

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE NUTRIÇÃO
MESTRADO EM NUTRIÇÃO**

ALAN LINS FERNANDES

PACING E FASE DO DIA NO CICLISMO

**MACEIÓ
2013**

ALAN LINS FERNANDES

PACING E FASE DO DIA NO CICLISMO

Dissertação apresentada à Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Alagoas como requisito à obtenção do título de Mestre em Nutrição.

Orientador: Profº Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva

MACEIÓ
2013

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas

Biblioteca Central

Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária Responsável: Fabiana Camargo dos Santos

F363p Fernandes, Alan Lins.
Pacing e fase do dia no ciclismo / Alan Lins Fernandes.
– 2013.
75f. : il.

Orientador: Adriano Eduardo Lima da Silva.
Dissertação (Mestrado em Nutrição) – Universidade
Federal de Alagoas. Faculdade de Nutrição. Programa de
Pós-Graduação em Nutrição. Maceió, 2013.

Bibliografia: f. 65-66.

Apêndices: f. 67-70.

Anexos: f. 71-75.

1. Ciclismo. 2. Fase do dia e metabolismo. 3. Pacing –
Aspectos fisiológicos. 4. Pacing – Aspectos metabólicos. 5.
Pacing – Aspectos psicológicos. I. Título.

CDU: 612.39:612.08



MESTRADO EM NUTRIÇÃO
FACULDADE DE NUTRIÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS




Campus A. C. Simões
BR 104, km 14, Tabuleiro dos Martins
Maceió-AL 57072-970
Fone/fax: 81 3214-1160

PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO


ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO
ALAN LINS FERNANDES

Aos 29 dias do mês de março do ano de 2013 reuniu-se na sala Profª Diana Chagas, às 14:00 horas, a banca examinadora de dissertação do mestrando **Alan Lins Fernandes**. A banca foi composta pelos Professores Doutores Tiago Gomes de Andrade (ICBS/UFAL), Bruno Gualano (USP) e Adriano Eduardo Lima da Silva (FANUT/UFAL), ao qual coube a presidência dos trabalhos. Aberta a sessão, o candidato fez uma explanação oral de 30 minutos de sua dissertação de mestrado intitulada: "**Pacing no ciclismo: efeito do período do dia**". Em seguida, os membros da referida banca arguíram o candidato por 2h 20'. Logo após, os membros da banca examinadora, em sessão fechada e secreta elaboraram o parecer considerando o candidato Aprovado. Sem mais a tratar, Adriano Eduardo Lima da Silva lavrou a presente ata, que vai assinada por todos os integrantes da banca.


Maceió, 29 de março de 2013.



Presidente da banca examinadora.



Examinador.



Examinador.

Àquele que é o mesmo ontem, hoje e sempre...
Deus da minha existência.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela sua infinita sabedoria, amor e misericórdia.

À Universidade Federal de Alagoas pela oportunidade hora concedida.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas pelo fomento direcionado à ideia proposta.

Aos meus pais (Amaro Fernandes e Eliane Ferreira), os quais me ensinaram que os valores das pessoas sobrepujam os das coisas.

Aos meus irmãos(ãs), familiares, amigos, mestres e professores que contribuíram de forma direta em minha aprendizagem, permitindo, deste modo transcender as dependências físicas dos centros educacionais a partir das relações humanas.

À Cristianni Gusmão Cavalcante, um exemplo de resiliência que tornou-se minha rede e apoio social.

Ao meu orientador Prof. Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva por sua paciência, direção e confiança depositada.

Aos professores Dr. Bruno Gualano e Dr. Tiago Gomes de Andrade por aceitarem o convite à banca e todas contribuições propostas ao presente trabalho.

Ao Grupo de Pesquisa em Ciências do Esporte – GPCE por suas ricas discussões acadêmicas.

À turma de 2011 do Mestrado em Nutrição da UFAL.

RESUMO

As estratégias de ritmo, também denominadas como *pacing*, é um dos principais fatores determinantes do desempenho, apesar de existir poucas evidências na literatura mencionarem a estratégia ideal para diferentes tipos de provas. Alguns outros fatores, tais como ritmicidade circadiana, variações hormonais e metabólicas, estado de alerta, estado de humor, condições iniciais dos atletas e fatores ambientais demonstram-se capazes de interferir diretamente no atleta e podem resultar no melhor desempenho, embora o presente autor desconheça relatos na literatura que mencionem conjuntamente os efeitos de algumas destas variáveis sobre o *pacing* em provas contra-relógio de curta duração em diferentes fases do dia. Desta forma, a presente dissertação apresenta dois artigos: o primeiro, uma revisão narrativa com o objetivo de demonstrar o estado da arte sobre os tipos de *pacing*, seus mecanismos de regulação, influência dos fatores ambientais e circadianos. O segundo objetivo corresponde ao artigo original que teve o intuito de verificar os efeitos de diferentes fases do dia (manhã vs. Tarde) sobre o *pacing*, desempenho, respostas fisiológicas, metabólicas e psicológicas em provas contra-relógio de ciclismo de 1000-m. Conforme as evidências do artigo de revisão, os eventos de menor duração geralmente iniciam-se e mantêm-se em elevados valores de potência ao longo da prova, caracterizado por um *pacing* “all-out”. Já as tarefas de moderada à longa duração tendem a iniciar com valores menores de potência que podem se manter numa média durante toda a prova (*pacing* constante), aumentar (*pacing* negativo), diminuir (*pacing* positivo), ou ainda, apresentar comportamentos variados (*pacing* parabólico ou variados). Os complexos mecanismos de regulação do *pacing* baseiam-se nos processos de teleantecipação, de modo que alguns dos fatores ambientais (ex., temperatura e conteúdo de oxigênio ambiente), aspectos motivacionais e experiências prévias representam componentes capazes de exercer influências na estratégia adotada e, conseqüentemente, no resultado final. Já as evidências do estudo original realizado com nove ciclistas recreacionais em quatro visitas ao laboratório, demonstraram uma tendência ao menor tempo para completar a prova durante a tarde em detrimento da manhã. Ainda durante a tarde, foram evidenciados maiores concentrações de GH acompanhado de valores elevados de glicose, temperatura sublingual e afetividade com menores concentrações de cortisol, o que dá indícios de um ambiente mais favorável ao melhor desempenho com menores efeitos catabólicos na fase da tarde apesar de não ter sido evidenciado diferenças significativa no *pacing* entre manhã e tarde. Finalmente, com base nos achados, a presente dissertação demonstra evidências do melhor desempenho durante a tarde, sincrônica com algumas variações metabólicas, fisiológicas e psicológicas também encontradas nesta fase do dia.

Palavras-chave: Ciclismo. *Pacing*. Fase do dia. Fisiológicas. Metabólicas. Psicológicas.

ABSTRACT

The pacing strategy is one of the main determinants of performance, despite with few evidences indicating the optimal pacing strategy for different kinds of race. Some factors such as circadian rhythm, hormonal and metabolic changes, alertness, mood, athlete's initial conditions and environmental factors are able to directly interfering in pacing strategy result in a better performance, although the effects of day phases is unknown. Thus, the present dissertation presents two studies: the first is a narrative review with the aim to demonstrate data about the types of pacing, their regulatory mechanisms, and environmental and circadian factors. The second, an original article, aimed to investigate the effects of different phases of day (morning vs. evening) on pacing strategy, performance, physiological, metabolic and psychological responses during a 1000-m cycling time trial. As evidenced in the review article, the short term events usually begin and remain at high power output values throughout the race, characterized by an "all-out" pacing strategy. Moderate to long duration tasks tend to start with lower power output and keep either an average throughout the race (even pacing strategy), or increase (negative pacing strategy), or decrease (positive pacing strategy), or even present varied behaviors (parabolic or varied pacing strategy). The complex regulatory mechanisms of pacing strategy is based on the teleantecipation processes, so some of the environmental factors (e.g., temperature and oxygen content environment), motivational aspects and previous experiences represent components capable of exerting influence on the pacing strategy adopted and consequently, the end result. In the original article, nine recreational cyclists demonstrated a trend to reduce time to complete the task in the evening than in the morning. During the evening, they had higher concentrations of GH, which was accompanied by high levels of glucose, sublingual temperature and affectivity, and lower concentrations of cortisol, suggesting a more favorable environment for better performance. However, pacing strategy was similar between morning and evening. Based on these findings, the present dissertation shows evidence of improved performance in the evening, with some synchronous metabolic, physiological and psychological variations.

Keywords: Cycling. Pacing Strategy. Phase of day. Physiological. Metabolic. Psychological.

LISTA DE FIGURAS

2º artigo: Morning or evening: which one is the best phase of day to perform a 1000-m cycling time trial?

Figure 1	Experimental Protocol	45
Figure 2	Mean and SD for oxygen uptake (A), integrated electromyography (B), heart rate (C), power output (D), aerobic power (E), anaerobic power (F) for each 200-m during cycling TT in the morning and evening	48
Figure 3	Mean and SD for noradrenaline (A) and glucose (B) response to the exercise (post-TT less baseline).....	52

LISTA DE ABREVIATURAS

CR – Contra Relógio

CVM – Contração voluntária máxima

EMG – Eletromiografia

FC – Frequência Cardíaca

GH – Hormônio do crescimento

CK- Creatina Quinase

MAOD – Acúmulo Máximo do Déficit de Oxigênio

NaCl – Cloreto de sódio

PP – Produção de Potência

PSE – Percepção Subjetiva de Esforço

RC – Ritmo Constante

SL – Saída Lenta

SNC – Sistema Nervoso Central

SR – Saída Rápida

VE – Ventilação

VL – Músculo Vasto Lateral

VO₂ – Volume do consumo de oxigênio

VO₂ pico – Pico do Volume do consumo de oxigênio

VO_{2max} – Volume Máximo do consumo de oxigênio

VP – Velocidade de pedal

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	11
2 ARTIGO DE REVISÃO NARRATIVA	
Pacing: tipos de estratégia, mecanismo de regulação, influência dos fatores ambientais e circadianos.....	
3 ARTIGO ORIGINAL	13
Morning or evening: which one is the best phase of day to perform a 1000-m cycling time trial?.....	
	38
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
REFERÊNCIAS	62
APÊNDICE Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	64
ANEXO A Escala de Humor de Brunel (BRUMS)	67
ANEXO B Questionário de Cronotipos (Horne and Östberg, 1976)	68
ANEXO C Registro Alimentar	70

1 INTRODUÇÃO GERAL

O pacing é caracterizado como uma variação na produção de potência ao longo da prova com intuito de realizar a tarefa no menor tempo possível com menor gasto energético (Foster et al., 1993; Foster et al., 1994, De Koning et al., 1999), representando uma importante ferramenta para a otimização do desempenho em alguns eventos atléticos, tais como, corrida (Lima-Silva et al.; Bath et al., 2012), natação (Saavedra et al., 2012), ciclismo (Corbett et al., 2012; Renfree et al., 2011). Em eventos com características similares às provas de ciclismo de 1000-m contra-relógio (curta duração e alta intensidade) tem sido evidenciado efeitos benéficos das manipulações no pacing (Foster et al., 2004, Atkinson et al., 2003). De modo geral, estudos têm demonstrado que em exercícios supramáximos de $\dot{V}O_2\text{max}$, ambas as vias energéticas metabólicas (aeróbias e anaeróbias) exercem um importante papel no desempenho (Gastin, 2001), embora a via anaeróbia pareça ser a prevalente em virtude de sua amplamente utilização, principalmente na saída da estratégia “all-out” (Medbo e Tabata, 1993; Withers et al., 1993).

Algumas evidências sugerem que a contribuição do sistema anaeróbio pode ser aumentada durante a tarde comparada com a manhã, provavelmente em virtude dos valores de temperatura corporal apresentar seus picos neste período do dia (Souissi et al., 2004; 2007). Carrier e Monk (2000) sugerem que o ritmo circadiano endógeno do desempenho físico seria controlado pelo mesmo marcador que direciona o ritmo endógeno da temperatura corporal, permitindo-nos considerar a temperatura corporal como um importante mediador para um ambiente endógeno mais favorável ao melhor desempenho. Os fatores hora mencionados denotam possíveis influências dos aspectos circadianos sobre o desempenho, embora não seja do conhecimento do autor a existência de estudos que até o presente momento tenham testado diretamente a relação entre diferentes fases do dia e pacing.

Os poucos estudos cujo desenho experimental intencionou analisar os efeitos circadianos no desempenho utilizaram testes com pouca validade ecológica (Jump teste, Wingate ou teste até exaustão) que não nos permite mensurar o pacing adotado pelos atletas (Souissi et al., 2004; Bessot et al., 2006; Giacomoni et al., 2006; Souissi et al., 2007, 2010; Racinais et al., 2005a, 2005b, 2010).

Outros fatores, tais como as variações hormonais e metabólicas, estado de alerta, estado de humor, condições iniciais dos atletas e fatores ambientais demonstram-se capazes de interferir diretamente no atleta e podem resultar no melhor desempenho,

embora o presente autor desconheça relatos na literatura que mencionem conjuntamente os efeitos de algumas destas variáveis sobre o pacing em provas contra-relógio de curta duração em diferentes fases do dia. Desta forma, a presente dissertação apresenta dois artigos: sendo o primeiro, uma revisão narrativa com o objetivo de demonstrar o estado da arte sobre os tipos de pacing, seus mecanismos de regulação, influência dos fatores ambientais e circadianos. O segundo objetivo corresponde ao artigo original que verificou os efeitos de diferentes fases do dia (manhã vs. Tarde) sobre o pacing, desempenho, respostas fisiológicas, metabólicas e psicológicas em provas contra-relógio de ciclismo de 1000-m por meio da percepção subjetiva de esforço (PSE), temperatura sublingual, estado de humor, concentrações plasmáticas e séricas de alguns marcadores (adrenalina, noradrenalina, insulina, glucagon, cortisol, testosterona livre e total, glicose, creatina quinase, uréia, ácido úrico e creatinina) com a intenção de obter respaldos fisiológicos, metabólicos e psicológicos sobre possíveis diferenças no desempenho mediante as distintas fases do dia.

2 ARTIGO DE REVISÃO NARRATIVA

PACING: TIPOS DE ESTRATÉGIA, MECANISMO DE REGULAÇÃO, INFLUÊNCIA DOS FATORES AMBIENTAIS E CIRCADIANOS

RESUMO

O pacing é um dos principais fatores determinantes do desempenho. Apesar de poucas evidências na literatura acerca das estratégias mais recomendadas para os diferentes tipos de provas, compreender seus tipos e possíveis fatores intervenientes (fisiológicos e ambientais) pode representar o melhor desempenho. Portanto, o presente trabalho demonstrou o estado da arte sobre os tipos de pacing, mecanismos de regulação, influência dos fatores ambientais e circadianos. Conforme as evidências, os eventos de menor duração geralmente iniciam-se e mantêm-se em elevados valores de potência ao longo da prova, caracterizado por um pacing “all-out”. Já as tarefas de moderada à longa duração tendem a iniciar com valores menores de potência que podem se manter numa média durante toda a prova (pacing constante), aumentar (pacing negativo), diminuir (pacing positivo), ou ainda, apresentar comportamentos variados (pacing parabólico ou variados). Os complexos mecanismos de regulação do pacing baseiam-se nos processos de teleantecipação, de modo que alguns dos fatores ambientais (ex., temperatura e conteúdo de oxigênio ambiente), aspectos motivacionais e experiências prévias representam componentes capazes de exercer influências na estratégia adotada e, conseqüentemente no resultado final, apesar das poucas evidências entre os efeitos circadianos e o desempenho.

Palavras-chave: Pacing. Ciclismo. Mecanismo de Regulação. Fatores Ambientais. Ritmos Circadianos.

ABSTRACT

The pacing strategy is one of the main factors determining performance. Although there is little evidence in the literature about the recommended pacing strategies for different kinds of events, understand their types and intervening factors (physiological and environmental) may represent the best performance. Therefore, the present review demonstrated data about the types of pacing, their regulatory mechanisms, influences of environmental and circadian factors. It was found that in

short term events usually begin and remain at high power output values throughout the race, characterized by an "all-out" pacing strategy. Since the tasks of moderate to long duration tend to start with lower power output than all-out, they can keep an average throughout the race (even pacing strategy), increase (negative pacing strategy), decrease (positive pacing strategy), or even present varied behaviors (parabolic or varied pacing strategy). The complex regulatory mechanisms of pacing strategy based on the teleantecipation processes, so some of the environmental factors (e.g., temperature and oxygen content environment), motivational aspects and previous experiences represent components capable of exerting influence on the pacing strategy adopted and consequently in the final result, despite little evidence between circadian effects and performance.

Key-words: Pacing Strategy. Cycling. Regulatory Mechanism. Environmental Factors. Circadian Rhythms.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as estratégias de ritmo, também conhecidas como pacing, têm demonstrado um importante papel nos eventos atléticos. O pacing pode ser definido como a variação na produção de potência (PP) ou velocidade que ocorre ao longo de uma determinada prova, com o objetivo de regular o gasto energético e concluir a tarefa em um menor tempo possível (Foster et al., 1993; Foster et al.; 1994, De Koning et al.; 1999). Em provas onde a velocidade é relativamente alta (ex: ciclismo), esta definição compreende a distribuição do esforço fisiológico, intensidade ou potência do exercício em vez de exclusivamente a velocidade (Atkinson et al., 2007a), porque há momentos na prova (por exemplo, subidas no ciclismo de estrada ou ventos com resistência oposta ao participante) em que a velocidade é baixa, enquanto a potência é alta, ou, no caso de descidas e ventos a favor, esta ordem se dá de maneira inversa (Chapman et al., 2009).

As estratégias podem ser auto-selecionadas ou impostas e está presente em diversos segmentos esportivos, dentre os quais, corridas (Lima-Silva et al.; Bath et al., 2012), skate (Muehlbauer et al., 2010), natação (Saavedra et al., 2012), deca iron triathlon (Herbst et al., 2011), pentatlo (Le Meur et al., 2011a), maratona (March et al., 2011), triathlon (Le Meur et al., 2011b; Hauswirth et al., 2010; Vleck et al., 2008) e ciclismo (Yaichroen et al.; Martin et al.; Boswell; Corbett et al., 2012; Renfree et al., 2011). Além disso, em crianças ou adolescentes com idade escolar

(Micklewright et al., 2012), adultos (Corbett et al., 2012) ou indivíduos destreinados (Williams et al., 2012), todos apresentam algum tipo de pacing durante tarefas esportivas que possuem um ponto final determinado.

A variedade dos tipos de pacing tem sido observada durante diferentes tipos e condições dos exercícios (Foster et al., 1994; St Clair Gibson et al., 2006; Abbiss & Laursen, 2008a). Os tipos mais comuns de pacing são “all-out”, positiva, negativa, constante, em forma parabólica e variada (Abbiss & Laursen, 2008a). Neste cenário, o pacing adotado pelos sujeitos é tão importante quanto a eficiência no uso das reservas energéticas, pois ela compreende um dos fatores que permite aos atletas concluir a tarefa em um menor tempo possível.

Nos últimos anos, além da descrição dos tipos de pacing, estudos têm investigado o mecanismo fisiológico pelo qual o pacing é regulado (Ulmer, 1996; Gibson & Noakes, 2004). A princípio aceitou-se a hipótese de um “regulador central” que direcionava a ativação muscular (Abbiss & Laursen, 2008a) levando em consideração as respostas periféricas como parte integrante deste sistema antes e durante a atividade (St. Clair Gibson & Noakes, 2004). Esta idéia foi inicialmente proposta por Ulmer (1996) e corresponde ao que ele denominou como “teleantecipação”, o qual se baseia na relação entre os sistemas periférico e nervoso central (SNC), de modo que a medida produto seria a Percepção Subjetiva do Esforço (PSE) e, portanto, refletiria diretamente na regulação do pacing.

Tem sido bem elucidado na literatura que a temperatura do ambiente, hiperóxia, hipóxia, duração do evento, fatores motivacionais, luz, som, ventos, experiências prévias, feedback externo, competitividade são alguns dos fatores que estão presentes em situações de competições e que podem influenciar a estratégia de prova. Entretanto, mediante a diversidade ambiental nos eventos atléticos, pouco se tem estabelecido acerca das alterações no desempenho que ocorrem em decorrência das mudanças ambientais (Aisbett et. al., 2009a, 2009b; Tucker & Noakes, 2009) e mais especificamente a possível relação entre ritmos circadianos e pacing.

Desta forma, o objetivo da presente revisão foi investigar os tipos de pacing, seus mecanismos de regulação, influência dos fatores ambientais e circadianos.

1. TIPOS DE PACING

A variedade nos tipos de pacing tem sido observada durante diferentes tipos de provas (Foster et al., 1994; St Clair Gibson et al., 2006; Abbiss & Laursen, 2008a).

Dentre as estratégias mais comuns encontram-se a “all-out”, positiva, negativa, constante, em forma parabólica e variada (Abbiss & Laursen, 2008a). Abaixo são descritas cada uma delas detalhadamente.

1.1 Pacing “All-out”

De modo geral, o “all-out” pode ser caracterizado como uma aplicação de potência máxima logo no início da prova e tem a intenção de permanecer em valores de potência elevados até o final da tarefa, apesar de haver uma gradativa queda na produção de potência após os instantes iniciais. Van Ingen Schenau et al. (1992) defendeu que, em eventos curtos (exemplo: 100 m de corrida ou 1000 m no ciclismo), a estratégia ideal seria o “all-out”.

Durante uma prova de 100 m, os corredores mundiais chegam a gastar mais da metade da prova na fase de aceleração, e estima-se que a demanda do trabalho necessária para alterar a energia cinética corporal restante represente apenas 20-25% da energia total (Abbiss & Laursen, 2008a). Portanto, o custo associado com a aceleração pode interferir significativamente no desempenho em provas curtas (Van Ingen Schenau et al., 1992). Para esse tipo de prova, a estratégia all-out torna-se a mais recomendada.

A energia cinética é resultante do movimento. Graças a ela o gasto energético para manter um ritmo constante é menor que a energia necessária para acelerar no início da prova, pois a cada aceleração, a velocidade em cada instante precisa ser maior que a velocidade anterior. Diante disso, pode-se assumir como se uma “nova inércia” estaria sendo rompida para permitir aumentar a aceleração em cada instante da prova. Portanto, Abbiss & Laursen (2008a) assume que em virtude do aumento da energia cinética, a energia necessária para manter um ritmo constante é menor que a energia requerida para acelerar, especialmente quando a inércia é maior (por exemplo, maior massa e velocidade).

Uma vez que este gasto energético necessário para a aceleração é inevitável, acredita-se que a energia mal distribuída no começo desses eventos de curta duração, como alguma potência submáxima inicial abaixo da potência ótima, resulte em maior tempo de prova e queda no desempenho (Van Ingen Schenau et al., 1992; de Koning et al., 1999). Esta hipótese nos permite acreditar que iniciar a prova em alta potência e tentar mantê-la no decorrer da mesma contribua para minimizar a perda de energia cinética no final.

Portanto, os eventos de curta duração (< 1 minuto) podem ser beneficiados a partir de um pacing “all-out”, apesar de uma parte da energia de saída ser perdida para a resistência de fricção (Van Ingen Schenau et al., 1992; de Koning et al., 1999). Entretanto, o pacing “all-out” não é recomendado para esforços mais longos (> 1 minuto), pois nesse caso existe um maior tempo submetido às resistências aerodinâmicas ou hidrodinâmicas, e isso contribui para um maior custo energético em relação ao gasto para aceleração (Foster et al., 2004; Atkinson et al., 2003; Foster et al., 1993; Atkinson & Brunskill, 2000).

1.2 Pacing positivo

Conforme Abbiss & Laursen (2008a), o pacing positivo é compreendido como um declínio gradual da velocidade do atleta no decorrer do evento em função do tempo. Durante eventos de corrida, esta estratégia tem mostrado um claro perfil (Corbet, 2009a). Por exemplo, Tucker et al. (2006a) evidenciou em uma prova de 800 m que o pacing característico é uma saída rápida com progressiva diminuição da velocidade até o final, sem a presença de algum *sprint* final.

Assim como Tucker et al (2006a), Sandals et al. (2006) sugeriu que nas corridas de 800m a estratégia empregada em competições internacionais é o pacing positivo. Cerca de 2% dos recordes mundiais são executados com os primeiros 200 m a uma intensidade equivalente a 107,4% da média de velocidade da prova; na metade da prova e nos últimos 200 m, a intensidade cai para 98,3% e 97,5%, respectivamente. Ao comparar o pacing positivo com o pacing de ritmo constante (Sandals et al., 2006), o consumo de oxigênio (VO_2) apresentou maiores valores no primeiro ($92,5 \pm 3,1$ % vs $89,3 \pm 2,4$ %, respectivamente), sugerindo que uma saída positiva levaria a um melhor desempenho e maior intensidade relativa.

Corbett (2009a) realizou estudo por meio dos registros de tempo total dos campeonatos mundiais 2007 e 2008 com o objetivo de investigar o pacing adotado durante prova de ciclismo contra-relógio (CR) de 1 km. As estratégias adotadas pelos atletas em cada campeonato foram similares, ambas caracterizadas por pacing positivo. A primeira volta (250 m), a qual foi utilizada para vencer a inércia, apresentou a correlação mais forte com o tempo total de prova ($r = 0,73$; $p < 0,01$), demonstrando a importância de uma largada rápida na determinação do tempo total da tarefa. Contudo, nesse estudo foi analisada apenas a velocidade, sendo interessantes os estudos que investiguem também a produção de potência.

Ao avaliar o padrão espontâneo de gasto energético em ciclistas bem treinados sob diferentes contra-relógio (500 m, 1000 m, 1500 m e 3000 m), Foster et al. (2004) evidenciaram que a estratégia mais observada no teste de 1500 m foi o pacing positivo. Já os testes de 500 m e 1000 m foram caracterizados por maiores valores de potência apenas após uma fase inicial (até 300 m) de menor potência, com progressiva queda posteriormente aos 300m iniciais, enquanto na prova de 3000 m o pacing predominante foi o de ritmo constante.

Apesar de não haver um consenso na literatura sobre qual a prova ideal para se adotar o pacing positivo, acredita-se que esta estratégia poderia lograr êxito em tarefas de moderada duração (2 – 4 minutos), onde romper a inércia com alta potência no início ainda gere benefício na performance final. Dessa forma, a estratégia de pacing positivo pode ser considerada uma extensão da estratégia “all-out”, que é empregada também em provas curtas, porém não tão curtas quanto às utilizadas em provas de curtíssima duração (< 1 minuto). Contudo, o pacing ideal para algumas provas mais longas (> 4 minutos) ainda é pouco evidente e requer maiores investigações (Abbiss & Laursen, 2008a).

1.3 Pacing Negativo

Considera-se uma estratégia negativa o aumento gradativo na velocidade ao longo do evento (Abbiss & Laursen, 2008a), geralmente caracterizado por uma saída mais lenta, que pode estar acompanhado de menor e/ou mais tardia concentração de lactato sanguíneo (Mattern et al., 2001) e diminuição do consumo de oxigênio (VO_2) (Sandals et al., 2006). Estes pressupostos fundamentam-se nos achados de Mattern et al. (2001) ao comparar os pacing positivos e negativos com um pacing auto-selecionado durante o ciclismo contra-relógio de 20 km, onde a Potência ($W \cdot kg^{-1}$), VO_2 ($L \cdot min^{-1}$) e % VO_2 relativo ao Limiar de Lactato foram significativamente menores nos minutos iniciais da prova no pacing negativo. Além disso, a saída relativamente baixa, isto é, pacing negativo (15% menor que a auto-selecionada) demonstrou menor média de tempo final, quando comparado com a saída relativamente alta, isto é, pacing positivo (15 % maior que a auto-selecionada).

Em provas consideradas de média a longa duração (> 4 minutos), as evidências apontam o pacing negativo como um dos mais utilizados (Abbiss & Laursen et al., 2008a). Possivelmente, os atletas optem por aumentar gradativamente a potência (Foster et al., 2004; Mattern et al., 2001; Nikolopoulos et

al., 2001; Albertus et al., 2005; Abbiss & Laursen et al., 2008a) e a velocidade (Foster et al., 2004; Abbiss & Laursen et al., 2008a) até o final do evento. Entretanto, existem outros tipos de pacing que poderiam ser utilizados também em provas longas e a comparação entre elas em termos de melhor desempenho final não está totalmente elucidado na literatura.

1.4 Pacing Constante

Como o próprio nome sugere, o pacing constante diz respeito às pequenas variações de potência que ocorrem aleatoriamente ao longo de um valor médio, desde a saída até o final da tarefa, demonstrando certa estabilidade ao longo da prova. Diferentemente do que ocorre nos eventos de curta duração, onde a estratégia de largada pode influenciar significativamente o desempenho final (Abbiss & Laursen et al., 2008a), em eventos com maior duração parece plausível assumir que esta fase de largada exerce menos influência (Foster et al., 1994; Foster et al., 2004), possivelmente em virtude do menor tempo gasto na fase de aceleração (Abbiss & Laursen et al., 2008a).

Além do pacing negativo (ver item 1.3), outras evidências (Abbiss & Laursen et al., 2008a) sugerem a estratégia constante como também sendo ideal para eventos com duração acima de 4 minutos, apesar de alguns autores já demonstrarem a adoção deste pacing em provas com duração a partir de 2 minutos (Foster et al., 1993). Atkinson et al. (2003) considera que uma distribuição constante de potência é fisiologicamente e biofisiologicamente ideal para CR longos (exemplo: 14 km de ciclismo), desde que realizados em condições invariadas de vento e gradientes.

Reduzir algumas variações no pacing deve ser uma proposta interessante frente às situações que incluem alto grau de resistência de fricção. Uma vez que o ritmo constante minimiza as flutuações de velocidade, este pode resultar em gasto energético otimizado (Zamparo et al., 2005) e possível otimização do tempo total durante provas longas (Swain, 1997). Assim, o pacing constante tem sido adotado em algumas provas de ciclismo com duração que variaram entre 2-30 minutos (Foster et al., 1993,2004; Atkinson & Brunskill, 2000; Perrey et al., 2003).

1.5 Pacing variado

O pacing variado é um termo que tem sido utilizado para definir as flutuações na intensidade ou ritmo de trabalho observado durante o exercício (Atkinson &

Brunskill, 2000; Atkinson et al., 2007a), usualmente adotado na intenção de contrabalancear as variações externas (Swain, 1997). Do ponto de vista biofísico, o pacing ideal deve envolver aumento da potência em subidas e sessões de ventos contrários, assim como, diminuição da potência em descidas e ventos a favor (Atkinson et al., 2003).

Comumente, as alterações vistas na potência durante exercício ocorrem com a intenção de manter uma distribuição constante de velocidade. Portanto, alguns artigos referem-se a essas variações como pacing variado (Abbiss & Laursen et al., 2008a).

A técnica adotada pelos atletas deve ser especialmente importante para o pacing durante eventos em que há alta força de resistência da água ou do vento, como por exemplo, natação, patinação e ciclismo (Garland, 2000; Abbiss & Laursen et al., 2008a). De alguma forma, a estratégia variada deve ser alinhada intimamente com as mudanças fisiológicas que ocorrem no indivíduo frente ao esforço, onde há trajetos de maior exigência da potência e, portanto, maior demanda energética da tarefa (Swain, 1997; Sandals et al., 2006). Desde que esta alteração na potência não ultrapasse $\pm 5\%$ da potência média de prova, os valores médios de frequência cardíaca, VO_2 , lactato sanguíneo e percepção subjetiva de esforço não se alteram significativamente durante um CR de 1 hora ou 800 KJ em ciclismo, equivalente a aproximadamente 75% do VO_{2max} (Atkinson et al., 2007a), sugerindo que variar o ritmo não gera algum estresse fisiológico adicional. Ainda assim, mais pesquisas são fundamentais para compreender as implicações fisiológicas presentes no pacing variado, na intenção de evidenciar possíveis benefícios e efeitos limitantes dessa estratégia.

1.6 Pacing em forma parabólica

As estratégias parabólicas (U, J e J inverso) apesar de não serem novas quanto a sua adoção em eventos esportivos, têm sido descritas na literatura mais recentemente através da utilização de técnicas mais acuradas para medir potência e tempo por distância percorrida (Atkinson & Brunskill, 2000; Garland, 2005; Abbiss et al., 2006). De modo geral, o pacing em forma parabólica pode apresentar uma saída rápida, seguido de uma redução progressiva na velocidade durante uma prova de resistência (> 4 minutos), embora tenda a aumentar esta velocidade na última parte do evento (Tucker et al, 2004; Garland, 2005), resultando em forma de U (início e fim

relativamente alto com declínio da velocidade na fase medial), J (início sutilmente mais baixo que na forma U, seguido ainda de um leve declínio de velocidade na fase medial e considerável aumento na última parte do trajeto) e J inverso (mesmas proporções do J, só que de forma invertida, ou seja, inicia-se com a velocidade de forma mais acentuada, com declínio na fase média de prova e sutil elevação na fase final) (Abbiss & Laursen et al., 2008a).

Corroborando com a definição citada acima, Garland (2005), ao determinar o pacing adotado por remadores de elite em competições de 2 km (Jogos Olímpicos em 2000 e Campeonatos Mundiais em 2001 e 2002), evidenciou que os primeiros 500m apresentaram maiores médias de velocidade (103,3%) que os demais trechos em remada na água (1000 m, 1500 m e 2000 m com 99,0%, 98,3% e 99,7%, respectivamente). Já os valores de remada no ergômetro também apresentaram distribuições similares para os mesmos trechos (101,5%, 99,8%, 99,0% e 99,7%, respectivamente), indicando que todos os atletas adotaram estratégias parabólicas em forma de J inverso, uma vez que no último quartil das provas percebeu-se o aumento gradativo na velocidade.

Algumas pesquisas têm demonstrado pacing parabólico em algumas competições (Garland, 2005), enquanto outras não (Tucker et al., 2004). Em estudos com ciclistas bem treinados numa prova CR de 20 km sob calor, Tucker et al. (2004) perceberam redução na potência dos atletas ao longo da tarefa, com intuito de evitar efeitos adversos ao desempenho oriundos da hipertermia por esforço. Mas nos últimos 5% da prova, a potência apresentou considerável aumento, representando, na verdade, a junção de duas diferentes estratégias (positiva no início e negativa no final), ao invés do pacing parabólico (Abbiss & Laursen et al., 2008a). Dessa forma, as estratégias parabólicas talvez sejam a junção de uma ou mais das estratégias listadas anteriormente e uma consequência do mecanismo fisiológico de regulação.

2. MECANISMO DE REGULAÇÃO DO PACING

Ao longo dos anos, diversos estudos têm investigado fatores que podem nortear um desempenho atlético e que estão associados às estratégias de ritmo (Gibson & Noakes, 2004; Tucker, 2009; Hettinga et al., 2011; Hettinga et al., 2012). Neste cenário surge o conceito de uma comunicação entre o sistema nervoso central e periférico proposta por St. Clair Gibson et al. (2006) que seria capaz de regular a estratégia durante o exercício. Dessa forma, o nível de ativação muscular

e, portanto, de intensidade no exercício tornam-se respostas influenciados pelas informações periféricas como parte integrante no processo de monitoramento do desempenho (Abbiss & Laursen, 2008a; St. Clair Gibson & Noakes, 2004). Em relação a isso, St. Clair Gibson et al (2006) sugeriu que o simples fato de ter pensado na estratégia pretendida ao iniciar o exercício, já seria capaz de causar pequenos ajustes contínuos na potência durante a competição, e que estes se mantêm no decorrer das informações processadas entre o cérebro e os sistemas periféricos ao longo da prova.

Esta hipótese foi inicialmente proposta por Ulmer (1996) e corresponde ao que ele denominou de “teleantecipação”. O prefixo *tele* foi introduzido por Jacob Levy Moreno (1889-1974) (Ramalho, 2010), para nomear o conjunto de processos perceptivos que permitem que o sujeito tenha uma valoração correta do seu mundo circundante, de modo que os atletas antecipem o esforço requerido para completar uma determinada tarefa através de uma harmonia entre as respostas internas (dentre elas, fisiológicas, biomecânica e cognitiva) e externas (ambientais) (Ulmer, 1996).

A antecipação preocupa-se não apenas com as bases harmônicas da otimização do movimento, mas também a “teleantecipação” dos ajustes ideais do esforço, por meio de cálculos complexos, os quais evitam a exaustão precoce antes de se alcançar o ponto final da tarefa, levando em consideração as reservas metabólicas, taxas metabólicas atuais e o tempo necessário para finalizar o exercício (Ulmer, 1996). Estas considerações acentuam a complexidade do sistema motor não somente aos aspectos biomecânicos, mas também, às regulações extracelulares das taxas metabólicas musculares durante exercícios pesados (Ulmer, 1996), cujos fatores de regulação (por exemplo, o sistema nervoso somático e o controle comportamental) baseiam-se nos contínuos mecanismos de feedback.

O princípio comum do controle motor é baseado na relação entre os sistemas periféricos (por exemplo, músculo esquelético) e sistema nervoso central (SNC) através de vias que levam as informações ao SNC (aférentes) e que trazem novas informações à periferia (eferentes) (Ulmer, 1996). De acordo com essa visão, os sinais eferentes contêm informações sobre padrões biomecânicos de movimento (força, potência, velocidade, deslocamento, período de tempo, entre outros), decorrentes e regulados indiretamente pelas respostas dos canais somatossensoriais aferentes, os quais servem de base aos padrões de movimento e

aprendizagem motora, contribuindo para uma melhor produção de potência (PP) e economia metabólica (Ulmer, 1996).

A partir desse modelo, sugere-se que o pacing naturalmente escolhido por um atleta parece ser determinado de maneira subconsciente pelo SNC, baseado, dentre outros fatores, pelas experiências prévias com a tarefa e com as condições do sujeito no exato momento da prova (Tucker, 2009; Hettinga et al., 2011; Hettinga et al., 2012). Esses são alguns dos fatores que direcionam a escolha do sujeito por uma potência ideal para iniciar a tarefa, a qual é constantemente reajustada ao longo da competição (Tucker, 2009). A medida produto dessa integração entre sistemas (periférico e central) reflete na percepção subjetiva de esforço (PSE) do indivíduo em um dado momento. Dessa forma, o pacing parece ser regulado pela maneira como o indivíduo está percebendo o esforço, de modo a garantir que valores máximos de PSE sejam atingidos apenas ao final da tarefa (Joseph et al., 2008; Lima-Silva et al., 2009; 2010b), podendo também sofrer influência significativa da condição inicial do atleta (Hettinga et al., 2011; Hettinga et al., 2012).

De acordo com esse modelo, o SNC passa a controlar de maneira dependente os níveis adequados de PSE em cada instante da prova, regulando o número de unidades motoras que será recrutado em cada parte do evento e, conseqüentemente, o total de energia gasta em cada um desses segmentos (Faulkner et al., 2008; Joseph et al., 2008; Tucker, 2009).

Existem diversas situações que podem interferir na regulação do pacing e, conseqüentemente, no desempenho. Dentre elas, o ambiente (ventos, luz, som, temperatura ambiente, música, motivação, competitividade), as experiências prévias e feedback externo são alguns dos fatores bem descritos na literatura. Já os aspectos circadianos no desempenho tem sido alvo de estudos nos últimos anos, embora ainda existam lacunas científicas que precisam ser preenchidas quanto sua possível influência sobre o pacing. A seguir serão abordados estudos que descreveram os efeitos desses fatores e como eles corroboram com o modelo apresentado nessa sessão.

3. INFLUÊNCIA DO AMBIENTE

3.1 Temperatura e fração de oxigênio no ar ambiente

Além dos mecanismos integrados de auto-regulação pelos sistemas periférico e central, a PSE pode sofrer influências do ambiente em que o exercício está sendo realizado. Em estudos de Abbiss et al., (2010), o qual se propuseram à examinar a

influência da temperatura dos ambientes quente (34° C) e frio (10° C) sobre a potência, ativação muscular, temperatura corporal e PSE durante um pacing auto-selecionado numa prova de 100 km de ciclismo, foi verificado que a potência e ativação muscular (bíceps femoral e vasto lateral) foram menores ($p < 0,05$) nos ambientes quentes, apresentando elevada média de temperatura retal, quando comparada ao ambiente frio (39,1 ° C vs 38,8° C, $p < 0,05$, respectivamente), existindo uma significativa correlação entre potência e sensação térmica ($r > 0,68$; $p < 0,001$), mas não entre sensação térmica e PSE. Isso leva a crer que exercício dinâmico prolongado no calor induz a um estresse térmico capaz de influenciar no pacing e na fadiga muscular, mantendo uma taxa de aumento linear na PSE em ambos os casos.

Segundo Ely et al. (2010), o estresse de ambientes quentes diminuem o desempenho aeróbio, apesar de poucas pesquisas terem focado no desempenho quando a tarefa selecionada infere modestas elevações na temperatura corporal ($< 38,5^{\circ}$ C). Em seu estudo, ao verificarem o desempenho aeróbio e as estratégias adotadas em 15 minutos de CR (cinco blocos de 3 minutos) sob ambiente refrigerado (21° C, 50% frequência cardíaca, isto é, FC) e quente (40° C, 25% FC), evidenciou-se um aumento contínuo da temperatura corporal e FC em ambos os CR, enquanto que a temperatura da pele foi maior no ambiente quente (36.1° +/- 0.40 ° C vs 31.1° +/- 1.14° C). O trabalho total no ambiente quente foi 17% menor que o do ambiente refrigerado (147.7 +/- 23.9 kJ vs 177.0 +/- 25.0 kJ, $p < 0,05$, respectivamente). Os voluntários demonstraram adotar um pacing positivo em ambiente quente por não conseguirem manter a mesma estratégia iniciada, diferentemente da condição refrigerada, cujo pacing foi o constante. De modo geral, estes achados nos permitem acreditar que durante CR, a hipertermia excessiva é evitada a custo de uma redução gradual no ritmo ao longo do tempo, demonstrando um mecanismo de regulação destinado a evitar as más consequências da hipertermia excessiva durante o exercício.

Apesar da disparidade entre as temperaturas ambientais impostas aos sujeitos dos estudos de Abiss et al. (2010) e Ely et al. (2010), esses achados reforçam a idéia que os fatores extrínsecos são fortemente importantes na regulação das estratégias adotadas e, conseqüentemente, preconizam uma percepção correta do ambiente circundante como já demonstrado na sessão anterior (ver item 2).

Outro fator importante que parece regular o pacing refere-se a fração ou pressão parcial de oxigênio do ar ambiente. Segundo Tucker & Noakes (2009), as mudanças na disponibilidade de oxigênio atmosférico, medidos pela fração de ar

inspirado (FiO_2), também alteram o pacing e os padrões de ativação do músculo esquelético durante exercício. Para testar a hipótese que a hipóxia afeta o desempenho central, independentemente do feedback aferente e da fadiga periférica, Millet et al. (2012) realizaram experimentos em indivíduos submetidos a completa oclusão vascular do músculo recrutado na tarefa (bíceps braquial) em diferentes condições ambientais de O_2 : hipóxia severa (FiO_2 , 9%), hipóxia moderada (FiO_2 , 14%), normóxia (FiO_2 , 21%) e hiperóxia (FiO_2 , 30%). Foram monitorados: o desempenho (medido pelo número de contrações isométricas submáximas do flexor do cotovelo até a exaustão); espectroscopia de infravermelho pré-frontal; parâmetros de pulso de alta frequência e respostas da eletroestimulação. O desempenho foi reduzido em 10-15% nas condições de hipóxia severa (saturação arterial de O_2 , aproximadamente 75%) comparada com hipóxia moderada (90%) ou Normóxia e Hiperóxia (> 97%), demonstrando que em hipóxia severa tanto o desempenho quanto a unidade central podem ser alterados independentemente das respostas aferentes e da fadiga central, reforçando a idéia que a performance também pode ser parcialmente reduzida por um mecanismo relacionado diretamente a oxigenação do cérebro.

Da mesma forma, Tucker et al. (2007) descobriram aumento de 5% ($p < 0,01$) no desempenho de ciclistas em uma prova de 20 km sob condições de hiperóxia (FiO_2 , 40%), comparado com normóxia (FiO_2 , 21%). Os autores mensuraram a potência, FC, lactato sanguínea, atividade eletromiográfica do vasto lateral e PSE a cada 2 km. Mudanças na FC, concentração plasmática de lactato e PSE durante os CR (hiperóxia e normóxia) foram similares. A melhora do desempenho ($p < 0,001$) foi associada com maior média de potência de todo trajeto em condições hiperóxicas (292 ± 36 W), comparado com a média de potência em condições normóxicas (277 ± 35). Apesar de ambos CR apresentarem valores significativamente ($p < 0,001$) maiores nos sprints finais e nas atividades eletromiográficas do último quilômetro, houve clara demonstração de diferentes estratégias adotadas entre as condições hiperóxicas (pacing constante) e normóxicas (pacing positivo). Os níveis de ativação do músculo esquelético (medidos por atividades eletromiográficas integradas) durante estratégia auto-selecionada em CR se mantiveram elevados em hiperóxia, o qual foi interpretado como uma indicação de que a disponibilidade aumentada de oxigênio habilitou um alto grau de ativação muscular e, desta forma, maior potência em hiperóxia que normóxia. Estes resultados sugerem que a ativação muscular e a

intensidade do exercício são reguladas diferentemente em condições de hipóxia e hiperóxia, o qual reflete na alteração do pacing na intenção de manter o crescimento gradual da PSE de maneira similar entre as condições.

3.2 Luz, Som e Ventos do ambiente

Apenas um estudo verificou o efeito da luz e som ambiente sobre o pacing. Em estudo realizado por Kriel et al. (2007), cujo objetivo foi verificar a influência dos efeitos luminosos e sonoros do ambiente em um contra-relógio de 40 km em ciclistas, foi evidenciado que condições de laboratório com luz normal ou em escuridão absoluta, com corretos ou manipulados sinais sonoros de temporização (frequentemente utilizados em testes que ditam ritmos) e sem outros sinais de temporização, não apresentaram diferenças significativas no tempo total de prova, potência, frequência cardíaca e PSE. Esses resultados indicam que os mecanismos cerebrais de controle responsáveis pelo pacing não são afetados pela manipulação de sinalização luminosa ou auditiva no ambiente.

Quanto ao vento, Atkinson & Brunskill (2000) examinaram o efeito de um pacing auto-selecionado e dois pacing impostos (Constante e Variado) durante CR de 16,1 km (divididos em dois blocos de 8,05 km) em um cicloergômetro, com simulação de trajeto plano, ventos contrários na primeira metade da prova e ventos á favor na última metade. O primeiro CR foi o pacing auto-selecionado e a partir dele calculou-se a potência das estratégias impostas: 1) Constante, manteve-se ao longo dos 16,1 km na mesma média de potência registrada no pacing auto-selecionado; 2) Variado, aumentou-se 5% da potência média encontrada no primeiro CR apenas nos primeiros 8,05 km (ventos contrários), reduzindo a potência na segunda metade da prova para que, ao final, a potência media total fosse igual aos dois testes anteriores. O tempo médio para completar os CR constante e variado ($1661,6 \pm 130$ s e $1659,6 \pm 135$ s, respectivamente) foram mais rápidos que o pacing auto-selecionado ($1671,6 \pm 131$ s). Estes resultados sugerem que aumentar a potência quando existe vento contrário no início confere uma melhora no tempo (10 s) para o ritmo constante e 12 s para o pacing variado, ao comparar com o primeiro CR (auto-selecionado). Portanto, Atkinson & Brunskill (2000) sugerem que a estratégia variada compreende a escolha mais indicada em caso de variações do ambiente (subidas, descidas, ventos a favor e contrários).

3.3 Experiências prévias, Duração do evento, Feedback externo, Fatores Motivacionais e Competitividade

Experiências prévias podem contribuir para a regulação da PSE e, portanto, ao desempenho, particularmente em eventos com duração superior a 10 minutos (Wittekind et al., 2011). A experiência antecessora permite escolher a estratégia ótima desde o início e durante o contra-relógio em ciclistas experientes (Atkinson et al., 2007a). Williams et al. (2012) avaliou a importância das experiências prévias, conhecimento e feedback da distância em sujeitos destreinados que nunca competiram em quaisquer modalidades do ciclismo e que não pedalavam regularmente. Para tanto, 20 sujeitos fisicamente ativos compoaram dois grupos randômicos (CON e EXP), sendo o EXP aqueles que não receberam nenhuma informação acerca da distância a ser percorrida, nem feedbacks durante a prova. Já o grupo CON recebeu ambas as informações. Cada grupo realizou dois CR de 4 km com intervalo de 17 minutos entre eles. Os tempos do primeiro e segundo CR no grupo controle foram 443 ± 33 s e 461 ± 37 s, respectivamente, enquanto no grupo experimental 471 ± 63 s e 501 ± 94 s, respectivamente. O teste t pareado revelou que o tempo para completar as provas do grupo controle foi menor no primeiro CR comparado ao segundo CR do grupo controle ($t_{10} = -5,81$, $p = 0,001$) e do grupo experimental ($t_{10} = -2,29$, $p = 0,04$), reforçando a idéia que sujeitos experientes com conhecimento sobre a distância a ser percorrida aliado aos feedbacks externos tendem a melhorar seus desempenhos.

A duração do evento também é considerada um dos fatores externos mais importantes que interfere diretamente no que poderia ser considerada a melhor estratégia de ritmo (Abbiss & Laursen, 2008). De alguma forma ela parece estar relacionada com mecanismos de antecipação (ver item 2) capazes de influenciar fortemente a regulação das estratégias observadas ou manipuladas (Tucker & Noakes, 2009). É a partir do conhecimento prévio da duração estimada do evento que o sistema nervoso central se prepara para escolher a estratégia mais eficiente. Portanto, informações incorretas acerca da duração ou distância do evento poderiam gerar alterações nas taxas de trabalho iniciais (se muito ou pouco intenso) e evita uma interpretação apropriada do feedback aferente, contribuindo para insucesso da tarefa (Tucker, 2009).

Mauger et al. (2011) evidenciaram que em pacing auto-selecionado, feedbacks incorretos ofertados pelos treinadores acerca da real situação de velocidade e

distância causam resultados negativos nas fases iniciais e finais da prova, demandando um tempo significativamente maior para completá-la, quando comparado com situação controle (11.66 ± 0.26 m/s vs 11.4 ± 0.39 m/s).

Aliado a isso, outros fatores também são importantes na regulação do pacing, dentre eles os aspectos motivacionais. Recente estudo de Lima-Silva et al. (2012) demonstraram que o simples fato de ouvir música durante trechos da prova poderiam promover alterações na velocidade ao longo do trajeto e conseqüentemente interferir no pacing. A música foi ouvida nos 1500 metros iniciais ou finais de uma prova de corrida de 5 km, e verificou-se que houve aumento significativo da velocidade no trecho inicial ($p < 0,05$) e redução nos pensamentos associativos, quando comparados com a situação sem música e com música no final, sugerindo que a música foi eficaz em alterar o foco de atenção de uma possível sensação de fadiga periférica apenas quando as sensações de fadiga não eram tão intensas. Estes achados corroboram com achados de Mauger et al. (2011), que em um estudo comparativo entre feedbacks corretos e incorretos em provas de ciclismo CR de 4 km, sugeriram que indivíduos motivados tendem a aumentar seu limite de tolerância ao esforço o mais próximo possível de seu limite fisiológico real. Este fato decorre do diagrama teórico de limiar de proteção, o qual basea-se na hipótese de que o ser humano, quando submetido ao esforço, apresenta em primeira instância um limite máximo obtido voluntariamente, mas pode ser ultrapassado até um limite superior graças aos fatores motivacionais. Este “novo limite máximo” diz respeito ao real limite fisiológico do indivíduo, que sendo ultrapassado pode gerar sérios danos ao organismo.

Quanto a competitividade, Bath et al. (2012) demonstraram que a presença de outro corredor durante a execução de um contra-relógio não se mostrou capaz de alterar o pacing, frequência cardíaca, PSE e velocidade da corrida. O que contradiz os resultados com ciclistas obtidos recentemente por Corbett et al. (2012), onde constatou-se que o tipo de competição “páreo-a-páreo” incentiva os participantes a melhorar seu pacing auto-selecionado e, conseqüentemente, o desempenho. Isso ocorre principalmente através de um maior rendimento energético anaeróbio, que parece ser mediado centralmente, e é consistente com o conceito de reserva fisiológica. Esse último corrobora com Tucker e Noakes (2009), que defendem a idéia do pacing sofrer interferência de ambientes competitivos.

4. INFLUÊNCIA CIRCADIANA

Outro fator que merece destaque diz respeito a uma possível relação entre as diferentes fases do dia e o pacing, apesar de não ser do conhecimento do autor algum trabalho que tenha testado diretamente esta relação. A fase do dia corresponde a qualquer ponto no tempo, que é observado em um dos períodos do dia (manhã, tarde ou noite). Ambos fazem parte dos ritmos circadianos, o qual se refere ao estudo das mudanças cíclicas que se repetem regularmente e estão relacionados às alterações endógenas durante 24 horas (± 4 horas) (Reilly et al., 2000a).

A dificuldade experimental de quantificar os ritmos circadianos no desempenho em todo o período do dia (Winget et al., 1985) com controle rigoroso das condições ambientais em laboratório ou testes simulados tem levado os pesquisadores a considerar os efeitos da fase do dia no desempenho (Minati et al., 2006; Winget et al., 1985)

É de conhecimento científico estudos que avaliaram o ritmo circadiano em repouso nos parâmetros cardiovascular (Atkinson e Reilly, 1996; Reilly, 1990; Reilly et al., 1997), respiratório (Atkinson e Reilly, 1996; Reilly et al., 2000a), consumo de oxigênio (Atkinson e Reilly, 1996; Reilly et al., 2000; Winget et al., 1985), secreções hormonais (Javierre et al., 1996; Leatt et al., 1986; Reilly et al., 2000a) e no humor (Atkinson e Reilly, 1996). Entretanto, apenas alguns estudos investigaram essa possível relação do ritmo circadiano no desempenho, especificamente na flexibilidade (Winget et al., 1985), força (Atkinson e Reilly, 1996; Reilly et al., 1997) e potência anaeróbia através do teste wingate (Hill e Smith, 1991; Reilly e Down, 1992).

Giacomoni et al. (2006) analisaram o efeito da fase do dia no desempenho de testes Wingate e nos padrões de recuperação após esforço de curta-duração, através de dez *sprints* máximos de 6 s intercalados por 30 s de recuperação no período da manhã (8h – 10h) e da tarde (17h – 19h), em dias separados. A fase do dia não influenciou nenhum dos índices de desempenho neuromuscular, apesar do pico de eficiência do trabalho ter demonstrado decréscimo mais acentuado durante a tarde comparado ao da manhã (-9,5% vs. -2,2%, respectivamente, $p < 0,05$). Ainda durante a tarde, foi demonstrada maior incidência de fadiga a partir dos valores da contração voluntária máxima - CVM (10,2% vs 7,5%, respectivamente), sugerindo que os padrões de recuperação das funções neuromusculares são menores no período da tarde.

Apesar de toda preocupação em avaliar as influências circadianas os autores não mensuram o pacing adotado pelos atletas, uma vez que os testes de saltos (*Jump test*), testes anaeróbios (*Wingate test*) ou testes até a exaustão apresentam

pouca validade ecológica e não são indicados para avaliar o pacing conforme evidenciado em Giacomoni et al., (2006). Ressalta-se ainda que alguns estudos cujo desenho experimental intencionou verificar a relação entre ritmo circadiano no desempenho demonstraram uma análise superficial dos mecanismos fisiológicos que poderiam explicar a melhora na fase vespertina (Souissi et al., 2004; Bessot et al., 2006; Giacomoni et al., 2006; Souissi et al., 2007, 2010; Racinais et al., 2005a, 2005b, 2010).

Não há consenso sobre o melhor horário para otimização do desempenho em um dado evento, se não for levado em consideração a importância dos sistemas fisiológicos cruciais ao resultado final, já que os diferentes componentes rítmicos atingem o seu pico em horários diferentes do dia (Minati et al., 2006).

Apesar do desempenho ser influenciado por vários fatores (ver item 3), alguns autores sugerem evidências que associam o melhor desempenho na fase vespertina aos valores mais elevados da temperatura corporal (Moore, 1997; Reilly, 1990; Reilly et al., 2000a), que por sua vez estaria relacionada às respostas metabólicas intramuscular mais aceleradas com maior geração de força (Souissi et al., 2004, 2007, 2010). De modo que esta relação também ocorre de maneira inversa, onde as menores médias do desempenho físico e da velocidade nos processos mentais podem estar relacionadas às horas de menor temperatura corporal (Kanaley et al., 2001; Monk et al., 1997).

Esta idéia corrobora com a sugerida por Racinais (2010), o qual demonstra que o desempenho em eventos de curta duração (< 1 minuto) parece ser melhor no período da tarde (entre as 16h e 20h), comparado ao da manhã (6h às 10h), enquanto que nos exercícios de longa duração, o período do dia não parece exercer grande influência quando realizados em ambientes neutros (por exemplo, em temperatura ambiente).

De qualquer forma, não podemos falar de um único e simples ritmo para o desempenho físico, já que além das influências da temperatura corporal e dos diferentes horários de pico presentes nas variáveis fisiológicas, outros fatores tais como a motivação, a alimentação e as próprias interações sociais podem gerar um grande impacto no nível do desempenho e influenciar os seus resultados (ver item 3) (Minati et al., 2006). Todavia, é importante ressaltar que até o presente momento o autor desconhece a existência de algum estudo que tenha se proposto verificar as

possíveis influências de distintas fases do dia sobre pacing, impossibilitando, desta forma uma conclusão mais detalhada sobre o assunto.

CONCLUSÃO

Os eventos de ciclismo de curta duração (< 1 minuto) podem ser beneficiados a partir de um pacing “all-out”. Já em tarefas de moderada duração (2 – 4 minutos), recomenda-se o pacing positivo, apesar de não haver um consenso na literatura sobre qual a prova ideal para se adotar esta estratégia. Provas consideradas de média a longa duração (> 4 minutos), as evidências apontam o pacing negativo como um dos mais utilizados. Além do pacing negativo, outras evidências sugerem a estratégia constante como também sendo ideal para eventos com duração mais prolongada (> 4 minutos), ainda que alguns autores já tenham demonstrado a adoção deste tipo de pacing em provas com durações a partir de 2 minutos (Foster et al., 1993). Quanto ao pacing variado, usualmente adotado na intenção de contrabalancear as variações externas (Swain, 1997), deve ser alinhado intimamente com as mudanças fisiológicas que ocorrem no indivíduo frente ao esforço, onde há trajetos de maior exigência da potência e, portanto, maior demanda energética da tarefa, desde que esta alteração na potência não ultrapasse $\pm 5\%$ da potência média de prova. As estratégias parabólicas (U, J e J inverso) ainda são pouco evidentes na literatura, mas, de modo geral, apresentam uma saída rápida seguido de uma redução progressiva na velocidade com tendência a aumentar esta velocidade na última parte do evento.

Os mecanismos de regulação destas estratégias baseiam-se na complexa relação entre os sistemas central e periférico, a partir dos processos de teleantecipação, os quais evitam exaustão precoce antes de se alcançar o ponto final da tarefa graças aos ajustes constantes do esforço, levando em consideração as reservas e taxas metabólicas atuais e o tempo necessário para finalizar o exercício. A partir desse modelo, sugere-se que o pacing naturalmente escolhido por um atleta parece ser determinado de maneira subconsciente pelo SNC, e que a medida produto dessa integração entre sistemas periférico e central reflete na PSE.

Em um dado momento da prova as condições do ambiente (tais como, temperatura, hiperóxia, hipóxia, duração do evento, luz, som, ventos, feedback externo e competitividade) bem como as do sujeito (experiências prévias, percepção de esforço e fatores motivacionais) representam componentes capazes de exercer influência sobre

o pacing e, conseqüentemente no desempenho. Sabe-se ainda que o ritmo circadiano apresenta-se bem relacionado ao desempenho dos testes de flexibilidade, força e capacidade anaeróbia, de modo que alguns fatores, em especial a temperatura corporal, parecem interferir no resultado final. Entretanto, o presente autor desconhece relatos na literatura que tenham investigado a influência circadiana sobre o pacing, especialmente em distintas fases do dia. Ressaltando a importância de novos estudos que se proponham investigar estas possíveis lacunas científicas.

REFERÊNCIAS

- Abbiss C R, Burnett A, Nosaka K, Green J P, Foster J K, Laursen P B. Effect of hot versus cold climates on power output, muscle activation, and perceived fatigue during a dynamic 100-km cycling trial. **J Sports Sci**, v.28, n.2, p.117-25, 2010.
- Abbiss CR, Laursen PB. Describing and understanding pacing strategies during athletic competition. **Sports Med**, v.38, n.3, p.239-52, 2008.
- Aisbett B, Le Rossignol P, McConell GK, Abbiss CR, Snow R. Effects of starting strategy on 5-min cycling time-trial performance. **J Sports Sci**, v.27, n.11, p.1201-9, 2009.
- Aisbett B, Lerossignol P, McConell GK, Abbiss CR, Snow R. Influence of all-out and fast start on 5-min cycling time trial performance. **Med Sci Sports Exerc**, v.41, n.10, p.1965-71, 2009.
- Albertus Y, Tucker R, St Clair Gibson A, Lambert EV, Hampson DB, Noakes TD. Effect of distance feedback on pacing strategy and perceived exertion during cycling. **Med Sci Sports Exerc**, v.37, n.3, p.461-8, 2005.
- Atkinson G, Reilly T. Circadian variation in sports performance. **Sports Med**, v. 21, n.4, p. 292-312, 1996.
- Atkinson G, Brunskill A. Pacing strategies during a cycling time trial with simulated headwinds and tailwinds. **Ergonomics**, v.43, n.10, p.1449-60, 2000.
- Atkinson G, Davison R, Jeukendrup A, Passfield L. Science and cycling, p. current knowledge and future directions for research. **J Sports Sci**, v.21, n.9, p.767-87, 2003.
- Atkinson G, Peacock O, Law M. Acceptability of power variation during a simulated hilly time trial. **Int J Sports Med**, v.28, n.2, p.157-63, 2007.
- Atkinson G, Peacock O, St Clair Gibson A, Tucker R. Distribution of power output during cycling, p. impact and mechanisms. **Sports Med**, v.37, n.8, p.647-67, 2007.
- Bath D, Turner LA, Bosch AN, Tucker R, Lambert EV, Thompson KG, St Clair Gibson A. The effect of a second runner on pacing strategy and RPE during a running time trial. **Int J Sports Physiol Perform**, v.7, n.1, p.26-32, 2012.

Bessot N, Nicolas A, Moussay S, Gauthier A, Sesboue B, Davenne D. The effect of pedal rate and time of day on the time to exhaustion from high intensity exercise. **Chronobiol Int**, v. 23, p. 1009–1024, 2006.

Boswell GP. Power variation strategies for cycling time trials, p. a differential equation model. **J Sports Sci**, v.30, n.7, p.651-9, 2012.

Chapman RF, Stickford JL, Levine BD. Altitude training considerations for the winter sport Athlete. **Exp Physiol**, v. 95, n.3, p.411–421, 2009.

Corbett J, Barwood MJ, Ouzounoglou A, Thelwell R, Dicks M. Influence of competition on performance and pacing during cycling exercise. **Med Sci Sports Exerc**, v.44, n.3, p.509-15, 2012.

Corbett J. An analysis of the pacing strategies adopted by elite athletes during track cycling. **Int J Sports Physiol Perform**, v.4, n.2, p.195-205, 2009.

Ely BR, Chevront SN, Kenefick RW, Sawka MN. Aerobic performance is degraded, despite modest hyperthermia, in hot environments. **Med Sci Sports Exerc**, v. 42, n.1, p.135-41, 2010.

Faulkner J, Parfitt G, Eston R. The rating of perceived exertion during competitive running scales with time. **Psychophysiology**, v.45, n.6, p.977-85, 2008.

Foster C, *et al.* Effect of competitive distance on energy expenditure during simulated competition. **Inter J Sports Med**, v. 25, p. 198-204, 2004.

Foster C, *et al.* Pacing strategy and athletic performance. **Sports Med**, v. 17, n.2, p.77-85, 1994.

Foster C, Snyder AC, Thompson NN, *et al.* Effect of pacing strategy on cycle time trial performance. **Med Sci Sports Exerc**, v.25, p.383–8, 1993.

Garland SW. An analysis of the pacing strategy adopted by elite competitors in 2000 m rowing. **Br J Sports Med**, v.39, n.1, p.39-42, 2005.

Giacomoni M, Billaut F, Falgairette G. Effects of the time of day on repeated all-out cycle performance and short-term recovery patterns. **Int J Sports Med**, v.27, n.6, p.468-74, 2006.

Hauswirth C, Le Meur Y, Bieuzen F, Brisswalter J, Bernard T. Pacing strategy during the initial phase of the run in triathlon, p. influence on overall performance. **Eur J Appl Physiol**, v.108, n.6, p.1115-23, 2010.

Herbst L, Knechtle B, Lopez CL, Andonie JL, Fraire OS, Kohler G, Rüst CA, Rosemann T. Pacing Strategy and Change in Body Composition during a Deca Iron Triathlon. **Chin J Physiol**, v.54, n.4, p.255-63, 2011.

Hettinga FJ, de Koning JJ, Hulleman M, Foster C. Relative importance of pacing strategy and mean power output in 1500-m self-paced cycling. **Br J Sports Med**, v.46, n.1, p.30-5, 2012.

Hettinga FJ, De Koning JJ, Schmidt LJ, Wind NA, Macintosh BR, Foster C. Optimal pacing strategy, p. from theoretical modelling to reality in 1500-m speed skating. **Br J Sports Med**, v.45, n.1, p.30-5, 2011.

Hill DW, Smith JC. Circadian rhythm in anaerobic power and capacity. **Can J Sports Sci**, v. 16, n.1, p. 30-32, 1991.

Javierre C, Ventura JL, Segura R, Calvo M, Garrido E. Is the postlunch dip in sprinting performance associated with the timing of food ingestion? **Rev Esp Fisiol**, v. 52, n.4, p. 247- 253, 1996.

Joseph T, *et al.* Perception of fatigue during simulated competition. **Med Sci Sports Exerc**, v. 40, p.381-386, 2008.

Kanaley JA, Weltman JY, Pieper KS, Weltman A, Hartman ML. Cortisol and growth hormone responses to exercise at different times of day. **J Clin Endocrinol Metab**, v. 86, p. 2881-2889, 2001.

Koning JJ, Bobbert MF, Foster C. Determination of optimal pacing strategy in track cycling with an energy flow model. **J Sci Med Sport** 1999 v.2, p.266–77.

Kriel Y, Hampson DB, Lambert EV, Tucker R, Albertus Y, Claassen A, St Clair Gibson A. Visual stimulus deprivation and manipulation of auditory timing signals on pacing strategy. **Percept Mot Skills** 2007 Dec v.105, n.3 Pt 2, p.1227-41.[abstract]

Le Meur Y, Bernard T, Dorel S, Abbiss CR, Honnorat G, Brisswalter J, Hausswirth C. Relationships between triathlon performance and pacing strategy during the run in an international competition. **Int J Sports Physiol Perform** 2011 v.6, n.2, p.183-94.[abstract]

Le Meur Y, Dorel S, Baup Y, Guyomarch JP, Roudaut C, Hausswirth C. Physiological demand and pacing strategy during the new combined event in elite pentathletes. **Eur J Appl Physiol** 2011 Nov 12.[abstract]

Leatt P, Reilly T, Troup JD. Spinal loading during circuit weight-training and running. **Br J Sports Med** 1986 v. 20, n.3, p. 119-124.

Lima-Silva AE, De-Oliveira FR, Nakamura FY, Gevaerd MS. Effect of carbohydrate availability on time to exhaustion in exercise performed at two different intensities. **Braz J Med Biol Res**. 2009 v. 42, p.404-412.

Lima-Silva AE, Bertuzzi RC, Pires FO, Barros RV, Gagliardi JF, Hammond J, Kiss MA, Bishop DJ. Effect of performance level on pacing strategy during a 10-km running race. **Eur J Appl Physiol** 2010 v. 108, n.5, p.1045-53.

Lima-Silva AE, Silva-Cavalcante MD, Pires FO, Bertuzzi R, Oliveira RS, Bishop D. Listening to Music in the First, but not the Last 1.5 km of a 5-km Running Trial Alters Pacing Strategy and Improves Performance. **Int J Sports Med** 2012 May 16. [Epub ahead of print]

March DS, Vanderburgh PM, Titlebaum PJ, Hoops ML. Age, sex, and finish time as determinants of pacing in the marathon. **J Strength Cond Res** 2011 v.25, n.2, p.386-91. [abstract]

- Martin L, Lambeth-Mansell A, Beretta-Azevedo L, Holmes LA, Wright R, St Clair Gibson A. Even Between-Lap Pacing Despite High Within-Lap Variation During Mountain Biking. **Int J Sports Physiol Perform** 2012 Feb 16. [Epub ahead of print] [abstract]
- Mattern CO, Kenefick RW, Kertzer R, *et al.* Impact of starting strategy on cycling performance. **Int J Sports Med** 2001 v. 22, n.5, p.350-5.
- Mauger AR, Jones AM, Williams CA. The effect of non-contingent and accurate performance feedback on pacing and time trial performance in 4-km track cycling. **Br J Sports Med** 2011 v.45, n.3, p.225-9.
- Micklewright D, Angus C, *et al.* Pacing strategy in schoolchildren differs with age and cognitive development. **Med Sci Sports Exerc** 2012 v. 44 , n.2, p. 362-9.
- Millet *et al.* Severe hypoxia affects exercise performance independently of afferent feedback and peripheral fatigue. **J Appl Physiol** 2012. 112, p., n.8 1335-1344. [abstract]
- Minati A, Santana MG, Mello MT. A influência dos ritmos circadianos no desempenho físico. **R Bras Ciencia e Mov** 2006 v. 14, n.1, p. 75-86.
- Monk TH, Buysse DJ, Reynolds CF, Berga SL, Jarrett DB, Begley AE, *et al.* Circadian rhythms in human performance and mood under constant conditions. **J Sleep Res** 1997 v. 6, n.1, p. 9-18.
- Moore RY. Circadian rhythms, p. basics neurobiology and clinical applications. **Annu Rev Med.** 1997 v. 48, p. 253-266.
- Muehlbauer T, Schindler C, Panzer S. Pacing and sprint performance in speed skating during a competitive season. **Int J Sports Physiol Perform** 2010 Jun v.5, n.2, p.165-76.[abstract]
- Nikolopoulos V, Arkinstall MJ, Hawley JA. Pacing strategy in simulated cycle time-trials is based on perceived rather than actual distance. **J Sci Med Sport** 2001 v.4, n.2, p.212-9.
- Perrey S, Grappe F, Girard A, *et al.* Physiological and metabolic responses of triathletes to a simulated 30-min time-trial in cycling at self-selected intensity. **Int J Sports Med**, v. 24, n.2, p. 138-43, 2003.
- Racinais S, Blonc S, Jonville S, Hue O. Time-of-day influences the environmental effects on muscle force and contractility. **Med Sci Sports Exerc**, v. 37, p.256–261, 2005a.
- Racinais S, Connes P, Bishop D, Blonc S, Hue O. Morning versus evening power output and repeated-sprint ability. **Chronobiol Int**, v. 22, p.1029–1039, 2005b.
- Racinais S. Different effects of heat exposure upon exercise performance in the morning and afternoon. **Scand. J Med Sci Sports**, v. 20, p.80–89, 2010.
- Ramalho CMR. Psicodrama e dinâmica de grupo. São Paulo, Ed. Iglu, p. 2010 , n.no prelo in, p. O que é Psicodrama?. Texto extraído da Internet [http, p.//profint.com.br/artigos/Psicodrama_dg.pdf] em Ago de 2012.
- Reilly T, Atkinson G, Waterhouse J. Biological rhythms and exercise. **Oxford University Press**, p. New York, 1997, 162 p.

Reilly T, Atkinson G, Waterhouse J. Exercise, circadian rhythms and hormones. **Sports Endocrinology** 2000, p. 391-420.

Reilly T, Down A . Investigation of circadian rhythm in anaerobic power and capacity of the legs. **J Sports Med Phys Fitness** 1992 v. 32, n.4, p.343-347.

Reilly T. Human circadian rhythms and exercise. **Biomedical Engineering** 1990 v. 18, p. 165-179.

Renfree A, West J, Corbett M, Rhoden C, St Clair Gibson A. Complex Interplay Between Determinants of Pacing and Performance During 20 km Cycle Time Trials. **Int J Sports Physiol Perform**, 12 Dez 2011. [Epub ahead of print]

Saavedra JM, Escalante Y, Garcia-Hermoso A, Arellano R, Navarro F. A twelve-year analysis of pacing strategies in 200 m and 400 m individual medley in international swimming competitions. **J Strength Cond Res** 2012 Jan 3. [Epub ahead of print][abstract].

Sandals LE, Wood DM, Draper SB, James DV. Influence of pacing strategy on oxygen uptake during treadmill middle-distance running. **Int J Sports Med** 2006 Jan v.27, n.1, p.37-42.

Souissi N, Bessot N, Chamari K, Gauthier A, Sesboüé B, Davenne D. Effect of time of day on aerobic contribution to the 30-s Wingate test performance. **Chronobiol Int** 2007 v.24, p.739–748.

Souissi N, Driss T, Chamari K, Vandewalle H, Davenne D, Gam A, Fillard JR, Jousselein E. Diurnal variation in Wingate test performances, p. influence of active warm-up. **Chronobiol Int** 2010 v. 27, p.640–652.

Souissi N, Gauthier A, Sesboüé B, Larue J, Davenne D. Circadian rhythms in two types of anaerobic cycle leg exercise, p. force-velocity and 30-s Wingate tests. **Int J Sports Med** 2004 v. 25, p.14–19.

St Clair Gibson A, Lambert EV, Rauch LH, Tucker R, Baden DA, Foster C, Noakes TD. The role of information processing between the brain and peripheral physiological systems in pacing and perception of effort. **Sports Med** 2006 v.36 , n.8, p.705-22.

St Clair Gibson A, Noakes TD. Evidence for complex system integration and dynamic neural regulation of skeletal muscle recruitment during exercise in humans. **Br J Sports Med**. 2004 v.38, n.6, p.797-806.

Swain DP. A model for optimizing cycling performance by varying power on hills and in wind. **Med Sci Sports Exerc**, v. 29, n.8, p.1104-8, 1997.

Tucker R, Kayser B, Rae E, Rauch L, Bosch A, Noakes T. Hyperoxia improves 20 km cycling time trial performance by increasing muscle activation levels while perceived exertion stays the same. **Eur J Appl Physiol**, v. 101, p.771–781, 2007.

Tucker R, Rauch L, Harley YXR, *et al*. Impaired exercise performance in the heat is associated with an anticipatory reduction in skeletal muscle recruitment. **Pflugers Arch**, v. 448, p. 422-30, 2004.

Tucker R, Lambert MI, Noakes TD. An analysis of pacing strategies during men's world-record performances in track athletics. **Int J Sports Physiol Perform**, v. 1, n.3, p.233-45, 2006.

Tucker R, Noakes TD. The physiological regulation of pacing strategy during exercise, p. a critical review. **Br J Sports Med**, v.43, n.6, p.1, 2009.

Tucker R. The anticipatory regulation of performance, p. the physiological basis for pacing strategies and the development of a perception-based model for exercise performance. **Br J Sports Med**, v. 43, p.392-400, 2009.

Ulmer HV. Concept of an extracellular regulation of muscular metabolic rate during heavy exercise in humans by psychophysiological feedback. **Experientia**, v. 52, p. 416-20, 1996.

Van Ingen Schenau GJ, de Koning JJ, de Groot G. The distribution of anaerobic energy in 1000 and 4000 metre cycling bouts. **Int J Sports Med**, v. 13 , n.6, p. 447-51, 1992.

Vleck VE, Bentley DJ, Millet GP, Bürgi A. Pacing during an elite Olympic distance triathlon, p. comparison between male and female competitors. **J Sci Med Sport**, v.11, n.4, p.424-32, 2008.

Williams CA, Bailey SD, Mauger AR. External exercise information provides no immediate additional performance benefit to untrained individuals in time trial cycling. **Br J Sports Med**, Jan v.46, n.1, p.49-53, 2012.

Winget CM, DeRoshia CW, Holley DC. Circadian rhythms and athletic performance. **Med Sci Sports Exerc**, v. 17 , n.5, p. 498-516, 1985.

Wittekind AL, Micklewright D, Beneke R. Teleoanticipation in all-out short-duration cycling. **Br J Sports Med**, v.45, n.2, p.114-9, 2011.

Yaicharoen P, Wallman K, Bishop D, Morton A. The effect of warm up on single and intermittent-sprint performance. **J Sports Sci**, v.30, n.8, p.833-40, 2012.

Zamparo P, Bonifazi M, Faina M, *et al.* Energy cost of swimming of elite long-distance swimmers. **Eur J Appl Physiol**, v. 94, n.5-6, p.697-704, 2005.

3 ARTIGO ORIGINAL

EFFECTS OF PERIOD OF DAY ON PERFORMANCE, PACING STRATEGY AND PSYCHOPHYSIOLOGICAL RESPONSE DURING A 1000-M CYCLING TIME TRIAL

Period of day and exercise performance

ABSTRACT

The present study aimed to determine the effect of different phases of the day on performance, pacing strategy, physiological, metabolic and psychological parameters during a 1000-m cycling TT. Nine recreationally male cyclists visited the laboratory four times on different days. At first visit, the participants were submitted to the morningness-eveningness questionnaire, anthropometric assessment and an incremental test. In the second visit, athletes performed a 1000-m cycling familiarization trial. On the third and fourth visits, (separated by 7 days), the participants performed a 1000-m TT either in the morning or in the evening (8 am and 6 pm, respectively) in a randomized and repeated-measures crossover design. The results indicated a tendency to a lower time to complete the TT during the evening than in the morning, but there was no effect of day phase on pacing strategy; Paer increased and Pan decreased similarly between morning and evening with the progress of the distance. Cortisol, total and free testosterone were all lower in the evening, while GH concentration was higher, accompanied by a higher rest glucose and glucose response to the exercise. The magnitude of difference between baseline and post-TT for affectivity indexes were higher in the evening than in the morning. In conclusion, our findings suggest that the performance was slightly improved in the evening, and it was accompanied by a more hormonal and metabolic *milieu* and more pronounced affectivity response to the exercise.

Key-words: Cycling. Pacing Strategy. Day phase. Physiological. Metabolic and Psychological Response.

INTRODUCTION

It has been demonstrated that performance during a short-distance cycling time trial (TT) such as a 1000-m TT may be optimized when an “all-out” strategy is used

(Van Ingen Schenau et al., 1992). This strategy has been considered beneficial, principally when a “burst” of power output at the first 10-15 seconds is performed, because a significant amount of energy is spent altering kinetic energy from rest, i.e. increasing momentum at the start, which minimizes the time spent accelerating (Aisbett et al. 2009). This all-out pacing strategy is associated with higher aerobic and anaerobic energy expenditure at the beginning (Bishop et al., 2002). More recently, Hettinga et al. (2010) demonstrated that the difference between the fastest and the slowest times performance of four 1500-m cycling TT was related with a higher aerobic peak power, and higher and early anaerobic peak power in the fastest trial. These authors suggested that athletes chose a given pacing strategy which was close to optimal for their physiological condition in each day (fastest and slowest), indicating that athletes may be able to effectively adjust their pacing profile based on their “status of the day” (Hettinga et al. 2010). Interesting to observe that some evidences indicate that aerobic and anaerobic system contribution is increased in the evening compared to morning (Hill et al., 1992; Souissi et al., 2007), suggesting that the period of day may be a potential factor influencing both pacing strategy and energy systems distribution, although there are no study that have directly tested this relationship so far.

Instead, studies investigating the influences of day time on performance have been concentrated on intermittent or constant-load exercises (Bessot et al., 2006; Giacomoni et al., 2006; Souissi et al., 2007, 2010; Racinais et al., 2010; Hill et al., 1992). For example, Giacomoni et al. (2006) analyzed the effect of the day period (morning 8am-10am and evening 5pm-7pm) on the performance during an all-out, intermittent exercise (10 maximal sprints of 6s interspersed with 30s of recovery) and observed a higher peak torque at the crank in the 1st (+ 4.6%) and 5th sprint (+ 2.2%) during the evening, but with a greater rate of decrease from sprint 1 to sprint 10 compared to the morning (-9.5% vs. - 2.2%, respectively). Even with a greater rate of decrease in peak torque at the crank in the evening, the overall mechanical work performed was similar between day periods, suggesting that the earlier peak torque does not affect overall performance (Racinais et al. 2010). Corroborating with these findings, Hill et al. (1992) showed a higher total work performed on a constant-power cycle ergometer test ($5.0 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ for women and $6.0 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ for men) in the afternoon compared to the morning (+9.6%), and this greater amount of work was associated with a 5.6% larger anaerobic contribution and 5.1% larger aerobic contribution.

Despite these results suggested that performance during short-distance cycling TT might be increased in the evening due an earlier achievement of the peak power supported by an increased aerobic and/or anaerobic contribution, it is important to note that, to the better of our knowledge, none study has measured the effect of period of day on the athletic performance and associated pacing strategy alterations using time-trial tests.

Another concern is that interaction between metabolic, psychological and hormonal responses controlling an impaired performance in the morning is not fully clarified. Exacerbated response of a given hormone may alter metabolic milieu as well as alertness and mental predisposition, all of which might influence performance (Reilly and Down, 1992). It has been demonstrated that adrenaline and noradrenaline have a ~12-h circadian rhythm with two large peaks at 7-10:30 am and 8:00-10:00 pm, but with a largest exaggerated exercise-induced increase in adrenaline at ~ 8:30 am (Scheer et al. 2010). Cortisol and testosterone also peak at ~ 8:00 am, but response to the exercise seems to be not affected (Deschenes et al. 1998). On the other hand, growth hormone (GH) seems to be slightly reduced in the morning, but response to exercise seems to be also not altered (Galliven et al. 1997). It is noteworthy that temperature is reduced in the morning (Atkinson et al., 2005) and it may be associated with a slightly reduced neuromuscular efficiency (estimated from electromyographic signal) and impaired performance (Giacomoni et al., 2006; Racinais et al., 2010). However, while hormonal circadian rhythms have been relatively well characterized (Deschenes et al., 1998; Galliven et al., 1997; Scheer et al., 2010), their integrated responses together with psychological and metabolic parameters, as well as association with the performance, have not been cleared.

To the best of our knowledge, to date no study has investigated if pacing strategy is different considering evening and morning, and if any differences between day periods would be associated with any metabolic, hormonal or psychological alteration. Therefore, the present study aimed to investigate performance, pacing strategy, energy systems contribution, and metabolic, hormonal and psychological parameters during a 1000-m cycling TT performed in the morning (8:00 am) and in the evening (6:00 pm). We hypothesized that performance would be improved in the evening and it would be associated with a more favorable psychophysiological milieu, which could direct volunteers to a greater and earlier aerobic and anaerobic contribution in the evening, improving consequently the performance.

METHODS

Subjects

Nine recreationally, male cyclists [Mean \pm standard deviation (SD): age 31 ± 7.3 years, height 175 ± 7.8 cm, body mass 73.5 ± 11.6 kg, body fat $11.6 \pm 4.7\%$, peak oxygen uptake ($\dot{V}O_{2\text{peak}}$) 48.6 ± 6.7 ml.kg⁻¹.min⁻¹, peak power output (PPO) 253.4 ± 51.8 W] participated in this study. The participants were classified as intermediate (n = 5) and moderate morning (n = 4) using the chronotype questionnaire of Horne and Östberg (1976). The participants gave their written informed consent after receiving an explanation about the purpose of the study, experimental procedures and possible risks. This investigation was approved by the Ethics and Research Committee of Federal University of Alagoas.

Experimental Design

Each participant visited the laboratory four times on different days. In the first visit, the participants were submitted to the morningness-eveningness questionnaire (Horne and Östberg, 1976), anthropometric assessment (body weight, height and body fat percentage by skinfold of the chest, abdomen and thigh, Jackson and Pollock, 1978), and an incremental test to determine their $\dot{V}O_{2\text{peak}}$ and PPO. In the second visit (after ~48h), the volunteers performed a 1000-m cycling TT for familiarization. The first and second visits were performed in an intermediate phase (between 10 am and 2 pm) to avoid any tendency on any particular experimental phase. On the third and fourth visits (after ~96h from the second visit and separated by 7 days for recovery), the participants performed a 1000-m cycling TT either in the morning or in the evening (8:00 am and 6:00 pm, respectively) in a randomized and repeated-measures crossover design. The volunteers were asked to refrain from vigorous physical activity, caffeinated substances (e.g. coffee, chocolate, matte and coke) or alcohol 24 h before each test. The temperature and relative humidity during the trials were maintained constant (20.6 ± 0.6 °C and $35.7 \pm 2.2\%$, respectively). The participants were instructed to record all foods (type, amount and time) consumed in the 48 hours before the familiarization test and replicate it on the subsequent 48 hours pre-experimental visits (Magkos & Yannakoulia, 2003).

Incremental Test

The incremental test was performed in a cycle ergotrainer (Ergo Fit 167, Ergo-Fit GmbH & Co., Pirmasens, Germany) and consisted of a 5-min warm-up at 100 W, followed by increments of 30W every 3 min until voluntary exhaustion or when the volunteers were not able to maintain pedal frequency between 80-90 revolutions per minute (rpm). The ventilation ($\dot{V}E$), $\dot{V}O_2$ and carbon dioxide production ($\dot{V}CO_2$) were measured breath-by-breath throughout the test using a gas analyzer (Quark b², Cosmed, Italy). The volume of expired air was measured by a bidirectional flow sensor, calibrated before starting the test with a syringe containing three liters of air (Cosmed, Italy). The fraction of expired O₂ sensor was analyzed with zirconium and end tidal CO₂ by infrared absorption. Both sensors were calibrated automatically before starting the test with a cylinder using known concentration of O₂ (16%) and CO₂ (5%). The HR_{max} and $\dot{V}O_{2peak}$ were taken as the highest value reached in the last stage and as the mean value obtained during the last 30-s of the test, respectively. The PPO was determined as highest PO maintained during a complete stage. When the last stage was not completed, the PPO was calculated from the following equation (Kuipers, et al. 1985):

$$PPO = PO_{LCS} + [(t/180) \cdot 30]$$

(1)

where PO_{LCS} is the power output in the last complete stage performed, t is the time in seconds sustained in the last incomplete stage, 180 is the duration of each stage and 30 is the increment of power output between the stages.

Familiarization trial

The familiarization session was performed on a cycle simulator previously calibrated in accordance with the manufacturer's recommendations (cycle ergotrainer, Tacx™ T1680 Flow, Netherlands). The seat was fully adjustable vertically and horizontally for each cyclist before the TT, and cycling shoes were used to secure the feet to the pedals. The seat position was recorded and replicated during the subsequent experimental sessions. The volunteers were instructed to perform a 1000-m cycling TT in the shortest possible time.

Experimental 1000-m cycling time trials

In the morning, the participants performed the 1000-m cycling TT after a 8-h overnight fast and were not allowed to intake more than one glass of water (200 ml) until one hour prior the trial. In the evening, the participants performed the trial after a 6-h fasting period and were free to consume the usual amount of water until one hour before the test. These procedures have been recommended by Souissi et al. (2007) to avoid any influence of pre-exercise diet on induced-exercise physiological response. The participants were recommended to maintain the same dietary patterns 48 hours before each test using the food records (Magkos & Yannakoulia, 2003).

The experimental procedures are illustrated in the figure 1. Before each test, the volunteers were instructed to remain quiet for at least 15 minutes, and the forearm was cleaned with a hydrated ethyl alcohol and drilled with an intravenous catheter (IV Catheter Pen-like Model, 20 Gauge), which was coupled to an extender (Equipo multipath with 2-Way Clamp). Twenty milliliters of venous blood sample was collected (baseline). A first blood sample (1.5 ml) was drained and discarded to avoid dross in the blood. After sample collection, 1 ml of sterile sodium chloride (NaCl 0.9%) was injected to prevent clotting and obstruction of the blood through the stent.

After cannulation and blood collect procedures, a standardized knee extensor warm up, consisting of four 5-s contractions of the knee extensors (trunk-thigh angle at 90° and knee at 60° from full leg extension 0°) at intensities corresponding 50, 60, 70 and 80% of the maximum subjective force (30-s rest periods between the repetitions), was performed (Albertus-Kajee et al., 2010). Subsequently, participants performed three 5-s two-legged maximum voluntary contraction (MVC), separated by 60-s interval. The volunteers were verbally encouraged during MVC to achieve their maximal force. Force was recorded using a load cell (EMG System of Brazil, São José dos Campos, Brazil). Electromyographic activity (EMG) signals of vastus lateralis (VL) muscle of the right leg was recorded via bipolar Ag-AgCl surface electrode (Hal, São Paulo, Brazil) at an interelectrode distance of the 20 mm. The VL was chosen because it has been reported as most appropriate to monitor EMG activity in the lower limb during cycling TT (Hettinga et al., 2006). The reference electrode was placed over the anterior surface of tibia. The skin preparation, placement and location of the electrodes were in accordance with the recommendations of SENIAM (Hermens et al., 2000). To prevent movement artifact, the electrodes' wires were taped to the skin using adhesive tape (Micropore™ 3M,

São Paulo, Brazil). Five seconds of raw EMG signal was recorded with a sample rate of 2000 Hz (model 410c EMG System of Brazil Ltda, São José dos Campos, Brazil).

After MVC procedures, the participants donned cycling shoes, connected to a mask to measure gas exchanges and were transferred to the cycle ergotrainer. The participants remained in rest for five minutes before performing a 5-min warm-up at 100W followed by 5-min recovery (Figure 1). Thereafter, the volunteers were instructed to perform a 1000-m TT in the shortest possible time. The gear ratio was standardized at the beginning of each TT (53 x 16), but participants were free to change the gear and pedal frequency as desired immediately after the TT had started. The volunteers were instructed to remain seated throughout test. Feedback of the distance covered was provided every 200 m. Power output and distance were recorded at a frequency of 1 Hz (Tacx Trainer software 3.0, Wassenaar, Netherlands). The $\dot{V}O_2$, respiratory exchange ratio (RER), HR, EMG, aerobic and anaerobic mechanical power output (Paer and Pan, respectively) were also determined and statistically analyzed every 200-m. The Pan and Paer were calculated from RER, $\dot{V}O_2$ and using efficiency estimated during the warm up, in accordance with Hettinga et al. (2007). Additional blood samples (20 mL venous blood) were collected immediately and sixty minutes after TT (Post-TT and 60'-TT, respectively). Measurements of sublingual temperature were performed immediately before to the venous blood samples using a digital thermometer (accuracy $\pm 0.1^\circ\text{C}$) and keeping the thermometer by 180s or until temperature stabilization (Souissi et al. 2004; 2007).

The associative thoughts, RPE, mood state and affectivity were recorded before and immediately after each trial. The associative thoughts (attentional focus) were measured by a scale that ranges from 0 to 100%, where closer to 0% more dissociative are the thoughts, while closer 100% more associated are the thoughts (Baden et al. 2004). The participants were fully informed about the distinction between associative and dissociative thoughts and completed a brief questionnaire before starting each trial to ensure that they were able to distinguish between the two, as previously described (Lima-Silva et al. 2012). The 15-points Borg scale (Borg, 1982) was adopted to measure RPE using cues from joints and muscles of the legs (local RPE) and RPE using cues derived from all sensations experienced during exercise (overall RPE). The mood state was assessed by the Brunel mood scale (BRUMS) (Rohlf's et al., 2008) which contains 24 indicators divided into six

subscales: tension, depression, anger, vigor, fatigue and mental confusion. The affectivity was assessed using a bipolar scale with 11 points, where + 5 is considered very good and -5 considered very bad (Rejeski, 1985).

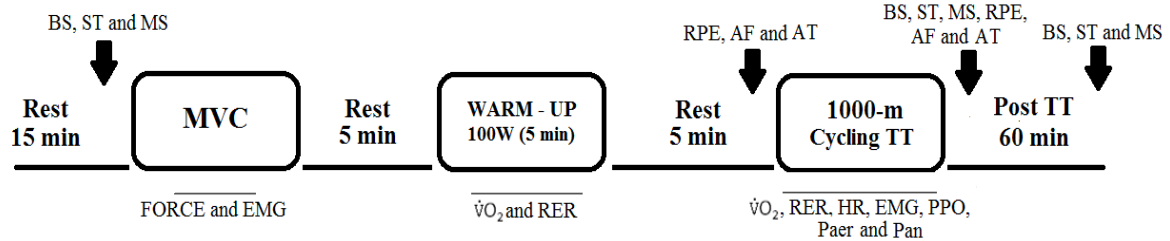


FIGURE 1 - Experimental Protocol. BS: blood sample; ST: sublingual temperature; MS: mood scale; MVC: maximal voluntary contraction; EMG: electromyographic activity; $\dot{V}O_2$: oxygen uptake; RER: respiratory exchange ratio; RPE: rating of perceived exertion (local and overall); AF: affectivity; AT: associative thoughts; HR: heart rate; PPO: power output; Paer: aerobic mechanical power output; Pan: anaerobic mechanical power output.

Data analysis

During MVC and TT, raw EMG signals were full-wave rectified and filtered with a second order Butterworth band-pass filters with cut-off frequencies set at 10 and 400 Hz to remove external interference noise and movement artifacts. Integrated EMG (iEMG) obtained into each 200 m during the TT was normalized by dividing the iEMG calculated on point coinciding with peak torque of the greater MVC. The procedures were performed using MATLAB software.

The blood samples were transferred into tubes containing EDTA (10 ml) and non-EDTA (10 ml) and were immediately centrifuged at 3.000 repetition per minute (RPM) at 4°C during 10 minutes to separate plasma or serum, and stored at - 80° C for posterior analysis. The following hormones and metabolites were measure from the plasma: Glucagon (Radioimmunoassay), adrenaline and noradrenaline (high performance liquide chromatography, HPLC), and lactate and glucose (Spectrophotometry). The following hormones were measure from the serum: cortisol and growth hormone (GH) (chemiluminescence), and insulin, total and free testosterone (electrochemiluminescence).

Statistical analysis

Data distribution was analysed using the Shapiro-Wilk test. Insulin, growth hormone, cortisol, total and free testosterone, adrenaline, noradrenaline, glucose, local and overall RPE, associative thoughts and affectivity were transformed into natural log because it did not attend the assumptions of normality. A two-way analysis of variance (ANOVA) with repeated measures (period x time) followed by Bonferroni adjustment was used to compare the physiological, metabolic and psychological response during the trials. When violations to assumptions of sphericity were observed, the degrees of freedom were corrected using Greenhouse-Geisser or Huynh-Feldt corrections. Confidence intervals (95% CI), and effect sizes for the t and F ratio expressed as partial eta-squared (η_p^2), were also calculated when appropriate to evaluate magnitude of differences. The students test t was used to compare the time to complete the task between morning and afternoon. Data are reported as means and standard deviation ($M \pm SD$). Statistical significance was set at $p < 0.05$, while a trend was noted when $p < 0.10$ (Bescós et al. 2012). All analyses were performed using SPSS (13.0) software.

RESULTS

Performance, energy systems contributions and physiological response to the 1000-m cycling TT

The mean values for time to complete, PO, Paer, Pan, iEMG, $\dot{V}O_2$ and HR during the 1000-m cycling TT in the morning and evening are displayed in table 1. There was a tendency for time to complete TT to be lower in the evening than in the morning ($t(8) = 2.095$, $p = 0.069$, $\eta_p^2 = 0.60$, 95% CI = -0.3 to 7.4). However, the means values of PO, Paer and Pan were not different between evening and morning [$t(8) = -0.328$, $p = 0.752$, $\eta_p^2 = 0.12$, 95% CI = -64.7 to 48.6), ($t(8) = -0.358$, $p = 0.730$, $\eta_p^2 = 0.13$, 95% CI = -20.4 to 14.9), and ($t(8) = -0.216$, $p = 0.834$, $\eta_p^2 = 0.08$, 95% CI = -62.0 to 51.4), respectively]. In addition, mean iEMG, $\dot{V}O_2$ and HR were also similar between the day periods (iEMG ($t(8) = -0.01$, $p = 0.990$, $\eta_p^2 = 0.01$, 95% CI = -31.02 – 30.68), $\dot{V}O_2$ ($t(8) = -0.69$, $p = 0.508$, $\eta_p^2 = 0.24$, 95% CI = -0.18 – 0.10), and HR ($t(8) = -0.94$, $p = 0.375$, $\eta_p^2 = 0.32$, 95% CI = -26.66 – 11.22).

The PO, Paer, Pan, iEMG, $\dot{V}O_2$ and HR response to the 1000-m cycling TT in the morning and evening are displayed in figure 2. There was a main effect of distance for Paer ($F(1.30, 10.38) = 65.35, p = 0.001, \eta_p^2 = 0.91$) and Pan ($F(1.54, 12.34) = 13.40, p = 0.001, \eta_p^2 = 0.72$), regardless the day period, but there was no effect for PO ($F(1.42, 11.36) = 2.34, p = 0.149, \eta_p^2 = 0.23$). In addition, there was no main effect of day period for Paer, Pan, and PO [($F(1, 8) = 0.12, p = 0.732, \eta_p^2 = 0.01$), ($F(1, 8) = 0.05, p = 0.834, \eta_p^2 = 0.01$), and ($F(1, 8) = 0.11, p = 0.752, \eta_p^2 = 0.01$), respectively] or interaction [($F(1.46, 11.70) = 1.63, p = 0.236, \eta_p^2 = 0.14$), ($F(4, 32) = 1.18, p = 0.340, \eta_p^2 = 0.13$), and ($F(4, 32) = 1.27, p = 0.301, \eta_p^2 = 0.14$), respectively]. Similarly, there was a main effect of distance for iEMG ($F(2.04, 16.29) = 8.71, p = 0.003, \eta_p^2 = 0.52$), $\dot{V}O_2$ ($F(1.24, 9.90) = 131.38, p = 0.001, \eta_p^2 = 0.94$), and HR ($F(1.16, 9.31) = 115.28, p = 0.001, \eta_p^2 = 0.93$), but there was no significant main effect of day period [($F(1, 8) = 0.001, p = 0.990, \eta_p^2 = 0.01$), ($F(1, 8) = 0.48, p = 0.507, \eta_p^2 = 0.06$), ($F(1, 8) = 0.88, p = 0.375, \eta_p^2 = 0.10$) respectively] or interaction [($F(1.47, 11.80) = 0.61, p = 0.514, \eta_p^2 = 0.07$), ($F(1.79, 14.34) = 0.52, p = 0.120, \eta_p^2 = 0.24$), ($F(1.17, 9.35) = 1.37, p = 0.280, \eta_p^2 = 0.15$), respectively].

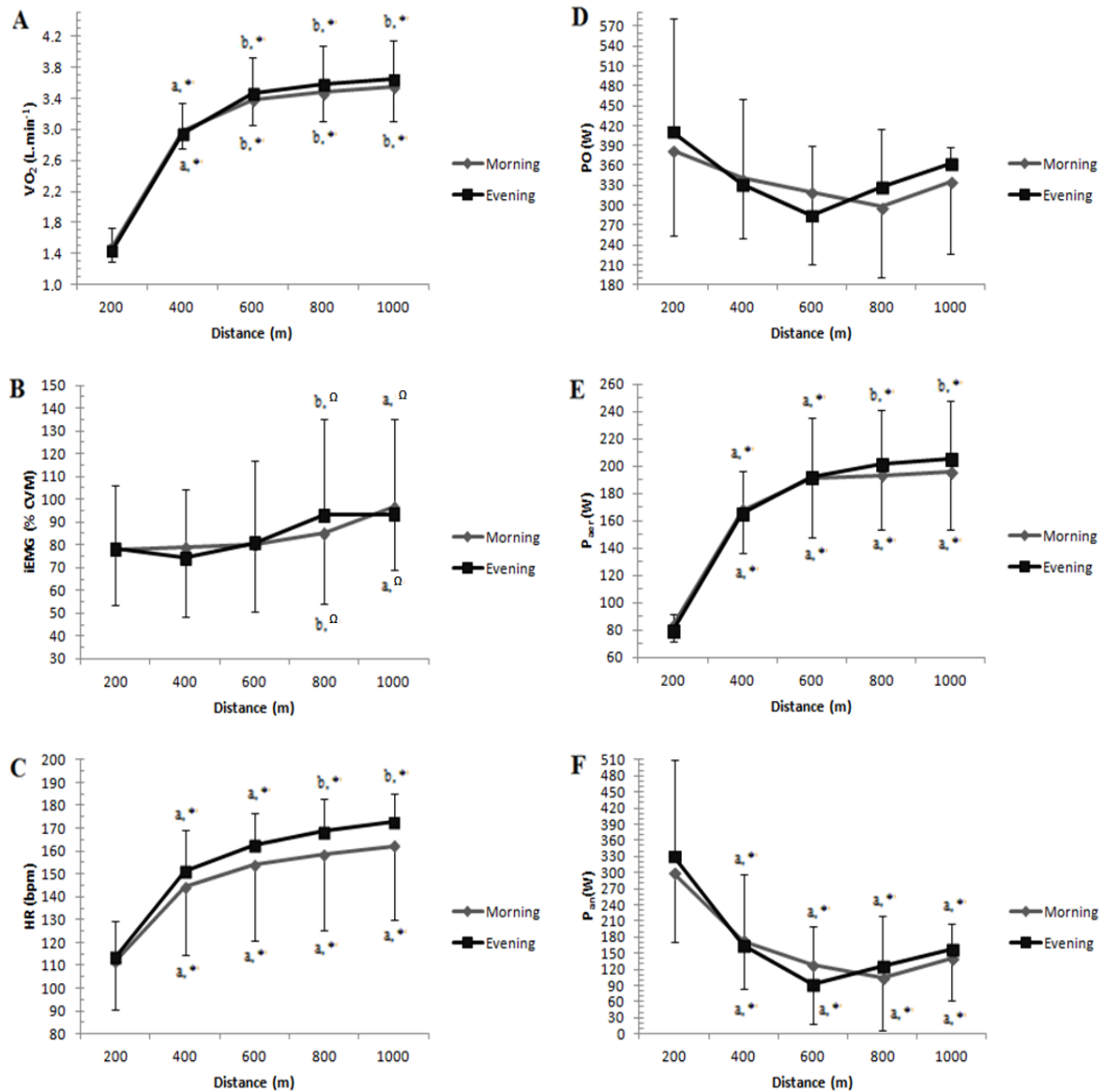


FIGURE 2. Mean and SD for oxygen uptake (A), integrated electromyography (B), heart rate (C), power output (D), aerobic power contribution (E), anaerobic power contribution (F) at each 200-m during the 1000-m cycling TT in the morning and in the evening. ^a Different than 200-m in the same day period; ^b Different than 400-m in the same day period ($p < 0.05$); ^Ω Tendency to be lower than 200- and 400-m in the same day period ($p < 0.10$). $\dot{V}O_2$ and HR increased exponentially with the distance for both day periods ($p < 0.05$).

Sublingual Temperature

There was no main effect of either day period ($F(1, 8) = 1.18$, $p = 0.310$, $\eta_p^2 = 0.09$) or interaction ($F(0.49, 10.14) = 0.39$, $p = 0.586$, $\eta_p^2 = 0.03$) for sublingual temperature, although sublingual temperature 60' post-TT was lower in the morning

than in the evening (36.0 ± 0.4 vs. 36.4 ± 0.3 °C, respectively, ($t(8) = -2.33$, $p = 0.048$, $\eta_p^2 = 0.64$). There was a tendency for main effect of time ($F(2, 16) = 2.69$, $p = 0.098$, $\eta_p^2 = 0.21$). The values 60' post-TT was higher than immediately post-TT ($p = 0.025$, 95% CI = 0.079 to 1.11) for both day periods, but there was no significant differences between both 60' post-TT vs. baseline ($p = 1.00$, 95% CI = -0.60 to 0.93) or post-TT vs. baseline ($p = 0.730$, 95% CI = -1.45 to 0.60).

Hormones, glucose and lactate

The hormones, glucose and lactate response to the 1000-m cycling TT in the morning and evening are displayed in table 2.

Glucagon

There was no significant main effect of day period ($F(1, 8) = 0.28$, $p = 0.611$, $\eta_p^2 = 0.03$), and interaction ($F(1.06, 8.45) = 1.79$, $p = 0.217$, $\eta_p^2 = 0.18$) for glucagon, although there was a significant main effect of time ($F(1.14, 9.15) = 42.18$, $p = 0.001$, $\eta_p^2 = 0.84$). Glucagon immediately after TT was higher than baseline ($p = 0.001$, 95% CI = -11.41 to 4.29) and 60' post-TT ($p = 0.001$, 95% CI = 3.78 to 10.08) for both day periods, but there was no significant difference between the 60' post-TT and baseline ($p = 0.118$, 95% CI = -0.21 to 2.04).

Insulin

There was a main effect of day period ($F(1, 8) = 5.13$, $p = 0.053$, $\eta_p^2 = 0.39$) for insulin, with higher mean values being found in the morning than in the evening. However, there was no significant main effect of time ($F(2, 16) = 0.18$, $p = 0.840$, $\eta_p^2 = 0.02$) and interaction ($F(2, 16) = 0.90$, $p = 0.425$, $\eta_p^2 = 0.10$).

Growth Hormone

There was a significant main effect of day period ($F(1, 8) = 7.68$, $p = 0.024$, $\eta_p^2 = 0.54$), with mean growth hormone values being lower in the morning than in the evening. Also, there was a main effect of time ($F(2, 16) = 6.53$, $p = 0.008$, $\eta_p^2 = 0.55$); but without interaction effect ($F(2, 16) = 1.91$, $p = 0.180$, $\eta_p^2 = 0.23$). The [GH] 60' post-TT was significantly lower in the morning than in the evening ($p = 0.023$, 95% CI = -1.51 to -0.15). In addition, the baseline [GH] was lower than immediately post-TT ($p = 0.010$, 95% CI = -1.38 to -0.21) and tended to be 60' post-TT ($p = 0.073$,

95% CI = -1.09 to 0.05) in both day periods, but there was no significant difference between post-TT and 60' post-TT ($p = 0.99$, 95% CI = -0.56 to 1.12).

Cortisol

There was a significant main effect of day period ($F(1, 8) = 5.30$, $p = 0.050$, $\eta_p^2 = 0.40$), with mean cortisol concentrations values being higher in the morning than in the evening. However, there was no significant main effect of time ($F(2, 16) = 1.91$, $p = 0.180$, $\eta_p^2 = 0.19$) or interaction ($F(2, 16) = 0.29$, $p = 0.754$, $\eta_p^2 = 0.03$).

Total and Free Testosterone

There was a significant main effect of day period ($F(1, 8) = 9.99$, $p = 0.013$, $\eta_p^2 = 0.55$), with mean total testosterone values being higher in the morning than in the evening. Also, there was a main effect of time ($F(1.07, 8.55) = 20.65$, $p = 0.001$, $\eta_p^2 = 0.72$), but there was no significant interaction ($F(2, 16) = 0.34$, $p = 0.719$, $\eta_p^2 = 0.04$). The 60' post-TT values were higher in the morning than in the evening ($p = 0.013$, 95% CI = 28.04 to 179.32). In addition, total testosterone immediately after TT was higher than both 60' post-TT ($p = 0.005$, 95% CI = 44.25 to 215.19), and baseline ($p = 0.001$, 95% CI = 3.78 to 10.08) in both day periods, but there was no significant difference between the 60' post-TT and baseline ($p = 0.051$, 95% CI = -96.45 to 0.12). Similar results were obtained for free testosterone (Table 2).

Noradrenaline and adrenaline

There was no significant main effect of day period ($F(1, 8) = 0.17$, $p = 0.686$, $\eta_p^2 = 0.02$) and interaction ($F(1.26, 10.06) = 2.83$, $p = 0.119$, $\eta_p^2 = 0.26$), but there was a significant effect of time ($F(2, 16) = 27.88$, $p = 0.001$, $\eta_p^2 = 0.78$) for noradrenaline. The post-TT noradrenaline concentrations were higher than both baseline ($p = 0.001$, 95% CI = 0.83 to 1.95) and 60' post-TT ($p = 0.006$, 95% CI = 0.32 to 1.69), but there was no difference between baseline and 60' post-TT ($p = 0.130$, 95% CI = -0.86 to 0.10). Similar results were found for adrenaline (Table 2).

Glucose and Lactate

There was a significant main effect of day period for glucose ($F(1, 8) = 6.25$, $p = 0.037$, $\eta_p^2 = 0.44$), with morning concentrations being lower than evening.

However, there was no significant effect of time ($F(2, 16) = 0.85, p = 0.854, \eta_p^2 = 0.22$) or interaction ($F(2, 16) = 2.22, p = 0.141, \eta_p^2 = 0.10$).

There was no significant main effect of day period ($F(1, 8) = 0.28, p = 0.611, \eta_p^2 = 0.03$) or interaction for lactate ($F(1.06, 8.45) = 1.79, p = 0.217, \eta_p^2 = 0.18$); but there was a significant main effect of time ($F(1.14, 9.15) = 42.18, p = 0.001, \eta_p^2 = 0.84$). The Post-TT [La] was significantly higher than baseline ($p = 0.001, 95\% \text{ CI} = 4.29 \text{ to } 11.41$) and 60' post-TT ($p = 0.001, 95\% \text{ CI} = 3.78 \text{ to } 10.08$), but there was no difference between 60' post-TT and baseline ($p = 0.118, 95\% \text{ CI} = -0.21 \text{ to } 2.04$).

Psychological variables

The mean values for psychological response to the 1000-m cycling TT in the morning and evening are displayed in table 3.

Mood

There was no significant main effect of day period on tension ($F(1, 8) = 0.69, p = 0.430, \eta_p^2 = 0.08$), depression ($F(1, 8) = 0.92, p = 0.366, \eta_p^2 = 0.10$), anger ($F(1, 8) = 0.23, p = 0.641, \eta_p^2 = 0.03$), vigor ($F(1, 8) = 0.15, p = 0.705, \eta_p^2 = 0.02$), fatigue ($F(1, 8) = 2.56, p = 0.148, \eta_p^2 = 0.24$) and mental confusion ($F(1, 8) = 0.67, p = 0.438, \eta_p^2 = 0.08$). In addition, there was no significant main effect of time on anger ($F(2, 16) = 1.34, p = 0.249, \eta_p^2 = 0.14$), vigor ($F(2, 16) = 1.55, p = 0.242, \eta_p^2 = 0.16$), fatigue ($F(2, 16) = 1.08, p = 0.364, \eta_p^2 = 0.12$), and mental confusion ($F(2, 16) = 2.92, p = 0.083, \eta_p^2 = 0.27$). No significant main interaction was also found for any of mood indicators ($P > 0.05$). However, post-TT tension ($p = 0.028, 95\% \text{ CI} = 0.10 \text{ to } 1.67$), and depression ($p = 0.021, 95\% \text{ CI} = 0.21 \text{ to } 2.35$) were higher than 60' post-TT for both day periods, but there was no difference between post-TT and baseline ($p = 0.579, 95\% \text{ CI} = -0.44 \text{ to } 1.21$ and $p = 0.316, 95\% \text{ CI} = -0.51 \text{ to } 2.06$, respectively) or between 60' post-TT and baseline ($p = 0.324, 95\% \text{ CI} = -1.33 \text{ to } 0.33$ and $p = 0.404, 95\% \text{ CI} = -1.41 \text{ to } 0.41$, respectively).

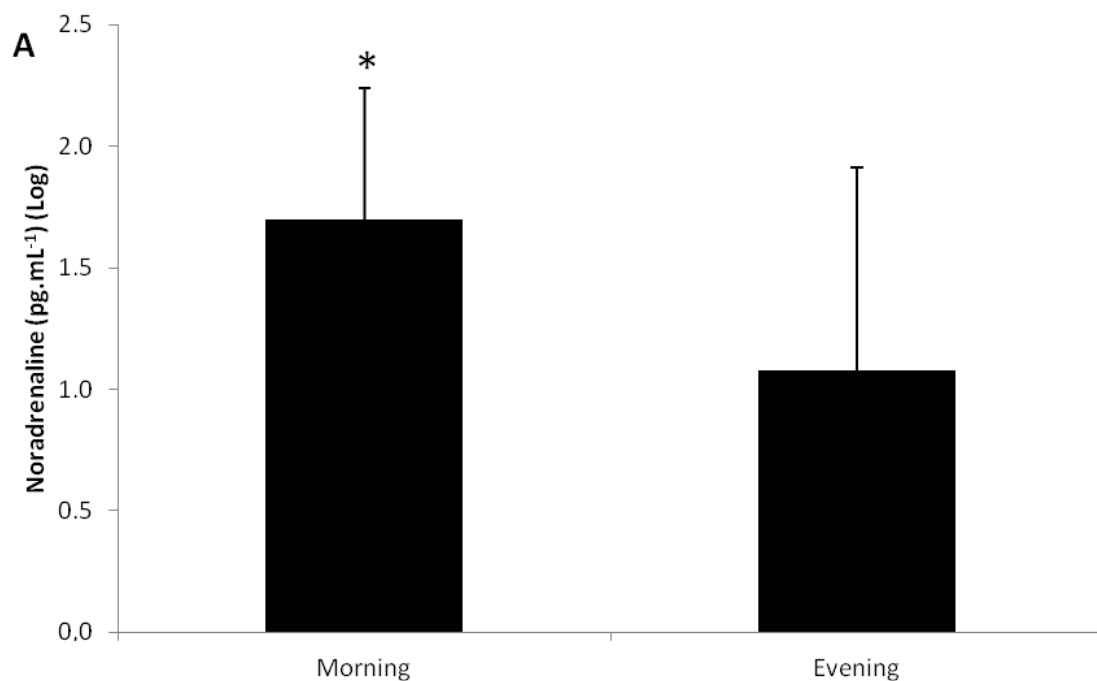
General and Local RPE, Affectivity and Associative Thought

There was no significant main effect of day period on overall RPE ($F(1, 8) = 0.26, p = 0.876, \eta_p^2 = 0.01$), local RPE ($F(1, 8) = 0.07, p = 0.803, \eta_p^2 = 0.01$), affectivity ($F(1, 8) = 0.29, p = 0.605, \eta_p^2 = 0.03$) and associative thought ($F(1, 8) =$

0.03, $p = 0.857$, $\eta_p^2 = 0.01$). In addition, there was no significant main effect of interaction for any of these variables ($P > 0.05$). However, there was a significant main time effect for both overall RPE ($F(1, 8) = 26.01$, $p = 0.001$, $\eta_p^2 = 0.76$) and local RPE ($F(1, 8) = 52.94$, $p = 0.001$, $\eta_p^2 = 0.87$), with both post-TT values being higher than baseline regardless the day period ($p = 0.001$, 95% CI = -0.91 to -0.34 and $p = 0.001$, 95% CI = -0.88 to -0.46, respectively).

Magnitude of exercise and recovery responses

The magnitude of exercise response (post-TT less baseline) was significantly higher in the morning than in the evening for noradrenaline ($t(8) = 2.20$, $p = 0.050$, $\eta_p^2 = 0.61$, 95% CI = -0.03 to 1.27) (Figure 3A). Accompanying noradrenaline, the magnitude of exercise response for glucose tended to be also higher in the morning than in the evening ($t(8) = 1.87$, $p = 0.098$, $\eta_p^2 = 0.55$, 95% CI = -0.03 to 1.27) (Figure 3B). On the otherwise, there was no difference between morning and evening response or recovery to the exercise for any other variable.



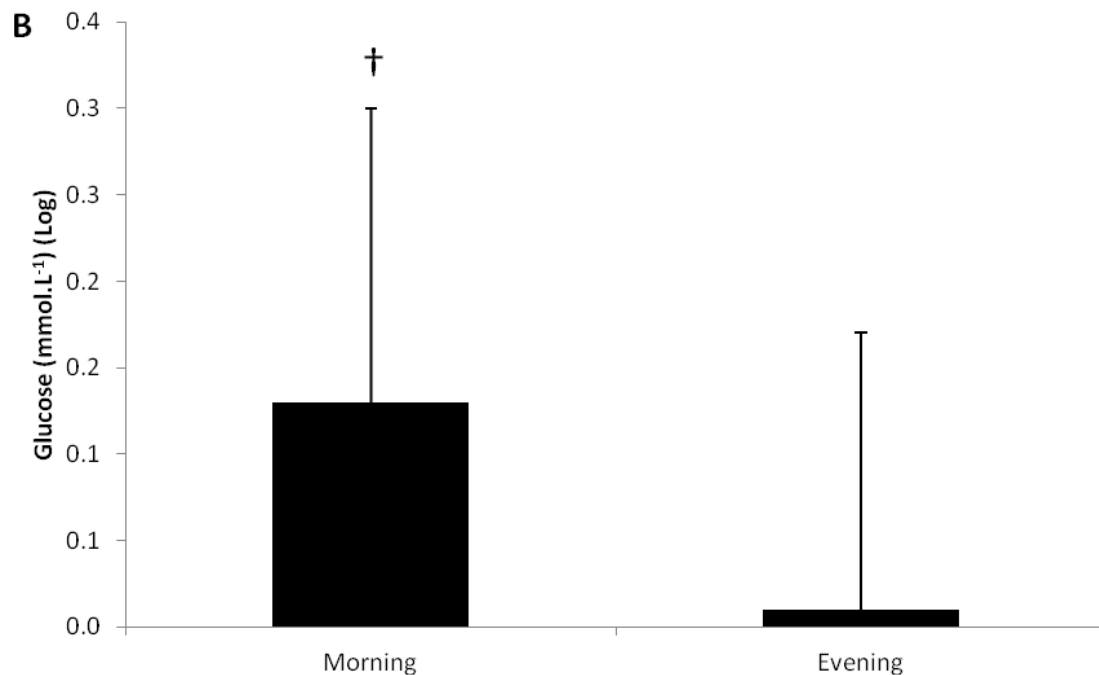


FIGURE 3. Mean and SD for noradrenaline (A) and glucose (B) response to the exercise (post-TT less baseline). * Significantly higher than in the evening. † Tendency to be higher than in the evening ($p < 0.10$).

DISCUSSION

The main objective of the present study was to determine the effects of different day periods on performance, pacing strategy, energy systems contribution, and metabolic, hormonal and psychological responses during a 1000-m cycling TT. The main findings of the present study were: 1) there was a tendency to a better performance in the evening than in the morning, but it was not accompanied by an alteration in aerobic or anaerobic contribution; 2) Insulin, cortisol, and free and total testosterone were all lower in the evening, while GH was higher, resulting in an elevated plasma glucose in the evening. However, the magnitude of response to the exercise of the noradrenaline was higher in the morning, and it was accompanied by a tendency of an augmented glucose response; 3) the day period has no effect on psychological variable measured.

We found in the present study that the time to complete the 1000-m cycling TT was ~6s (~5.3%) faster in the evening than in the morning. Although this did not reach statistical significance ($p = 0.069$), it was found a moderate effect size ($ES = 0.60$), suggesting that period of day can affect, even slightly, the performance during a short-distance TT. In addition, it has a considerable practical importance since ~6s

might be the difference between the 1st and 24th collocate in a real competitive environment (e.g. UCI track cycling world championship 2012), or could have a significant impact on records establishment. This slightly improvement performance in the evening is in agreement with the results of several studies showing better performance in the evening during a 30-s Wingate test (Souissi et al. 2004; 2007), a 60-s all-out test (Lericollais et al. 2009), a repeated-sprint test (Racinais et al. 2010), and a high-intensity (95% VO_2max), constant-load exercise (Bessot et al. 2006).

The mechanisms by which performance is slightly improved in the evening are not totally clarified, but it has been suggested to be related with body temperature (Racinais et al. 2010). However, although we found an elevated body temperature at 60' post-TT in the evening compared to the morning, pre-exercise values were not different between day periods, and it cannot fully explain the difference in the performance times. In addition, we had hypothesized that improved performance in the evening might be associated with parallel changes in pacing and energy system distributions. Although visually can be observed a slightly more aggressive, U-shaped pacing strategy in the evening, mirrored by a paralleled Pan response (figure 2), these alterations failed to reach statistical significance. A more aggressive, fast-start pacing strategy would be associated with an increased final performance by accelerating VO_2 kinetics and minimizing the time spent accelerating (Van Ingen Schenau et al. 1992; Bishop et al. 2002; Aisbett et al. 2009;). However, pacing, energy system distributions, and VO_2 response to the exercise were not significantly altered from morning to the evening in the present study; therefore it is unlikely that these little alterations can explain alone the improved performance in the evening.

While no significant alterations were found in the pacing or energy systems distributions that may explain the different performance times, hormonal and metabolic differences between day periods suggest an impaired metabolic milieu to perform exercise in the morning. Insulin was increased and GH was reduced in the morning, resulting in reduced plasma glucose. Even with an increased cortisol level in the morning, it was not sufficient to counter regulate the reduction in the plasma glucose. Studies have shown reduced blood glucose in the morning compared to the evening (Kanabrocki et al. 1990; Hammouda et al. 2012). One of the main role of cortisol is to increase uptake of free fatty acids in tissues, which reduces glucose utilization, mainly in the skeletal muscle (Teo et al., 2010). The cortisol peaks at the morning and decrease linearly throughout the day with the lowest value being

reached at ~ 8:30 pm (Teo et al., 2010). This elevated cortisol in the morning is an indicative of increased physiological stress (Hakkinen et al. 1988) and it would be expected to elevate plasma glucose. However, it is classically recognized that insulin reduces plasma glucose (Hammouda et al. 2012), so any effect of cortisol on plasma glucose may have been off-set. In addition, GH is an important hormone responsible to enhance lipolysis, increasing free fatty acids availability and oxidation into the muscle, reducing consequently glucose utilization (Godfrey et al. 2003). Under normal circumstances, the circadian profile of GH evidences a peak concentration in the night during the first two hours of sleep, but is reduced in the morning (Takahashi et al., 1968). A reduced GH concentration in the morning may have contributed to reduce plasma glucose. We argued therefore that elevated insulin as well as reduced GH concentrations in the morning may not create an optimal metabolic milieu to meet the best performance during a 1000-m cycling TT. In fact, during high-intensity, short-duration exercise such as 1000-m cycling TT, plasma glucose is an important energy source that complements muscle glycogen oxidation (Romijn et al., 1995).

It is interesting to note however, that noradrenaline response to the exercise was amplified in the morning compared to the evening, and it was accompanied by a tendency of magnified plasma glucose response to the exercise. High-intensity exercise is a potent stimulus for increasing noradrenaline concentration (Miranda et al., 2008), and noradrenaline is linked with several exercise-induced physiological alterations such as blood pressure increase, peripheral vasoconstriction, free fatty acids mobilization and increased glycogenolysis and glycolysis (Miranda et al., 2008). While insulin and cortisol concentrations were not altered with the exercise, and glucagon and GH increased regardless of day period, the higher noradrenaline response to the exercise in the morning may have occurred to counter balance the reduced plasma glucose concentration. Noradrenaline can increase plasma glucose by either its direct effect on hepatic glucogenolysis (DiConstanzo et al. 2006; Pushel et al. 2004) or indirectly by increase free fatty acids mobilization (Mora-Rodriguez et al. 2000). Because a 1000-m cycling TT is a high-intensity exercise, it may be argued that noradrenaline may have been a more important effect on hepatic glucogenolysis (Mora-Rodriguez et al. 2000).

We also found that free and total testosterone levels were higher in the morning than in the evening, and both increased with the exercise in both day periods. It has been documented in the literature that testosterone presents a biorhythmic effect with

highest values in the morning (08:00 am) and lowest in the evening (08:00 pm), but acute response to the exercise seems to be similar during the different day phases (Deschenes et al. 1998; Hayes et al. 2010). Acute response of testosterone to the exercise and biorhythm of this hormone have been largely investigated in an anabolic process context, i.e. a particular time of the day in which testosterone response to the exercise is maximized may be associated with the optimal time for resistance training and increase in muscle mass (Deschenes et al. 1998; Hayes et al. 2010), but much less attention has been given to the metabolic effects of testosterone and its relation with fatigue. Positive correlation between basal level of testosterone and sprinting and explosive power performances have been found (Bosco et al., 1996). Elevated testosterone concentration may be involved with an increased neuromuscular efficiency (Bosco et al., 2000) and enhanced Ca^{2+} handling mechanism in the fast-twitch muscle fibers (Sale, 1988). However, in the present study we did not find any alteration in iEMG signal and power output which indicates no alteration in neuromuscular efficiency. In addition, it is not understood how testosterone can exert rapid molecular effect in fast-twitch muscle fibers during acute exercise. Therefore, while an elevated testosterone in the morning could compensate partially the negative metabolic milieu, maybe via any signaling process into the cells, further studies investigating the acute molecular effect of testosterone and its relationship with biorhythm are necessary to confirm this supposition.

In the present study, we did not find any effect of day period on any psychological variable, and response to the exercise was also similar between morning and evening. Although tension and depression were slightly altered 60' post-TT than in post-TT, no differences were found to baseline. Mood scale has been considered a valid and reliable tool to measure feelings such as negative self, emotional isolation, sadness, difficulty in adaptation, and depreciation (Terry, 1995; Rohlfs et al., 2008; Beck and Clark, 1988). A few studies have suggested that a favorable affective state may benefit performance (Acevedo et al. 1996; Astorino et al. 2012). Findings of the present study suggest that there is no circadian rhythm for mood state and its responses to the exercise similarly in the morning and in the evening.

Some of the limitations of the present study are noteworthy. We recruited recreational cyclists and extrapolation to high trained athletes should be done with caution. The participants were all either intermediate or moderate morning

chronotypes. It has been described in the literature that there is a reduced number of people who are definitive evening or morning chronotype (Souissi et al., 2007). However, a more homogenous and large number of participants into each chronotype class would have enabled us to investigate if performance and associated psychophysiological alterations would be dependent of the individual chronotype. While this was beyond the scope of this study, further studies should address these questions. In addition, it cannot be fully disregarded that any diet effect could have influenced the performance and blood markers. We asked the participants to perform an 8-h overnight fasting for the morning test and a 6-h fasting for the evening test. It might have been improbable that last meal and the slightly lower fasting period in the evening (-2h) has had a large influence on our results since a large postprandial period was respected in both conditions as previously recommended (Souissi et al., 2007; Touitou et al., 2004; Bougard et al., 2009; Hammouda et al., 2012). However, this intrinsic methodological problem in studies investigating the effects of day periods should be taken into account.

CONCLUSION

In conclusion, performance was slightly impaired in the morning than in the evening, but it was not associated with a clear alteration in aerobic or anaerobic contribution, as well as with any psychological alteration. Instead, morning exercise was performed in less favorable metabolic milieu, i.e. elevated insulin and cortisol, and reduced plasma glucose levels, summed with an exacerbated noradrenaline and plasma glucose response to the exercise.

REFERENCES

- Aisbett B, Le Rossignol P, McConell GK, Abbiss CR, Snow R. Effects of starting strategy on 5-min cycling time-trial performance. *J Sports Sci.* 2009;27(11):1201-9.
- Albertus-Kajee Y, Tucker R, Derman W, Lambert M. Alternative methods of normalising EMG during cycling. *J Electromyogr Kinesiol.* 2010; 20 (6):1036-43.
- Atkinson G, Todd C, Reilly T, Waterhouse J. Diurnal variation in cycling performance: Influence of warm-up. *J Sports Sci.* 2005; 23(3):321-329.
- Baden DA, Warwick-Evans L, Lakomy J. Am I nearly there? The effect of anticipated running distance on perceived exertion and attentional focus. *J Sport & Exercise Psychology.* 2004;26(2):215-231.
- Beck AT, Clark DA. Anxiety and depression: an information processing perspective. *Anxiety Research.* 1988;1:23-56.

- Bescós R, Rodriguez FA, Iglesias X, Benitez A, Marina M, Padullés JM, et al. High energy deficit in an ultraendurance athlete in a 24-hour ultracycling race. *Proc Bayl Univ Med Cent.* 2012;25(2):124-8
- Bessot N, Nicolas A, Moussay S, Gauthier A, Sesboue B, Davenne D. The effect of pedal rate and time of day on the time to exhaustion from high intensity exercise. *Chronobiol Int.* 2006; 23: 1009–1024.
- Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982;14(5):377-81.
- Bosco C, Colli R, Bonomi R, Von Duvillard SP and Viru A. Monitoring strength training: neuromuscular and hormonal profile. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2000, 32(1):202–208.
- Bosco C, Tihanyi J, Viru A. Relationship between field fitness test and basal serum testosterone and cortisol levels in soccer players. *Clin. Physiol.* 1996, 16:317–322.
- Bougard C, Moussay S, Gauthier A, Espie S, Davenne D. Effects of waking time and breakfast intake prior to evaluation of psychomotor performance in the early morning. *Chronobiol Int.* 2009, 26:324–336.
- DiCostanzo CA, Dardevet DP, Neal DW, Lautz M, Allen E, Snead W, Cherrington AD. Role of the hepatic sympathetic nerves in the regulation of net hepatic glucose uptake and the mediation of the portal glucose signal. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2006, 290: 9–16.
- Giacomoni M, Billaut F, Falgairette G. Effects of the time of day on repeated all-out cycle performance and short-term recovery patterns. *Int J Sports Med.* 2006;27(6):468-74.
- Godfrey RJ, Madgwick Z, Whyte GP. The exercise-induced growth hormone response in athletes. *Sports Med.* 2003;33(8):599-613.
- Hakkinen k, Pakarinen A, Alén M, Kuahamen H, Komi PV. Daily hormonal and neuromuscular response to intensive strength training in 1 week. *Int J Sports Med.* 1988; 9:422-428.
- Hammouda O, Chahed H, Chtourou H, Ferchichi S, Miled A, Souissi N. Morning-to-evening difference of biomarkers of muscle injury and antioxidant status in young trained soccer players. *Biological Rhythm Research.* 2012; 43(4): 431-8.
- Hayes LD, Bickerstaff GF, Baker JS. Interactions of cortisol, testosterone and resistance training: influences of circadian rhythms. *Chronobiology International.* 2010;27:675-705.
- Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol.* 2000; 10: 361-74.
- Hettinga FJ, De Koning JJ, Broersen FT, Vangeffen P, Foster C. Pacing Strategy and the Occurrence of Fatigue in 4000-m Cycling Time Trials. *Med Sci Sports Exerc.* 2006; 38: 1484-91.
- Hettinga FJ, de Koning JJ, Hulleman M, et al. Relative importance of pacing strategy and mean power output in 1500-m self-paced cycling. *Br J Sports Med.* 2010:1-6.

- Hill DW, Borden DO, Darnaby KM, Hendricks DN, Hill CM. Effect of time of day on aerobic and anaerobic responses to high-intensity exercise. *Can J Sport Sci.* 1992;17(4):316-9.
- Horne JA, Ostberg O. A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *Int J Chronobiol.* 1976;4(2):97-110.
- Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr.* 1978;40(3):497-504.
- Kanabrocki EL, Sothorn RB, Scheving LE, Vesely DL, Tsai TH, Shelstad J, Cournoyer C, Greco J, Mermall H, Ferlin H, et al. Reference values for circadian rhythms of 98 variables in clinically healthy men in the fifth decade of life. *Chronobiol Int.* 1990;7(5-6):445-61.
- Kuipers H, Verstappen FTJ, Keizer HA, Guerten P. Variability of aerobic performance in the laboratory and its physiological correlates. *Int J Sports Med.* 1985; 6: 197-201.
- Lericollais R, Gauthier A, Bessot N, Sesboüé B, Davenne D. Time-of-day effects on fatigue during a sustained anaerobic test in well-trained cyclists. *Chronobiol Int.* 2009; 26 (8):1622-35.
- Lima-Silva AE, Silva-Cavalcante MD, Pires FO, Bertuzzi R, Oliveira RS, Bishop D. Listening to Music in the First, but not the Last 1.5 km of a 5-km Running Trial Alters Pacing Strategy and Improves Performance. *Int J Sports Med.* 2012; 33(10):813-8 16. [Epub ahead of print]
- Magkos F, Yannakoulia M. Methodology of dietary assessment in athletes: concepts and pitfalls. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2003; 6: 539-49.
- Miranda MPF, Soriano FG, Secoli SR. Dopamine and Noradrenaline Effects in the Blood Flux Regional on Therapeutic in the Septic Shock. *Rev Bras Terapia Intensiva.* 2008; 20(1): 49-56.
- Mora-Rodriguez R, Coyle EF. Effects of plasma epinephrine on fat metabolism during exercise: interactions with exercise intensity. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2000, 278:669–676.
- Puschel, GP. Control of Hepatocyte Metabolism by Sympathetic and Parasympathetic Hepatic Nerves. The anatomical record. Part A, Discoveries in molecular, cellular, and evolutionary biology. 2004, 280(1):854-67.
- Racinais S. Different effects of heat exposure upon exercise performance in the morning and afternoon. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 2010; 20:80–89.
- Reilly T, Down A. Investigation of circadian rhythms in anaerobic power and capacity of the legs. *J Sports Med Physical Fitness.* 1992; 32:343-347.
- Rejeski WJ. Perceived exertion: an inactive or passive process? *J Sport Psychology.* 1985;7:371-378
- Rohlf's ICPM, Rotta TM, Luft CB, Andrade A, Krebs RJ, Carvalho T. Brunel Mood Scale (Brums): na instrument for early detection of overtraining syndrome. *Rev Bras Med Esporte.* 2008;14(3):176-81.
- Sale DG. Neural adaptation to resistance training. *Med. Sci.Sports Exerc.* 1988, 20:135–145.

- Souissi N, Bessot N, Chamari K, Gauthier A, Sesboüé B, Davenne D. Effect of time of day on aerobic contribution to the 30-s Wingate test performance. *Chronobiol. Int.* 2007;24:739–748.
- Souissi N, Driss T, Chamari K, Vandewalle H, Davenne D, Gam A, Fillard JR, Jousselin E. Diurnal variation in Wingate test performances: influence of active warm-up. *Chronobiol. Int.* 2010; 27:640–652.
- Takahashi Y, Kipnis DM and Daughaday WH. Growth hormone secretion during sleep. *J Clin Invest.* 1968; 47(9): 2079–2090.
- Teo W, Newton MJ and McGuigan MR. Circadian rhythms in exercise performance: implications for hormonal and muscular adaptation. *J Sports Science and Medicine.* 2011; 10:600-6.
- Terry PC. The efficacy of mood state profiling among elite performers: a review and synthesis. *The Sports psychologist.* 1995;9:309-24.
- Touitou Y, Portaluppi F, Smolensky MH, Rensing L. Ethical principles and standards for the conduct of human and animal biological rhythm research. *Chronobiol Int.* 2004, 21:161– 170.
- UCI track cycling world championships. Men's 1km time trial. Australia: Melbourne, April, 2012. In: [<http://www.uci.ch>]. Jan, 2013.
- Van Ingen Schenau GJ, de Koning JJ, de Groot G. The distribution of anaerobic energy in 1000 and 4000 metre cycling bouts. *Int J Sports Med* 1992; 13 (6): 447-51.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os eventos de curta duração (< 1 minuto) podem ser beneficiados a partir de um pacing “all-out”. Já em tarefas de moderada duração (2 – 4 minutos), recomenda-se o pacing positivo, apesar de não haver um consenso na literatura sobre qual a prova ideal para se adotar esta estratégia. Provas consideradas de média a longa duração (> 4 minutos), as evidências apontam o pacing negativo como um dos mais utilizados, embora outras evidências sugerem a estratégia constante como também sendo ideal para eventos com duração mais prolongada (> 4 minutos), ainda que alguns autores já tenham demonstrado a adoção deste tipo de pacing em provas com durações a partir de 2 minutos (Foster et al., 1993). Quanto ao pacing variado, usualmente adotado na intenção de contrabalancear as variações externas (Swain, 1997), deve ser alinhado intimamente com as mudanças fisiológicas que ocorrem no indivíduo frente ao esforço, onde há trajetos de maior exigência da potência e, portanto, maior demanda energética da tarefa, desde que esta alteração na potência não ultrapasse $\pm 5\%$ da potência média de prova. As estratégias parabólicas (U, J e J inverso) ainda são pouco evidentes na literatura, mas, de modo geral, apresentam uma saída rápida seguido de uma redução progressiva na velocidade com tendência a aumentar esta velocidade na última parte do evento.

Os mecanismos de regulação destas estratégias baseiam-se na complexa relação entre os sistemas central e periférico, a partir dos processos de teleantecipação, os quais evitam exaustão precoce antes de se alcançar o ponto final da tarefa graças aos ajustes constantes do esforço, levando em consideração as reservas e taxas metabólicas atuais e o tempo necessário para finalizar o exercício. As condições do sujeito e do ambiente, tais como temperatura, hiperóxia, hipóxia, duração do evento, fatores motivacionais, luz, som, ventos, experiências prévias, feedback externo, competitividade e período do dia, representam componentes capazes de exercer influência na estratégia adotada e, conseqüentemente, no desempenho final. Desta forma, o segundo artigo demonstrou a existência de um significativo efeito do phase do dia nos níveis de creatinine, GH, cortisol, testosterona total e livre, acompanhado por uma tendência no menor tempo para completar a prova durante a tarde, sugerindo que o período da tarde é sutilmente o melhor turno em uma prova de ciclismo de 1000-m contra-relógio.

REFERÊNCIAS

- Atkinson G, Davison R, Jeukendrup A, Passfield L. Science and cycling, p. current knowledge and future directions for research. **J Sports Sci.**, v.21, n.9, p.76-87, 2003.
- Bath D, Turner LA, Bosch AN, Tucker R, Lambert EV, Thompson KG, St Clair Gibson A. The effect of a second runner on pacing strategy and RPE during a running time trial. **Int J Sports Physiol Perform.**, v.7, n.1, p.26-32, 2012.
- Bessot N, Nicolas A, Moussay S, Gauthier A, Sesboue B, Davenne D. The effect of pedal rate and time of day on the time to exhaustion from highintensity exercise. **Chronobiol Int.**, v. 23, p. 1009–1024, 2006.
- Carrier J, Monk TH. Circadian rhythms of performance, p. new trends. **Chronobiol Int.**, v. 17, n.6, p. 719-732, 2000.
- Corbett J, Barwood MJ, Ouzounoglou A, Thelwell R, Dicks M. Influence of competition on performance and pacing during cycling exercise. **Med Sci Sports Exerc.** v.44, n.3, p.509-15, 2012.
- De Koning JJ, Bobbert MF, Foster C. Determination of optimal pacing strategy in track cycling with an energy flow model. **J Sci Med Sport**, v.2, p.266–77, 1999.
- Foster C, et al. Effect of competitive distance on energy expenditure during simulated competition. **Inter J Sports Med.**, v. 25, p. 198-204, 2004.
- Foster C, et al. Pacing strategy and athletic performance. **Sports Med.**, v. 17, n.2, p.77-85, 1994.
- Foster C, Snyder AC, Thompson NN, et al. Effect of pacing strategy on cycle time trial performance. **Med Sci Sports Exerc**, v.25, p.383–8, 1993.
- Gastin PB. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. **Sports Med.**, v. 31, p. 725-741, 2001.
- Giacomoni M, Billaut F, Falgairette G. Effects of the time of day on repeated all-out cycle performance and short-term recovery patterns. **Int J Sports Med.**, v.27, n.6, p.468-74, 2006.
- Lima-Silva AE, Silva-Cavalcante MD, Pires FO, Bertuzzi R, Oliveira RS, Bishop D. Listening to Music in the First, but not the Last 1.5 km of a 5-km Running Trial Alters Pacing Strategy and Improves Performance. **Int J Sports Med.**, v. 33, n.10, p.813-816, 2012.
- Medbo JI and Tabata I. Anaerobic energy release in working muscle during 30 s to 3 min of exhausting bicycling. **J Appl Physiol.** v.75, p.1654-1660, 1993.
- Racinais S, Blanc S, Jonville S, Hue O. Time-of-day influences the environmental effects on muscle force and contractility. **Med Sci Sports Exerc.**, v. 37, p.256–261, 2005a.
- Racinais S, Connes P, Bishop D, Blanc S, Hue O. Morning versus evening power output and repeated-sprint ability. **Chronobiol Int.**, v. 22, p.1029–1039, 2005b.
- Racinais S. Different effects of heat exposure upon exercise performance in the morning and afternoon. **Scand J Med Sci Sports.**, v. 20, p.80–89, 2010.

Renfree A, West J, Corbett M, Rhoden C, St Clair Gibson A. Complex Interplay Between Determinants of Pacing and Performance During 20 km Cycle Time Trials. **Int J Sports Physiol Perform.** 12 Dez 2011.

Saavedra JM, Escalante Y, Garcia-Hermoso A, Arellano R, Navarro F. A twelve-year analysis of pacing strategies in 200 m and 400 m individual medley in international swimming competitions. **J Strength Cond Res.** 3 Jan 2012.

Souissi N, Bessot N, Chamari K, Gauthier A, Sesboüé B, Davenne D. Effect of time of day on aerobic contribution to the 30-s Wingate test performance. **Chronobiol Int.**, v.24, p.739–748, 2007.

Souissi N, Driss T, Chamari K, Vandewalle H, Davenne D, Gam A, Fillard JR, Jousselein E. Diurnal variation in Wingate test performances, p. influence of active warm-up. **Chronobiol Int.**, v. 27, p.640–652, 2010.

Souissi N, Gauthier A, Sesboüé B, Larue J, Davenne D. Circadian rhythms in two types of anaerobic cycle leg exercise, p. force-velocity and 30-s Wingate tests. **Int J Sports Med.**, v. 25, p.14–19, 2004.

Swain DP. A model for optimizing cycling performance by varying power on hills and in wind. **Med Sci Sports Exerc.**, v. 29, n.8, p.1104-8, 1997.

Withers RT, Van Der Ploeg D and Finn JP. Oxygen deficits incurred during 45, 60, 75 and 90-s maximal cycling on an air-braked ergometer. **Eur J Appl Physiol.** 67, p.185-191, 1993.

APÊNDECE

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (T.C.L.E.)

(Em 2 vias, firmado por cada participante-voluntári(o,a) da pesquisa e pelo responsável)

“O respeito devido à dignidade humana exige que toda pesquisa se processe após consentimento livre e esclarecido dos sujeitos, indivíduos ou grupos que por si e/ou por seus representantes legais manifestem a sua anuência à participação na pesquisa.” (Resolução. nº 196/96-IV, do Conselho Nacional de Saúde)

Eu,, tendo sido convidado(a) a participar como voluntário(a) do estudo “Efeito do período do dia sobre pacing, desempenho e respostas fisiológicas, metabólicas e psicológicas em provas de ciclismo de 1000 metros”, recebi do Sr. Prof. Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva, da Faculdade de Nutrição do Centro de saúde da Universidade Federal de Alagoas, responsável por sua execução, as seguintes informações que me fizeram entender sem dificuldades e sem dúvidas os seguintes aspectos:

Que o estudo se destina a entender qual(is) o(s) possível(is) efeito(s) da fase do dia sobre o pacing, desempenho e respostas fisiológicas, metabólicas e psicológicas em provas de ciclismo de 1000 metros.

Que a importância deste estudo é a de aumentar o desempenho de indivíduos.

Que os resultados que se desejam alcançar são os seguintes: verificar como a fase do dia pode interferir no pacing.

Que esse estudo começará em Junho de 2011 a Agosto de 2012, mas eu estou ciente que a minha participação resume-se a seis visitas ao laboratório.

Que o estudo será feito da seguinte maneira: Eu verei visitar o laboratório de Aptidão Física, Desempenho e Saúde quatro vezes. Na primeira visita eu irei realizar um teste onde os pesquisadores aumentam a intensidade do esforço a cada um minuto. Na segunda visita, irei realizar uma sessão de familiarização simulando a prova de 1000 metros de ciclismo. Nas próximas visitas, irei realizarei dois testes de ciclismo de 1000 metros, sendo um teste no período da tarde e outro no período da manhã aleatoriamente. Eu fui informado que o teste poderá ser interrompido por decisão dos pesquisadores ou caso eu me sinta cansado e indisposto.

Que eu participarei das seguintes etapas: Irei até o laboratório e realizarei um teste com aumento na intensidade do esforço a cada um minuto, com duração aproximada de 15 minutos. E mais quatro testes, em quatro ocasiões diferentes, com duração aproximada de 10 minutos cada.

Que não existem outros meios conhecidos para obter os mesmos resultados. Eu estou ciente que antes, imediatamente após e uma hora após cada teste será coletado 20 ml de sangue venoso, feito por punção venosa. A coleta de sangue será feita por um profissional especializado e com material descartável.

Que os incômodos que poderei sentir com a minha participação são os seguintes: tonturas e mal estar.

Que os possíveis riscos à minha saúde física e mental são: complicações cardíacas que possam ocorrer durante o teste.

Que verei contar com a seguinte assistência: caso eu tenha algum problema, eu serei transportado de ambulância pública ou de automóvel particular para o hospital mais próximo da Universidade, sendo responsável por ela o professor Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva presente no teste.

Que os benefícios que deverei esperar com a minha participação, mesmo que não diretamente são: eu terei acesso a qualquer resultado referente ao meu teste e que poderei, a qualquer momento, esclarecer minhas dúvidas com o pesquisador responsável.

Que a minha participação será acompanhada do seguinte modo: O professor responsável irá realizar o meu teste e eu estarei sendo monitorado com um monitor cardíaco.

Que, sempre que desejar, serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas do estudo.

Que, a qualquer momento, eu poderei recusar a continuar participando do estudo e, também, que eu poderei retirar este meu consentimento, sem que isso me traga qualquer penalidade ou prejuízo.

Que as informações conseguidas através da minha participação não permitirão a identificação da minha pessoa, exceto aos responsáveis pelo estudo, e que a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto.

- Que eu não deverei ser indenizado por qualquer despesa que venha a ter com a minha participação nesse estudo e, também, por todos os danos que venha a sofrer pela mesma razão.

Finalmente, tendo eu compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a minha participação no mencionado estudo e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a minha participação implica, concordo em dele participar e para isso eu DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO.

Endereço d(o,a) participante-voluntári(o,a)

Domicílio: (rua, praça, conjunto):

Bloco: /Nº: /Complemento:

Bairro: /CEP/Cidade: /Telefone:

Ponto de referência:

Contato de urgência: Sr(a). Alan Lins Fernandes

Domicílio: (rua, praça, conjunto):

Bloco: /Nº: /Complemento:

Bairro: /CEP/Cidade: /Telefone:

Ponto de referência:

Endereço d(os,as) responsável(eis) pela pesquisa (OBRIGATÓRIO):

Instituição:

Endereço:

Bloco: /Nº:

Bairro: /CEP/Cidade:

Telefones p/contato:

ATENÇÃO: Para informar ocorrências irregulares ou danosas durante a sua participação no estudo, dirija-se ao:

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas:

Prédio da Reitoria, sala do C.O.C. , Campus A. C. Simões, Cidade Universitária

Telefone: 3214-1041

Maceió, 29 de Abril de 2011.

<p>(Assinatura ou impressão datiloscópica d(o,a) voluntári(o,a) ou resposável legal - Rubricar as demais folhas)</p>	<p>Prof. Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva Prof. Alan Lins Fernandes</p>

ANEXO A

Escala de Humor de Brunel (BRUMS)



Grupo de Pesquisa em Ciências do Esporte

Nome:

Data:

Antes

Hora:

Depois

Teste: Incremental Experimental

1h Depois

Abaixo está uma lista de palavras que descrevem sentimentos. Por favor, leia tudo atentamente. Em seguida assinale, em cada linha, o quadrado que melhor descreve COMO VOCÊ SE SENTE AGORA. Tenha certeza de sua resposta para cada questão, antes de assinalar.

Escala:

0 = nada 1 = um pouco 2 = moderadamente 3 = bastante 4 = extremamente

	0	1	2	3	4
1. Apavorado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Animado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Confuso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Esgotado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Deprimido	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Desanimado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Irritado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Exausto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Inseguro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Sonolento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Zangado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Triste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Ansioso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Preocupado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Com disposição	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Infeliz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Desorientado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Tenso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Com raiva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. Com energia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. Cansado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22. Mal-humorado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23. Alerta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24. Indeciso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ANEXO B

Questionário de Cronotipos (Horne and Östberg, 1976)

TESTE

Para saber qual é o seu cronotipo, basta responder ao questionário considerando a alternativa que mais colabore para o seu bem-estar.

1. Até que ponto você depende do despertador para acordar de manhã?

- a) Muito dependente
- b) Razoavelmente dependente
- c) Um pouco dependente
- d) Nada dependente

2. Você acha fácil acordar pela manhã?

- a) Nada
- b) Não muito
- c) Razoavelmente
- d) Muito

3. Você se sente alerta durante a primeira meia hora depois de acordar?

- a) Nada
- b) Não muito
- c) Razoavelmente
- d) Muito

4. Como é o seu apetite durante a primeira hora depois de acordar?

- a) Péssimo
- b) Ruim
- c) Razoável
- d) Muito bom

5. Durante a primeira meia hora depois de acordar você se sente cansado?

- a) Muito

- b) Não muito
- c) Razoavelmente em forma
- d) Em plena forma

6. A que horas você gostaria de ir se deitar caso não tivesse compromisso no dia seguinte?

- a) Mais de duas horas mais tarde do que o normal
- b) Entre uma e duas horas mais tarde do que a habitual
- c) Menos que uma hora mais tarde do que a habitual
- d) Nunca mais tarde do que o horário que costumo dormir

7. O que você acha de fazer exercícios das 7h às 8h da manhã, duas vezes por semana?

- a) Acharia isso muito difícil
- b) Acharia isso difícil
- c) Estaria razoavelmente em forma
- d) Estaria em boa forma

8. Você foi dormir várias horas mais tarde do que o costume. Se no dia seguinte você não tivesse hora certa para acordar, o que aconteceria?

- a) Acordaria mais tarde do que de costume
- b) Acordaria na hora normal e dormiria novamente
- c) Acordaria na hora normal, com sono
- d) Acordaria na hora normal, sem sono

9. Se você tivesse de ficar acordado das 4h às 6h da manhã para realizar uma tarefa e não tivesse compromisso durante o resto do dia, o que você faria?

- a) Só dormiria depois de fazer a tarefa
- b) Tiraria uma soneca antes da tarefa e dormiria depois
- c) Dormiria bastante antes e tiraria uma soneca depois
- d) Só dormiria antes de fazer a tarefa

10. Se você tivesse de fazer duas horas de exercício físico pesado, qual destes horários você escolheria?

- a) 19h às 21h
- b) 15h às 17h
- c) 11h às 13h
- d) 8h às 10h

11. O que você acharia de fazer exercícios das 22h às 23h, duas vezes por semana?

- a) Estaria em boa forma
- b) Estaria razoavelmente em forma
- c) Acharia isso difícil
- d) Acharia isso muito difícil

12. Entre as 20h e as 3h, a que horas da noite você se sente cansado e com vontade de dormir?
RESPOSTA: _____

13. Se você fosse se deitar às 23h, com que nível de cansaço você se sentiria?

- a) Nada cansado
- b) Um pouco cansado
- c) Razoavelmente cansado
- d) Muito cansado

14. Dispondo de total liberdade para planejar o seu dia, a que horas você se levantaria?

- a) 5h às 6h30
- b) 6h30 às 7h45
- c) 7h45 às 9h45
- d) 9h45 às 11h
- e) 11h às 12h

15. Dispondo de total liberdade para planejar a sua noite, a que horas você se deitaria?

- a) 20h às 21h
- b) 21h às 22h15
- c) 22h15 à 0h30
- d) 0h30 à 1h45
- e) 1h45 às 3h

16. Se trabalhasse por cinco horas seguidas e pudesse escolher qualquer horário do dia, por qual você optaria?
RESPOSTA: _____

17. Em que hora do dia você atinge o seu melhor momento de bem-estar?
RESPOSTA: _____

18. Qual horário você escolheria para ter o máximo de sua forma em um teste de esforço mental?

- a) das 8h às 10h
- b) das 11h às 13h
- c) das 15h às 17h
- d) das 19h às 21h

19. Com qual cronotipo você se considera mais parecido?

- a) Tipo matutino
- b) Mais matutino que vespertino
- c) Mais vespertino que matutino
- d) Tipo vespertino

Pontuação

Questões de 1 a 11 - a) 1, b) 2, c) 3, d) 4,
Questão 12 - (20h às 21h) 5 pontos, (21h às 22h) 4 pontos, (22h à 0h45) 3 pontos, (0h45 às 2h) 2 pontos, (2h às 3h) 1 ponto
Questão 13 - a) 0, b) 2, c) 3, d) 5

Questões 14 e 15

a) 5, b) 4, c) 3, d) 2, e) 1

Questão 16 - Para esta questão considere o horário de saída (4h às 7h) 5, (8h) 4, (9h às 13h) 3, (14h às 16h) 2, (17h às 3h) 1

Questão 17 - (5h e 7h) 5, (8h e 9h) 4, (10h e 16h) 3, (17h e 21h) 2 (22h e 4h) 1

Questões 18 e 19 - a) 6, b) 4, c) 2, d) 0

Resultado

De 16 a 30: Vespertino típico

De 31 a 41: Moderadamente vespertino

De 42 a 58: Misto (intermediário)

De 59 a 69: Moderadamente matutino

De 70 a 86: Matutino típico

ANEXO C

Registro Alimentar

Nome: _____		Data: _____		Dia da Semana: _____			
Idade: _____		Peso Corporal: _____		Estatura: _____			
Refeição	Horário	Alimentos/ Preparação	Quantidade	Líquidos	Quantidade	Suplementos	Quantidade
Exemplo	07:00h	Pão francês Margarina Queijo mussarela	2 unidades pequenas 1 ponta de faca (cheia) 2 fatias médias	Leite de vaca desnatado	1 copo de 200 ml		
Café da manhã							
Lanche da manhã							
Almoço							
Lanche da tarde							
Jantar							
Ceia							