiva de 8 min, os voluntários deram início a um protocolo de exercício incremental com estágios de 200 m, velocidade inicial entre 1,05 e 1,25 m·s⁻¹ e incrementos de 0,05 m·s⁻¹ a cada repetição até a exaustão. A velocidade inicial foi escolhida por cada atleta de forma que fossem realizados de quatro a seis esforços. No sétimo minuto após a indução da acidose láctica e imediatamente após cada repetição durante a fase incremental foram coletadas amostras sanguíneas dos nadadores para a determinação da lactacidemia. A velocidade equivalente ao limiar de lactato foi considerada aquela em que se observou a menor concentração sanguínea de lactato durante a fase progressiva do teste. A análise lactacidêmica foi realizada a partir de amostras de 25 µl de sangue coletadas do lóbulo da orelha dos nadadores, sem hiperemia, em capilar heparinizado. Estas amostras foram imediatamente transferidas a tubos eppendorf de 1,5 ml, contendo 50 µl de solução de NaF a 1% e armazenadas em gelo, para posterior leitura eletroenzimática (YSL 2700 STAT, Yellow Springs Co.,

EUA). Salienta-se que foi revelado coeficiente de variação de 2,6% ($IC_{(95\%)} = 1,9 - 3,2\%$) para o teste de lactato mínimo no presente estudo.

Percepção da carga interna de treinamento

A carga interna percebida pelos atletas foi quantificada adotando o método da percepção subjetiva do esforço da sessão (PSE-sessão)¹⁶. Após 30 min do fim de cada sessão de treinamento os atletas responderam a seguinte questão: “Como foi o seu treino?”. Solicitou-se ao atleta que demonstrasse a percepção de intensidade da sessão a partir da escala de Borg de 10 pontos (0 = repouso a 10 = máximo esforço), conforme o método desenvolvido por FOSTER et al.¹⁶. Calculou-se o produto dos valores demonstrados pela escala da PSE e a metragem de cada sessão, expressando, assim, a carga interna da sessão de treinamento. Adotou-se a média da carga interna percebida nos 7 dias (segunda-feira a domingo) de cada microciclo para estabelecer a carga interna percebida do microciclo, conforme outras investigações científicas utilizaram^{17,18}. Os dias destinados ao descanso foram contabilizados como carga interna equivalente a “0”. Ressalta-se que os atletas foram familiarizados com o método PSE-sessão por um período de 30 dias antes do início da investigação. A TABELA 2 indica a PSE-sessão semanal em razão do grupo (PO vs PL).

TABELA 2 - Percepção subjetiva do esforço da sessão semanal em razão do grupo periodização ondulatoria (PO) vs periodização linear (PL).

| Semana | PO | PL |
|--------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | 550.233 (±28.761) u.a. | 546.233 (±23.698) u.a. |
| 2 | 589.3712 (±31.239) u.a. | 621.074 (±32.314) u.a.* |
| 3 | 619.774 (±34.960) u.a. | 652.832(±34.012) u.a.* |
| 4 | 576.820 (±36.658) u.a. | 707.246 (±33.112) u.a.* |
| 5 | 586.590 (±33.649) u.a. | 580.738 (±31.650) u.a. |
| 6 | 562.117 (±35.068) u.a. | 666.430 (±35.247) u.a.* |
| 7 | 695.372 (±31.950) u.a. | 739.138 (±34.567) u.a.* |
| 8 | 578.156 (±37.075) u.a. | 614.870 (±38.157) u.a.* |

*p<0,05 em relação ao PO no mesmo microciclo.

Antropometria

Para a determinação da massa corporal e estatura foram utilizados uma balança portátil (Modelo BC601, Tanita®) e um estadiômetro (Modelo W300-A, Welmy®), com resolução de 0,05 kg e 0,1 cm, respectivamente. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado a partir da

seguinte fórmula: $IMC = \text{massa corporal (kg)} / \text{estatura (m)}^2$.

A literatura científica recomenda que não ocorram diferenças superiores a 10% entre uma medida e as demais no mesmo local¹⁹, por isso, foi realizado o cálculo do erro técnico de medida (ETM) proposto por SILVA et al.¹⁹, excluindo dados com variância maior que 10%.

Foram aferidas as dobras cutâneas tricipital e subescapular por meio de um compasso da marca Lange©(USA). Estas medidas foram tomadas de forma rotacional e coletadas três vezes, sendo considerada a média dos valores. Salienta-se que nenhum dado de dobra cutânea foi excluído em razão do ETM, visto que todas as variâncias foram inferiores a 5% para todos os atletas. A seguir são apresentadas as médias das variâncias do ETM para os participantes do estudo: tricipital (2,8%) e subescapular (3,7%).

Para o cálculo do percentual de gordura (%G) foi adotado o protocolo de SLAUGHTER et al.²⁰ [%G = 1,21 (Σ DC) - 0,008 (Σ DC)² + 1 (constante em razão da etnia e idade biológica); pré-púbere negro/branco = -3,2/-1,7; púbere negro/branco = -5,2/-3,4; pós-púbere negro/branco = -6,8/-5,5], o qual leva em consideração a etnia (branca ou negra) e a etapa maturacional em função da idade cronológica (púbere - 12 a 14 anos; e pós-púbere - 15 a 17 anos) do avaliado. Neste sentido, a etnia foi determinada por meio de autoavaliação. Para as aferições das dobras cutâneas, utilizaram-se as padronizações da *Internacional Society for Advancement for Kineanthropometry*²¹. Foi adotado o protocolo de SLAUGHTER et al.²⁰ para predição do %G em razão do baixo erro padrão estimativo e da possibilidade de distinguir adolescentes com diferentes estágios maturacionais e etnias.

Em função de investigações científicas indicarem influência do %G e do IMC no desempenho de atletas²²⁻²³, decidiu-se controlar estas variáveis nas análises estatísticas.

Maturação biológica

A maturação biológica foi avaliada por intermédio da maturação somática. Assim, foi aferido a massa corporal, estatura e altura tronco-cefálica. O comprimento de membro inferior foi obtido pela diferença entre estatura e altura

tronco-cefálica. Estas medidas, juntamente com a idade cronológica foram utilizadas em uma equação estabelecida por MIRWALD et al.²⁴, que estima a idade de pico de velocidade de crescimento em estatura. Em razão de achados científicos apontarem influência da maturação biológica sobre variáveis de desempenho físico²³, decidiu-se controlar (técnicas estatísticas) a idade de pico de velocidade de crescimento em estatura na presente pesquisa.

Análise dos dados

Conduziu-se o teste Kolmogorov-Smirnov para avaliar a distribuição dos dados. O teste de Levene foi utilizado para testar a homocedasticidade, ao passo que a esfericidade dos dados foi verificada mediante o teste de Mauchly. Quando esse último pressuposto foi violado, a correção de Greenhouse-Geisser foi adotada. Utilizaram-se medidas de tendência central (média) e dispersão (desvio padrão) para descrever as variáveis da investigação. Conduziu-se a análise multivariada (MANCOVA) de medidas repetidas para comparar o desempenho nos 50 e 100 m livre (tempo em s) em função do grupo (PO e PL) e momento da pesquisa (pré e pós-experimento), adotando o IMC, o %G e a idade do pico de velocidade de crescimento em estatura (maturação biológica) como covariáveis, considerando as suas possíveis influências sobre o desempenho físico^{22,23}. Ademais, utilizou-se o tamanho do efeito de Cohen, representado pela sigla “*d*”, para revelar diferenças do ponto de vista prático. Foram adotados os seguintes critérios, de acordo com os apontamentos de RHEA²⁵: $d < 0,2$ = trivial, $0,2 \leq d < 0,4$ = baixo tamanho do efeito, $0,4 \leq d < 0,8$ = tamanho do efeito moderado e, $d \geq 0,8$ = grande tamanho do efeito. Todos os dados foram tratados no software SPSS 21.0 (IBM Corp., Armonk, NY, EUA), adotando-se nível de significância de 5%.

Resultados

Os dados descritivos da idade, IMC, percentual de gordura, velocidade correspondente ao limiar de lactato e desempenho nas provas de natação (50 e 100 m livre) podem ser visualizados na TABELA 3.

Nenhuma diferença foi encontrada nas

comparações entre os grupos (PO e PL), no pré-experimento, para idade ($p=0,24$), experiência em treinamento ($p=0,42$), %G ($p=0,28$), velocidade correspondente ao limiar de lactato ($p=0,23$) e desempenho nos 50 m ($p=0,29$) e 100 m livre ($p = 0,21$).

TABELA 3 - Valores descritivos (média e desvio padrão) das variáveis da pesquisa em razão do grupo periodização ondulatoria (PO) e periodização linear (PL)

| Variáveis | PO | PL |
|-----------------------------------|--------------|--------------|
| | Média (DP) | Média (DP) |
| Idade (anos) | 15,71 (0,81) | 15,89 (0,83) |
| Experiência em treinamento (anos) | 4,51 (1,04) | 4,28 (1,17) |
| IMC (kg/m ²) | 20,62 (1,19) | 20,76 (1,27) |
| %G | 13,26 (5,60) | 13,08 (5,79) |
| VLL (m/s) | 1,37 (0,06) | 1,38 (0,08) |
| 50 m livre (s) | 26,71 (0,56) | 26,60 (0,52) |
| 100 m livre (s) | 59,48 (1,14) | 59,23 (1,27) |

IMC = Índice de massa corporal; %G = percentual de gordura; VLL = velocidade correspondente ao limiar de lactato; PO = periodização ondulatoria; PL = periodização linear.

A TABELA 4 apresenta os resultados das comparações entre os grupos PO e PL. Foi identificado efeito de interação grupo vs. tempo ($p < 0,01$) para o desempenho nos 50 m livre, com melhora apenas no grupo PO ($p = 0,01$; $d = 0,7$). Uma interação significativa grupo vs. tempo ($p < 0,01$) foi revelada para o desempenho nos 100 m livre, com melhora do desempenho sendo verificada somente no grupo PO ($p = 0,01$; $d = 0,9$).

TABELA 4 - Média e erro padrão do desempenho nos 50 e 100 m livre em razão dos grupos periodização ondulatoria (PO) e periodização linear (PL) e da etapa da investigação (pré e pós-experimento)

| Variáveis | PO (n = 19) | PL (n = 20) | Efeitos | F | p |
|----------------------------|-------------|-------------|-----------|-------|------|
| Desempenho 50 m livre (s) | | | | | |
| Pré | 26,6 ± 0,4 | 26,5 ± 0,4 | Grupo | 37,14 | 0,01 |
| Pós | 26,0 ± 0,3* | 26,4 ± 0,4 | Tempo | 29,45 | 0,21 |
| Δ% | -1,87 | -0,37 | Interação | 48,93 | 0,01 |
| TE | 0,7 | 0,2 | | | |
| Desempenho 100 m livre (s) | | | | | |
| Pré | 59,3 ± 1,0 | 59,1 ± 1,1 | Grupo | 40,08 | 0,01 |
| Pós | 58,2 ± 0,9* | 59,0 ± 0,9 | Tempo | 24,60 | 0,23 |
| Δ% | -1,85 | -0,16 | Interação | 54,84 | 0,01 |
| TE | 0,9 | 0,1 | | | |

Δ% = variação percentual; TE = tamanho do efeito. * $p < 0,05$ vs. pré.

Vale destacar que os resultados da MANCOVA não revelaram colinearidade do IMC ($F_{(1, 38)} = 3,14$, $p = 0,25$) nem do %G com o desempenho nos 50 m livre ($F_{(1, 38)} = 3,76$, $p = 0,22$). Do mesmo modo, os achados não indicaram colinearidade do IMC ($F_{(1, 38)} = 2,83$, $p = 0,24$) nem do %G com

o desempenho nos 100 m livre ($F_{(1, 38)} = 2,17$, $p = 0,29$). Ao contrário, os resultados demonstraram colinearidade da idade do pico de velocidade de crescimento em estatura com o desempenho nos 50 m ($F_{(1, 38)} = 31,67$, $p = 0,01$) e 100 m livre ($F_{(1, 38)} = 48,83$, $p = 0,01$).

Discussão

O presente estudo teve a premissa de analisar o efeito de dois diferentes tipos de periodização (ondulatoria e linear) sobre o desempenho de nadadores. Em síntese, os achados corroboram a hipótese da investigação. O desempenho nos 50 e 100 m livre foi potencializado no grupo PO, no entanto, não foi alterado no grupo PL.

Estudos têm revelado que o modelo de

periodização ondulatoria pode ser eficiente na otimização do desempenho de atletas^{18,26}, corroborando os achados da presente investigação. O grupo PO demonstrou melhora do desempenho nos 50 e 100 m livre, ao passo que o grupo PL indicou manutenção. Uma possível explicação para estas diferenças está contida na percepção da carga interna de treinamento. Excetuando-se os

microciclos 1 e 5, a carga interna semanal foi maior no grupo PL em comparação ao grupo PO. Com isso, pode ter havido maior acúmulo de estresse psicofisiológico no grupo PL em comparação ao grupo PO. Estudos revelam manutenção ou redução do desempenho de nadadores na presença de elevada carga interna percebida^{7,10}, o que, de certo modo, pode explicar a manutenção do desempenho nos 50 e 100 m livre para o grupo PL. Por outro lado, é razoável pressupor que a melhora do desempenho revelada no grupo PO tenha relação com a carga interna de treinamento. É possível assumir que a alternância ondulatória semanal das cargas externas de treinamento pôde proporcionar melhor recuperação entre as sessões de treinamento para o grupo PO, repercutindo na potencialização do desempenho nos 50 e 100 m livre após o mesociclo preparatório com duração de 8 semanas.

O modelo de PO possui a vantagem de gerar sobrecarga de treinamento em um microciclo e, em seguida, atenuar a carga de treinamento na semana subsequente, ocasionando o princípio da supercompensação²⁷. Em outras palavras, a PO demonstra um tempo maior de recuperação do atleta quando comparada a PL, explicando assim, as diferenças estatísticas localizadas entre os grupos PO e PL. A investigação de FRANCHINI et al.²⁶ analisou o efeito de 18 semanas de treinamento adotando a PO e revelou aumento da capacidade anaeróbia de membros superiores em judocas. Do mesmo modo, ESMAELI et al.¹² demonstraram que a PO foi mais eficiente na potencialização do tempo de sustentação da força muscular a uma intensidade de 70% de uma repetição máxima em comparação a PL em atletas do sexo feminino. Embora as pesquisas supracitadas^{12,26} tenham sido realizadas com atletas de outras modalidades esportivas, os resultados corroboram os do presente estudo para os 50 e 100 m livre.

Mais especificamente, considerando o tempo de duração da prova dos 50 m livre (-25 s), pode-se destacar a existência de dois metabolismos predominantes para o desempenho dos nadadores: fosfagênio e láctico¹¹. Por um lado, a melhora do sistema fosfagênio depende do aumento da velocidade do recrutamento de fibras musculares de contração rápida, bem como o aumento da velocidade de reação da enzima creatina quinase¹¹. Por outro lado, a otimização do sistema láctico depende do aumento dos estoques de glicogênio muscular, além do aumento da velocidade e

eficiência da enzima fosfofrutoquinase¹¹. Talvez, a alternância semanal das cargas de treinamento no grupo PO possa ter gerado adaptações nestes sistemas energéticos, as quais, podem explicar as diferenças em desempenho para o grupo PL após as 8 semanas de treinamento. Outro estudo também identificou que a PO foi mais eficiente no aumento da potência e capacidade anaeróbia do que a PL, embora a investigação tenha sido conduzida com atletas do sexo feminino¹². A pesquisa de FRANCHINI et al.²⁶ também corrobora a ideia de que a PO pode otimizar a potência anaeróbia, no entanto, o estudo foi realizado com atletas de judô. De nosso conhecimento, não existe pesquisa com atletas de natação que tenha buscado comparar o efeito de dois tipos de periodização sobre o desempenho, o que torna difícil as comparações.

Uma outra explicação para a melhora no desempenho dos 50 e 100 m livre no grupo PO, considerando que os atletas eram “cegados” em relação ao tipo de periodização a que pertenciam (PO ou PL), é o possível aumento da motivação intrínseca no grupo PO, induzindo maior prontidão para treinar. Um elemento muito importante da motivação é a capacidade de aceitar as adversidades e ter flexibilidade para permanecer buscando os objetivos estabelecidos, mesmo em momentos de dificuldades. Sendo assim, considerando que a motivação intrínseca possui estreita relação com a potencialização do desempenho esportivo²⁸, é razoável afirmar que os atletas do grupo PO aumentaram a motivação intrínseca em maior proporção quando comparado ao grupo PL no decorrer das 8 semanas de investigação.

Embora os achados da presente pesquisa sejam interessantes, os mesmos devem ser analisados com cautela, visto que a investigação é dotada de limitações. A falta de controle nutricional, sono e prontidão para as sessões de treino. Ademais, parâmetros bioquímicos, fisiológicos e/ou imunológicos para se controlar a carga de treinamento não foram avaliados. Em adição, cabe salientar que outros aspectos que podem ter influenciado no desempenho dos 50 e 100 m livre (técnica de nado e capacidade psicológica) também não foram controlados.

Os resultados do presente estudo permitiram concluir que a PO foi uma boa estratégia para a otimização do desempenho de jovens nadadores, visto que o grupo PO reduziu o tempo nos 50 e 100 m livre e o grupo PL não alterou. Do ponto de vista prático, a presente pesquisa indica que o modelo de

periodização ondulatória, raramente adotado com jovens atletas de natação do sexo masculino de nível Estadual, pode gerar ajustes positivos resultantes do treinamento típico da modalidade.

Por fim, são sugeridas pesquisas que tenham

a premissa de analisar o efeito da periodização ondulatória a longo prazo em parâmetros de desempenho físico e cognitivo de nadadores. Ademais, recomenda-se que investigações com o sexo feminino sejam conduzidas.

Agradecimentos

Aos atletas pela colaboração em participar da investigação.

Abstract

Undulating vs linear periodization: effects on young swimmers performance

The objective of this study was to analyze the effect of two different types of periodization (undulating and linear) on the performance of swimmers. Thirty-nine young male swimmers were selected from non-probabilistic way and divided proportionately and randomly into two groups: undulating (UP, n=19) and linear (LP, n=20) periodization. The swimmers realized eight weeks of physical/technical training. The performance on tests of 50 and 100 m freestyle was evaluated by means of electronic boards before and after the training period. Multivariate repeated measures analysis was conducted to compare performance (50 and 100 m freestyle) according to group (UP and LP) and time (pre and post-training). It was identified group vs. time interaction effect ($p < 0.01$) for 50 m freestyle performance, with improvement in the UP group ($\Delta\% = -1,87$; $p = 0,01$; $d = 0,7$) and maintenance in LP group ($\Delta\% = -0,37$; $p = 0,38$; $d = 0,2$). Similar findings were revealed for 100 m freestyle performance, with improvement in the UP group ($\Delta\% = -1,85$; $p = 0,01$; $d = 0,9$) and maintenance in LP group ($\Delta\% = -0,16$; $p = 0,31$; $d = 0,1$). It was concluded that the undulating periodization was more efficient to improve the performance of young swimmers when compared to linear periodization.

KEYWORDS: Training; Efficiency; Swimming.

Referências

1. Bangsbo J. Performance in sports – With specific emphasis on the effect of intensified training. *Scand J Med Sci Sports*. 2015;25(suppl 4):88-99.
2. Guilherme JPLF, Tritto ACC, North KN, Lancha-Júnior AH, Artioli GG. Genetics and sport performance: current challenges and directions to the future. *Rev Bras Educ Fis Esporte*. 2014;28(1):177-193.
3. Fortes LS, Vianna JM, Silva DMS, Gouvêa MA, Cyrino ES. Effects of tapering on maximum aerobic power in indoor soccer players. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2016;18(3):341-352.
4. Loturco I, Nakamura FY. Training periodisation: an obsolete methodology? *Sports Med J*. 2016;1:110-115.
5. Strohacker k, Fazzino D, Breslin WL, Xu X. The use of periodization in exercise prescriptions for inactive adults: A systematic review. *Preventive Med Reports*. 2015;2:385-396.
6. Stöggel TL, Sperlich B. The training intensity distribution among well-trained and elite endurance athletes. *Frontiers Physiol*. 2015;6:1-14.
7. Barroso R, Salgueiro DF, Carmo EC, Nakamura FY. The effects of training volume and repetition distance on session rating of perceived exertion and internal load in swimmers. *Int J Sports Physiol Performance*. 2015;10:848-852.
8. Hellard P, Avalos M, Hausswirth C, Pyne D, Toussaint J, Mujika I. Identifying optimal overload and taper in elite swimmers over time. *J Sports Sci Med*. 2013;12:668-678.

9. Langholz JB, Westman G, Karlsteen M. Musculoskeletal modelling in sports - evaluation of different software tools with focus on swimming. *Procedia Engineering*. 2016;147:281-287.
10. Nogueira FC, Freitas VH, Miloski B, Cordeiro AHO, Werneck FC, Nakamura FY, et al. Relationship between training volume and ratings of perceived exertion in swimmers. *Perceptual Motor Skills*. 2016;122:319-335.
11. Bertuzzi R, Melegati J, Bueno S, Ghiarone T, Pasqua LA, Gáspari AF, et al. GEDAE-LaB: A free software to calculate the energy system contributions during exercise. *Plos One*. 2016;11(1):e0145733.
12. Esmacili H, Amani AR, Afsharnezhad T. Effect of linear and non-linear resistance exercise on anaerobic performance among young women. *Int J Kinesiol Sports Sci*. 2015;3(3):3-7.
13. Zaras ND, Stasinaki E, Krase AA, Methenitis SK, Karampatsos GP, Georgiadis GV, et al. Effects of tapering with light vs heavy loads on track and field throwing performance. *J Strength Cond Res*. 2014;28(12):3484-3495.
14. Tegtbur U, Busse MW, Braumann KM. Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. *Med and Sci Sports Exercise*. 1993;25:620-627.
15. Kalva-Filho CA, Zagatto AM, Araújo MIC, Santiago PRP, Silva ASR, Gobatto CA, et al. Relationship between aerobic and anaerobic parameters from 3-minute all-out tethered swimming and 400-m maximal front crawl effort. *J Strength Cond Res*. 2015;29(1):238-245.
16. Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin LA, Parker S, et al. A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res*. 2001;15(1):109-15.
17. Freitas VH, Nakamura FY, Miloski B, Samulski D, Bara-Filho MG. Sensitivity of physiological and psychological markers to training load intensification in volleyball players. *J Sports Sci Med*. 2014;13:571-579.
18. Milanez VF, Ramos SP, Okuno NM, Boulosa DA, Nakamura FY. Evidence of a non-linear dose-response relationship between training load and stress markers in elite female futsal players. *J Sports Sci Med*. 2014;13:22-29.
19. Silva DAS, Pelegrini A, Pires-Neto, CS, Vieira MFS, Petroski EL. O antropometrista na busca de dados mais confiáveis. *Rev Bras Cineantr Desemp Hum*. 2011;13(1):82-85.
20. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau R, Hoswill CA, Stillman RJ, Yanloan MD. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology*. 1988;60(3):709-723.
21. The Internacional Society for Advancement for Kineanthropometry [homepage on the Internet]. Australia: National Library of Australia; [date unknown] [cited 2013 Jul 2013]. Available from: <http://www.isakonline.com>.
22. Schoenfeld BJ, Aragon AA, Wilborn CD, Krieger JW, Sonmez GT. Body composition changes associated with fasted versus non-fasted aerobic exercise. *J Int Society Sports Nutr*. 2014;11:54-61.
23. Gouvea M, Cyrino ES, Ribeiro AS, Silva DRP, Ohara D, Valente-dos-Santos J, et al. Influence of skeletal maturity on size, function and sport-specific technical skills in youth soccer players. *Int J Sports Med*. 2016;37(6):464-9.
24. Mirwald RL, Baxter-Jones ADG, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med Sci Sport Exerc*. 2002;34(4):689-694.
25. Rhea MR. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *J Strength Cond Res*. 2004;18(6): 918-920.
26. Franchini E, Vecchio FB, Julio UF, Matheus L, Candau R. Specificity of performance adaptations to a periodized judo training program. *Rev Andaluza Med Deporte*. 2015;8(1):67-72.
27. Mujika I. Intense training: the key to optimal performance before and during the taper. *Scand J Med Sci Sports*. 2010;20(suppl 2):24-31.
28. Cushman DM, Babu A, Marshall B, Rho M. The motivational influence of milestone times on 10-km running performance. *Int J Perform Anal Sport*. 2016;16(2):602-611.

ENDEREÇO DE CORRESPONDÊNCIA:

Leonardo de Sousa Fortes
 Rua Clóvis Beviláqua, 163/1003 – Madalena
 Recife - PE – BRASIL
 CEP: 50710330.
 E-mail: leodesousafortes@hotmail.com;
 leonardo.fortes@ufpe.br

Submetido: 26/09/2016

Revisado: 17/08/2017

Aceito: 05/11/2017