UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

RODRIGO VITASOVIC GOMES

Monitoramento da carga interna de treinamento no tênis: validação e aplicações
do método da percepção subjetiva da sessão

São Paulo
2014

RODRIGO VITASOVIC GOMES

“Monitoramento da carga interna de treinamento no tênis: validação e aplicações do método da percepção subjetiva da sessão”

Tese apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Educação Física

Área de concentração: Estudos do Esporte

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Saldanha Aoki

São Paulo
2014

DEDICATÓRIA

A minha família, pelo amor, admiração, gratidão e por sua compreensão, carinho, presença e incansável apoio ao longo do período de elaboração deste trabalho

AGRADECIMENTO

Ao Sr. Sergio Gomes (*in memorian*), homem muito honesto, dedicado e referência de Pai, por todos os ensinamentos e oportunidades proporcionadas ao longo de todos nossos anos de convivência.

A Sra. Marilia Vitasovic Gomes, mãe dedicada e com extrema paciência para aguentar o mal-humor durante toda a realização deste trabalho

Ao Prof. Dr. Marcelo Saldanha Aoki, que nos anos de convivência (desde 2002), muito me ensinou, contribuindo para meu crescimento científico, intelectual, pessoal e profissional.

Ao Prof. Alexandre Moreira, que nas discussões sobre este trabalho, promoveu muita reflexão, que contribuíram para o meu crescimento científico e intelectual.

A escola de Educação Física e Esporte da USP, pela oportunidade de realização do curso de doutorado

A CAPES pela concessão da bolsa de doutorado

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo apoio financeiro para realização desta pesquisa

RESUMO

O presente estudo é constituído por três experimentos diferentes, que tem como ponto central a investigação do método da PSE da sessão. No primeiro experimento foi avaliada a validade do método da percepção subjetiva do esforço (PSE) da sessão para a quantificação da carga interna de treinamento (CIT) no Tênis. Neste experimento foram monitoradas 384 sessões de treinamento técnico/tático, 23 partidas simuladas e 13 partidas oficiais. A CIT foi calculada utilizando dois métodos de quantificação da CIT: o método da PSE da sessão e o método proposto por Edwards, baseado no comportamento da frequência cardíaca. Posteriormente, foi calculado o índice de correlação entre os dois métodos. Foi detectada correlação individual entre os métodos ($r = 0,58 - 0,89$; $p < 0,01$). Também foi observada correlação entre os métodos para as sessões de treinamento técnico/tático ($r = 0,74$), os jogos simulados ($r = 0,57$) e os jogos oficiais ($r = 0,99$). Estes resultados sugerem que o método da PSE da sessão é uma alternativa válida, não invasiva, para quantificar a CIT de tenistas. O segundo experimento, descreve o padrão de distribuição da intensidade utilizada por tenistas durante a pré-temporada e no início do período competitivo, a partir da metodologia da PSE da sessão. Foram monitoradas 407 sessões de treinamento técnico/tático e 17 jogos oficiais, realizadas durante as 5 primeiras semanas de preparação para o período competitivo e a primeira semana de competições (dezembro à janeiro). A distribuição da intensidade das sessões de treinamento concentra maior parte do volume (90%) do treinamento entre as zonas de baixa e moderada intensidade (Zona 1 = 42%; Zona 2 = 47,5%), e apenas uma pequena parte das sessões (Zona 3 = 10,5%) é realizada em alta intensidade. Foi observada discrepância entre o padrão de distribuição de intensidade das sessões de treinamento técnico/tático (zona 1 = 42,0%; zona 2 = 47,5% e zona 3 = 10,5%) e as partidas oficiais (zona 1 = 0,0%; zona 2 = 10,8% e zona 3 = 89,2%). Estes resultados indicam a existência de divergência entre a intensidade das sessões de treinamento técnico/tático (baixa e moderada intensidade) e a intensidade das partidas oficiais (alta intensidade). E, finalmente, o terceiro experimento, avaliou o efeito do programa de treinamento periodizado sobre a dinâmica da CIT e a subsequente tolerância ao estresse, respostas imuno-endócrinas e o desempenho físico de tenistas durante a pré-

temporada. Jogadores de tênis profissionais (n=12) foram monitorados durante o período de pré-temporada, que foi dividida em 4 semanas de treinamento (com 2 semanas de intensificação do treinamento) e 1 semana de polimento. Foram determinadas medidas semanais de CIT, monotonia do treinamento, esforço de treinamento e tolerância ao estresse (fontes e sintomas de estresse). Também foram analisadas a concentração de hormônios na saliva (testosterona e cortisol) e a concentração de imunoglobulina-A. O teste de força de 1RM, o teste do Yo-Yo IE Level II, o teste de impulsão vertical e o teste de agilidade (teste T) foram determinados antes e após o período de treinamento. O programa de periodização do treinamento promoveu modificações na CIT (aumento nas semanas 3 e 4 referente ao período de intensificação da carga externa de treinamento (CET), diminuição na semana 5 referente ao período de polimento). A concentração de cortisol (aumento na terceira semana) e os sintomas de estresse (aumento na terceira e quarta semanas) acompanharam as modificações na CET (intensificação), antes de retornarem aos valores basais na semana 5 (polimento) ($p < 0,05$). Inversamente, foi observada redução da relação T:C nas semanas 3 e 4, que posteriormente retornou ao valor basal na semana 5 ($p < 0,05$). Além disso, foi verificado aumento no desempenho dos testes de força, *endurance* e agilidade ($p < 0,05$). O programa de treinamento periodizado (intensificação da CET seguida de polimento) promoveu modificações adaptativas na tolerância ao estresse e respostas hormonais, que podem ter mediado a melhora do desempenho físico.

Palavra Chave: treinamento esportivo, carga de treinamento, periodização, intensidade, volume, tenistas.

ABSTRACT

The current study consists of three different experiments which have the main focus on the investigation of the session RPE method. The first experiment examined the ecological validity of the session-RPE method for quantifying internal training load (ITL) in Tennis. This experiment monitored 384 training sessions, 23 simulated matches and 13 official matches. The ITL was calculated using two methods, the session-RPE method and the heart rate (HR)-based method, developed by Edwards. The correlation was then calculated between the two methods. Significant individual correlations were observed between both methods ($r = 0.58 - 0.89$; $p < 0.01$). It was also observed correlation between methods during training sessions ($r = 0.74$), simulated matches ($r = 0.57$) and official matches ($r = 0.99$). The results support the validity of session-RPE as a, non-invasive, method for quantifying ITL in tennis players. The second experiment described the distribution of training intensity in a group of elite young tennis players during the preseason and the beginning of their competitive season, using RPE session method. It was monitored 407 training sessions and 17 official matches during the first 5 weeks of the pre-season and first week of tournaments (December to January). The training intensity distribution was concentrated (90%) in the low to moderate zones (Zone 1 = 42% and Zone 2 = 47,5%), and only a few sessions (Zone 3 = 10,5%) were performed at high-intensity. It was observed discrepancy between the training intensity distribution of training sessions (Zone 1 = 42,0%; Zone 2 = 47,5% and Zone 3 = 10,5%) and official matches (Zone 1 = 0,0%; Zone 2 = 10,8% and Zone 3 = 89,2%). These results suggest a contradictory scenario between intensity of training court sessions (Low and Moderated intensity) and official matches (high intensity). Finally, the third experiment investigated the effect of a periodised training plan on the ITL, stress tolerance, immune-endocrine responses and physical performance in tennis players during the pre-season. Professional tennis players ($n = 12$) were monitored across the pre-season period, which was divided into 4 weeks training period (with 2 weeks of progressive overloading training) and a 1-week tapering period. Weekly measures of ITL, training strain, training monotony and stress tolerance (sources and symptoms of stress) were taken, along with salivary testosterone, cortisol and immunoglobulin A. One repetition maximum strength, yo-yo

test, jump height and agility (T-test) were assessed before and after training period. The periodization of the training plan led to significant weekly changes in training loads (i.e. increasing in weeks 3 and 4, referring to the period of intensification of the external training load (ETL), and decreasing in week 5, referring to the tapering period). Cortisol concentration (increased in week 3) and the symptoms of stress (increased in weeks 3 and 4) followed the in ETL (overloading period), before returning to baseline in week 5 (tapering period) ($P < 0.05$). Conversely, the testosterone to cortisol ratio decreased in weeks 3 and 4, before returning to baseline in week 5 ($P < 0.05$). Moreover, the periodised training plan induced post-training improvements in strength, endurance and agility ($P < 0.05$). The periodised training plan (ETL overload following taper) evoked changes in the ITL, the stress tolerance and the hormonal responses, which may have mediated the improvements in physical performance.

Key-words: sports training, training load, periodization, intensity volume, tennis players.

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1 Escore da PSE da sessão das sessões de treinamento (ST), das partidas simuladas (PS) e das partidas oficiais (PO).....	60
TABELA 2 Correlações individuais entre o método da PSE da sessão e o método de Edwards.....	61
TABELA 3 Descrição da carga externa de treinamento físico do período de pré-temporada.....	85
TABELA 4 Resultado dos testes de desempenho físico [Teste de 1RM no supino (S 1RM) e no <i>leg press</i> (LP 1RM), salto vertical com contramovimento (SVC), salto vertical (SV), teste do <i>io-io</i> IE, teste T] dos tenistas antes (pré) e após (pós) as 5 semanas de pré-temporada. * Diferença significativa em comparação aos valores pré-treinamento.	95

LISTA DE FIGURAS

Página

FIGURA 1	Representação do Processo de Treinamento (adaptado de Impellizzeri; Rampinnini; Marcora, 2005).....	21
FIGURA 2	Equação de ΔFC do método de Banister et al. (1991).....	23
FIGURA 3	Correlação entre o método da PSE da sessão e o método baseado na resposta de FC (proposto por Edwards) para as 384 sessões de treinamento técnico/tático (A), para as 23 partidas simuladas (B) e para as 13 partidas oficiais (C) ($p < 0,01$).....	62
FIGURA 4	CIT calculada pelo método da PSE da sessão e pelo método de Edwards (FC), durante as 5 semanas de treinamento da pré-temporada de jovens tenistas. ^a diferença significativa ($p < 0,05$) em relação à semana 1; ^c diferença significativa ($p < 0,05$) em relação à semana 3 e ^d diferença significativa ($p < 0,05$) em relação à semana 4.....	71
FIGURA 5	Padrão de distribuição da intensidade de treinamento de quadra determinada pelo método da PSE da sessão (barras pretas) e pelo método de Edwards (FC; barras brancas), durante a pré-temporada de jovens tenistas. ^{a,b} diferença significativa ($p < 0,05$) em relação às Zonas 1 e 2, respectivamente.....	73
FIGURA 6	Padrão de distribuição da intensidade das sessões de treinamento e das partidas oficiais determinadas pelo método da PSE da sessão. ^a diferença significativa em relação ao treinamento ($p < 0,05$).....	74
FIGURA 7	Delineamento experimental do 3º experimento.....	82
FIGURA 8	Carga de treinamento semanal (8A), esforço do treinamento (ET) (8B) e monotonia do treinamento (8C) dos tenistas durante as 5 semanas de pré-temporada. ^a diferença significativa da semana 1; ^b diferença significativa da semana 2; ^c diferença significativa da semana 3; ^d	

	diferença significativa da semana 4.....	91
FIGURA 9	Número de respostas “pior que o normal” relacionados às fontes de estresse (9A) e aos sintomas de estresse (9B) fornecidas pelos tenistas nas 5 semanas de pré-temporada. ^a diferente do <i>baseline</i> (BL); ^b diferente da semana 1 e 2; ^c diferente da semana 3; ^d diferente da semana 4.....	93
FIGURA 10	Resposta do cortisol (10A), da testosterona (10B), da relação T:C (10C) e da IgA (10D) dos tenistas durante as 5 semanas de pré-temporada. ^a – diferente do <i>baseline</i> ; ^d – diferente da semana 4.....	94

SUMÁRIO

	Página
1	INTRODUÇÃO..... 14
2	JUSTIFICATIVA..... 18
3	OBJETIVO GERAL..... 19
4	REVISÃO DA LITERATURA..... 19
4.1	<i>Carga Interna de Treinamento.....</i> 19
4.2	<i>Quantificação da carga interna de treinamento.....</i> 22
4.2.1	<i>Métodos de quantificação da CIT baseados no comportamento da frequência cardíaca.....</i> 22
4.2.2	<i>Método de quantificação da CIT baseado na percepção subjetiva de esforço.....</i> 25
4.2.3	<i>Distribuição da intensidade do treinamento.....</i> 32
4.3	<i>Monitoramento de respostas psicofisiológicas associadas a CIT.....</i> 35
4.3.1	<i>Questionários e diários.....</i> 35
4.3.2	<i>Cortisol.....</i> 39
4.3.3	<i>Relação testosterona:cortisol.....</i> 43
4.3.4	<i>Imunoglobulina A.....</i> 47
5	EXPERIMENTO 1 - Validação ecológica do método da PSE da sessão no tênis..... 55
5.1	<i>Introdução.....</i> 55
5.2	<i>Materiais e Métodos.....</i> 56
5.2.1	<i>Amostra.....</i> 56
5.2.2	<i>Delineamento do estudo.....</i> 56
5.2.3	<i>Determinação da carga interna de treinamento.....</i> 57
5.2.3.1	<i>Método de Edwards.....</i> 57
5.2.3.2	<i>Método da PSE da sessão.....</i> 57
5.2.4	<i>Análise estatística.....</i> 58
5.3	<i>Resultados.....</i> 58
5.4	<i>Discussão.....</i> 63
5.5	<i>Conclusão.....</i> 66
6	EXPERIMENTO 2 - Distribuição da intensidade do

	treinamento técnico tático de jovens jogadores de tênis.....	67
6.1	<i>Introdução.....</i>	67
6.2	<i>Materiais e Métodos.....</i>	68
6.2.1	<i>Amostra.....</i>	68
6.2.2	<i>Delineamento do estudo.....</i>	68
6.2.3	<i>Determinação da intensidade.....</i>	69
6.2.4	<i>Distribuição da intensidade de treinamento técnico/tático.....</i>	69
6.2.5	<i>Carga interna de treinamento semanal.....</i>	70
6.2.6	<i>Análise estatística.....</i>	70
6.3	<i>Resultados.....</i>	70
6.4	<i>Discussão.....</i>	75
6.5	<i>Conclusão.....</i>	80
7	EXPERIMENTO 3 - Quantificação da carga de treinamento e monitoramento da tolerância ao estresse, da resposta imunoendócrina e do desempenho físico de tenistas durante a pré-temporada.....	81
7.1	<i>Introdução.....</i>	81
7.2	<i>Materiais e métodos.....</i>	82
7.2.1	<i>Amostra.....</i>	82
7.2.2	<i>Delineamento do estudo.....</i>	82
7.2.3	<i>Periodização da pré-temporada.....</i>	83
7.2.4	<i>Determinação da PSE sessão, monotonia e esforço do treinamento.....</i>	86
7.2.5	<i>Tolerância ao estresse (DALDA)</i>	86
7.2.6	<i>Medidas de desempenho pré e pós pré-temporada.....</i>	87
7.2.6.1	<i>Teste de força máxima (1 Repetição Máxima no supino e Leg press 45°).....</i>	87
7.2.6.2	<i>Teste de agilidade (teste “T”)</i>	87
7.2.6.3	<i>Teste de endurance (Yo-Yo intermittent endurance test level II).....</i>	88
7.2.6.4	<i>Testes de impulsão vertical.....</i>	88
7.2.7	<i>Análise dos marcadores hormonais e imunológico da saliva.....</i>	89
7.2.8	<i>Análise estatística.....</i>	90

7.3	<i>Resultados</i>	90
7.4	<i>Discussão</i>	96
7.5	<i>Conclusão</i>	99
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	100
	REFERÊNCIAS	101

1. INTRODUÇÃO

O principal objetivo do treinamento esportivo é maximizar o desempenho competitivo. O alcance desta meta depende, diretamente, da prescrição eficiente da carga de treinamento (CT). É preconizado que o estímulo de treinamento promove alterações teciduais, celulares e moleculares que, por sua vez, seriam responsáveis pelo aumento na capacidade de trabalho e, conseqüentemente, do desempenho esportivo (VIRU; VIRU, 2001; ISSURIN, 2009). Esses estímulos representados pelas CTs precisam apresentar caráter variado e progressivo, respeitando os períodos de descanso adequados (BORRESEN; LAMBERT, 2009; ISSURIN, 2010). Contudo, incrementos aleatórios da CT, sem os devidos períodos de recuperação, elevam o risco de lesões, infecções do trato superior respiratório superior (ITRS) e podem gerar sintomas associados ao *overreaching* não funcional ou à síndrome do *overtraining* (HALSON; JEUKENDRUP, 2004; MEEUSEN et al., 2006).

O papel da investigação científica neste contexto é fornecer evidências para auxiliar no planejamento das CTs, maximizando as adaptações desejadas e minimizando as possíveis respostas deletérias. A elaboração desse planejamento depende da constante retroalimentação proveniente de informações obtidas através de estratégias de monitoramento do processo de treinamento esportivo. Entretanto, este monitoramento é extremamente complexo. Alguns métodos de monitoramento visam determinar a magnitude da CT, geralmente, pelo cálculo do produto entre o volume e a intensidade (BORRESEN; LAMBERT, 2008; BORRESEN; LAMBERT, 2009).

Em alguns esportes como a maratona, 100m rasos ou levantamento de peso olímpico, a predominância de uma capacidade física (Resistência, Velocidade ou Força) é evidente, facilitando a quantificação da CT pelo produto do volume e intensidade. Já em esportes de caráter intermitente e/ou coletivo, as sessões de treinamento e as competições combinam ações de força, velocidade, potência e resistência que, por sua vez, recrutam sistemas de transferência de energia distintos. Essas características inerentes a essas modalidades esportivas tornam a tarefa do monitoramento mais complexa, pois a utilização de um único parâmetro de

intensidade não refletirá precisamente o comportamento dessa variável. Além disso, é fundamental considerar os aspectos técnicos e táticos de cada modalidade que, sem dúvida, repercutirão nas variáveis quantitativas (volume, duração e frequência) e qualitativas (intensidade e densidade) associadas à CT. Todo esse cenário ilustra a dificuldade de determinar a magnitude da CT. O avanço tecnológico vivenciado nas últimas décadas e o consequente desenvolvimento de equipamentos específicos (GPS, acelerômetros, células de carga etc.) foram determinantes para o aprimoramento do processo de quantificação e monitoramento das CT.

Apesar desse indiscutível avanço, Impellizzeri, Rampinini e Marcora (2005) criticam essa forma tradicional de quantificar e monitorar a CT, pois essa abordagem prioriza a análise do trabalho externo executado pelo atleta e não leva em consideração as alterações fisiológicas decorrentes do estímulo externo (sessão de treinamento). Diante dessa limitação, estes autores apresentaram um novo paradigma sobre o processo de treinamento esportivo, no qual o trabalho realizado nas sessões de treinamento é denominado de Carga Externa de Treinamento (CET), e as alterações internas em resposta à CET são definidas, como a Carga Interna de Treinamento (CIT). O modelo proposto por Impellizzeri, Rampinini e Marcora (2005) ainda preconiza que a magnitude da CIT estabelece relação direta com o surgimento de adaptações e, posteriormente, o incremento do desempenho físico/esportivo. Neste contexto, o monitoramento da CIT torna-se imprescindível, pois fornecerá informações valiosas para técnicos e preparadores físicos, que poderão ser utilizadas para ajustar a periodização das CET, maximizando os efeitos do processo de treinamento.

Alguns parâmetros, frequentemente, são utilizados para monitorar a CIT, mas o acompanhamento destes requer a utilização de equipamentos sofisticados e/ou a coleta de fluídos corporais (sangue, saliva, suor e urina) para posterior análise, como por exemplo, a concentração de lactato [La] (JEUKENDRUP; HESSELINK, 1994), o comportamento da frequência cardíaca (FC) (BANISTER et al., 1991; EDWARDS et al., 1993), a relação testosterona (T) para cortisol (C) (relação T:C) (ADLERCREUTZ et al., 1986), a resposta da imunoglobulina A salivar (IgA) (MOREIRA et al., 2008; 2010; 2012a; 2012b; 2012c; 2012d) e/ou a atividade da creatina quinase (CK) (YANG, 2007). Entretanto, no cotidiano esportivo, é muito complexo monitorar estes

parâmetros associados à CIT, já que os custos são elevados e há a necessidade de recursos humanos especializados e equipamentos específicos para sua análise.

Diversos métodos de monitoramento do treinamento esportivo, mais práticos e acessíveis, utilizando parâmetros subjetivos (escalas e questionários), têm sido propostos (BORRESEN; LAMBERT, 2008; BORRESEN; LAMBERT, 2009). Entretanto, em modalidades esportivas, nas quais diversas capacidades precisam ser desenvolvidas, simultaneamente, em nível máximo, a quantificação da CIT e o monitoramento do treinamento esportivo não são tarefas simples. Sem dúvida, um exemplo clássico deste tipo de atividade é o Tênis.

O sucesso competitivo no Tênis não é atingido pelo desenvolvimento de uma capacidade física isolada. Na verdade, as demandas desse esporte exigem uma complexa interação de diversas capacidades físicas (velocidade, agilidade, potência, resistência muscular e capacidade aeróbia) (KOVACS, 2006). Logo, o treinamento físico do tenista deve contemplar todas essas capacidades físicas, fato esse que dificulta o processo de quantificação das cargas de treinamento. Hornery et al. (2007) ainda ressaltam que os componentes cognitivos e psicológicos são essenciais para o Tênis. Segundo esse autor, os tenistas precisam apresentar capacidade antecipatória e decisória apuradas, além de vigor mental para suportar a fadiga e a pressão da competição. Vale mencionar que o Tênis apresenta padrão heterogêneo de ativação dos sistemas energéticos, com participação dos sistemas anaeróbios e aeróbios (KOVACS, 2007). Outro aspecto único desse esporte é a possibilidade de ser disputado em diferentes pisos e com diferentes bolas. Esse conjunto de características tornam a quantificação da CIT um desafio ímpar para os profissionais envolvidos no Tênis.

Diante dessa problemática, a percepção subjetiva de esforço (PSE) surge como uma alternativa simples para a determinação da intensidade global de uma determinada atividade. Esse indicador de intensidade integra diversos componentes fisiológicos e psicológicos, segundo seu idealizador, o suíço Gunnar Borg (1962). Posteriormente, Foster (1998) propôs o uso da PSE para quantificar a CIT. Essa proposta ficou conhecida como o método da PSE da sessão. Esse método utiliza a escala CR-10 (desenvolvida por Borg), na qual o atleta escolhe primeiro um descritor e depois um escore de 0 a 10, 30min após o término da sessão de treinamento. O

escore da PSE é usado como indicador da intensidade da sessão. Esse número é multiplicado pela duração total da sessão de treinamento (min) e o produto gerado representaria a CIT, em unidades arbitrárias (U.A.). Esse método já foi validado em esportes coletivos (Futebol) (IMPELLIZZERI et al., 2004; ALEXIOU; COUTTS, 2008) e individuais (Natação) (WALLACE; SLATTERY; COUTTS, 2009).

O método da PSE da sessão também tem sido utilizado para verificar a distribuição da intensidade do treinamento de atletas de *endurance* (SEILER; TØNNESEN, 2009) e Futebol (ALGRØY et al., 2011). Partindo do pressuposto de que a potencialização do desempenho esportivo é dependente da aplicação de estímulos variados e progressivos, é imprescindível entender o padrão de distribuição da intensidade do treinamento (ESTEVE-LANO et al., 2007). Curiosamente, os resultados destes estudos sugerem que atletas de elite de *endurance* apresentam distribuição de intensidade do treinamento polarizada, sendo a maior parte das sessões de treinamento realizadas abaixo do limiar de lactato (aproximadamente 75% do tempo de treinamento) e poucas sessões de treinamento acima deste ponto inicial (15-20%) (SEILER; TØNNESEN, 2009). Por outro lado, Algrøy et al. (2011) reportaram que a distribuição da intensidade do treinamento de jogadores de Futebol apresenta padrão diferente quando comparado às investigações de treinamento de *endurance*, com praticamente o mesmo número de sessões de treinamento realizadas nas diferentes zonas de treinamento.

Apesar do recente interesse sobre a questão da distribuição da intensidade durante o treinamento de atletas das mais variadas modalidades pela determinação da intensidade através do limiar de lactato e ventilatório (LUCIA et al., 1999; LUCIA et al., 2003; ESTEVE-LANO et al., 2005; SEILER; KJERLAND, 2006; ZAPICO et al., 2007), apenas as modalidades de *endurance* (SEILER; TØNNESEN, 2009) e Futebol (ALGRØY et al., 2011) utilizaram o método da PSE da sessão para determinar o padrão de distribuição da intensidade do treinamento. Além disso, até o presente momento, nenhum estudo prévio verificou o padrão de distribuição da intensidade em sessões de treinamento para o Tênis. No entanto, inicialmente, é necessário avaliar a validade do método da PSE da sessão no Tênis. A partir dessa validação, será possível investigar o padrão de distribuição da intensidade no treinamento de tenistas. Além disso, uma etapa adicional será a aplicação do método para a quantificação da CIT durante o treinamento de tenistas.

2. JUSTIFICATIVA

Treinadores e preparadores físicos buscam o constante aprimoramento do desempenho de seus atletas, promovendo modificações na CET. Entretanto, segundo o modelo proposto por Impellizzeri, Rampinini e Marcora (2005) a magnitude da CIT seria o principal fator responsável pela indução das respostas (adaptações) ao treinamento esportivo. Partindo desse pressuposto, é fundamental investigar métodos para acompanhar a dinâmica das CIT durante o treinamento de atletas. O método da PSE da sessão, proposto por Foster em meados da década de 90, emerge como uma ferramenta viável para quantificar a CIT, inclusive nos esportes de característica intermitente, como o Tênis. No entanto, até o presente momento, a validade do referido método não foi devidamente investigada nesse esporte. Esse é o objetivo do primeira etapa (Experimento 1) do presente estudo. Além disso, o referido método possibilita a investigação sobre o padrão de intensidade utilizado nas sessões de treinamento. Até o presente momento, essa descrição do padrão de distribuição da intensidade de treinamento de tenista ainda não foi apresentada. O segundo experimento visa descrever esse padrão de distribuição no Tênis (Experimento 2). Por fim, é fundamental investigar aplicação do método da PSE da sessão, em associação com outros parâmetros psicofisiológicos durante o treinamento de tenistas. Essa última etapa (Experimento 3) tem como objetivo fornecer evidências sobre a validade ecológica do método de monitoramento baseado na PSE da sessão para tenistas durante a pré-temporada. A partir desse estudo é possível: 1) verificar se há concordância entre as cargas de treinamento planejadas (CET) e as cargas de treinamento experimentadas pelos atletas (CIT); 2) realizar ajustes nas CET futuras e 3) garantir o balanço entre as cargas de treinamento e a recuperação adequada.

Diante dessa lacuna de conhecimento, os experimentos do presente estudo foram delineados para fortalecer o corpo de conhecimento sobre as estratégias de monitoramento do treinamento, especialmente para o Tênis.

3. OBJETIVO GERAL

Os objetivos do presente estudo são:

1) Validar o método da PSE da sessão para modalidade esportiva tênis (Experimento 1);

2) Descrever a distribuição da intensidade do treinamento de tenistas durante o período de pré-temporada, com base no método da PSE da sessão (Experimento 2);

Verificar o efeito da manipulação das CET sobre a dinâmica da CIT e as respostas dos parâmetros associados à mesma, bem como o efeito dessa manipulação sobre o desempenho físico de tenistas (Experimento 3).

4. REVISÃO DA LITERATURA

4.1 Carga Interna de Treinamento

O modelo teórico, proposto por Impellizzeri, Rampinini e Marcora (2005), para explicar o processo de treinamento esportivo apresenta um novo paradigma sobre o conceito de carga de treinamento. Para estes pesquisadores o estímulo externo, ou seja, o trabalho externo realizado pelo atleta na sessão de treinamento seria definido como a carga externa de treinamento (CET). A CET é influenciada por componentes qualitativos (intensidade e densidade) e quantitativos (volume, duração e frequência), bem como pela periodização do treinamento, que basicamente intercala estímulos fortes, moderados e fracos, de maneira progressiva. A aplicação desse estímulo externo associado às características individuais (por exemplo, o nível de treinamento e o potencial genético), por sua vez, promoveria diversas alterações internas. A magnitude das alterações internas representaria o nível de estresse imposto ao organismo. Essas respostas internas decorrentes da interação entre a

CET e as características individuais são definidas como carga interna de treinamento (CIT). O modelo proposto por Impellizzeri, Rampinini e Marcora (2005) ainda preconiza que a magnitude da CIT estabelece relação direta com a promoção das adaptações desejadas e o incremento do desempenho físico (Figura 1).

Essa interpretação contemporânea do processo de treinamento ressaltou a importância da quantificação da magnitude da CIT. Os métodos de quantificação da CIT se baseiam na premissa de que a CT é representada pelo produto do volume de treinamento pela intensidade empregada. No caso do volume, a duração é frequentemente utilizada como parâmetro para o cálculo da CIT. Já a intensidade seria determinada pela resposta de algum parâmetro interno, como o comportamento da FC (BANISTER et al., 1991; EDWARDS et al., 1993; LUCIA et al., 2003). Além do comportamento da FC, a PSE também é utilizada como parâmetro de intensidade do treinamento (FOSTER, 1998). Estes métodos viabilizam a quantificação da CIT, fornecendo informações de como os atletas respondem à manipulação das CETs. Essas informações podem ser utilizadas para retroalimentação da periodização planejada pelos treinadores/preparadores físicos.

Processo do treinamento

FIGURA 1 - Representação do Processo de Treinamento (adaptado de Impellizzeri; Rampinnini; Marcora, 2005).

4.2. Quantificação da carga interna de treinamento

4.2.1 Métodos de quantificação da CIT baseados no comportamento da frequência cardíaca

Os monitores de FC são equipamentos populares entre indivíduos fisicamente ativos e atletas. Esses aparelhos são utilizados para monitorar a intensidade do treinamento físico/esportivo. Entretanto, a simples conferência da intensidade do exercício não reflete a magnitude da CIT (ACHTEN; JEUKENDRUP, 2003).

Banister et al. (1991) elaboraram um método para quantificar a CIT, sugerindo que a resposta da FC durante o exercício e a duração da sessão de treinamento, juntas, determinam o impulso do treinamento (TRIMP). Este método é baseado na duração e oscilação da FC entre o repouso e o nível máximo durante o exercício. O TRIMP é calculado a partir da duração, $FC_{\text{máx}}$, FC de repouso (FC_{rep}) e FC média durante a sessão do exercício (FC_{ex}) e o fator de ponderação que enfatiza a intensidade do exercício (Y).

A fórmula é representada dessa forma: $\text{TRIMP} = \text{Duração do exercício (min)} \times \text{relação } \Delta FC \times Y$. A relação ΔFC é determinada pela equação da Figura 2. O fator Y é aplicado na equação para evitar a desproporcionalidade nos exercícios de baixa intensidade e longa duração quando comparado ao exercício intenso de curta duração (BANISTER et al., 1991). Esse fator (Y) é baseado no perfil da [La] relativo à intensidade do exercício de homens e mulheres treinados, sendo que $Y = 0,64e^{1,92x}$ e $Y = 0,86e^{1,67x}$ são aplicados para homens e mulheres, respectivamente.

$$\Delta FC = \frac{FC_{\text{ex}} - FC_{\text{Rep}}}{FC_{\text{máx}} - FC_{\text{Rep}}}$$

FIGURA 2: Equação de ΔFC do método de Banister et al. (1991)

O método proposto por Banister et al. (1991) permite quantificar a CIT referente a uma sessão de treinamento. Entretanto, a utilização deste método requer a utilização de monitores de FC e não permite determinar a CIT em exercício de força ou atividade intermitente. Isto porque a FC aumenta desproporcionalmente durante estes exercícios, e o método de Banister et al. (1991) não considera estas variações da FC para atividades intermitentes.

A partir da iniciativa de Banister et al. (1991), outros métodos de quantificação da CIT foram propostos. Edwards et al. (1993) elaborou um método baseado no TRIMP para determinar CIT, por meio do produto do tempo despendido (min) em cada uma das zonas de FC (Zona 1: 50 a 60% da $FC_{máx}$; Coeficiente = 1; Zona 2: >60 a 70% da $FC_{máx}$; Coeficiente = 2; Zona 3: >70 a 80% da $FC_{máx}$; Coeficiente = 3; Zona 4: >80 a 90 % da $FC_{máx}$; Coeficiente = 4 e Zona 5: >90 a 100% da $FC_{máx}$; Coeficiente = 5) pelo coeficiente de cada uma das 5 zonas de FC pré-definidas de maneira arbitrária. Por exemplo, 10 min na Zona 1 = 10 U.A. + 12 min na Zona 2 = 24 U.A. + 7 min na Zona 3 = 21 U.A. + 15 min na Zona 4 = 60 U.A. + 13 min na Zona 5 = 65 U.A., somando 10 + 24 + 21 + 60 + 65 = 180 U.A.

Outro modelo baseado no TRIMP foi proposto por Lucia et al. (2003). A CIT é calculada pela multiplicação do tempo despendido em 3 diferentes zonas de FC (Zona 1: Abaixo do limiar ventilatório; Zona 2: Entre o Limiar ventilatório e o ponto de compensação respiratória e Zona 3: acima do ponto de compensação respiratória) por um coeficiente (k) relativo a cada zona para o posterior somatório dos resultados (LUCIA et al., 2003).

O coeficiente (k) de cada fase é determinado da seguinte forma: 5 min na zona 1 é atribuído o valor 1 (TRIMP 5 x 1); 5 min na zona 2 é atribuído o valor 2 (TRIMP 5 x 2) e 5 min na zona 3 é atribuído o valor 3 (TRIMP 5 x 3). A contagem total do TRIMP é obtida pelo somatório do resultado das 3 fases. Por exemplo, Zona 1 = 5 U.A. + Zona 2 = 10 U.A. + Zona 3 = 15 U.A., totalizando 30 U.A.

Além do custo dos monitores, outra limitação importante destes métodos é a proibição do uso de monitores e fitas em jogos oficiais. Essa limitação pode comprometer o monitoramento de períodos competitivos, uma vez que, a CIT associada aos jogos oficiais e aos jogos simulados apresentam magnitudes diferentes (MOREIRA et al., 2012b; 2012c; 2012d).

4.2.2 Método de quantificação da CIT baseado na percepção subjetiva de esforço

O suíço Gunnar Borg (1962) foi um dos primeiros pesquisadores a utilizar um instrumento subjetivo para avaliar a intensidade do exercício. Borg desenvolveu diversas escalas para a avaliação do esforço percebido. Esses instrumentos apresentam um termo descritor e uma numeração associado ao descritor que, em conjunto, representariam o nível do esforço realizado. Inicialmente, Borg e Dahlström (1962) demonstraram que as pessoas são capazes de perceber a demanda física (frequência do pulso e respiratória) de diferentes intensidades de exercício em ciclo ergômetro (600 a 900 rot.min⁻¹) ($r = 0,80$ a $0,90$) utilizando a PSE.

Gunnar Borg e diversos colaboradores desenvolveram outras escalas e as nomearam de acordo com a quantidade de descritores numéricos, por exemplo: CR-10, CR-12, CR-15, CR-20, CR-60 e CR-100 (BORG, 1982; NOBLE et al., 1983; BORG et al., 1987; BORG, 1990; BORG; KAIJSER, 2006). A validação destas escalas historicamente consistiu de comparar o padrão da resposta da PSE durante o teste incremental com o padrão de resposta de algumas variáveis fisiológicas centrais (ventilação pulmonar) e periféricas (concentração de lactato) em resposta à CET.

Borg e Kaijser (2006) reforçaram a validade da escala CR-15, utilizando o teste incremental em ciclo ergômetro. Esses pesquisadores reportaram que o escore da PSE apresentou relação com a potência gerada no teste. A PSE aumentou linearmente com o incremento da intensidade do exercício, sugerindo que a PSE é sensível às alterações da CET. Nesse mesmo estudo, ainda foi observado que a PSE aumenta de maneira proporcional à FC. A partir do modelo de regressão para estimativa da PSE, apenas a FC foi considerada como variável preditora, sugerindo que, mesmo que a CET seja associada à PSE, são os estímulos internos que determinam a sua construção.

Muitos fatores podem influenciar a interpretação da PSE do atleta, incluindo fatores externos, como a duração, as condições ambientais, especialmente temperaturas extremas, assim como fatores internos, que dependem da condição física, experiência prévia, confiança, personalidade, motivação, apoio financeiro,

situação atual e perspectivas futuras. Estas possibilidades levaram diversos pesquisadores a elaborar modelos que tentam explicar a construção da PSE em um determinado tipo de exercício físico (NOBLE et al., 1983; ST CLAIR GIBSON et al., 2003; MARCORA, 2008; TUCKER, 2009).

Inicialmente, o primeiro modelo preconizou que a pontuação da PSE representaria a integração de diversos estímulos fisiológicos, mas foram experimentalmente observados apenas a FC, o [La] muscular e sanguíneo e o $VO_{2\text{máx}}$ (NOBLE et al., 1983). Posteriormente, Timothy Noakes, na década de 1980 e 1990 (NOAKES, 1988; 1997; 1998), sugeriu que a geração da PSE seria fruto do mecanismo de retroalimentação (*feedback*), ou seja, múltiplos sinais aferentes, principalmente dos músculos (cardíaco, esquelético e respiratório), que informariam o sistema nervoso central (SNC) sobre as condições metabólicas. Essas informações aferentes seriam interpretadas pelo SNC, influenciando a construção da PSE (NOAKES, 1988; 1997; 1998).

Um grande número de artigos sobre este modelo integrativo de *feedback* foi publicado no *British Journal of Sports Medicine* nos anos de 2004 e 2005 (NOAKES; ST CLAIR GIBSON, 2004; ST CLAIR GIBSON, NOAKES, 2004; LAMBERT; NOAKES; ST CLAIR GIBSON, 2005). Esse modelo integrativo preconiza que a regulação da PSE dependeria de vias aferentes, provenientes de vários órgãos e sistemas. Este paradigma prevê a interpretação consciente, na qual o próprio indivíduo regula a intensidade de esforço ou o tempo que suporta uma intensidade pré-fixada.

Essa interpretação consciente seria influenciada pelos múltiplos sinais aferentes a diferentes regiões do SNC, informando o córtex motor, que por sua vez, reduziria ou não os impulsos ao motoneurônio. Por exemplo, Noakes (2003) observou que a PSE aumenta proporcionalmente ao tempo de exercício, mas com maior taxa para a situação de depleção prévia de glicogênio muscular em comparação à situação de reserva de glicogênio normal.

Marcora (2008) acendeu uma discussão na literatura sobre fatores limitantes deste modelo, que são a localização deste “governador central” e a ação consciente do indivíduo no estabelecimento da fadiga, ou valor da PSE, decorrente da interpretação subconsciente de sinais aferentes. Esse modelo é baseado no mecanismo *feedforward*. Para Marcora, o aumento na PSE é independente da retroalimentação proveniente de informações aferentes. A resposta da PSE para

este pesquisador seria resultado da intensificação dos impulsos motores para os músculos esqueléticos e respiratórios. Essa intensificação tem como intuito compensar a reduzida capacidade de resposta do córtex, oriunda de fatores psicobiológicos motivacionais (MARCORA, 2008).

Nesse sentido, Marcora e Staiano (2010) apontam evidências de que a fadiga mental limita a realização do exercício, promovendo o aumento da PSE em maior magnitude que os mecanismos aferentes provenientes dos sistemas cardiorrespiratório e neuromuscular. Marcora e Staiano (2010) testaram 16 indivíduos em exercício de cicloergômetro até a exaustão (80% do VO_{2pico}) sob duas condições distintas: 1ª, 90min após a realização de exercícios cognitivos (fadiga mental) e 2ª, 90min após assistir documentários de emoção neutra (Controle). Após o experimento, o resultado do questionário aplicado indicou a ocorrência do estado de fadiga mental, que reduziu de forma significativa o tempo para a exaustão (grupo experimental: $640 \pm 316s$ vs. grupo controle: $754 \pm 339s$). Esse efeito negativo no tempo para a exaustão não foi mediado por respostas cardiorrespiratórias e musculares (metabolismo energético), que permaneceram semelhantes em ambos os grupos. Além disso, os indivíduos com fadiga mental apresentaram PSE mais elevada.

Posteriormente, dados reportado por De Morree, Klein e Marcora et al. (2012) reforçaram os achados prévios de Marcora e colaboradores. No estudo de Morree, Klein e Marcora et al. (2012), 16 homens realizaram o exercício de flexão unilateral do cotovelo, utilizando duas intensidades distintas (20 e 35% de 1RM). A PSE, a eletromiografia (EMG) do bíceps braquial e a amplitude do movimento relacionado ao potencial cortical (MRPC) que avalia a atividade das áreas pré-motoras do cérebro foram avaliadas. Foi observada correlação ($r = 0,64$) entre a PSE e a amplitude do MRPC no exercício realizado com maior intensidade (35% de 1RM).

Vale ressaltar que, apesar desta discussão na literatura sobre os mecanismos de geração da PSE (*Feedback* ou *Feedforward*) não apresentarem consenso na literatura, a PSE é considerada uma ferramenta válida para determinar a intensidade do exercício.

A ampla utilização da PSE como indicador da intensidade do exercício motivou Carl Foster a desenvolver um sistema para a quantificação da CIT, o método da PSE da sessão. O método de quantificação da CIT desenvolvido por

Foster utiliza o escore da PSE (CR-10) como indicador de intensidade. Esse método utiliza uma pergunta simples – Como foi a sua sessão de treinamento? A resposta a esse questionamento deve ser fornecida pelo atleta, a partir da escala da PSE (CR-10), 30 min após o término da mesma. Esse intervalo de tempo é utilizado para garantir que os elementos realizados ao final da sessão não contaminem a percepção global da sessão. Após a classificação do atleta, o escore da PSE (de 0 a 10) é multiplicado pela duração total da sessão de treinamento (min), gerando a CIT em unidades arbitrárias (U.A). Por exemplo, uma sessão de treinamento classificada como 5 na CR-10 e com duração de 50 min, representaria uma CIT equivalente a 250 U.A.

Foster et al. (1995) demonstraram que esta ferramenta simples apresenta relação com o comportamento da FC e a [La] sanguíneo em corredores. Em outro estudo, Foster et al. (2001a) validaram o método da PSE da sessão em um estudo composto por duas partes. A 1ª parte do estudo comparou os métodos da PSE da sessão com o TRIMP Edwards et al. (1993), durante 8 sessões de treinamento intervalado, em 12 ciclistas bem treinados. Na 2ª parte do estudo, 14 jogadores de Basquetebol universitário foram monitorados com os dois métodos em situações de treinamento. Os resultados da análise de regressão linear demonstram que as linhas dos dois métodos estão sobrepostas, apesar do método da PSE da sessão apresentar valores mais elevados.

Estudos posteriores adotaram os métodos propostos por Banister et al. (1991), Edwards et al. (1993) e Lucia et al. (2003) para validar o método da PSE da sessão em outras modalidades esportivas (IMPELLIZZERI et al., 2004; ALEXIOU; COUTTS, 2008, BORRESEN; LAMBERT, 2008; WALLACE; SLATTERY; COUTTS, 2009; MILANEZ et al., 2012). Impellizzeri et al. (2004) validaram o método da PSE da sessão em 479 sessões de treinamento no Futebol, observando correlação de $r=0,55$ a $0,77$ com o método de Banister et al. (1991), $r=0,54$ a $0,78$ com o método de Edwards e $r=0,61$ a $0,85$ para o método de Lucia et al. (2003). Milanez et al. (2012) também verificaram correlações ($r = 0,64$ a $0,91$) entre os métodos da PSE da sessão e Lucia et al. (2003) durante 78 sessões de treinamento antes da principal competição da temporada em 8 atletas da categoria sub-18 de Futebol de salão. Borresen e Lambert (2008) relataram correlações ainda mais altas em indivíduos executando exercícios com predominância de corrida *ad libitum* por duas semanas.

O nível de correlação entre a PSE da sessão e o TRIMP Banister et al. (1991) variou entre 0,84 a 0,93. Já a correlação entre a PSE da sessão e o TRIMP de Edwards et al. (1993) variou entre 0,86 a 0,94. Wallace, Slattery e Coutts, (2009) também sugeriram que a PSE da sessão é uma ferramenta útil para determinação da CIT na Natação. Isto porque os cardiofrequencímetros podem apresentar falhas de funcionamento quando imersos na água. No estudo de Wallace, Slattery e Coutts, (2009), o método da PSE da sessão apresentou correlação de 0,74, 0,75 e 0,77 com os TRIMP de Banister et al. (1991), Edwards et al. (1993) e Lucia et al. (2003), respectivamente. Outra publicação também demonstrou uma boa correlação entre os métodos de TRIMP Banister et al. (1991), Edwards et al. (1993) e a PSE da sessão em 623 sessões de treinamento com jogadoras de Futebol profissional (ALEXIOU; COUTTS, 2008). Foi observada correlação entre os métodos nas sessões de treinamentos técnico-táticos ($r = 0,68$) e condicionamento aeróbico ($r = 0,74$) (ALEXIOU; COUTTS, 2008). Estes dados dos estudos acima citados indicam que a PSE da sessão é uma medida válida de intensidade para diferentes situações de exercício físico.

Posteriormente, Coutts et al. (2009) conduziram um estudo para determinar se a PSE é uma medida precisa em comparação a outros marcadores fisiológicos (FC e [La]). A média individual da %FC (pico), [La] e PSE (CR-10 Borg) foram determinadas em 20 jogadores de Futebol, em 67 situações de treinamento de jogo reduzido. Os resultados deste estudo demonstraram que a medida de FC e [La] juntas durante jogos reduzidos de Futebol são melhores relacionadas com a PSE do que o percentual da FC e a [La] isoladas. Sugerindo que a PSE é um método válido de estimar a intensidade global do treinamento no Futebol, independentemente da resposta da FC ou [La].

Apesar dos resultados previamente demonstrados, Akubat et al. (2012) questionaram o método de validação da PSE da sessão pelos métodos baseados na resposta da FC, particularmente na modalidade de Futebol (IMPELLIZZERI et al., 2004; ALEXIOU; COUTTS, 2008). É importante mencionar que o método de Banister et al. (1991) é indicado para atividades aeróbias contínuas e o método de Edwards et al. (1993) é baseado em zonas de FC determinadas de forma arbitrária (ABT; LOVELL, 2009).

Akubat et al. (2012) utilizaram 2 outros métodos de TRIMP. O TRIMP “*team*” proposto por Stagno, Thatcher e Van Someren (2007) para atletas de Hockey com 5 zonas de FC elaboradas a partir da equação da curva de regressão da CIT e a resposta da [La], e iTRIMP (TRIMP individualizado baseado na resposta individual da [La] e FC de um teste de corrida incremental). Este estudo minimiza a limitação dos estudos anteriores que validaram o método da PSE da sessão pelos métodos de Banister et al. (1991) (exercícios contínuos) e Edwards et al. (1993) (Zonas arbitrárias). Akubat et al. (2012) relataram que a PSE da sessão esteve correlacionada apenas com o TRIMP de Banister et al. (1991) ($r = 0,65$) e TRIMP_{Team} ($r=0,92$). Além disso, estes autores sugerem que os métodos de monitoramento da CIT também devem ser sensíveis às modificações do desempenho (AKUBAT et al., 2012).

Brink et al. (2010a) investigaram a relação entre a CET, a CIT e a capacidade de recuperação com o desempenho de *endurance* de 18 jogadores juvenis, durante 6 semanas de treinamento de Futebol. Estes autores demonstraram que a magnitude da CIT (PSE da sessão) e o escore do questionário *Total Quality Recovery*, (determinados uma e duas semanas antes do teste submáximo intervalado *Shuttle run*) não estavam associados com o desempenho de *endurance*. Além disso, a CET representada pelo volume ($394,4 \pm 134,9$ min por semana de treinamento e jogos oficiais) foi a variável que esteve mais relacionada ao desempenho físico, após uma análise de regressão linear mista.

Testando está mesma hipótese, Akubat et al. (2012) relataram que somente iTRIMP esteve correlacionado ($r=0,67$) com a melhora do condicionamento físico. Esses dados sugerem que os métodos de monitoramento que levam à natureza intermitente das sessões de treinamento e jogos oficiais de Futebol são mais fidedignos. Os resultados reportados por Akubat et al. (2012), utilizando o iTRIMP como método de quantificação da CIT, confirmam o modelo proposto por Impellizzeri, Rampinini e Marcora (2005) que preconiza que a magnitude da CIT é determinante para o surgimento das adaptações desejadas e a melhora do desempenho.

Apesar desta limitação dos métodos de validação da PSE pelos métodos baseados na FC, Suzuki et al. (2006) investigaram o efeito do programa de

treinamento para um atleta de elite (marca dos 400 m de ~45”), aplicando o modelo matemático baseado na PSE da sessão. Foi reportado coeficiente de relação ($r^2 = 0,83$) entre o desempenho atual, curva de desempenho e o tempo das 9 competições das provas de 400 m. Esses dados reforçam que a PSE da sessão é uma ferramenta que pode ser aplicada para avaliar de forma precisa os efeitos do treinamento no desempenho atlético, mesmo em atividade predominantemente anaeróbica.

Estes dados, tomados em conjunto, demonstram que a PSE da sessão pode ser uma ferramenta prática e atrativa para determinar a CIT, entretanto, sua validação por métodos baseados na FC apresenta limitações.

A partir da validação do método da PSE da sessão, diversos estudos foram conduzidos para monitorar períodos de treinamento em atletas de diferentes modalidades como *Rugby* (COUTTS et al., 2007a; COUTTS et al., 2007b) Triatlo (COUTTS, WALLACE, SLATTERY, 2007) e Canoagem (MOREIRA et al., 2009b). Coutts et al. (2007a) reportaram valores entre 1387 ± 105 U.A., 1811 ± 159 U.A., 2285 ± 121 U.A. e 2403 ± 167 U.A., 2712 ± 219 U.A. e 3296 ± 298 U.A., durante o período de intensificação da CET (6 semanas de treinamento) em 7 atletas semiprofissionais de *Rugby*. Estes valores de CIT foram reduzidos (1420 ± 25 U.A.) após o período de polimento (7 dias).

Posteriormente, Coutts et al. (2007b) dividiram 18 atletas semiprofissionais de *Rugby* em 2 grupos: atletas submetidos à intensificação do treinamento e atletas submetidos ao programa normal. Ao final das 6 semanas de treinamento, o grupo que foi submetido à intensificação reportou valores semanais de CIT (1.391 ± 160 U.A., 1764 ± 160 U.A., 2.270 ± 103 U.A., 2.410 ± 223 U.A., 2.654 ± 214 U.A. e 3.107 ± 289 U.A.) superiores ao grupo de treinamento normal (1.238 ± 131 U.A., 1413 ± 160 U.A., 1831 ± 121 U.A., 1992 ± 156 U.A., 2415 ± 169 U.A. e 2556 ± 143 U.A.) Durante o período de polimento (redução de 50% do volume), houve redução da CIT em ambos os grupos (1419 ± 26 U.A. e 1406 ± 47 U.A., respectivamente).

Corroborando estes dados, Coutts, Wallace e Slaterry (2007) reportaram valores entre 3270 ± 963 U.A., 3731 ± 862 U.A., 4269 ± 771 U.A. e 5626 ± 1395 U.A. nas 4 semanas de intensificação do treinamento em triatletas e valores de 2498 ± 598 U.A. e 1545 ± 646 U.A. nas duas semanas de recuperação subsequentes.

Moreira et al. (2009b) também demonstraram que as atletas de canoagem do sexo feminino apresentaram valores médios de 600 U.A. nas semanas de intensificação da CET e valores médios de 200 U.A. nas semanas regenerativas. Estes dados demonstram que o método da PSE da sessão permite acompanhar as variações CET planejadas.

Além da quantificação da CIT, Foster (1998) e Foster et al. (2001a) apresentam a possibilidade de cálculo do índice de monotonia e do esforço do treinamento (ET) (*training strain*), a partir do método da PSE da sessão. A variação dos estímulos pode ser representada pelo cálculo do índice de monotonia, que é obtido pela média das CIT das sessões de um determinado período dividido pelo seu desvio padrão. Portanto, o aumento da monotonia representa baixa variação no padrão das CITs. Já o ET seria calculado pela multiplicação da monotonia pelo somatório das CIT acumuladas no período.

4.2.3. Distribuição da intensidade do treinamento

A quantificação e o monitoramento da CIT são, sem dúvida, etapas determinantes para o sucesso do treinamento esportivo. Esse acompanhamento preciso e fidedigno permite o entendimento dos efeitos da periodização das CET ao longo da temporada sobre o comportamento da CIT e, em última instância, sobre as adaptações desejadas. Considerando a necessidade de levantar informações sobre a organização do treinamento esportivo, diversos estudos iniciaram a investigação sobre a distribuição da intensidade do treinamento em atletas de atividade de *endurance* a partir de métodos da quantificação da CIT (ESTEVE-LANAO et al., 2005; SEILE e KJERLAND, 2006; ZAPICO et al., 2007). Duas das estratégias de quantificação da CIT, já mencionadas anteriormente, são frequentemente utilizadas para avaliar o padrão de distribuição da intensidade das sessões de treinamento: os métodos baseados na FC e o método da PSE da sessão.

Alguns estudos utilizam uma escala de intensidade baseada em zonas de FC relativos ao valor máximo, zonas de FC associadas à [La], ou ainda baseada em zona de FC em relação ao limiar ventilatório (SEILER; TØNNESSEN, 2009). Estes

estudos examinaram a distribuição da intensidade no decorrer do treinamento (ESTEVE-LANAO et al., 2005; SEILE e KJERLAND, 2006; ZAPICO et al., 2007) ou em eventos de *endurance* (LUCIA et al., 1999; LUCIA et al., 2003), utilizando 3 zonas de intensidade (Zona 1 – abaixo do limiar de lactato; Zona 2 – entre o limiar de lactato e ponto de compensação ventilatória; Zona 3 acima do limiar ventilatório).

Essas zonas de intensidade foram nomeadas de acordo com a característica da [La] plasmática; a Zona 1 (Zona de baixo lactato, $[La] < 2\text{mmol.L}^{-1}$); a Zona 2, uma zona de acomodação, na qual a [La] é elevada, mas ocorre equilíbrio entre produção e remoção de lactato ($[La]$ entre 2 e 4 mmol.L^{-1}) e a Zona 3, a zona de acúmulo de lactato ($[La] \geq 4\text{mmol.L}^{-1}$), na qual a produção de lactato excede a capacidade de remoção, ocorrendo a compensação ventilatória e a fadiga muscular eminente (SEILER, 2010).

Em um estudo de revisão bibliográfica, Seiler (2010) apresenta 2 modelos de distribuição de intensidade que emergiram na literatura a partir destas 3 zonas de intensidade: o modelo tradicional e o modelo polarizado. O modelo tradicional surgiu com base em estudos que demonstraram melhora da capacidade de *endurance* em indivíduos destreinados (KINDERMANN; SIMON; KEUL, 1979; LONDEREE, 1997; GASKILL et al., 1999). Neste modelo de treinamento, a ênfase na organização da distribuição da intensidade está próxima à zona de acomodação da [La], entre os limiares ventilatórios. Por outro lado, o modelo de treinamento polarizado é fruto dos relatos sobre o processo de treinamento de atletas bem sucedidos, como canoístas (STEINACKER et al., 1998), ciclistas (SCHUMACHER; MUELLER, 2002) e maratonistas de elite (BILLAT et al., 2001; ESTEVE-LANAO et al., 2005). Estes estudos sugerem que atletas de elite treinam durante aproximadamente 80% do tempo das sessões abaixo da zona de acomodação da [La], ou abaixo do primeiro limiar. O restante do volume (20%) das sessões de treinamento é distribuído na Zona 2 e Zona 3. Em essência, observando esses resultados, fica notório que o padrão de distribuição da intensidade do treinamento é polarizado (SEILER; TØNNESSEN, 2009).

A outra forma de verificar a distribuição da intensidade do treinamento, foi proposta por Seiler e Kjerland (2006). Essa estratégia utiliza 3 zonas de intensidade do treinamento, baseadas na resposta da PSE, a partir do método da PSE da sessão desenvolvido por Carl Foster (FOSTER, 1998). A escala CR-10 foi dividida em 3 zonas de intensidade: Zona 1 = 0 a < 4; Zona 2 = > 4 a < 7; Zona 3 = ≥ 7 a 10.

Essas zonas de treinamento foram determinadas a partir das respostas da FC e da [La]. Essa é mais uma importante aplicação prática para o método da PSE da sessão.

Seiler e Kjerland (2006) quantificaram a distribuição diária da intensidade de 347 sessões de treinamento de *endurance* e 37 sessões de treinamento de força de 11 atletas juniores bem treinados esquiadores de *cross-country*, através do registro da FC, PSE e [La]. Todos os métodos de quantificação apresentaram resultados similares, com concordância de 92%, demonstrando que o método da PSE da sessão é uma ferramenta fidedigna para determinar a distribuição da intensidade do treinamento. Além disso, Seiler e Kjerland (2006) demonstraram que os atletas de esqui *cross-country* treinam de forma polarizada, sendo a maior parte das sessões de treinamento realizadas na Zona 1 ($76 \pm 4\%$; PSE: $3,3 \pm 0,6$) e a menor parte do treinamento na Zona 2 ($6 \pm 5\%$; PSE: 4,5 a 6,5). O restante das sessões de treinamento foi realizada ($18 \pm 7\%$) na zona 3 (PSE: $7,4 \pm 0,8$).

Não obstante, Algrøy et al. (2011) investigaram a distribuição da intensidade de treinamento de jogadores de Futebol e revelaram que a distribuição da intensidade do treinamento de jogadores de Futebol tem um padrão diferente (mais equilibrado) quando comparado às investigações conduzidas em atletas de *endurance* (distribuição polarizada). Foi observado praticamente o mesmo número de sessões de treinamento realizadas nas diferentes zonas de treinamento (Zona 1, Zona 2 e Zona 3). De qualquer forma, é bem esperado que atletas de diferentes modalidades apresentem distribuição da CIT distintas da observada para os atletas de *endurance*. No entanto, até o presente momento há uma escassez de evidências sobre o padrão adotado por tenistas.

Além disso, o planejamento da periodização da temporada competitiva no Tênis é realizado de maneira empírica. De acordo com o site da Sony Ericson WTA tour, a temporada do tenista deve ser dividida em ciclos competitivos com duração de 3 a 6 semanas, divididas em três fases: 1ª, competitiva (semanas de torneio); 2ª, descanso ativo (Recuperação pós-torneio); 3ª, pré-competitiva (preparação para o próximo torneio), que deve se repetir ao longo de todo o ano competitivo. Ao término do período competitivo, seriam necessárias duas semanas de descanso e uma pré-temporada com duração de 5 a 6 semanas.

Até o presente momento, nenhum estudo prévio descreveu o padrão de distribuição de intensidade adotado no Tênis nestas diferentes fases da pré-

temporada e temporada competitiva. Outro ponto fundamental para o processo de treinamento é verificar a conformidade entre a intensidade do treinamento e a intensidade dos jogos oficiais. Essas informações podem ser facilmente acessadas por meio do método da PSE da sessão. Sem dúvida, a descrição do padrão de intensidade das sessões de treinamento e das competições pode auxiliar no planejamento da CET adequada para tenistas.

O monitoramento completo do processo do treinamento deve englobar não somente a quantificação da CIT e a distribuição da intensidade, mas também a análise de respostas associadas ao nível de estresse aplicado e a avaliação do desempenho. Essa abordagem integrada fornecerá um panorama mais abrangente sobre o padrão de resposta da CIT.

4.3. Monitoramento de respostas psicofisiológicas associadas à CIT

O monitoramento completo do processo do treinamento abrange o acompanhamento de diversos parâmetros associados ao nível de estresse aplicado. Dentre as respostas associadas à CIT, vale ressaltar o escore de questionários e diários, a concentração de hormônios, a alteração de parâmetros imunológicos e o desempenho em testes físicos. Todos esses indicadores podem auxiliar o entendimento da relação entre a aplicação da CET e o impacto no organismo do atleta (respostas associadas à CIT).

4.3.1. Questionários e diários

Informações sobre o nível de estresse associado ao processo de treinamento esportivo, o estado de saúde dos atletas e a capacidade de recuperação entre sessões de treinamento e competições podem ser acessadas pelo uso de ferramentas de baixo custo e fácil implementação, como os questionários e diários

de treinamento. Entretanto, esse tipo de abordagem apresenta limitações, principalmente pelo caráter subjetivo das respostas (BORRESEN; LAMBERT, 2008).

Além da subjetividade, esse tipo de ferramenta também é muito criticado pela imprecisão dos relatos. Por exemplo, no estudo de Borresen e Lambert (2008), 24% dos participantes superestimaram a duração do treinamento realizado. Além disso, a percepção da intensidade é fortemente influenciada pela experiência e tolerância do indivíduo, particularmente em questionários que classificam a intensidade em zonas como leve, moderada, intensa ou muito intensa. O momento de coleta dos dados também pode interferir nos resultados, pois o período prolongado de treinamento (meses ou ano), é limitado pela memória do indivíduo (BORRESEN; LAMBERT, 2009).

Apesar destas limitações da aplicação de questionários, alguns instrumentos tem sido implementados com sucesso durante o processo do treinamento esportivo, para auxiliar o técnico, o preparador físico e outros membros da comissão técnica no monitoramento da CET (HALSON et al, 2002; COUTTS; WALLACE; SLATTERY, 2007; ROBSON-ANSLEY; BLANNIN; GLEESON, 2007; COUTTS; REABURN, 2008; MAIN; GROVE, 2009; MOREIRA et al., 2009a; MOREIRA; CAVAZZONI, 2009; NICHOLS et al., 2009).

Por exemplo, o RESTQ-Sport (*Recovery-Stress Questionnaire for Athletes*) (KELLMANN; KALLUS, 2001) foi validado como uma ferramenta que permite quantificar o nível de estresse e a capacidade de recuperação dos atletas (DAVIS IV; ORZECK; KEELAN, 2007). Este questionário possui 19 escalas, que avaliam eventos potencialmente estressantes, fases de recuperação e suas consequências subjetivas como estresse geral, conflitos/pressão, fadiga, sucesso, bem estar geral, qualidade do sono, aceitação pessoal, recuperação física, aceitação pessoal dentre outros, que são respondidos utilizando a escala de Likert (0 = nunca a 6 = sempre) (COSTA; SAMULSKI, 2005). O atleta deve fornecer as respostas com base nos últimos 3 dias. O escore mais alto da escala de estresse reflete a sobrecarga do treinamento, ao passo que a alta no escore referente aos itens de recuperação é associada ao aumento do condicionamento físico e diminuição do estado de fadiga do atleta.

Kellmann e Gunther (2000) investigaram as modificações do estresse e recuperação durante a preparação de 8 atletas de canoagem para os jogos olímpicos de 1996, em Atlanta. O RESTQ-Sport foi aplicado 4 vezes durante a fase

de preparação e 2 dias antes dos jogos preliminares. As pontuações revelaram alterações nos sintomas de estresse (perda de energia, queixas físicas, lesões) e nos sintomas de recuperação (estar em forma e recuperação pessoal) no decorrer do processo de intensificação do treinamento de *endurance*.

González-Boto et al. (2008) também relataram que durante períodos iniciais do treinamento de nadadores ($60\text{-}70\% \text{VO}_{2\text{máx}}$, 3200m.dia^{-1} com sessões de 87min), os sintomas de recuperação apresentam valores elevados principalmente para “bem estar geral”, “recuperação social” e “estar em forma”. Já em situações de intensificação da CET ($70\text{-}80\% \text{VO}_{2\text{máx}}$, 5000m.dia^{-1} com sessões de 137min), houve incremento dos sintomas de estresse (lesões e estresse emocional) e diminuição dos sintomas de recuperação (sucesso, recuperação física e aceitação pessoal). Por fim, no período de polimento, apenas a pontuação dos sintomas de recuperação aumentou, particularmente, o subitem “sucesso”.

A sensibilidade do REST-Q para monitorar as alterações da CET também foi observada em remadores (JÜRIMÄE et al., 2004; PURGE; JÜRIMÄE; JÜRIMÄE, 2006), esportes intermitentes, como o *Rugby* (COUTTS e REABURN, 2008; HARTWIG; NAUGHTON; SEARL, 2009), Tênis (FILAIRE; ROUVEIX; DUCLOS, 2009) e Futebol (BRINK et al., 2010a; BRINK et al., 2010b).

Estes dados sugerem que as informações, relacionadas ao equilíbrio entre o estresse e a recuperação dos atletas, provenientes do RESTQ-sport podem auxiliar treinadores e atletas a acompanhar as alterações da CET. O REST-Q é utilizado pelos Comitês Olímpicos Alemão e Americano, como instrumento oficial de monitoramento do treinamento. Esse questionário foi validado e adaptado para a língua portuguesa (COSTA; SAMULSKI, 2005).

Outro questionário que auxilia no monitoramento da CIT foi desenvolvido por Rushall (1990). O *Daily Analysis of Life Demands in Athletes* (DALDA) investiga as fontes de estresse e os sintomas de estresse. Este questionário é dividido em duas partes: (1) Parte A, referente às fontes de estresse e (2) Parte B, referente aos sintomas de estresse. Essas fontes e sintomas de estresse devem ser classificados em 3 níveis: a) pior que o normal; b) normal e c) melhor que o normal. Os dados fornecidos pelo questionário podem auxiliar: 1) na interpretação do efeito da CET sobre o estresse; 2) na avaliação da magnitude da CET ideal para otimizar os resultados do treinamento; 3) na determinação dos fatores de estresse do cotidiano que influenciam o treinamento; 4) no diagnóstico dos sintomas iniciais de

overtraining; 5) na detecção de respostas relacionadas à fadiga promovidas pela descompensação horária (*jet lag*) por viagens mais longas e 6) na identificação do momento de pico do desempenho do atleta (RUSHALL, 1990).

Diversos estudos utilizaram o DALDA para monitoramento do treinamento em atletas. Estes estudos identificaram o aumento do número de respostas “pior que o normal” na parte B do DALDA, após períodos de intensificação do treinamento (HALSON et al., 2002; ROBSON-ANSLEY; BLANNIN; GLEESON, 2007; MOREIRA et al., 2009b; NICHOLLS et al., 2009; LAMBERTS et al., 2010; WITARD et al., 2011). Lamberts et al. (2010) aplicaram o DALDA diariamente em um atleta de nível mundial de ciclismo, no decorrer de 10 semanas de treinamento. Estes autores observaram que o aumento da CET durante a 2ª e a 6ª semana foi acompanhado pelo aumento dos sintomas de fadiga, queda de desempenho e o aumento do número de respostas “pior que normal” na parte B do DALDA.

Halsen et al. (2002) monitoraram 8 ciclistas treinados no período de 6 semanas, divididas em 3 fases distintas, com duração de duas semanas cada (1ª fase: moderada, 2ª fase: intensificação e 3ª fase: recuperação). Durante a fase de intensificação do treinamento, houve incremento das respostas “pior que o normal” da parte B do DALDA. O aumento das respostas “pior que o normal” da Parte B do DALDA foi acompanhado pelo aumento da PSE e supressão do desempenho físico. Estes dados demonstram o potencial do DALDA para auxiliar o monitoramento do processo de treinamento.

Corroborando estes dados, Nicholls et al. (2009) monitoraram atletas de *Rugby*, durante 28 dias de treinamento, competição e recuperação e observaram maior número de respostas “pior que o normal” da parte B do DALDA, tanto nos dias de treinamento como de descanso, quando comparados aos dias de competição, sugerindo que a CET nos períodos de treinamento e descanso estava exacerbada. Os resultados deste estudo demonstraram que os jogadores de *Rugby* experimentaram diversos fatores de estresse negativo do esporte e aspectos negativos do cotidiano, que puderam ser diagnosticados com auxílio do questionário DALDA (NICHOLLS et al., 2009).

Além da aplicação diária do DALDA, também é possível aplicá-lo semanalmente. Por exemplo, Robson-Ansley, Blannin e Gleeson (2007) utilizaram o DALDA ao término de cada semana de treinamento, nas duas semanas de

intensificação do treinamento. Foi observado aumento dos sintomas de estresse na parte B do DALDA e supressão do sistema imunológico, indicando que a CET estava exacerbada.

Moreira et al. (2009b) monitoraram atletas de elite do sexo feminino de canoagem durante 7 semanas e verificaram aumento dos sintomas de estresse do DALDA ao término do período de intensificação do treinamento. O aumento das respostas “pior que o normal” da parte B do DALDA, determinado semanalmente, antecedeu a ocorrência de ITRS nas atletas. Estes dados sugerem que a aplicação semanal do DALDA pode fornecer informações valiosas sobre como a manipulação da CET pode afetar o nível de estresse.

4.3.2. Cortisol

O C é um hormônio esteroide da família dos glicocorticoides, secretado pelo córtex da adrenal, por meio do estímulo do eixo Hipotálamo-Hipófise-Adrenal (HHA). O aumento da concentração de C ocorre pelo estímulo do hormônio adrenocorticotropina (ACTH), produzido pelo lóbulo anterior da hipófise. Já a produção do ACTH é modulada pelo hipotálamo, através da secreção do hormônio liberador de corticotrofina (CRH) (GREENSPAN; GARDNER, 2005).

Conhecido como um dos hormônios associados ao estresse, o C é secretado em resposta a diferentes situações, como: o exercício, as condições climáticas severas, o balanço energético negativo e a altitude (VIRU; VIRU, 2004). A função do C inclui: estimulação da gliconeogênese no fígado, estimulação do ciclo da alanina, diminuição da utilização de glicose pelas células, degradação proteica, estimulação da eritropoiese e diversos efeitos anti-inflamatórios (VIRU; VIRU, 2001; VIRU; VIRU, 2004).

Durante o exercício, o C é secretado com intuito de disponibilizar energia para o trabalho muscular. Uma das principais funções desse hormônio, no âmbito da bioenergética, é estimular a produção de glicose, por meio da gliconeogênese hepática que utiliza aminoácidos como precursores para geração de glicose. Além disso, o C estimula a lipólise, fornecendo a mobilização dos estoques de triacilgliceróis do tecido adiposo. Os ácidos graxos livres oriundos do tecido adiposo

são uma importante fonte de energia para o exercício de longa duração. O C também inibe a captação de glicose pelo músculo esquelético e tem uma influência inibitória no processo de síntese proteica durante o exercício (VIRU; VIRU, 2004).

Embora a diminuição da síntese proteica pareça uma situação deletéria, a degradação proteica pelo estímulo do C após o exercício é vital para o processo adaptativo do exercício (VIRU; VIRU, 2004). O C degrada elementos estruturais constituídos de proteínas, permitindo que novas proteínas sejam sintetizadas. Além disso, o C confere uma proteção ao organismo contra a reação exagerada do sistema imunológico ao dano muscular induzido pelo exercício, exercendo efeito anti-inflamatório e modulador do sistema imunológico (SAPOLSKY; ROMERO; MUNCK, 2000). Entretanto, é importante mencionar que a secreção de C de forma desregulada em diferentes situações de estresse representa uma ameaça ao organismo (SAPOLSKY; ROMERO; MUNCK, 2000).

Estes estudos utilizam geralmente a medida de C salivar pela facilidade de coleta. Já é sabido que a concentração salivar de C estabelece forte relação com a concentração plasmática. Essa relação entre as concentrações sanguínea e salivar de C foi relatada em jogadores de Futebol no repouso ($r=0,96$) (LIPPI et al., 2009), durante o exercício submáximo ($r=0,82$) (PORT, 1991) e após a realização de protocolos de 30min em ciclo ergômetro a 75% do $VO_{2máx}$ ($r=0,93$) (O'CONNOR; CORRIGAN, 1987). Vale ressaltar que o C salivar representa a fração de C livre, ou seja, a fração biologicamente ativa deste hormônio.

Diversos estudos demonstraram que as modificações do C em resposta ao exercício é mais elevada na saliva quando comparada ao plasma (STUPNICKI; OBMINSKI, 1992; OBMINSKI; STUPNICKI, 1997; GOZANSKY et al., 2005). O estudo de Gozansky et al. (2005) relatou que o C salivar apresentou aumento relativo maior em resposta ao exercício e à administração exógena do CRH quando comparada a concentração plasmática de C, indicando que o C salivar é mais sensível para avaliação do eixo HHA quando comparado ao C plasmático.

Diversas pesquisas investigaram a resposta do C de forma aguda em resposta ao exercício físico (DAVIES; FEW, 1973; KINDERMANN et al., 1982; INDER et al., 1998; HILL et al., 2008; GOMES et al., 2011; GARATACHEA et al., 2012; MOREIRA et al., 2012b; 2012c; 2012d). Os resultados destas investigações sugerem que a secreção de C é dependente de intensidade, volume, estresse

metabólico e psicológico, além da necessidade de manter a homeostase glicêmica durante o exercício.

Davies e Few (1973) investigaram a resposta de C a 2 protocolos de exercício aeróbio: sessão baixa intensidade ($<50\% \text{ VO}_{2\text{máx}}$) e sessão alta intensidade ($60-90\% \text{ VO}_{2\text{máx}}$). Os indivíduos correram por 1 h e as coletas de sangue foram realizadas em 2 momentos durante o exercício: 45 e 60min e 4 momentos após a execução do exercício (2, 10, 30 e 60min). Foi reportado aumento da concentração plasmática de C em resposta ao incremento da intensidade do exercício. Esse estudo ainda sugere que o limiar mínimo para liberação de C seria a partir de 60% do $\text{VO}_{2\text{máx}}$. Corroborando estes dados, Hill et al. (2008) verificaram o comportamento da concentração de C em resposta ao exercício aeróbio realizado em 3 intensidades distintas 40%, 60% e 80% do $\text{VO}_{2\text{máx}}$, com duração de 30min. Foi observado aumento do C somente a partir de 60% do $\text{VO}_{2\text{máx}}$. A elevação da concentração de C também é influenciada pelo volume do exercício. Inder et al. (1998) verificaram maior concentração de C, CRH e ACTH nos triatletas que executaram maior volume de exercício no cicloergômetro com intensidade equivalente a 70% do $\text{VO}_{2\text{máx}}$, sendo progressivamente ajustada até a exaustão (25W a cada 2min).

Kindermann et al. (1982) avaliaram a resposta de C em duas situações distintas, a 1ª utilizando o exercício aeróbio com 50min de duração e intensidade próxima do limiar anaeróbio ($4\text{mmol.L}^{-1} [\text{La}]$), e a 2ª usando o exercício anaeróbio até a exaustão com intensidade de 156% do $\text{VO}_{2\text{máx}}$. O exercício anaeróbio aumentou em 35% a concentração de C, com aumento de 12% durante o período de recuperação. O aumento observado após o exercício aeróbio foi maior (54%) que o observado no exercício anaeróbio. Os autores concluíram que além da intensidade e do estresse metabólico, a duração do exercício pode ser determinante para a concentração final de C pós-exercício.

Além do estresse metabólico, situações de estresse psicológico também influenciam a resposta do hormônio C (GARATACHEA et al., 2012; MOREIRA et al., 2012b; 2012c; 2012d). Por exemplo, Garatachea et al. (2012) observaram a concentração de C no decorrer de 6 semanas de treinamento de judocas profissionais da seleção nacional da Espanha. Na 3ª e na 6ª semana, os atletas participaram de eventos competitivos, e foi observada maior concentração de C quando comparado às demais semanas de treinamento. Em concordância com

estes achados, foi observado aumento na concentração de C pré e pós-jogo oficial em comparação aos jogos simulados, nas modalidades de Basquetebol (Moreira et al., 2012d) e Jiu-jítsu (Moreira et al., 2012b). Da mesma maneira, Moreira et al. (2012c) reportaram maior concentração de C na situação pré e pós-jogo da final de campeonato em comparação ao jogo regular durante um torneio de Voleibol. Estes dados, em conjunto, permitem afirmar que a competição (situação de maior estresse) induz a maior resposta de C.

A resposta aguda do C também foi investigada no Tênis, durante uma partida de 180min. Dois tenistas profissionais, na fase de preparação para a Copa Davis, participaram dessa investigação (GOMES et al., 2011). Foi observado aumento da concentração de C, mais especificamente de 25% (de 17,1 para 21,3mmol.L⁻¹) e 16% (de 22,9 para 26,6 mmol.L⁻¹) no jogador 1 e no jogador 2, respectivamente (GOMES et al., 2011).

Os estudos que investigaram a resposta de C de forma crônica sugerem que a resposta de C em repouso é sensível a manipulação da CET. Por exemplo, Rouveix et al. (2006) demonstraram que períodos de intensificação da CET promovem aumento da concentração de C em repouso quando comparada à CET de menor magnitude no decorrer de uma temporada de Tênis. Corroborando estes dados, Purge, Jürimäe e Jürimäe, (2006) verificaram que a concentração de C apresentou relação com a alteração do volume de treinamento semanal acumulado ($r = 0,527$).

Algumas evidências sugerem que o comportamento do C poderia ser utilizado como um indicador fisiológico do processo de adaptação ao treinamento. No estudo de Cwawalbinska-Moneta et al. (2005) foi observado que as respostas de C, pré e pós-exercício, estavam reduzidas quando comparadas aos valores pré-treinamento, logo após o término da 1ª semana de treinamento. Estes dados indicam que a exposição à mesma CET (70% VO_{2max} por 45min) cronicamente atenuou a resposta de C (marcador da CIT), sugerindo a ocorrência de adaptação ao treinamento.

Entretanto, alguns autores sugerem que a concentração basal de C não modifica após o período de intensificação do treinamento (COUTTS; WALLACE; SLATTERY, 2007; JÜRIMÄE et al., 2004; BRESCIANI et al., 2011; MOREIRA et al., 2012a). Já outras investigações reportaram atenuação da resposta de C após o exercício máximo agudo, realizado após o período de intensificação do treinamento

(FRY et al., 1991; URHAUSEM; GABRIEL; KINDERMAN, 1998; MEEUSEN et al., 2010).

O conjunto dos dados acima apresentados suporta a ideia de que a concentração aumentada de C induzida pela CET é caracterizada como uma resposta hormonal ao estresse, necessária para manter a homeostase e gerar adaptação do organismo. Assim, o monitoramento da concentração de C no ambiente esportivo pode auxiliar o acompanhamento da dinâmica da CIT.

4.3.3. Relação testosterona:cortisol

O hormônio T pertence à família dos esteroides, sendo produzido pelas células de Leydig, presentes abundantemente nos testículos e em menor quantidade nos ovários e no córtex da adrenal (VINGREN et al., 2010). O sinal para a produção desse hormônio (T) pelas gônadas (testículos e ovários) é oriundo do hipotálamo, através da secreção do hormônio gonadotrofina. Este hormônio é transportado rapidamente para a hipófise anterior através do pedículo hipofisário, onde estimula a produção e a liberação do hormônio luteinizante (LH). O LH, por sua vez, é responsável por estimular as gônadas, aumentando a produção da T nas células de Leydig nos homens e nas células da Teca nas mulheres (VINGREN et al., 2010).

Assim como outros hormônios esteroides, a maior parte da T circulante (>95%) está complexada a uma proteína de transporte, chamada proteína transportadora de hormônios sexuais (SHBG) (GREENSPAN; GARDNER, 2005). A outra parte da T é denominada T livre ou não complexada, constituindo a porção biologicamente ativa deste hormônio (GREENSPAN; GARDNER, 2005). Apesar da concentração total de T permanecer inalterada, o aumento ou diminuição da SHBG afeta a porção biologicamente ativa. O hormônio T tem muitas funções fisiológicas no organismo, que podem ser divididas em duas categorias: androgênicas e anabólicas (HACKNEY, 1989; GREENSPAN; GARDNER, 2005).

Apesar do efeito anabólico da T sobre o músculo esquelético estar além do escopo deste trabalho, sua compreensão é de suma importância. O princípio da função anabólica de T inclui: crescimento dos ossos longos durante a puberdade e síntese de proteínas (HACKNEY, 1989; GREENSPAN; GARDNER, 2005). O

aumento na síntese de proteínas, associado a esse esteroide anabólico, é resultado da ativação de genes específicos das células alvo (por exemplo: do músculo esquelético), aumentando a transcrição do RNAm e a síntese proteica, particularmente, das proteínas contráteis (actina e miosina) (SHEFFIELD-MOORE; URBAN, 2004; SCHOENFELD, 2010).

Assim como o C, outra forma de avaliar a resposta da T, de forma segura e confiável, é por meio da sua concentração salivar. A correlação entre o nível de T salivar e o nível plasmático de T livre é alta ($r = 0,73$) (SANNIKKA et al., 2008). A respeito da resposta de T salivar após a realização do exercício agudo, Crewther et al. (2010) demonstraram que o aumento máximo da T salivar excedeu o aumento relativo a T total e livre plasmática, sugerindo que a medida da T salivar é mais sensível para avaliar a resposta hormonal ao exercício. Grande atenção deve ser dada ao momento da coleta, devido ao ritmo circadiano evidente no nível de T e C salivar. Portanto, são esperados valores mais elevados no período da manhã (8h00) e mais baixos no período noturno (20h00) (LANDMAN et al., 1976).

Em meados da década de 80, Adlercreutz et al. (1986) apresentaram uma proposta de marcador fisiológico que fosse capaz de monitorar a CET através do balanço entre hormônios anabólicos e hormônios catabólicos. Estes autores investigaram 2 grupos de corredores de longa distância. Um grupo executou o treinamento rotineiro e outro grupo de atletas realizou um programa de treinamento intensificado. Após este período foram determinados, em ambos os grupos, a relação entre as concentrações de T e C plasmático, livre e salivar (ADLERCREUTZ et al., 1986). A partir dos resultados obtidos, foram propostas 3 categorias de resposta hormonal: 1ª – acima do limite; 2ª – abaixo do limite e 3ª – inconclusiva. A melhor relação hormonal para determinar o excesso de treinamento (acima do limite) foi a relação de T:C livre. Baseado nesse critério, sessões de treinamento, nas quais a relação T:C apresentasse queda superior a 30% em comparação ao valor inicial, ou uma queda superior a $0,35 \times 10^{-3}$, representariam cargas de treinamento excessivas (ADLERCREUTZ et al., 1986). Os resultados deste estudo influenciaram outros pesquisadores a aplicar esse critério para avaliar o efeito das CET sobre as respostas da relação T:C de forma crônica e aguda.

Em relação à resposta aguda, Urhausem e Kindermann (1987) avaliaram o comportamento da relação T:C em 9 atletas, antes e após uma competição de Triatlo. As amostras de sangue foram coletadas um dia antes e de um a 4 dias após

a competição. O hormônio C aumentou imediatamente após a prova de Triatlo e permaneceu elevado um dia após a competição. Esse aumento do C promoveu redução na relação T:C. Além disso, a relação de T:C só retornou ao valor basal 2 dias após a competição.

Jürimäe, Jürimäe e Purge (2001) analisaram a relação T:C em 12 remadores de elite, imediatamente, 30, 60 e 90min após o exercício no remo, com 2h de duração, a 50% do $VO_{2\text{máx}}$. A relação T:C foi reduzida imediatamente após o exercício e diminuiu ainda mais 30min após o término do exercício, antes de retornar ao valor basal. Entretanto, estas modificações não foram estatisticamente significantes. Os pesquisadores sugeriram que talvez uma intensidade maior que 50% do $VO_{2\text{máx}}$ seja necessária para modificar a relação T:C.

Reforçando os achados de Jürimäe, Jürimäe e Purge (2001), Durke et al. (2007) conduziram um estudo de caso que investigou a resposta da relação T:C a uma atividade realizada a 70% do $VO_{2\text{máx}}$, até a exaustão (82,2min). Durke et al. (2007) coletaram amostras de sangue 15min, 30min, 1h, 1h30 e 2h após o exercício, até a exaustão. Após estas 2h de recuperação, amostras de sangue foram coletadas a cada hora, até completar um período de 24h. Estes autores demonstraram que a relação T:C diminuiu imediatamente após o exercício e permanece nesta condição por 3h. Passadas as 3h, a relação T:C começou a retornar ao valor basal.

Apesar de Urhausem e Kindermann (1987) observarem queda de 82% da relação T:C após a competição de Triatlo, Jürimäe, Jürimäe e Purge, (2001) reportarem queda de aproximadamente 20% da relação T:C imediatamente após a execução de exercício no remo e Durke et al. (2007) verificarem queda de 69% na relação T:C após corrida até a exaustão, estes 3 estudos observaram que após 24h, a relação T:C retornou ao valor basal.

Da mesma forma que os estudos que avaliaram a resposta aguda ao exercício, a relação T:C também tem sido utilizada para monitorar a CIT de maneira crônica, durante uma temporada ou período de intensificação do treinamento (URHAUSEM; KULLMER; KINDERMANN, 1987; VERVOORM et al., 1991; FILAIRE et al., 2001; MÄESTU; JÜRIMÄE; JÜRIMÄE, 2005). Por exemplo, Urhausem, Kullmer e Kindermann (1987) demonstraram que, durante períodos de intensificação do treinamento e competições, ocorre aumento da concentração de C, que, por consequência, provoca queda da relação T:C. Já nas fases regenerativas do

treinamento, marcadas por diminuição do volume e intensidade, ocorreu atenuação desse desequilíbrio da relação T:C.

Corroborando estes dados, Vervoorn et al. (1991) relataram que o valor da relação T:C foi reduzido entre 5-50% em relação ao valor basal durante períodos de intensificação do treinamento. Já nos períodos de menor intensidade, o oposto foi observado para o comportamento da relação T:C, no decorrer dos 9 meses de treinamento precedentes aos Jogos Olímpicos de 1988.

Filaire et al. (2001) avaliaram o estado de humor, desempenho e a relação T:C salivar em 17 jogadores de Futebol, 4 vezes, durante a temporada competitiva. Foram avaliados em 4 momentos diferentes: *baseline* (T1), antes (T2) e após uma fase de intensificação do treinamento (T3) e 16 semanas após este período (T4). Os autores reportaram decréscimo da relação T:C no período de intensificação do treinamento (T3).

Mäestu, Jürimäe e Jürimäe (2005) investigaram a resposta de C e T, antes, após 3 semanas de intensificação do treinamento (volume de $17,5 \text{ h.semana}^{-1}$) e após duas semanas de polimento (volume de $8,9 \text{ h.semana}^{-1}$) em atletas de canoagem. Esses pesquisadores relataram diminuição da relação T:C após o período de intensificação, seguido de aumento após o período de polimento. Já Tyndall, Kobe e Houmard (1996) avaliaram a resposta de C e T em 19 nadadores de elite. As amostras de sangue foram coletadas fora da temporada, após 9 semanas com volume de treinamento de 5550m por dia e após 9 semanas de treinamento com volume de 8300m por dia. O resultado mais importante deste estudo foi a redução do nível de T durante a intensificação do treinamento. Comparado ao valor inicial, a relação T:C apresentou decréscimo 1% após as 9 semanas com 5500m por dia e redução na ordem de 20% após as 9 semanas com volume mais elevado (8300m por dia). Em conjunto, estes estudos confirmam a hipótese que a relação T:C pode ser utilizada para monitorar as manipulações na CET (VERVOORN et al., 1991; TYNDALL; KOBE; HOUMARD, 1996; FILAIRE et al., 2001; MÄESTU; JÜRIMÄE; JÜRIMÄE, 2005).

Banfi e Dolci (2006) compararam as duas propostas iniciais de monitoramento do treinamento pela relação T:C [diminuição maior que 30% ou redução absoluta de $0,35 \times 10^{-3}$] durante a temporada de 2001-2002 (21 atletas com 4 coletas de sangue) e durante a temporada de 2002-2003 (6 atletas com 5 coletas de sangue) de Futebol. Os valores obtidos durante a temporada foram comparados aos valores

antes da temporada. Os autores demonstraram que a classificação da relação T:C absoluta de $0,35 \times 10^{-3}$ é um método mais vantajoso quando comparada a redução de 30% da relação T:C. Além disso, o decréscimo absoluto serve para identificar diferentes categorias de risco de *overtraining* que variam de acordo com a redução individual de 0,35 a 0,8.

Viru e Viru (2001) indicam que o aumento do volume e intensidade do treinamento poderia induzir modificações individuais na resposta hormonal (C e T). Portanto, partindo desse pressuposto, é possível que indivíduos submetidos à mesma CET apresentem respostas hormonais distintas. Viru e Viru (2001) ainda sugerem, de forma empírica, que a diminuição da relação T:C talvez esteja associada com a queda do desempenho de forma individual e não necessariamente observada no grupo todo. Assim o monitoramento da relação T:C seria um indicativo fundamental da CIT individualizada para auxiliar os treinadores na manipulação da CET.

4.3.4. *Imunoglobulina A*

O trato gastrointestinal (TGI), urogenital e respiratório são as principais portas de entrada de patógenos. Esses sítios são protegidos pelo sistema imunológico da mucosa, que consiste de moléculas, células e estruturas linfoides organizadas. Este sistema confere respostas de defesa normalmente acompanhadas pela síntese de anticorpos, como a IgA, que representam importante linha de defesa contra a invasão de patógenos (GLEESON; PYNE; CALLISTER, 2004).

As células produtoras de IgA estão localizadas na lâmina própria, atrás da membrana basolateral da mucosa oral, e sua secreção é liberada no interstício das células epiteliais. Através de sua cadeia pesada, a IgA é capaz de se ligar a uma molécula de cadeia na forma de “J”, produzida pelo receptor de imunoglobulina (pIgR), localizado na membrana epitelial da mucosa (TUEEW et al., 2004). O transporte epitelial da IgA é resultado da ligação da IgA-pIgR, via endocitose, por meio de vesículas. Essa ligação torna a IgA mais resistente à ação das proteases secretadas no TGI (JOHANSEN; BRAATHEN; BRANTZAEG, 2001).

Os sítios efetores de IgA compreendem tecidos e glândulas que formam as secreções externas que umedecem toda a mucosa do TGI, sendo que as glândulas salivares são o principal tecido secretor de IgA na região oral (MEGA et al., 1992). Os seres humanos secretam cerca de 1,5L de saliva por dia, a qual é produzida por 3 pares de glândulas (parótida, submandibular e sublingual) em conjunto com diversas glândulas localizadas na região submucosa dos tecidos da cavidade oral (PROCTOR; CARPENTER, 2007).

As glândulas salivares são inervadas pelo sistema nervoso autônomo (SNA): tanto simpático (SNS), como parassimpático (SNP). O estímulo do SNP aumenta o volume de saliva pela dilatação das glândulas salivares e, como consequência, há diminuição da concentração das proteínas salivares (PROCTOR; CARPENTER, 2007). Estudos conduzidos em roedores demonstraram que o estímulo do SNS diminui o volume da saliva e aumenta a concentração de IgA salivar (SIgA), em conjunto com o hormônio adrenalina que potencializa a disponibilidade de plgR (CARPENTER et al., 2000; CARPENTER et al., 2004).

O exercício físico, ativa o SNA, logo é plausível assumir que exercícios físicos extenuantes possam modificar a secreção de saliva, assim como seus constituintes. Além disso, existe uma relação aparente entre a execução de exercício físico prolongado de alta intensidade com o aumento da incidência de ITRS (GLEESON et al., 1999). A redução da SIgA ou a diminuição do fluxo salivar são consideradas as principais razões para o aumento da incidência de ITRS (FOX et al., 1985). De maneira inversa, a concentração elevada de SIgA está associada com a menor incidência de ITRS em homens infectados com o vírus influenza (ROSSEN et al., 1970).

Baseado nesses pressupostos, é provável que a SIgA seja um marcador bioquímico de extrema valia no processo do monitoramento da CIT, tanto pela sua importância no diagnóstico preventivo de ITRS, como pelo caráter não invasivo da coleta e pela fácil análise laboratorial (BISHOP; GLEESON, 2009; PAPACOSTA; NISSIS, 2011).

Em relação à resposta de SIgA de forma aguda após o exercício, os estudos apresentam resultados controversos. Algumas pesquisas relatam diminuição depois do exercício (REID; DRUMMOND; MACKINNON, 2001; NIEMAN et al., 2002; WALSH et al., 2002; MOREIRA et al., 2011; MOREIRA et al., 2012c), outras não reportam alteração (SARI-SARRAF; REILLY; DORAN, 2006; MOREIRA et al.,

2009a; MOREIRA et al., 2010; MOREIRA et al., 2012b) e há relatos de aumento (BLANNIN et al., 1998; SARI-SARRAF et al., 2007) na concentração de SIgA.

A revisão bibliográfica realizada por Bishop e Gleeson (2009) levanta algumas justificativas que podem explicar, em parte, esses resultados contraditórios: 1ª: variação dos métodos de determinação da concentração da SIgA, o que impede uma comparação dos estudos; 2ª: diferentes intensidades do exercício; 3ª: variações das condições de estresse no momento de execução do exercício; 4ª: manipulações nutricionais (consumo de carboidratos, cafeína, vitamina C e equilíbrio hídrico); 5ª: condições ambientais (temperatura, umidade e altitude) e 6ª: variações do ritmo circadiano da SIgA.

A falta de padronização metodológica no momento da coleta pode maximizar os erros de medidas. Já é sabido que a secreção do fluxo salivar é aumentada após a ingestão de alimentos ou bebidas, podendo diluir a concentração de solutos da saliva. Por outro lado, a diminuição do fluxo de saliva pela ansiedade e exercício de alta intensidade, pode conduzir a uma diminuição do volume e aumento aparente da concentração de SIgA. Essas situações podem mascarar as reais respostas da SIgA ao exercício físico (BISHOP; GLEESON, 2009).

Outro fator que contribui para alterações nos valores de SIgA é a forma ativa de coleta da saliva. Os métodos de coleta que permitem a mastigação de um material de algodão ou poliéster tendem a aumentar a acidez, o que estimula as diversas glândulas salivares, afetando a composição e o fluxo da saliva (STRAZDINS et al., 2005; BISHOP; GLEESON, 2009).

Hansen, Garde e Persson (2005) sugeriram padronizações para evitar estes erros de medida como: a) não escovar os dentes 45min antes da coleta; b) evitar o consumo de chicletes e balas; c) enxaguar a boca com água e engolir a primeira quantidade de saliva acumulada antes da coleta e d) a coleta deve ser realizada de forma passiva. O tempo de coleta deve ser cuidadosamente monitorado para estimar o fluxo salivar. O fluxo é determinado através da divisão do volume de saliva (peso do tubo pré e pós-coleta) pelo período de tempo da coleta. Com este método, é possível determinar a taxa da secreção de IgA por minuto, por meio do produto da concentração absoluta de IgA pelo fluxo de saliva (MOREIRA et al., 2009a).

O exercício físico geralmente reduz o volume de saliva (BLANNIN et al., 1998; BISHOP et al., 2000; SARI-SARRAF et al., 2007), logo o aumento aparente da

concentração de SIgA pode não refletir a concentração real de SIgA, caso o fluxo salivar não seja levado em consideração. Além disso, caso o método ativo seja utilizado, o estímulo da secreção de saliva poderia promover diluição da SIgA secretada e gerar uma falsa redução da concentração de SIgA.

Estes dados reforçam a necessidade de avaliar o fluxo salivar e a concentração de SIgA em conjunto. Por exemplo, corredores treinados apresentaram decréscimo de 21% na concentração total de IgA e 25% da taxa de secreção de SIgA, após a maratona (NIEMAN et al., 2002). Além disso, a diminuição na taxa de SIgA após 90km de corrida foi o melhor marcador para prever a ocorrência de ITRS nas duas semanas subsequentes à corrida (NIEMAN et al., 2003). Estes resultados prévios estão em linha com os achados de Fahlman e Engels (2005). Nesse estudo, jogadores de Futebol americano apresentaram redução da concentração de repouso de SIgA, bem como redução da taxa de secreção de SIgA na fase competitiva. Entretanto, apenas o comportamento da taxa de secreção de SIgA foi determinante para prever a incidência de ITRS (FAHLMAN; ENGELS, 2005).

O outro fator que contribui para os resultados controversos da resposta de IgA salivar está relacionado à intensidade do exercício. Enquanto os exercícios de curta duração e alta intensidade induzem o aumento da secreção da SIgA (ALLGROVE; GOMES; HOUGH, 2008), os exercícios prolongados de alta intensidade promovem redução no nível de SIgA (21% na concentração e 25% na taxa de secreção) após a maratona (NIEMAN et al., 2002). De maneira geral, o aumento da SIgA é observado em resposta ao exercícios de curta duração (< 30min) e alta intensidade (> 80% VO_{2max}), enquanto nenhuma mudança ou queda é observada em exercício muito prolongado (> 2h) (BISHOP; GLEESON, 2009).

Em relação às variações das condições de estresse, Moreira et al. (2008; 2012c) conduziram seus estudos sob a perspectiva de que a resposta fisiológica sob condições muito controladas não é equivalente às situações de competição. Moreira et al. (2008; 2012c) acreditam que as situações competitivas podem ampliar o estresse imposto ao atleta. Por exemplo, foi relatado aumento da concentração de C antes do jogo da final do campeonato (decisivo) quando comparado ao jogo da temporada regular de Voleibol, e esse aumento do hormônio do estresse foi acompanhado pela redução na concentração absoluta de SIgA (Moreira et al.,

2012c). Além disso, Moreira et al. (2008) demonstraram que a preparação para um campeonato internacional de Basquetebol reduz a concentração de SIgA, tanto de atletas como da comissão técnica, indicando que as modificações da SIgA não são limitadas à CET, mas também ao estresse psicológico.

A modulação de SIgA está sob controle neuroendócrino, destacando-se a influência do hormônio C. A concentração deste corticoide é correlacionada de forma inversa com a concentração de SIgA (HUCKLEBRIDGE; CLOW; EVANS, 1998; DEINZER et al., 2000; TUEEW et al., 2004). É esperado que as situações de estresse, como a competição esportiva, suprimam a resposta de SIgA, possivelmente pelo aumento da concentração de C. Entretanto, alguns estudos demonstram que a resposta aguda de SIgA pode ser independente das alterações do C (LI; GLEESON, 2004; SARRI-SAARAF; REILLY; DORAN, 2006; MOREIRA et al., 2010; MOREIRA et al., 2012c; MOREIRA et al., 2012b).

Por exemplo, Moreira et al. (2012c) relataram aumento da concentração de C após o jogo decisivo de Voleibol, indicando que a resposta do hormônio relacionado ao estresse estava maior em comparação ao mesmo momento nos jogos regulares da temporada. Entretanto, os parâmetros de taxa de secreção e a concentração de SIgA estavam inalteradas no momento pós-jogo (regular vs. decisivo). Outras evidências demonstram elevação da concentração da SIgA, mesmo com o nível de C elevado, devido ao estresse psicológico agudo imposto aos controladores de tráfego aéreo (ZEIER; BRAUCHLI; JOLLER-JEMELKA, 1996) e após a realização de exercícios de aritmética (WILLEMSEM et al., 2000).

Estes dados demonstram que a elevação do C não é o melhor mecanismo neuroendócrino para explicar as alterações na resposta de SIgA após a realização do exercício de forma aguda. Bishop e Gleeson (2009) sugerem que os mecanismos de controle exercido pelo SNA sobre a secreção da saliva e a concentração do IgA observadas em modelos animais podem estar envolvidos também durante a realização do exercício agudo. Esse modelo teórico sugere que a diminuição na taxa do fluxo da saliva associada ao exercício físico é relacionada à sensação de “boca seca”, comum nas situações de estresse, nas quais o SNP é suprimido e o SNS é ativado para promover vaso constrição e liberação do hormônio adrenalina (BOSCH et al., 2002).

A taxa de secreção de SIgA é dependente da produção de SIgA pelos plasmócitos e/ou pelo transporte através das células epiteliais, o qual é determinado

pela disponibilidade de plgR no receptor da membrana interna das células epiteliais (BOSCH et al., 2002). Posteriormente, foi demonstrado que a estimulação aguda dos β -adrenoreceptores em ratos anestesiados aumenta a secreção de IgA pela elevação do transporte por endocitose nas células epiteliais (PROCTOR et al., 2003). Além disso, o estímulo exógeno de adrenalina aumenta a disponibilidade de plgR e a concentração de SIgA (CARPENTER et al., 2004).

Práticas nutricionais podem potencializar ou minimizar os efeitos do exercício sobre a secreção de IgA salivar. Por exemplo, o consumo de uma dieta rica em carboidratos durante o período de treinamento intenso foi associado à elevação na concentração de SIgA após o treinamento (COSTA et al., 2005). Bishop et al. (2006) demonstraram que a ingestão de 6mg.kg^{-1} peso de cafeína 1h antes do exercício em cicloergômetro com duração de 90min e intensidade de 70% do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ está associada com o aumento da concentração e da taxa de secreção de SIgA, em relação ao grupo placebo. Já a restrição na ingestão de líquidos ($\sim 200\text{mL.dia}^{-1}$) está associada à redução de 64% na taxa de secreção de IgA salivar (OLIVER et al., 2007).

Em relação às condições ambientais, é plausível assumir que o extremo frio, calor e altitude influenciem indiretamente a resposta de SIgA ao exercício físico por influência do SNA, através da liberação do hormônio adrenalina, bem como pela ativação do eixo HHA (JONSDOTTIR, 2000). Por exemplo, foi observada diminuição da concentração da SIgA após exercícios realizados em ambiente de extremo frio, como o esqui *cross-country* (TOMASI et al., 1982). Em contrapartida, Housh et al. (1991) reportaram que correr 30min a 80% do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ a 6°C não promoveu nenhuma diferença significativa na concentração de SIgA em comparação ao mesmo exercício executado a 19°C ou 34°C , apesar de que, neste estudo, o fluxo de saliva não foi observado. Já Walsh et al. (2002) avaliaram o fluxo salivar e a concentração de SIgA após 2h de ciclismo a 70% $\text{VO}_{2\text{máx}}$ a -6°C , comparado ao mesmo exercício realizado a 19°C . Estes autores verificaram redução da concentração de SIgA, devido ao maior fluxo de saliva, enquanto nenhum efeito foi encontrado na taxa de secreção de SIgA. Estes resultados sugerem que a alteração no fluxo de saliva pela execução do exercício físico esteja relacionada à maior atividade do SNP, uma vez que a maior estimulação via SNS seria responsável pela liberação de adrenalina, o que aumentaria a secreção de SIgA.

A última justificativa para explicar os resultados controversos da resposta de SIgA após a realização de exercícios agudos é a variação da resposta de SIgA pelo ritmo circadiano. Li e Gleeson (2004) demonstraram que a concentração de SIgA apresenta concentração mais elevada durante os períodos iniciais da manhã e menor valor ao final da tarde. Portanto, é possível que os estudos que verificaram decréscimo de SIgA após exercícios prolongados no período da manhã reflitam, pelo menos em parte, as variações diurnas da SIgA (REID; DRUMMOND; MACKINNON, 2001; NIEMAN et al., 2002; WALSH et al., 2002; MOREIRA et al., 2011; MOREIRA et al., 2012b).

Estes resultados são corroborados pelo estudo de Dimitriou, Sharp e Doherty (2002), que relataram alta concentração na taxa de secreção de SIgA durante os períodos da manhã (6h00) após 5 tiros de 400m a 85% do melhor tempo com 1min de intervalo. Entretanto, não houve efeito sobre a concentração de SIgA após a execução do mesmo exercício executado às 18h00.

Diversos estudos verificaram a resposta de SIgA de forma crônica (durante períodos de treinamento ou durante a temporada competitiva) em atletas de diversas modalidades (GLEESON et al., 1999; GLEESON et al., 2000; FAHLMAN; ENGELS, 2005; MOREIRA et al., 2012a; MORTATTI et al., 2012). Gleeson et al. (1999) investigaram as modificações da SIgA de 26 nadadores australianos de elite durante um período de treinamento de 7 meses. Estes autores demonstraram que a concentração de SIgA apresenta correlação inversa com o número de infecções nos nadadores de elite ao longo da temporada.

Em concordância com estes dados, Fahlman e Engels (2005) reportaram que a intensificação do treinamento de jogadores de Futebol esteve associada à redução de SIgA absoluta, à diminuição da taxa de secreção salivar e ao aumento de incidência de ITRS, sendo que apenas a taxa de secreção de SIgA foi capaz de prever a incidência de ITRS (FAHLMAN; ENGELS, 2005).

Mortatti et al. (2012), examinando 7 partidas da categoria sub-19 do campeonato brasileiro de Futebol, reportaram que o aumento da incidência das ITRS entre o 2º e o 3º jogo, assim como entre o 6º e 7º jogo, foi acompanhado pela queda da concentração de SIgA. Também foram detectadas correlações entre a ocorrência das ITRS e o decréscimo da concentração de SIgA entre o 2º ($r = -0,60$) e 6º jogo ($r = -0,65$). Entretanto, Moreira et al. (2012a) relataram que a concentração

de SIgA não teve correlação com a diminuição dos sintomas de ITRS, observada na 4ª semana de treinamento, em comparação às duas primeiras.

Apesar da falta de correlação entre a concentração de SIgA e os episódios de ITRS também ter sido observada no estudo de Gleeson et al. (2000) com nadadores australianos e no estudo de Pyne et al. (2001) durante o período de 6 semanas dos *Commonwealth Games*, estes resultados apresentam um possível viés, uma vez que a determinação da concentração de SIgA foi realizada de forma esporádica (uma vez por semana).

Além disso, é importante destacar que os indivíduos com nível reduzido de SIgA não necessariamente apresentam ITRS, bem como aqueles que desenvolvem ITRS nem sempre apresentam redução de SIgA. Isto porque é difícil definir o limiar de concentração de SIgA que maximiza o risco de contrair ITRS (BISHOP; GLEESON, 2009).

Moreira et al. (2009a) demonstraram que após 70min de um jogo amistoso de Futebol, a queda percentual da concentração absoluta, da taxa de secreção e da concentração relativa de SIgA é muito variável entre os indivíduos. Portanto, talvez seja mais importante, do ponto de vista prático, monitorar a magnitude da queda na concentração ou taxa de secreção por minuto de SIgA individualmente. Porém, qual a magnitude da queda representaria maior risco de contrair ITRS ainda precisa ser elucidada.

5. EXPERIMENTO 1

Validação ecológica do método da PSE da sessão no Tênis

5.1. Introdução

A quantificação da CIT é um importante passo para o planejamento do processo do treinamento esportivo (BORRESEN; LAMBERT, 2009). Entretanto, em esportes intermitentes, como o Tênis, nenhum método para quantificar a CIT foi devidamente validado. Por apresentar relação praticamente linear com o $VO_{2máx}$ em exercícios contínuos realizados em intensidade submáxima (ASTRAND; RODAHL, 1986), a FC também tem sido utilizada para quantificar a CIT em modalidades que combinam o componente aeróbio e anaeróbio (MORTON; FITZ-CLARKE; BANISTER, 1990; EDWARDS et al., 1993). Entretanto, a coleta e a análise das informações referentes à FC consomem tempo, aumentam a chance de erro técnico e necessitam de suporte financeiro para adquirir e manter os equipamentos necessários.

Outra estratégia mais prática e simples para quantificar a CIT foi proposta por Carl Foster (1995, 1998; 2001a), utilizando a escala da PSE, CR-10, desenvolvida por Gunnar Borg. Este método preconiza o uso do escore da escala, como parâmetro de intensidade, e a duração da sessão de treinamento, como parâmetro de volume. O produto entre escore da PSE e o tempo de duração da sessão de treinamento, segundo Foster, representariam a magnitude da CIT em U.A. (FOSTER, 1998; FOSTER et al., 2001a; 2001b; NAKAMURA; MOREIRA; AOKI, 2010).

O método da PSE da sessão foi validado através dos métodos de FC em modalidades coletivas (Futebol) (IMPELLIZZERI et al., 2004; ALEXIOU; COUTTS, 2008) e individuais (Natação) (WALLACE; SLATTERY; COUTTS, 2009). Diante desses resultados, é plausível assumir que o método da PSE da sessão também poderia ser utilizado para quantificar a CIT no Tênis. Entretanto, nenhum estudo prévio examinou sua validade para tenistas profissionais. Assim, o objetivo deste

experimento é validar o método da PSE da sessão através do método objetivo baseado na resposta de FC proposto por Edwards et al. (1993).

5.2. Materiais e métodos

5.2.1. Amostra

Doze jogadores profissionais de Tênis (Idade: $18,5 \pm 0,4$ anos; Altura: 178 ± 4 cm; Peso: $72,4 \pm 6,0$ kg) com experiência mínima de 5 anos no treinamento de Tênis, rankeados entre a posição 242 e 1400 na associação de tenistas profissionais (ATP) participaram deste estudo. Todos os tenistas foram considerados saudáveis e isentos de qualquer tipo de lesão crônica no início da pesquisa. Após receberem as informações sobre os procedimentos utilizados neste estudo, assinaram o termo de consentimento informado. Os procedimentos experimentais foram conduzidos seguindo a resolução específica do Conselho Nacional de Saúde (nº 196/96), após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da EEFÉ-USP (CAAE: 09860412.6.0000.5391).

5.2.2. Delineamento do estudo

A FC e a PSE foram coletadas de 384 sessões de treinamento técnico/tático de Tênis, 23 jogos simulados e 13 jogos oficiais no decorrer da temporada, durante as 7 primeiras semanas da temporada (dezembro a janeiro). O programa de treinamento foi planejado pelos treinadores das equipes de Tênis e não foram alterados pelos pesquisadores. Todas as sessões de treinamento foram realizadas em quadra de saibro descoberta e/ou coberta, e cada atleta completou em média 8 sessões de treinamento técnico/tático de Tênis por semana, com duração de 90 a 120min. Também foram coletadas a PSE e a FC dos tenistas que aceitaram utilizar a fita do monitor cardíaco, em jogos oficiais e simulados. A FC foi gravada a cada 5s durante cada sessão de treino, utilizando um transmissor de FC individual para

evitar interferências (Polar Team System[®], Polar, Finlândia). A FC média gravada durante a instrução, antes de cada sessão de treino, foi utilizada como valores de FC de repouso. Para reduzir os erros de gravação da FC durante o treinamento, todos os atletas foram regularmente incentivados a verificar se o transmissor estava funcionando corretamente (a cada 10min). Após cada sessão de treino os dados da FC foram transferidos para o computador.

5.2.3. Determinação da carga interna de treinamento

5.2.3.1. Método de Edwards

A FC foi monitorada durante cada sessão de treinamento, usando monitores cardíacos portáteis (Polar Team System[®], Polar, Finlândia). Após cada sessão de treinamento, foi determinada a distribuição do tempo nas zonas da FC, com auxílio do *software* da Polar Team System[®] (Polar, Finlândia). Esse *software* calcula o tempo despendido em cada uma das 5 zonas de FC pré-definidas (Zona 1 = >50-60%; Zona 2 = >60-70%; Zona 3 = >70-80%; Zona 4 = >80-90% e Zona 5 = >90-100%). O cálculo referente à magnitude da CIT em U.A. foi realizado a partir do produto entre o escore correspondente (Zona 1 = 1; Zona 2 = 2; Zona 3 = 3; Zona 4 = 4; Zona 5 = 5) pelo tempo despendido em cada zona de FC (Ex.: 40min na Zona 2 = 80 U.A.). Posteriormente, a quantificação da CIT foi realizada pelo somatório dos produtos de cada zona (Ex.: 40min na Zona 2 = 80U.A. + 30min na Zona 3 = 90 U.A. – totalizando 170 U.A.), com auxílio do programa Excel (Microsoft Corporation[®], Estados Unidos da América).

5.2.3.2. Método da PSE da sessão

Foi utilizada a escala CR-10 (BORG et al., 1987) para quantificar a CIT através do método da PSE da sessão proposto por Foster et al. (1998; 2001a). Os atletas foram questionados 30min após o término de cada sessão de treino, jogo simulado ou jogo oficial: “Como foi a sua sessão de treinamento?”. Os atletas foram

instruídos a escolher o descritor e depois o número de 0 a 10, que poderia ser fornecido em decimais (por exemplo: 7,5). O valor máximo (10) foi comparado ao maior esforço físico experimentado pelo atleta e o valor mínimo foi estabelecido como condição de repouso absoluto (0). No referido método, o escore da PSE equivale à intensidade da atividade e a duração da atividade representa o volume. A magnitude da CIT em U.A. é calculada através do produto entre a intensidade (PSE) e o volume (Ex. PSE = 6,5 e duração 40min = 260 U.A.).

5.2.4. *Análise Estatística*

Os dados estão expressos em média $\pm$ desvio padrão. A fim de testar a hipótese da existência de correlação entre os métodos de monitoramento da CIT, foram determinados os coeficientes de correlação de Pearson. As correlações individuais entre os métodos de FC e PSE da sessão foram calculadas a partir das sessões individuais de treinamento, e a correlação dos grupos, a partir de 384 sessões de treinamento. A interpretação qualitativa destes coeficientes foi a descrita por Hopkins (2010): Trivial $r < 0,1$; pequena $r = 0,1$ e $< 0,3$; Moderada $r = 0,3$ e $< 0,5$; alta $r = 0,5$ e $< 0,7$; muito alta $r = 0,7$ e $< 0,9$, quase perfeita $r > 0,9$ e < 1 ; perfeita $r = 1$. O nível de significância estatística adotado foi de 5%. Todas as análises de dados foram realizadas com o programa *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS, Estados Unidos da América), versão 20.0 para Windows.

5.3. *Resultados*

Os escores da PSE da sessão aferidos após as ST, após as PS e após as PO foram, respectivamente, $4,8 \pm 1,1$, $7,1 \pm 1,2$ e $7,9 \pm 1,0$ (TABELA 1). Os escores da PSE da sessão após as partidas (PS e PO) foram maiores que o escore observado após as ST ($p < 0,05$). Não foi observada diferença significativa entre os escores das partidas (PS vs. PO; $p < 0,05$).

Foi detectada correlação muito alta entre o método da PSE da sessão e o método de Edwards ($r = 0,71$; $p < 0,01$) (Figura 3A). As correlações individuais das sessões de treinamento variaram de moderada ($r = 0,58$; $p < 0,01$) a muito alta ($0,89$; $p < 0,01$), apresentando correlação média muito alta ($r = 0,74$; $p < 0,01$), como demonstrado na Tabela 2.

Também foi encontrada correlação moderada entre os métodos ($r = 0,57$; $p < 0,01$) para as PA (Figura 3B). Já para as PO foi detectada correlação quase perfeita ($r = 0,99$; $p < 0,01$) – (Figura 3C).

TABELA 1. Escore da PSE da sessão das sessões de treinamento (ST), das partidas simuladas (PS) e das partidas oficiais (PO).

	ST	PS	PO
PSE da sessão	4,8 ± 1,1	7,1 ± 1,2*	7,9 ± 1,0*

* diferente de ST ($p < 0,05$).

TABELA 2 – Correlações individuais entre o método da PSE da sessão e o método de Edwards.

Sujeito	N	R
1	28	0,89
2	33	0,82
3	35	0,57
4	35	0,73
5	32	0,74
6	34	0,75
7	35	0,80
8	34	0,81
9	33	0,58
10	30	0,59
11	27	0,80
12	28	0,74
Min – Max	27 - 35	0,57 – 0,89
Média ± DP	32 ± 2,98	0,74 ± 0,10

N = Número de observações individuais; R = Coeficiente de correlação; Min = mínimo; Max = máximo; DP = Desvio Padrão

FIGURA 3: Correlação entre o método da PSE da sessão e o método baseado na resposta de FC (proposto por Edwards) para as 384 sessões de treinamento técnico/tático (A), para as 23 partidas simuladas (B) e para as 13 partidas oficiais (C) ($p < 0,01$).

5.4. Discussão

A presente investigação foi a primeira a examinar a validade ecológica do método da PSE da sessão como instrumento de quantificação da CIT no Tênis. Os resultados do presente estudo são consistentes com as investigações prévias, que demonstraram correlação significativa entre o método da PSE da sessão e os métodos baseados na resposta de FC para determinar a CIT em atletas de Futebol (IMPELLIZZERI et al., 2004; ALEXIOU; COUTTS, 2008) e individuais (Natação) (WALLACE; SLATTERY; COUTTS, 2009).

Impellizzeri et al. (2004) reportaram correlação alta e muito alta entre o método da PSE da sessão e os métodos baseados na resposta de FC [Edwards et al. (1993): $r = 0,50 - 0,77$; Banister et al. (1991): $r = 0,50 - 0,77$; Lucia et al. (2003): $r = 0,61 - 0,85$] em 479 sessões de treinamento de Futebol. Correlações similares também foram reportadas por Wallace, Slattery e Coutts (2009), após analisar 20 sessões de treinamento de Natação em 20 nadadores experientes, entre o método da PSE da sessão e os métodos de Edwards et al. (1993) ($r = 0,57 - 0,91$), Banister et al. (1991) ($0,55 - 0,92$) e Zona de Lactato ($r = 0,59 - 0,94$).

Alexiou e Coutts (2008) analisaram diversos tipos de treinamento (físicos e técnicos) e jogos oficiais de Futebol, e observaram correlação muito alta entre os métodos da PSE da sessão e os métodos de FC (Edwards – $r = 0,84$, Banister – $r = 0,85$ e Zonas de lactato – $r = 0,83$). Entretanto, a estratificação das análises por métodos de treinamento reportaram correlações de menor magnitude para os jogos oficiais ($r = 0,49 - 0,64$) e treinamento de força ($0,25 - 0,52$), e correlações alta e muito alta para exercícios de condicionamento aeróbio ($r = 0,60 - 0,79$), treinamento de velocidade ($r = 0,61 - 0,79$) e treinamento técnico ($r = 0,68 - 0,82$).

Embora o método da PSE da sessão tenha, inicialmente, sido validado para monitorar a CIT de atletas de *endurance*, com elevada magnitude de correlação ($r = 0,75 - 0,90$) (FOSTER et al., 2001a), tal método também pode ser utilizado para determinar a CIT em modalidades intermitentes, como o Futebol (IMPELLIZZERI et al., 2004; ALEXIOU; COUTTS, 2008), Basquetebol (MOREIRA et al., 2012d) e Judô (VIVEIROS et al., 2011). Os resultados do presente experimento também reforçam a validade do referido método de quantificação da CIT no Tênis.

A menor magnitude de correlação entre os métodos (PSE da sessão e métodos de FC), observada no presente estudo em comparação ao reportado para atividades de *endurance* (FOSTER et al., 2001a), pode ser, em parte, atribuída à maior contribuição energética do sistema anaeróbio neste tipo de atividade (DRUST; REILLY; CABLE, 2000).

Além disso, Coutts et al. (2008) demonstraram que a combinação de respostas fisiológicas (FC e a [La]), determinadas durante jogos reduzidos de Futebol, apresentou melhor relação com a PSE do que a resposta da FC e [La] isoladas. Estes resultados suportam o argumento que a PSE da sessão fornece uma medida válida da intensidade global das atividades intermitentes, embora seja observado menor nível de correlação entre os métodos do que o previamente observado para atividades de *endurance*.

A PSE é utilizada como indicador de intensidade em diversos tipos de exercício físico (COUTTS et al., 2010; GOMES et al., 2011; VIVEIROS et al., 2011). Esse parâmetro subjetivo parece ser capaz de detectar o estresse (fisiológico e psicológico) associado ao esforço físico (MORGAN, 1994). O presente estudo corrobora esse caráter global da PSE, uma vez que o maior escore da PSE é observado nas PO ($7,9 \pm 1,0$) e nas PS ($7,1 \pm 1,2$) em comparação às ST ($4,8 \pm 1,1$). Provavelmente, as fontes externas de estresse, como a pressão do jogo, a competitividade e a busca pelo resultado positivo influenciam as respostas internas, maximizando o estresse imposto ao atleta.

Valores semelhantes da PSE foram observados em outros estudos realizados, usando o Tênis como modelo, durante PO e PS (COUTTS et al., 2010; GOMES et al., 2011). Gomes et al. (2011) verificaram a demanda fisiológica durante uma partida de Tênis, disputada em melhor de 4 sets, durante a fase de preparação para a copa Davis de 2008. Os dois tenistas profissionais reportaram escores de 6 e 8 para escala CR-10, 30 minutos após esta partida. Em um relato de caso, Coutts et al. (2010) apresentaram dados de um tenista profissional relacionados à CIT durante o período de *qualifying draw* e a chave principal do torneio de Roland Garros de 2008. Foram observados escores de 6, 7 e 5 após as partidas do *qualifying draw* e escore de 7 após a partida da chave principal.

Estes dados demonstram que uma partida oficial de Tênis apresenta intensidade avaliada pela PSE da sessão entre 5 (difícil) e 8 (muito difícil). Essa

quantificação pelo método da PSE da sessão permite a comparação entre o estresse imposto ao tenista nas PO e nas ST.

O presente estudo demonstra que a CIT durante jogos oficiais ($881,3 \pm 375,1$ U.A.) são maiores que as observadas nas sessões de treinamento ($551,9 \pm 183$ U.A.). Essa discrepância entre a CIT das ST e a CIT das PO pode comprometer o resultado do treinamento, uma vez que é preconizado que haja concordância entre a magnitude da CIT das ST e PO, principalmente nas fases finais da preparação dos atletas (FOSTER et al., 1997; SMITH, 2003; BORRESEN; LAMBERT, 2009).

Uma possível explicação para essa discrepância observada é o fenômeno descrito como centralização das cargas de treinamento (FOSTER et al., 2001b). Foster et al. (2001b) relataram que as sessões de treinamento com cargas elevadas planejadas pelos treinadores eram executadas pelos atletas abaixo da intensidade prevista. Em contrapartida, os mesmos atletas executavam as sessões regenerativas em maior intensidade que o previsto pelos treinadores. Esse comportamento representa a centralização da CIT, ou seja, a tendência do atleta concentrar as cargas de treinamento dentro da zona de intensidade moderada ou "zona de conforto" (FOSTER et al., 2001b). Essa centralização dos estímulos do treinamento esportivo aumenta o índice de monotonia das ST, que pode comprometer a eficiência do processo de preparação dos atletas.

O método da PSE da sessão é uma ferramenta que pode ser utilizada para verificar se existe concordância entre a magnitude da CIT planejada pelo treinador e a magnitude da CIT experienciada pelo atleta compatível, facilitando a comunicação entre a equipe e a implementação dos ajustes necessários na CET.

Existem poucos métodos para monitorar a CIT durante exercícios intermitentes de alta intensidade e curta duração, como o Tênis. O método da PSE da sessão pode auxiliar o técnico e o preparador físico a monitorar o processo de treinamento pela quantificação da CIT, minimizando a ocorrência de equívocos sobre a magnitude do estresse imposto ao atleta (FOSTER et al., 2001b; ALEXIOU; COUTTS, 2008). Esse método poderia ser aplicado com intuito de minimizar os ajustes empíricos da CET.

A aplicação deste método com tenistas também permite o planejamento das cargas futuras de treinamento (FOSTER et al., 2001a; NAKAMURA; MOREIRA; AOKI, 2010). Por exemplo, o aumento no score da PSE após a realização de uma ST rotineira durante um ciclo de treinamento (ex.: microciclo de 7 dias) pode indicar

recuperação insuficiente e aumento do nível de fadiga. Por outro lado, a redução no escore da PSE desta mesma sessão de treinamento pode indicar uma adaptação ao treinamento.

5.5. Conclusão

Os resultados obtidos no presente estudo reforçam achados prévios sobre a validade da PSE da sessão como método para quantificar a CIT em atividades intermitentes, como o Tênis. Este método não requer equipamentos sofisticados e apresenta baixo custo. Técnicos e preparadores físicos podem utilizá-lo para a quantificação da CIT, auxiliando o planejamento do treinamento de tenistas. Entretanto, investigações futuras são necessárias para validar a efetividade deste método de monitoramento em conjunto com as medidas de desempenho, condicionamento físico, recuperação e fadiga durante a temporada competitiva.

6. EXPERIMENTO 2

Distribuição da intensidade do treinamento técnico/tático de jovens tenistas

6.1. Introdução

O aprimoramento do desempenho esportivo depende da aplicação de estímulos adequados. No caso de atletas, a magnitude desses estímulos atinge o nível máximo (SMITH, 2003). Contudo, ainda existe um grande debate em relação à melhor forma de distribuição da intensidade para as sessões de treinamento. (ESTEVE-LANO et al., 2007). Diversos pesquisadores investigaram o padrão de distribuição da intensidade das sessões de treinamento, particularmente em esportes de *endurance* (ESTEVE-LANO et al., 2005; 2007; SEILER; KJERLAND, 2006). Os resultados destes estudos sugerem que atletas de elite de *endurance* distribuem a intensidade do treinamento de forma polarizada, sendo a maior parte das sessões de treinamento realizadas abaixo do limiar de lactato (aproximadamente 75% do tempo de treinamento), e poucas sessões acima deste ponto inicial (15-20%) (SEILER; TØNNESSEN, 2009). Por outro lado, atletas recreacionais apresentam padrão de distribuição da intensidade de treinamento concentrado, na maior parte das sessões, entre os limiares ventilatórios (SEILER; KJERLAND, 2006). Já os atletas de Futebol apresentam padrão de distribuição da intensidade do treinamento mais equilibrado, com praticamente o mesmo número de sessões de treinamento realizadas nas diferentes zonas de treinamento (Zona 1, Zona 2 e Zona 3).

Particularmente no Tênis, nenhum estudo prévio descreveu a distribuição da intensidade das sessões de treinamento e competições de atletas de Tênis. Menos ainda se sabe sobre a conformidade da intensidade do treinamento técnico/tático com as demandas de jogos oficiais, mas é preconizado que jogadores de Tênis executem a maioria das sessões de treinamento técnico/tático de acordo com as exigências das partidas oficiais.

O presente experimento teve como objetivo descrever a distribuição da intensidade do treinamento técnico/tático de um grupo de tenistas de elite, utilizada durante a pré-temporada e no início do período competitivo. Além disso, foi verificado se existe congruência entre a distribuição da intensidade do treinamento técnico/tático na fase de pré-temporada e a distribuição da intensidade de jogos oficiais (competição).

6.2. Materiais e métodos

6.2.1. Amostra

Doze jogadores profissionais de Tênis (Idade: $18,5 \pm 0,4$ anos, altura: 178 ± 4 cm, peso: $72,4 \pm 6,0$ kg) com experiência mínima de 5 anos no treinamento com Tênis, ranqueados entre as posições 242 e 1400 da associação de tenistas profissionais (ATP), participaram deste estudo. Todos os tenistas foram considerados saudáveis e não possuíam nenhuma lesão no início do estudo. Após serem informados sobre os procedimentos utilizados no estudo, os participantes assinaram o consentimento informado livre esclarecido. Os procedimentos experimentais foram conduzidos segundo a resolução específica do conselho nacional de saúde (196/96), após a aprovação do comitê de ética da universidade de São Paulo (CAAE: 09860412.6.0000.5391).

6.2.2. Delineamento do estudo

A FC e a PSE da sessão foram coletadas em 407 sessões de treinamento técnico/tático de Tênis e 17 jogos oficiais, durante as 6 primeiras semanas (dezembro a janeiro) da temporada. Durante a 1ª até a 5ª semana, nenhum jogo oficial ou simulado foi executado. As 5 semanas foram planejadas pelos treinadores e não sofreram influência dos pesquisadores. Todas as sessões de treinamento foram executadas em quadra de saibro, coberta/não coberta. O treinamento

técnico/tático semanal tinha duração de 1h30 e/ou 2h por período de treinamento (matutino/vespertino). Na última semana (6ª semana), jogos de torneios oficiais foram realizados. Os valores de FC e PSE da sessão foram obtidos dos tenistas que concordaram em utilizar o monitor de FC durante os jogos oficiais.

6.2.3. Determinação da intensidade

A FC foi monitorada durante cada sessão de treinamento técnico/tático, com um monitor de FC portátil (Polar Team System®, Polar Finlândia). Após cada sessão de treinamento técnico/tático, a distribuição do tempo em cada zona de FC foi determinada, com auxílio do software Polar Team System® (Polar, Finlândia). Este software calcula o tempo despendido em 3 zonas de FC pré-definidas (Zona 1 = < 70%; Zona 2 = <70-85%; Zona 3 = >85%) (GOMES et al., 2013). No presente estudo, o valor da FC_{máx} observado nos jogos oficiais foi considerado como a FC_{máx} (100%).

A escala CR-10 (BORG, 1982), foi utilizada para quantificar a intensidade de cada sessão de treinamento técnico/tático de acordo com os estudos prévios de Foster et al. (1998, 2001a). Trinta minutos após o final de cada sessão de treinamento e jogo oficial, o atleta foi questionado: “Como foi sua sessão de treinamento?”. Os atletas foram instruídos a escolher o descritor e então um numero de 0 a 10 (CR-10), que poderia ser definido em decimais (exemplo: 7,5). O valor máximo (10) foi comparado com o maior esforço físico já vivenciado pelo atleta e o valor mínimo foi relacionado à condição absoluta de repouso (0).

6.2.4 Distribuição da intensidade de treinamento técnico/tático

A distribuição da intensidade de treinamento técnico/tático foi quantificada utilizando as zonas de FC (Zona 1 = < 70%; Zona 2 = >70-85%; Zona 3 = > 85%), e através da CR-10 (baixa intensidade) = de 0 a < 4; zona 2 (intensidade moderada) = > 4 a < 7; e zona 3 (alta intensidade) = > 7, como citadas anteriormente. Após a soma do tempo de treinamento realizado em cada zona de FC e da PSE da sessão

de todas as sessões de treinamento, foi determinado em percentual o tempo despendido nas zona 1, 2 e 3 da FC e do método da PSE da sessão.

6.2.5. Carga Interna de treinamento semanal

Após a determinação da CIT de cada sessão de treinamento, através do método baseado na resposta da FC de Edwards et al. (1993), e do método da PSE da sessão de Foster et al. (1998; 2001a), foi realizado o somatório da CIT de cada sessão de treinamento completada no decorrer de cada uma das 5 semanas de pré-temporada (Segunda-feira a Domingo).

6.2.6. Análise estatística

Os dados foram analisados com auxílio do SPSS – versão 20.0 para Windows. Foi utilizado como critério de significância $p < 0,05$. A dinâmica da CIT e o padrão de distribuição da intensidade de treinamento durante as 5 semanas foram avaliadas por meio da one-way ANOVA, seguida do teste de Tukey. Todos os dados estão expressos em média e desvio padrão.

6.3. Resultados

A magnitude da CIT (calculadas pelo método da PSE da sessão – barras brancas e método de Edwards – barras pretas – Figura 4) apresentou aumento na 3ª e 4ª semanas de treinamento em comparação à 1ª semana ($p < 0,05$). Na 5ª semana, foi observado decréscimo da CIT em comparação à 3ª e à 4ª semanas ($p < 0,05$).

FIGURA 4: CIT calculada pelo método da PSE da sessão e pelo método de Edwards (FC), durante as 5 semanas de treinamento da pré-temporada de jovens tenistas. ^a diferença significativa ($p < 0,05$) em relação à semana 1; ^c diferença significativa ($p < 0,05$) em relação à semana 3 e ^d diferença significativa ($p < 0,05$) em relação à semana 4.

O volume de treinamento distribuído nas 3 zonas de intensidade (Barras pretas – zonas da PSE da sessão e barras brancas – zonas de FC) é apresentado na figura 5. Foi verificado padrão similar da distribuição das 3 zonas de intensidade durante as 5 semanas de treinamento. O volume total realizado nas zonas de FC 1 (52,0%) e 2 (37,1%) foi maior que o volume da zona 3 (10,9%), durante as 5 semanas de treinamento ($p < 0,05$). De forma similar, o volume total das sessões de treinamento na zona 1 (42%) e zona 2 (47,5%) da PSE da sessão também foi maior que o volume da zona 3 (10,5%) ($p < 0,05$).

A distribuição da intensidade, determinada pelo método da PSE da sessão, durante as sessões de treinamento e as partidas oficiais é apresentada na figura 6. Foi detectada discrepância na distribuição de intensidade entre as sessões de treinamento técnico/tático (zona 1 = 42,0%; zona 2 = 47,5% e zona 3 = 10,5%) e as partidas oficiais (zona 1 = 0,0%; zona 2 = 10,8% e zona 3 = 89,2%).

FIGURA 5: Padrão de distribuição da intensidade de treinamento de quadra determinada pelo método da PSE da sessão (barras pretas) e pelo método de Edwards (FC; barras brancas), durante a pré-temporada de jovens tenistas. ^{a,b} diferença significativa ($p < 0,05$) em relação às Zonas 1 e 2, respectivamente.

FIGURA 6: Padrão de distribuição da intensidade das sessões de treinamento e das partidas oficiais determinadas pelo método da PSE da sessão. ^a diferença significativa em relação ao treinamento ($p < 0,05$).

6.4. Discussão

Os principais resultados deste experimento são: a) o padrão de distribuição de intensidade das sessões de treinamento dos tenistas concentra a maior parte (90%) do volume de treinamento entre as zonas de baixa e moderada; b) e apenas uma pequena parte das sessões (10%) é realizada em alta intensidade e c) foi observada discrepância entre o padrão de distribuição de intensidade das sessões de treinamento e o padrão de distribuição da intensidade das partidas oficiais.

O avanço tecnológico dos monitores de FC portáteis possibilita não somente verificar a FC durante o exercício, mas também armazenar o comportamento da FC durante toda sessão de treinamento. Esses equipamentos ainda permitem a identificação da FC inicial, a FC média mensurada na sessão de treinamento e o tempo despendido dentro de uma zona de FC específica pré-determinada, tornando a avaliação da intensidade do treinamento uma medida prática e popular. Outra maneira bastante simples de monitorar a intensidade do exercício físico pode ser feita por meio da escala de esforço percebido. A quantificação da intensidade utilizada neste estudo, determinada pelo método da PSE da sessão, foi desenvolvida por Foster et al. (1998; 2001a). O método da PSE da sessão quantifica a percepção global do estresse imposto ao atleta durante toda a sessão de treinamento, baseada na sensação de esforço, obtida 30min após o término da sessão. Assim como Foster et al. (1998; 2001a), foi observado no experimento 1 que a PSE da sessão, multiplicada pela duração do treinamento, é um método válido para quantificar a CIT de tenistas, quando comparada ao cálculo da CIT pelo método baseado na FC.

Este é o primeiro relato sobre o padrão de distribuição da intensidade das sessões de treinamento, através do método da PSE da sessão, utilizando jovens jogadores de Tênis. O presente experimento avaliou 407 sessões de treinamento técnico/tático e 17 jogos oficiais de Tênis, durante as 6 primeiras semanas (dezembro a janeiro) da temporada de tenistas juvenis brasileiros. Entretanto, é importante reconhecer as limitações deste relato. Este estudo teve caráter meramente descritivo, o mesmo não comparou o impacto de 2 diferentes tipos de distribuição da intensidade sobre o desempenho dos tenistas. Conforme ressaltado por Seiler e Kerjand (2006), estudos experimentais são extremamente difíceis de

serem realizados com atletas profissionais devido ao fato dos atletas e treinadores não permitirem alterações nos métodos de treinamento que eles desenvolveram ao longo dos anos de experiência pessoal. Esses autores ainda ressaltam que o processo de treinamento destes atletas envolve o ajuste empírico das cargas de treinamento, determinado, em última instância, pelos resultados nas competições.

A ausência de evidências sobre o padrão de distribuição da intensidade do treinamento com jovens tenistas dificulta a comparação dos resultados apresentados com estudos prévios. Entretanto, um estudo relativamente recente investigou o padrão de distribuição da intensidade das sessões de treinamento com jogadores de Futebol (ALGRØY et al., 2011). Algrøy et al. (2011) relataram que o padrão de distribuição da intensidade do treinamento foi uniforme entre as 3 zonas de intensidade, sendo que $35 \pm 2\%$ do total de sessões foram executadas na zona de baixa intensidade (≤ 4), $38 \pm 2\%$ foram realizadas na zona moderada (4,5 e 6,5) e $27 \pm 4\%$, em intensidade elevada (≥ 7).

Algrøy et al. (2011) sugeriram que, pelo fato do Futebol requerer a combinação de ações de potência muscular, velocidade, resistência, além de componentes técnicos e táticos, é imprescindível utilizar distintas estratégias e métodos de treinamento, possivelmente conduzidos em intensidades diferentes. Essas múltiplas demandas de capacidades físicas poderiam explicar, pelo menos em parte, o padrão uniforme de distribuição da intensidade das sessões de treinamento observado para futebolistas.

Baseado no estudo acima mencionado, era plausível esperar que o padrão de distribuição da intensidade do treinamento de tenista fosse similar ao descrito por Algrøy et al. (2011). No entanto, os resultados do presente estudo indicam que aproximadamente 90% das sessões de treinamento são conduzidas em intensidade baixa ou moderada. Esse padrão é semelhante ao observado para os esportes de *endurance* (ESTEVE-LANAO et al., 2005; SEILER; KJERLAND, 2006; ZAPICO et al., 2007).

O primeiro estudo com atletas de *endurance* a quantificar a distribuição da intensidade do treinamento utilizando as 3 zonas de intensidade baseadas na resposta de lactato e compensação respiratória foi de Esteve-Lanao et al. (2005). Estes autores acompanharam o treinamento de 8 corredores de longa distância de classe nacional por 6 meses. Na média estes atletas correram 70km.semana^{-1} , com 71% das sessões realizadas na Zona 1, 21% na zona 2 e 8% na zona 3.

Posteriormente, Seiler e Kjerland (2006) relataram que 11 jovens esquiadores bem treinados apresentavam padrão de distribuição da intensidade do treinamento com $75 \pm 3\%$ na zona 1, $8 \pm 3\%$ na zona 2 e $17 \pm 4\%$ na zona 3. Estes dados demonstram que os esquiadores de nível nacional, assim como os corredores investigados no estudo de Esteve-Lanao et al. (2005), distribuem a intensidade das suas sessões de treinamento de forma polarizada, com a maioria das sessões de treinamento abaixo ($\sim 75\%$) ou acima (15-20%) da zona de acomodação de lactato. Isso demonstra que os atletas de *endurance* treinam, surpreendentemente, pouco tempo na zona de acomodação do lactato (zona 2).

Por outro lado, Zapico et al. (2007) demonstraram que ciclistas profissionais, que costumam executar treinamento com um volume extremamente alto, próximo de $35.000 \text{ km.ano}^{-1}$, apresentam padrão de distribuição da intensidade do treinamento similar ao observado por Esteve-Lanao et al. (2005). Zapico et al. (2007) utilizaram o modelo das 3 zonas de intensidade para determinar a característica da distribuição da intensidade de um grupo de 23 ciclistas de elite durante os meses de novembro a junho. Houve aumento no volume total e na zona 3 de intensidade do mesociclo de inverno (novembro a fevereiro, Zona 1 = 77,7%; Zona 2 = 19,9%; Zona 3 = 2,4%) para o da primavera (março a junho, Zona 1 = 70%, Zona 2 = 21% e Zona 3 = 8%). O resultado do teste máximo realizado em cicloergômetro ao término de cada fase do treinamento foi maior que o inicial (inicial = $225 \pm 9,9$ watts; após inverno = $249 \pm 11,3$ watts; após primavera = $255 \pm 10,6$ watts – $p < 0,05$), mas não houve melhora entre o final do mesociclo de treinamento do inverno e o final do mesociclo da primavera ($249 \pm 11,3$ vs. $255 \pm 10,6$ watts).

Considerando que o Tênis é uma atividade intermitente, caracterizada por ações de curta duração e alta intensidade, intercaladas com períodos de recuperação (FERNANDEZ; MENDEZ-VILLANUEVA; PLUIM, 2006; GOMES et al., 2011), era esperado, pelo menos em teoria, que se observasse o padrão uniforme de distribuição da intensidade, como o observado no Futebol. Provavelmente, esse padrão favoreceria o desenvolvimento das diferentes capacidades físicas exigidas pelo Tênis.

Entretanto, ao contrário da hipótese inicial, o padrão de distribuição das sessões de treinamento de jovens tenistas concentrou a maior parte do treinamento em intensidades baixa e moderada, similar aos estudos de *endurance* (ESTEVE-LANAO et al., 2005; ZAPICO et al., 2007). É importante ressaltar que o

planejamento do treinamento no Tênis é realizado de forma empírica, devido à ausência de evidências científicas sobre o planejamento do treinamento de tenistas profissionais.

As razões que justificam esse padrão de distribuição de intensidade do treinamento utilizado no Tênis está além do escopo do presente trabalho. No entanto, algumas possíveis explicações podem ser discutidas. Primeiro, já é sabido que o aprimoramento técnico dos tenistas deve ser realizado em sessões de treinamento de baixa intensidade (KOVACS, 2007). Segundo McCarthy (2000), o aumento de intensidade do treinamento e o decorrente aumento da produção de lactato estão associados com o decréscimo do desempenho técnico de tenistas. Portanto, é possível que treinadores concentrem grande parte do volume de treinamento em sessões de treinamento executadas em baixa intensidade com o propósito de priorizar qualidade técnica.

Outro ponto que merece ser discutido e que poderia ajudar a explicar o padrão de distribuição descrito na presente investigação é a adoção de períodos de recuperação mais longos, caracterizando sessões de treinamento com menor densidade de estímulo. Por exemplo, Ferrauti, Pluim e Weber (2001) investigaram o efeito do tempo de recuperação (10 ou 15s) sobre a qualidade e velocidade de 30 golpes de base de Tênis, executados com 6 séries de 5 repetições (2s), com 1min de recuperação entre as séries. Estes autores reportaram aumento no tempo de corrida para a preparação do golpe ($1,405 \pm 0,044$ vs. $1,376 \pm 0,045$ s, $p < 0,05$), redução da velocidade do golpe ($106,2 \pm 12$ vs. $114,8 \pm 8$ km.h⁻¹, $p < 0,05$) e o aumento no número de erros (13,4 vs. 10,9, $p < 0,05$), utilizando o intervalo de recuperação mais curto (10s) entre as repetições em comparação ao intervalo mais longo (15s).

Estes dados sugerem que a eficácia do treinamento só pode ser mantida se o período de recuperação mínimo (15s) for respeitado (FERRAUTI; PLUIM; WEBER, 2000). Caso contrário, o objetivo de aprimorar o aspecto técnico dos tenistas, que é determinado pela qualidade, precisão velocidade, força dos golpes do Tênis seria comprometido. Logo, é provável que os treinadores estejam preocupados em organizar as sessões de treinamento com intervalos de recuperação mais longos. Esses intervalos mais longos favoreceriam a redução da FC, diminuindo o tempo gasto em zonas de maior intensidade. Além disso, esse maior intervalo de recuperação poderia atenuar a resposta da PSE dos tenistas. Portanto, esse maior

volume na zona de baixa intensidade pode ser uma estratégia deliberada para desenvolver habilidade técnicas, utilizando sessões de baixa intensidade com longos períodos de recuperação.

Também é possível que os próprios atletas selecionem a intensidade das sessões de treinamento, permanecendo dentro da zona de conforto, a fim de garantir a eficácia dos golpes. Esse fenômeno da seleção da menor intensidade em sessões planejadas para serem realizadas em maior intensidade já foi observado anteriormente. Foster et al. (2001b) relataram que, nos dias de treinamento de maior intensidade, atletas inexperientes tendem a treinar em menor intensidade que a determinada pelo treinador/técnico. O padrão inverso foi observado nos dias de menor intensidade, ou seja, nestes dias, os atletas tendem a treinar em maior intensidade do que a estipulada (FOSTER et al., 2001b).

Mais uma vez, é importante ressaltar que a presente investigação não teve como objetivo investigar as causas do fenômeno observado (distribuição de intensidade concentrada nas zonas de baixa e moderada intensidade). Portanto, estas suposições acima citadas precisam ser devidamente investigadas em estudos futuros. No presente estudo, a CIT apresentou aumento durante a 3^a e 4^a semanas, sem nenhuma alteração na distribuição da intensidade do treinamento. Estes resultados sugerem que os treinadores manipularam a CET por meio do incremento da duração das sessões. Estes resultados, conseqüentemente, sugerem que a intensidade foi mantida no mesmo nível ao longo de toda a fase de preparação, o que reforça ainda mais a tese de que o planejamento do treinamento dos tenistas investigados prioriza o volume como variável principal.

Outro resultado do presente estudo foi a discrepância entre o padrão de distribuição da intensidade das sessões de treinamento técnico/tático e o das partidas oficiais. Foi observado que os tenistas jogaram 85% das partidas na zona de alta intensidade (zona 3). Considerando que as adaptações fisiológicas e psicológicas dos atletas dependem do estresse imposto durante o treinamento (SMITH, 2003, ISSURIN, 2010), esta discrepância na distribuição da intensidade entre as sessões de treinamento técnico/tático e as partidas oficiais pode ser vista teoricamente como uma situação indesejada, haja vista que o treinamento deve mimetizar as condições da competição.

Entretanto, estes dados levantados por meio da abordagem observacional não permitem a inferência de que um número maior de sessões de treinamento em

alta intensidade seja mais eficaz para promover uma melhora do desempenho competitivo destes atletas. Estudos futuros, incluindo comparação de diferentes modelos de distribuição da intensidade através de diferentes fases de periodização, precisam ser desenvolvidos. Medidas de desempenho físico, habilidades motoras, tolerância ao estresse, estado de humor, recuperação, assim como parâmetros imunológicos e hormonais podem ser realizadas para acompanhar essas diferentes manipulações na distribuição da intensidade do treinamento - adicionando novas informações sobre a efetividade e a variabilidade da resposta individual nos diferentes padrões de distribuição da intensidade no Tênis.

6.5. Conclusão

Os resultados do presente estudo demonstram que jovens tenistas treinam a maior parte das sessões de treinamento em intensidades baixa e moderada. A partir desses dados, é possível afirmar que sessões de treinamento de quadra durante a fase de pré-temporada foram executadas em baixa e moderada intensidade. Além disso, foi observada discrepância entre o padrão de distribuição da intensidade das sessões de treinamento e o das partidas oficiais, demonstrando cenário contraditório em relação à visão clássica do princípio de especificidade do treinamento. A fim de compreender o efeito da distribuição da intensidade do treinamento sobre o desempenho de tenistas, estudos experimentais, no quais sejam comparados diferentes modelos de distribuição da intensidade, precisam ser conduzidos.

7. EXPERIMENTO 3

Quantificação da carga de treinamento e monitoramento da tolerância ao estresse, da resposta imunoendócrina e do desempenho físico de tenistas durante a pré-temporada

7.1. Introdução

A temporada competitiva de jovens tenistas é extensa, compreendendo diversos torneios ao longo do ano. A participação em diversos torneios limita o tempo de treinamento durante a temporada, portanto, nesse cenário, a pré-temporada é um período decisivo para a preparação destes atletas.

A fim de avaliar como os atletas respondem a curtos e intensos períodos de treinamento, como a pré-temporada, diversos estudos utilizam diferentes ferramentas para quantificar a CIT e monitorar respostas associadas ao nível de estresse. Por exemplo, Moreira et al. (2011) demonstraram aumento do nível de C e diminuição da taxa de secreção de IgA após 4 semanas de treinamento com elevada CET. Além disso, esse aumento da magnitude da CET eleva a incidência de sintomas e fontes de estresse, determinadas pelo questionário DALDA (ROBSON-ANSLEY; BLANNIN; GLEESON, 2007). Robson-Ansley, Blannin e Gleeson (2007) reportaram a elevação plasmática da IL-6 e aumento da atividade de CK após 4 semanas de intensificação do treinamento (aumento da CET) em atletas de *endurance*. Essas respostas foram precedidas pelo aumento dos sintomas de estresse, utilizando o DALDA. Também foi relatado, após 6 semanas de intensificação do treinamento com atletas de *Rugby*, a diminuição do desempenho físico (resistência aeróbia e capacidade de salto) e o aumento dos sintomas de estresse (COUTTS et al., 2007a). Coletivamente, estes dados sugerem que o monitoramento integrado de diversos parâmetros subjetivos e objetivos pode auxiliar o planejamento e, se necessário, os ajustes das CTs.

Até o presente momento, relativamente poucas investigações reportaram efeito da manipulação da CET sobre as respostas psicofisiológicas de jovens tenistas, bem como o impacto dessas respostas no desempenho físico destes

atletas. Consequentemente, este experimento investigou o efeito da periodização da CET durante pré-temporada sobre a magnitude da CIT, a tolerância ao estresse, a resposta imunoendócrina e o desempenho de jovens tenistas.

7.2. Materiais e métodos

7.2.1. Amostra

Doze jogadores profissionais de Tênis (Idade: $18,5 \pm 0,4$ anos, altura: 178 ± 4 cm, peso: $72,4 \pm 6,0$ kg) com experiência mínima de 5 anos no treinamento com Tênis, ranqueados entre as posições 242 e 1400 da associação de tenistas profissionais (ATP), participaram deste estudo. Todos os tenistas foram considerados saudáveis e não possuíam nenhuma lesão no início do estudo. Após serem informados sobre os procedimentos utilizados na pesquisa, os participantes assinaram o consentimento informado livre esclarecido. Os procedimentos experimentais foram conduzidos segundo a resolução específica do conselho nacional de saúde (196/96), após a aprovação do comitê de ética da universidade de São Paulo (CAAE: 09860412.6.0000.5391).

7.2.2. Delineamento do estudo

Após 3 semanas de férias, os tenistas foram monitorados durante o período de pré-temporada, que foi dividido em 4 semanas de treinamento progressivo (com duas semanas de intensificação), seguido de uma semana de treinamento com diminuição do volume (período de polimento), representado na figura 7. Antes e após o período de treinamento, foram realizados os testes físicos de força, resistência aeróbia, salto vertical e agilidade. Os testes foram realizados em 2 momentos, após 2 dias de descanso. No decorrer das semanas de treinamento técnico/tático e treinamento físico, foi mensurada a CIT (PSE da sessão), monotonia,

ET, tolerância ao estresse e coletada saliva para posterior análise da concentração de IgA, C e relação T:C.

7.2.3. Periodização da pré-temporada

No decorrer da pré-temporada, foram realizadas sessões de treinamento técnico/tático planejadas pelos treinadores das equipes de Tênis e que não foram alterados pelos pesquisadores. O treinamento físico de pré-temporada foi delineado para desenvolver as capacidades físicas de resistência aeróbia, força, potência e agilidade (Tabela 3). Nas primeiras duas semanas, os tenistas executaram cargas adicionais de treinamento intervalado para resistência aeróbia, compostas de *sprints* repetidos com intervalo passivo e distâncias entre 400 e 1000m. A resistência aeróbia e anaeróbia específica da modalidade foi realizada na 3ª e 4ª semanas, com distâncias menores (100 a 400m), executadas numa intensidade mais elevada do que das semanas anteriores. Além disso, no decorrer das 4 semanas, no período da manhã, era realizado treinamento de força.

Nas primeiras duas semanas, o treinamento de resistência muscular e hipertrofia foi prescrito de forma progressiva. Nas semanas subsequentes (3ª e 4ª semanas), foi realizado o treino para potência muscular. Para o desenvolvimento da habilidade específica da modalidade, agilidade e velocidade, treinos na quadra foram realizados nas semanas 2, 3 e 4. O volume e a intensidade deste treinamento foram maiores nas semanas 3 e 4, quando comparado à 2ª semana.

O período de polimento foi prescrito com uma diminuição de 50% do volume de treinamento (número de sessões de treinamento) no formato de *step-taper* (MUJIKÁ; PADILLA, 2003). Foram realizadas duas partidas de Tênis durante este período, com o intuito de aproximar a prescrição do treinamento às exigências da competição de Tênis. Esta simulação de partida (melhor de 3 sets) foi realizada no período da tarde contra indivíduos de nível técnico e *ranking* equitativos. O programa de treinamento de força (força e potência), velocidade e agilidade foram executados simultaneamente no período da manhã, seguindo modelo de treinamento complexo (EBEN, 2002).

FIGURA 7: Delineamento experimental do 3º experimento

TABELA 3: Descrição da carga externa de treinamento físico do período de pré-temporada

	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5
<i>Treinamento de Força</i>					
Número de séries	21	28	25	25	15
Repetições por série	20-15	12	6	6	6
Intensidade (%1-RM)	60%	70%	50%	30%	30%
Período de descanso	1min	2min	3min	3min	3min
Sessões por sem	4	4	4	4	2
<i>Velocidade e Agilidade</i>					
Número de séries	–	5	6	6	6
Repetições por série	–	50	60	60	30
Intensidade	–	Moderado	Máxima	Máxima	Máxima
Relação esforço:pausa	–	1:2	1:3	1:3	1:3
Sessões por sem	–	1	3	3	2
<i>T. Intervalado</i>					
Repetições x Distância	5x1000m	5x1000m	10 x400m	10 x400m	–
		5x400m	10 x200m	10 x200m	
			10 x100m	10 x100m	
Intensidade	Moderado	Moderado	Alta	Alta	–
Relação esforço:pausa	1:1	1:1;1:2	1:2;1:3	1:2	–
Distância por sem	~15km	~21km	~21 km	~14 km	–
Sessões por sem	3	3	3	2	–

7.2.4. Determinação da PSE sessão, monotonia e esforço do treinamento

A CIT foi mensurada através da escala CR-10 (BORG, 1982), e pelo método da PSE da sessão proposto por Foster (1998, 2001). O método da PSE utiliza a pergunta: “Como foi a sua sessão de treino?” 30min após o término da sessão de treinamento técnico/tático mais treinamento físico. O avaliado foi instruído a escolher o descritor e, depois, o número de 0 a 10, que pode ser fornecido em decimais (por exemplo: 7,5). O valor máximo (10) foi comparado ao maior esforço físico experimentado pela pessoa, e o valor mínimo, a condição de repouso absoluto (0). O escore da PSE escolhido foi posteriormente multiplicado pela duração da sessão de treinamento, e expresso em U.A.

A monotonia foi obtida pela média das CIT das sessões da semana, dividida pelo seu desvio padrão, e a quantificação do ET foi obtida pela multiplicação da monotonia e somatório das CIT acumuladas na semana (FOSTER, 1998).

7.2.5. Tolerância ao estresse (DALDA)

As fontes e os sintomas de estresse foram avaliados através da versão traduzida para o português do DALDA proposto por Rushall (1990) e traduzido por Moreira e Cavazzoni, (2009). Os questionários foram preenchidos no 1° (*Baseline*), 7°, 14°, 21°, 28° e 35° dias do estudo (Figura 7). Das respostas “pior que o normal”, “normal”, e “melhor que o normal”, apenas a resposta “pior que o normal” foi analisada. Apesar de Rushall (1990) ter desenvolvido o DALDA para ser aplicado diariamente, a sua utilização semanal foi escolhida para minimizar as interrupções no processo de treinamento dos tenistas, uma vez que a sua aplicação semanal não prejudica sua sensibilidade (ROBSON-ANSLEY; BLANNIN; GLESSON, 2007).

7.2.6. Medidas de desempenho pré e pós pré-temporada

7.2.6.1. Teste de força máxima (1 Repetição Máxima no supino e Leg press 45°)

Todos os tenistas eram familiarizados com o teste de 1RM no supino e no *leg press* 45° (KIM; MAYHEW; PETERSON, 2002; SHIMANO et al., 2006). Após um aquecimento de 10 repetições com 40% (1RM), 5 repetições a 70% (1RM) e duas repetições a 85% (1RM), foi determinado o 1RM de cada indivíduo. O teste é baseado no aumento da carga até que o indivíduo não consiga superar a carga com uma execução completa do movimento (3 a 5 tentativas), utilizando técnica apropriada e amplitude pré-determinada (supino amplitude total e *leg press* 45° flexão de 90° dos joelhos). Cada tentativa foi separada por um período de 3 a 5min de intervalo (SHIMANO et al., 2006). Dois pesquisadores, um em cada extremidade da barra, ajudaram a levantar o peso quando necessário.

7.2.6.2. Teste de agilidade (teste “T”)

O teste “T” de 40m foi realizado após 2 dias de descanso do teste de 1RM, utilizando os métodos publicados (SEMENICK, 1990; PAUOLE; MADOLE, 2000) e adaptado para a população deste estudo. A distância do teste foi adaptada para as características da quadra de Tênis do protocolo original (de 36,56m para 40m), mas sem comprometer a validade e reprodutibilidade do teste. Cada sujeito iniciou o teste com ambos os pés posicionados atrás do ponto de partida e, após um sinal auditivo, eles se deslocam até a junção das linhas do “T” numa distância de 10m e, posteriormente, para o cone da direita (5m), retornando para o cone da esquerda (10m) e, posteriormente, até a junção das linhas (5m), finalizando sua última corrida de 10m até o ponto de início. Dois sensores eletrônicos (sistema de fotocélulas, SpeedTest 6.0, CEFISE, Brasil) posicionados a 0,75m do chão e alocadas a 3m, uma de frente para outra, na linha de partida determinaram o tempo realizado pelos

tenistas quando passaram por cada ponto eletrônico e parado quando voltavam a passar no sensor. Este teste tem uma excelente reprodutibilidade (ICC = 0,98) (PAUOLE; MADOLE, 2000).

7.2.6.3. Teste de endurance (Yo-Yo intermittent endurance test level II)

O *Yo-Yo intermittent endurance test level 2* (Yo-Yo IE level II) foi realizado após o 2º teste de 1RM, de acordo com descrição prévia do método (BRADLEY et al., 2011). Três tenistas foram avaliados simultaneamente por 3 avaliadores distintos. Ao sinal sonoro de um áudio metrônomo (CD), os atletas iniciaram a corrida de 20m, com velocidade ajustada e controlada para alcançar a marca dos 20m exatamente no tempo do próximo sinal sonoro. O retorno foi realizado para a marca inicial no tempo exato do próximo sinal sonoro. Após um período de recuperação de 5seg, foi iniciada novamente a corrida. O tempo permitido para realizar o percurso (2 x 20m; “ida volta” = 40m) foi progressivamente diminuído, ou seja, a velocidade foi incrementada. O teste foi finalizado quando o atleta não conseguia manter a velocidade indicada. A distância percorrida foi mensurada em metros.

7.2.6.4. Testes de impulsão vertical

Cada tenista teve 3 tentativas de salto vertical (SV), seguidas do salto vertical com contramovimento (SVC). O movimento dos braços não foi permitido. O atleta foi orientado a fixar as mãos sobre o quadril, iniciando e finalizando o exercício com os pés apoiados no interior da área do tapete de contato (SpeedTest 6.0, CEFISE, Brasil) e manteve os joelhos estendidos durante a fase aérea do salto, para não ser invalidado. O intervalo de recuperação entre cada tentativa foi de 30s. O teste SV e SVC, foi realizado conforme descrição prévia (LARA et al., 2006) e apresenta uma medida válida de salto ($r=0,967$) (LEARD et al., 2007).

Os testes foram realizados com auxílio do tapete de contato composto por circuitos eletrônicos que medem o tempo com precisão de milissegundos durante a fase de voo do salto. O tapete foi conectado a um *laptop*, e a altura do SV, calculada em polegadas, de acordo com a seguinte fórmula: $h = t^2 \times g \times 8^{-1}$, onde g = aceleração da gravidade ($9,81\text{ms}^{-2}$), t = tempo de voo (s). As medidas do SV e do SVC no tapete foram convertidas para centímetros pelo próprio software.

7.2.7 Análise dos marcadores hormonais e imunológicos na saliva

As amostras de saliva foram coletadas em repouso no 1° (*Baseline*), 7°, 14°, 21°, 28° e 35° dias do estudo. Para evitar a variação diurna destes marcadores, as amostras foram coletadas no mesmo horário ao longo destes dias (8h00, aproximadamente 30min após acordarem). Em jejum e sem escovar os dentes, os participantes foram instruídos a enxaguar a boca com água destilada para limpar a cavidade oral e desprezar sem engolir a primeira quantidade de saliva acumulada na boca antes da coleta. Com os participantes sentados, de olhos abertos, com a cabeça inclinada para frente e com o mínimo movimento possível da face, amostras de saliva de forma passiva foram coletadas em tubos (15mL) esterilizados e pré pesados. O tempo de coleta foi de 5min, cuidadosamente monitorado para estimar o fluxo salivar. O fluxo foi determinado pela divisão do volume (peso do tubo pré e pós-coleta) de saliva pelo período de tempo da coleta. Com este método determinamos a taxa de secreção de $\text{IgA} \cdot \text{min}^{-1}$ através do produto da concentração absoluta de IgA pelo fluxo de salivar.

As amostras foram congeladas imediatamente após a coleta em freezer doméstico, e o transporte até o laboratório (isopor com gelo seco) foi realizado após 4h da coleta para, então, serem armazenadas e estocadas em freezer a -80°C até o momento da análise. A análise de T e C foi determinada em duplicata utilizando a técnica de radioimunoensaio pelo kit comercial (Salimetrics®, Estados Unidos da América), seguindo as instruções do fabricante. A relação T:C foi calculada a partir destes dados. A concentração de IgA foi determinada pelo ensaio de imunoabsorbância ligado a enzima (ELISA) pelo kit (Salivary Secretory IgA EIA,

Salimetrics[®], Estados Unidos da América), de acordo com as instruções do fabricante.

7.2.8. *Análise estatística*

Após o teste de normalidade de Shapiro-Wilk e esfericidade pelo teste de Mauchly's, uma ANOVA *one-way* foi utilizada para comparar as modificações das variáveis dependentes (CIT, ET, Índice de monotonia, DALDA, Cortisol, Testosterona, IgA) durante as 5 semanas de treinamento. Quando encontrada diferença significativa, o teste de Turkey *post hoc* foi realizado. A comparação entre os momentos pré e pós-treinamento foi realizada por meio do test t pareado. Os resultados estão expressos em média e desvio padrão, e o nível de significância foi $p < 0,05$. Os dados foram analisados com auxílio do software SPSS - versão 20.0 para Windows.

7.3. *Resultados*

Foi observado aumento da magnitude da CIT semanal na 3^a e 4^a semanas (vs. 1^a Semana; $p < 0,05$) (Figura 8A). Na 5^a semana, a CIT apresentou decréscimo em relação às 3^a e 4^a semanas ($p < 0,05$). O ET apresentou aumento na 4^a semana (vs. 1^a semana, $p < 0,05$) (Figura 8B), e o índice de monotonia permaneceu relativamente estável, sofrendo redução apenas na 5^a semana (vs. 1^a semana; $p < 0,05$) (Figura 8C).

FIGURA 8: Carga de treinamento semanal (8A), esforço do treinamento (ET) (8B) e monotonia do treinamento (8C) dos tenistas durante as 5 semanas de pré-temporada. ^a diferença significativa da semana 1; ^b diferença significativa da semana 2; ^c diferença significativa da semana 3; ^d diferença significativa da semana 4.

O número de respostas “pior que o normal” relacionado aos sintomas de estresse (parte B do DALDA) apresentou aumento nas 3^a e 4^a semanas em relação ao escore da linha de base (*baseline*) ($p < 0,05$). Na 5^a semana, houve redução do número de respostas “pior que o normal” da parte B do DALDA (vs. 3^a e 4^a semanas; $p < 0,05$) (Figura 9B). Não houve alteração das fontes de estresse (parte A do DALDA) durante todo o período de treinamento ($p > 0,05$ – Figura 9A).

Foi detectado aumento na concentração de C salivar na 4^a semana (vs. *baseline*, $p < 0,05$, figura 10A). Posteriormente, na 5^a semana, a concentração de C sofreu decréscimo em relação à 4^a semana ($p < 0,05$), retornando ao valor da linha de base (*baseline*). Inversamente, a relação T:C sofreu redução nas 3^a e 4^a semanas (vs. *baseline*, $p < 0,05$, figura 10C), antes de apresentar aumento na 5^a semana (vs. 3^a e 4^a semanas, $p < 0,05$). A concentração de testosterona (figura 10B) e a concentração de IgA (Figura 10D) não foram alteradas durante o período investigado ($p > 0,05$).

Houve aumento na carga do teste de força (1RM) para o supino e o *leg press* no período pós-treinamento (vs. pré-treinamento, $p < 0,05$). Os desempenhos no teste do Yo-Yo IE level II e no teste T também apresentaram aumento no momento pós-treinamento (vs. pré-treinamento; $p < 0,05$). Não foi observada alteração na capacidade de saltos após o treinamento (vs. pré-treinamento; $p > 0,05$).

FIGURA 9: Número de respostas “pior que o normal” relacionados às fontes de estresse (9A) e aos sintomas de estresse (9B) fornecidas pelos tenistas nas 5 semanas de pré-temporada. ^a diferente do *baseline* (BL); ^b diferente da semana 1 e 2; ^c diferente da semana 3; ^d diferente da semana 4.

FIGURA 10: Resposta do cortisol (10A), da testosterona (10B), da relação T:C (10C) e da IgA (10D) dos tenistas durante as 5 semanas de pré-temporada. ^a – diferente do baseline; ^d – diferente da semana 4.

TABELA 4. Resultado dos testes de desempenho físico [Teste de 1RM no supino (S 1RM) e no *leg press* (LP 1RM), salto vertical com contramovimento (SVC), salto vertical (SV), teste do Yo-Yo IE level II, teste T] dos tenistas antes (pré) e após (pós) as 5 semanas de pré-temporada. * Diferença significativa em comparação aos valores pré-treinamento.

	Pré-treinamento	Pós-treinamento
S 1RM (kg)	74,3±16,3	81,0±17,7*
LP 1RM (kh)	454,4±78,9	507,8±88,9*
Yo-Yo IE level II (m)	894,4±241,4	1104,4±363,0*
Teste T (s)	9,99±0,49	9,45±0,47*
SJ (cm)	30,3±5,5	30,8±6,1
SVC (cm)	33,4±6,2	34,1±6,2

7.4. Discussão

Os principais resultados do presente estudo foram: 1) as alterações da CET implementadas durante a pré-temporada (intensificação da CET nas 3^a e 4^a semanas e polimento na 5^a semana) foram acompanhadas pelo comportamento da CIT; 2) O padrão de resposta dos sintomas de estresse (aumento na 3^a semana e diminuição na 5^a semana) e as respostas hormonais (aumento da concentração de C na 4^a semana e redução da relação T:C nas 3^a e 4^a semanas) também apresentaram concordância com o planejamento da CET e 3) o plano de treinamento periodizado foi efetivo no desenvolvimento das capacidades físicas dos tenistas (força, agilidade e *endurance*).

Consistente com a hipótese inicial, a fase de treinamento de intensificação (3^a e 4^a semanas) e os 7 dias polimento (5^a semana) induziram aumento e posterior decréscimo da CIT. Outras investigações já comprovaram a eficácia do monitoramento da CIT por meio do método da PSE da sessão em esportes como o Futebol (IMPELLIZZERI et al., 2004; ALEXIOU; COUTTS, 2008) e o *Rugby* (KILLEN; GABBETT; JENKINS, 2010). Entretanto, nenhum estudo prévio quantificou as fontes de estresse impostas aos jogadores jovens de Tênis durante a fase pré-temporada e o subsequente impacto nas diferentes medidas de desempenho das capacidades físicas.

Durante as duas semanas de intensificação do treinamento, os jogadores demonstraram piora nos sintomas de estresse, indicada pelo aumento do número de respostas “pior que o normal” da parte B do DALDA. Essa parte do questionário está associada com os “sintomas” que refletem a capacidade do atleta em lidar com o estresse do treinamento. Contudo, apesar deste incremento de percepção negativa dos sintomas de estresse, não houve modificação nas fontes de estresse ao longo do período do estudo. Estes resultados estão consistentes com outras pesquisas que reportaram aumento nos sintomas de estresse após o período de intensificação do treinamento (HALSON et al., 2002; ACHTEN et al., 2004; MOREIRA et al., 2009a) e, posteriormente, redução no valor pré-treinamento, quando a CET foi reduzida (ACHTEN et al., 2004; RONSON-ANSLEY; BLANNIN; GLEESON, 2007; MOREIRA et al., 2011).

Robson-Ansley, Blannin e Gleeson, (2007) reportaram que o DALDA pode detectar o aumento do estresse antes das modificações na resposta imunológica, durante o período agudo de intensificação do treinamento de corrida em atletas de *endurance*. Mais recentemente, Moreira et al. (2011) notaram que o aumento da magnitude da CIT foi acompanhado pelo aumento do número de respostas “pior que o normal” para os sintomas de estresse, que, por sua vez, coincidiram com o incremento nos episódios de infecções do trato respiratório superior em jogadores de Futsal. Coletivamente, estes dados sustentam a utilização do DALDA como ferramenta para detectar quais atletas não estão lidando adequadamente com as demandas do treinamento. Esse questionário, assim como a escala de PSE, pode ser utilizado no cotidiano do treinamento esportivo para monitorar e ajustar a CET.

As respostas hormonais também se mostraram sensíveis às alterações deliberadas na CET. O C é um marcador comum do nível de estresse, portanto não surpreende que o C apresentasse aumento em resposta à intensificação da CET e, posteriormente, diminuição com a redução da CET durante o período de polimento. Esse padrão de resposta do C influenciou o comportamento da relação T:C, ou seja, queda da relação durante a intensificação e aumento após o polimento. Estes resultados são sustentados por outros estudos (FOSTER, 1998; COUTTS et al., 2007b), que sugerem que tais medidas podem ser marcadores fisiológicos úteis para monitorar as respostas à CET. Quando utilizadas como parte do programa de monitoramento multidimensional, estas medidas podem auxiliar os treinadores na tomada de decisão, considerando como o grupo ou um indivíduo estão respondendo à manipulação da CET.

A baixa concentração de C após o período de polimento, a estabilidade do parâmetro de imunidade da mucosa (IgA), o retorno do estado de tolerância ao estresse ao nível basal verificados neste grupo de tenistas demonstram que estes atletas estavam em boa condição de saúde e com baixo nível de estresse.

A manutenção da concentração de T no presente experimento sugere que esta medida seja menos sensível para monitorar as alterações da CET durante o período de treinamento da pré-temporada. Entretanto, é importante reconhecer algumas limitações metodológicas deste experimento (uma única amostra no dia e falta de dados do grupo controle) que não permitem uma análise da resposta circadiana.

A variação e a progressão da CET são imprescindíveis para o aprimoramento do desempenho físico (MUJICA; PADILLA, 2003; ISSURIN, 2010). Na presente investigação, o desempenho das capacidades físicas (força, agilidade e *endurance*) foi potencializado pelo plano de treinamento periodizado. Estudos prévios também reforçam a necessidade da manipulação da CET (ex.: intensificação seguida de polimento) para conseguir estes objetivos (COUTTS et al., 2007b). A ausência de alteração do desempenho de saltos foi inesperada e pode ser atribuída, em parte, pelo “fenômeno da interferência” do treinamento concorrente (GLOWACKI et al., 2004). Isto é, a concorrência entre os estímulos do treinamento de força-potência e o treinamento de *endurance* pode comprometer o desenvolvimento de uma ou mais dessas capacidades físicas. Os mecanismos relacionados ao fenômeno da interferência ainda são extensamente debatidos (GLOWACKI et al., 2004; AAGAARD; ANDERSEN, 2010; GARCÍA-PALLARÉS; IZQUIERDO, 2011), porém, evidências sugerem que a produção da potência parece bastante afetada pelo efeito concorrente do treinamento de *endurance* (GLOWACKI et al., 2004; McNAMARA; STEARNE, 2013; CANTRELL et al., 2014).

A partida de Tênis é caracterizada por atividades intermitentes, alternando curtos períodos de alta intensidade (4 a 10s) com períodos curtos (10 a 20s) e mais longos de recuperação (60 a 90s) (FERNANDEZ; MENDEZ-VILLANUEVA; PLUIM, 2006; KOVACS, 2006). Durante as partidas, são executados *sprints* curtos, acelerações e mudanças de direção frequentes, indicando que a força, a potência e a agilidade são relevantes para o sucesso nas competições. Além disso, a duração da partida varia de 1h a 5h, sugerindo a importância do aprimoramento da capacidade de *endurance*. A melhora observada no teste T (agilidade), no teste de 1 RM (força) e no teste do Yo-yo IE level II (*endurance*) confirmam que os tenistas iniciaram a temporada competitiva em melhor condição física que no início da pré-temporada.

É possível que a melhora do desempenho pós-treinamento esteja, em parte, associada às modificações concomitantes do estado psicológico e hormonal, indicadas pelas respostas adaptativas da tolerância ao estresse, da concentração de C e da relação T:C. A concentração de IgA salivar não apresentou alteração durante o estudo. Esse padrão de estabilidade da IgA também foi reportado por outros estudos (PYNE et al., 2001; TIOLLIER et al., 2005; SLIVKA et al., 2010). Tiollier et al. (2005) reportaram que a IgA salivar permaneceu inalterada após o período de

treinamento militar, seguido de 5 dias intensivos de combate. Também não foi modificação na concentração de IgA após 21 dias de intensificação do treinamento com ciclistas masculinos (SLIVKA et al., 2010) e após três meses de treinamento na Natação (PYNE et al., 2001). As modificações na imunidade da mucosa são geralmente observadas após períodos de exposição à fatores estressores extremos. Por exemplo, Jemmott et al. (1983) reportaram redução da concentração de IgA com estresse psicológico crônico, promovido pelas atividades acadêmicas de estudantes de odontologia do primeiro ano. Já Deinzer et al. (2000) demonstraram que o estresse psicológico de provas finais de medicina também pode reduzir a concentração da IgA. Dentro desta mesma linha, Moreira et al. (2008) observaram redução na concentração de IgA salivar tanto nos atletas como na comissão técnica durante 17 dias de preparação para um campeonato internacional de Basquete. Apesar da intensificação do treinamento implementada no presente estudo, é provável que este estímulo não tenha sido suficientemente forte para afetar a resposta imunológica dos tenistas.

7.5. Conclusão

A manipulação da CET, prevista no plano de treinamento periodizado, que determinava intensificação nas 3^a e 4^a semanas, foi acompanhada por elevação da CIT para o mesmo período. Da mesma maneira, foi previsto no plano de treinamento o período de polimento (5^a semana) que apresentou decréscimo da CIT. As modificações na CET também foram refletidas em alterações dos sintomas de estresse e do perfil hormonal. O plano de treinamento periodizado promoveu adaptações na tolerância ao estresse e na resposta hormonal, que podem ter mediado a melhora do desempenho das capacidades físicas pós-treinamento. Os resultados do presente estudo confirmam a efetividade do plano de treinamento periodizado (intensificação inicial seguido do período de polimento) para promover o aprimoramento das capacidades físicas de tenistas na fase de pré-temporada. O presente resultado sustenta a utilização de métodos subjetivos (PSE da sessão e DALDA) como ferramentas práticas de monitoramento do treinamento. A utilização das respostas hormonais também podem fornecer informações sobre o processo de adaptação ao treinamento. O monitoramento dessas variáveis em conjunto pode

auxiliar os treinadores na tomada de decisão e no planejamento futuro, considerando como o grupo ou o indivíduo está respondendo ao treinamento.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aprimoramento do desempenho atlético dos tenistas é dependente do planejamento eficiente da CET. Entretanto, o estímulo externo promoverá respostas internas (CIT) que, por sua vez, determinarão as adaptações desejadas. A CIT, portanto, assume a condição de fator determinante para o resultado do processo de treinamento. A partir desse pressuposto, é imprescindível monitorar a magnitude da CIT durante o treinamento esportivo. A quantificação da CIT imposta aos tenistas pode ser realizada de maneira prática e com baixo custo operacional pelo método da PSE. A partir deste método, é possível levantar informações valiosas sobre como os atletas respondem às CET planejadas pelos treinadores.

O planejamento adequado das CET envolve a manipulação das variáveis do treinamento, como, por exemplo, a intensidade e o volume. A intensidade do treinamento pode ser facilmente determinada por meio do método da PSE. Esse método permite investigar o padrão de organização da intensidade durante o treinamento de tenistas. Este tipo de informação poderá ser utilizado no planejamento das CET futuras. Os dados do presente estudo, tomados em conjunto, demonstram que o método da PSE da sessão pode contribuir para promover a qualidade dos programas de treinamento no Tênis desenvolvido pelos treinadores.

A implementação de uma abordagem multidimensional para monitorar o processo do treinamento, incluindo medidas psicométricas, parâmetros metabólicos e fisiológicos, bem como testes de desempenho pode minimizar a chance do surgimento de respostas deletérias e maximizar o sucesso do treinamento.

REFERENCIAS

1. AAGAARD, P.; ANDERSEN, J.L. Effects of strength training on endurance capacity in top-level endurance athletes. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, Copenhagen, v. 20, p. S39-S47, 2010.
2. ABT, G.; LOVELL, R. The use of individualized speed and intensity thresholds for determining the distance run at high intensity in professional soccer. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 27, p. 893-898, 2009.
3. ACHTEN, J.; HALSON, S.L.; MOSELEY, L.; RAYSON, M.P.; CASEY, A.; JEUKENDRUP, A.E. Higher dietary carbohydrate content during intensified running training results in better maintenance of performance and mood state. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 96, p. 1331-1340, 2004.
4. ACHTEN, J.; JEUKENDRUP, A.E. Heart rate monitoring: applications and limitations. **Sports Medicine**, Auckland, v. 33, p. 517-538, 2003.
5. ADLERCREUTZ, H.; HÄRKÖNEN, M.; KUOPPASALMI, H.; NÄVERI, H.; HUHTANIEMI, I.; TIKKANEN, H.; REMES, K.; DESYPRIS, A.; KARVONEN, J. Effect of training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their response during physical exercise. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 7, p. 27-28, 1986.
6. AKUBAT, I.; PATEL, E.; BARRET, S.; ABT, G. Methods of monitoring the training and match load and their relationship to changes in fitness in professional youth soccer players. **Journal of Sports Science**, London, v. 2, p. 1-8, 2012.
7. ALEXIOU, H.; COUTTS, A. J. A comparison of methods used for quantifying internal training load in women soccer players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, Champaign, v. 3, p. 320-330, 2008.
8. ALGRØY, E.A.; HETLELID, K.J.; STEPHEN, S.; PEDERSEN, I.S. Quantifying training intensity distribution in a group of Norwegian professional soccer players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, Champaign, v. 6, p. 70-80, 2011.
9. ALLGROVE, J.E.; GOMES, E.; HOUGH, J. Effects of exercise intensity on salivary antimicrobial proteins and markers of stress in active men. **Journal of Sports Science**, London, v. 26, p. 653-661, 2008.

10. ASTRAND, P.O.; RODAHL, K. Textbook of work physiology. New York: McGraw Hill; 1986.
11. BANFI, G.; DOLCI, A. Free testosterone/cortisol ratio in soccer: usefulness of a categorization of values. **Journal of Sport Medicine and Physical Fitness**, Torino, v. 46, p. 611-616, 2006.
12. BANISTER, E.W.; MACDOUGALL, J.D.; WENGER, H.A. Modeling elite athletic performance: physiological testing of the high-performance athlete. Campaign (IL): Human Kinetics Books; 1991: 403-425.
13. BILLAT, V.L.; DEMARLE, A.; SLAWINSKI, J.; PAIVA, M.; KORALSZTEIN, J.P. Physical and training characteristics of top-class marathon runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 33, p. 2089-2097, 2001.
14. BISHOP, N.C.; BLANNIN, A.K.; ARMSTRONG, E.; RICKMAN, M.; GLEESON, M. Carbohydrate and fluid intake affect the saliva flow rate and IgA response to cycling. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 32, p. 2046-2051, 2000.
15. BISHOP, N.C.; GLEESON, M. Acute and chronic effects of exercise on markers of mucosal immunity. **Frontiers in Bioscience**, Tampa, v. 14, p. 4444-4456, 2009.
16. BISHOP, N.C.; WALKER, G.J.; SCANLON, G.A.; RICHARDS, S.; ROGERS, E. Salivary IgA responses to prolonged intensive exercise following caffeine ingestion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 38, p. 513-519, 2006.
17. BLANNIN, A.K.; ROBSON, P.J.; WALSH, N.P.; CLARK, A.M.; GLENNON, L.; GLESSON, M. The effect of exercising to exhaustion at different intensities on saliva immunoglobulin A, protein and electrolyte secretion. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 19, p. 546-552, 1998.
18. BORG, E.; KAIJSER, L. A comparison between three rating scales for perceived exertion and two different work tests. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, Copenhagen, v. 16, p. 57-69, 2006.
19. BORG, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 14, p. 377-381, 1982.
20. BORG, G. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. **Scandinavian Journal of Work, Environment &**

Health, Helsinki, v. 16, p. S55-S58, 1990.

21. BORG, G.A.; DAHLSTROM, H. The reliability and validity of a physical work test. **Acta Physiologica Scandinavica**, Oxford, v. 55, p. 353-361, 1962.

22. BORG, G.A.; VANDENBURG, M.; HASSMEN, P.; KAIJSER, L.; TANAKA, S. Relationships between perceived exertion, HR and HLa in cycling, running and walking. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, Copenhagen, v. 9, p. 69-77, 1987

23. BORRESEN, J.; LAMBERT, M.I. Quantifying training load: a comparison of subjective and objective methods. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, Champaign, v. 3, no. 1, p. 16-30, 2008.

24. BORRESEN, J.; LAMBERT, M.I. The quantification of training load, the training response and the effect on performance. **Sports Medicine**, v. 39, p. 779-795, 2009.

25. BOSCH, J.A.; RING, C.; DE GEUS, E.J.C.; VEERMAN, E.C.I.; NIEUW AMERONGEM, A.V. Stress and secretor immunity. **International Review of Immunobiology**, Amsterdam, v. 52, p. 213-253, 2002.

26. BRADLEY, P.S.; MOHR, M.; BENDIKSEN, M.; RANDERS, M.B.; FLINDT, M.; BARNES, C.; HOOD, P.; GOMEZ, A.; ANDERSEN, J.L.; DI MASCIO, M.; BANGSBO, J.; HRUSTRUP, P. Sub-maximal and maximal Yo-Yo intermittent endurance test level 2: heart rate response, reproducibility and application to elite soccer. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 111, p. 969-978, 2011.

27. BRESCIANI, G.; CUEVAS, M.J.; MOLINERO, O.; ALMAR, M.; SUAY, F.; SALVADOR, A.; DE PAZ, J.A.; MARQUEZ, S.; GONZÁLEZ-GALLEGU, J. signs of overload after an intensified training. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 32, p. 338-343, 2011.

28. BRINK, M.S.; NEDERHOF, E.; VISSCHER, C.; SCHMIKLI, S.L.; LEMMINK, K.A.P.M. Monitoring load, recovery, and performance in young elite soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 24, p. 597-603, 2010a.

29. BRINK, M.S.; VISSCHER, C.; ARENDS, S.; ZWERVER, J.; POST, W.J.; LEMMINK, K.A. Monitoring stress and recovery: new insights for the prevention of injuries and illnesses in elite youth soccer players. **British Journal of Sports Medicine**, London, v. 44, p. 809-815, 2010b.

30. CANTRELL, G.C.; SCHILLING, B.K.; PAQUETTE, M.R.; MURLASITS, Z. Maximal strength, power, and aerobic endurance adaptations to concurrent strength and sprint interval training. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 114, p. 763-771, 2014.
31. CARPENTER, G.H.; PROCTOR, G.B.; ANDERSEN, L.C.; ZHANG, X.S.; GARRET, J.R. Immunoglobulin A secretion into saliva during dual sympathetic and parasympathetic nerve stimulation of rat submandibular glands. **Experimental Physiology**, Cambridge, v. 85, p. 281-286, 2000.
32. CARPENTER, G.H.; PROCTOR, G.B.; EBERSOLE, L.E.; GARRET, J.R. Secretion of IgA by rat parotid and submandibular cells in response to autonomic stimulation *in vitro*. **International Immunopharmacology**, New York, v. 4, p. 1005-1014, 2004.
33. COSTA, L.O.P.; SAMULSKI, D.M. Processo de Validação do Questionário de Estresse e Recuperação para Atletas (RESTQ-Sport) na Língua Portuguesa. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, São Caetano, v. 13, p. 79-86, 2005.
34. COSTA, R.J.S.; JONES, G.E.; LAMB, K.L.; CLEMAN, R.; WILLIAMS, J.H.H. The effects of a high carbohydrate diet on cortisol and salivary immunoglobulin A (s-IgA) during a period of increase exercise workload amongst Olympic and ironman triathletes. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 26, p. 880-885, 2005.
35. COUTTS, A. J.; REABURN, P. Monitoring changes in rugby league player's perceived stress and recovery during intensified training. **Perceptual and Motor Skills**, Missoula, v.106, p. 904-916, 2008.
36. COUTTS, A.J.; GOMES, R.V.; VIVEIROS, L.; AOKI, M.S. Monitoring training loads in elite tennis. **Revista Brasileira de Cineantropometria do Desempenho Humano**. Porto Alegre, v. 12, p. 217-220, 2010.
37. COUTTS, A.J.; RAMPININI, E.; MARCORA, S.M.; CASTAGNA, C.; IMPELLIZZERI, F.M. Physiological correlates of perceived exertion during soccer specific exercise. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Belconnen, v. 45, p. 43-47, 2008.
38. COUTTS, A.J.; RAMPININI, E.; MARCORA, S.M.; CASTAGNA, C.; IMPELLIZZERI, F.M. Heart rate and blood lactate correlates of perceived exertion

during small-sided soccer games. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Belconnen, v. 112, p. 79-84, 2009.

39. COUTTS, A.J.; REABURN, P.; PIVA, J.; MURPHY, A. Changes in selected biochemical, muscular strength, power, and endurance measures during deliberate overreaching and tapering in rugby league players. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 28, p. 116-124, 2007a.

40. COUTTS, A.J.; REABURN, P.; TERRENCE, E.; PIVA, J.; ROWSELL, G.J. Monitoring for overreaching in rugby league players. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 99, p. 313-324, 2007b.

41. COUTTS, A.J.; WALLACE, L.K.; SLATTERY, K.M. Monitoring changes in performance, physiology, biochemistry, and psychology during overreaching and recovery in triathletes. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 28, p. 125-134, 2007.

42. CREWETHER, B.T.; LOWE, T.E.; INGRAM, J.; WEATHERBY, R.P. Validating the salivary testosterone and cortisol concentration measures in response to short high-intensity exercise. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v. 50, p. 85-92, 2010.

43. CWAŁALBINSKA-MONETA, J.; KRUK, B.; NAZAR, K.; KRZEMINSKI, K.; KACIUBA-USCILKO, H.; ZIEMBA, A. Early effects of short-term endurance training on hormonal responses to graded exercise. **Journal of physiology and pharmacology**, Krakow, v. 56, p. 87-99, 2005.

44. DAVIES, C.T.M.; FEW, J.D. Effects of exercise on adrenocortical function. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 35, p. 887-891, 1973.

a. DAVIS IV, H.; ORZECK, T.; KEELAN, P. Psychometric item evaluations of the Recovery-Stress Questionnaire for athletes. **Psychology of Sport and Exercise**, Amsterdam, v. 8, p. 917-938, 2007.

45. DE MORREE, H.M.; KLEIN, C.; MARCORA, S.M. Perception of effort reflects central motor command during movement execution. **Psychophysiology**, Baltimore, v. 49, p. 1242-1253, 2012.

46. DEINZER, R.; KLEINEIDAM, C.; STILLER-WINKLER, R.; IDEL, H. Prolonged reduction of salivary immunoglobulin A (sIgA) after a major academic exam. **International Journal of Psychophysiology**, Amsterdam, v. 37, p. 219-232, 2000.

47. DIMITRIOU, L.; SHARP, N.C.; DOHERTY, M. Circadian effects on the acute responses of salivary cortisol and IgA in well trained swimmers. **British Journal of Sports Medicine**, London, v. 37, p. 260-264, 2002.
48. DRUST, B.; REILLY, T.; CABLE, N.T. Physiological responses to laboratory-based soccer-specific intermittent and continuous exercise. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 18, p. 885-892, 2000.
49. DURKE, J.W.; RUBIN, D.A.; DALY, W.; HACKNEY, A.C. Influence of prolonged exercise on the 24-hour free testosterone-cortisol ratio hormonal profile. **Medicina Sportiva**, Krakow, v. 11, p. 48-50, 2007.
50. EBEN, W.P. Complex training: A brief review. **Journal of Sports and Medicine**, London, v. 2, p. 42-46, 2002.
51. EDWARDS, J.E.; LINDEMAN, A.K.; MIKESKY, A.E.; STAGER, J.M. Energy balance in highly trained female endurance runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.25, p. 1398-1404, 1993.
52. ESTEVE-LANAO, J.; ALEJANDRO, F.; EARNEST, C.P.; FOSTER, C.; LUCIA, A. How do endurance runners actually train? Relationship with competition performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 37, p. 496-504, 2005.
53. ESTEVE-LANAO, J.; FOSTER, C.; SEILER, S.; LUCIA, A. Impact of training intensity distribution on performance in endurance athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 21, p. 943-949, 2007.
54. FAHLMAN, M.M.; ENGELS, H. Mucosal IgA and URTI in American college football players: A year longitudinal study. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 37, p. 374-380, 2005.
55. FERNANDEZ, J.; MENDEZ-VILLANUEVA, A.; PLUIM, B.M. Intensity of tennis match play. **British Journal of Sports Medicine**, London, v. 40, p. 387-391, 2006.
56. FERRAUTI, A.; PLUIM, B.M.; WEBER, K. The effect of recovery duration on running speed and stroke quality during intermittent training drills in elite tennis players. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 19, p. 235-242, 2001.
57. FILAIRE, E.; BERNAIN, X.; SAGNOL, M.; LAC, G. Preliminary results on mood state, salivary testosterone:cortisol ratio and team performance in professional soccer team. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 86, p. 179-184, 2001.

58. FILAIRE, E.; ROUVEIX, M.; DUCLOS, M. Training and 24-hr urinary catecholamine excretion. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 30, p. 33-39, 2009.
59. FOSTER, C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 30, p. 1164-1168, 1998.
60. FOSTER, C.; FLORHAUG, J.A.; FRANKLIN, H.; GOTTSCHALL, L.; HRVATIN, L.; PARKER, S.; DOLESHAL, P.; DODGE, C. A new approach to monitoring exercise training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 15, no. 1, p. 109-115, 2001a.
61. FOSTER, C.; HECTOR, L.; WELSH, R.; SCHARGER, M.; GREEN, M.A.; SYNDER, A.C. Effects of specific versus cross training on running performance. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 30, P. 1164-1168, 1997.
62. FOSTER, C.; HECTOR, L.L.; WELSH, R.; SCHRAGER, M.; GREEN, M.A, SNYDER, A.C. Effects of specific versus cross-training on running performance. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.70, p.367-372, 1995.
63. FOSTER, C.; HEIMANN, K.M.; ESTEN, P.L.; BRICE, G.; PORCARI, J.P. Differences in perceptions of training by coaches and athletes. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 6, p. 3-7, 2001b.
64. FOX, P.C.; VAN DER VEN, P.F.; SONIES, B.C.; WEIFFENBACH, J.M.; BAUM, B.J. Xerostomia, evaluation of a symptom with increasing significance. **The Journal of the American Dental Association**, Chicago, v. 110, p. 519-525, 1985.
65. FRY, R.W.; MORTON, A.R.; GARCIA-WEBB, P.; KEAST, D. Monitoring exercise stress by changes in metabolic and hormonal responses over a 24h period. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 63, p. 228-234, 1991.
66. GARATACHEA, N.; HERNÁNDEZ-GARCÍA, R.; VILLAVARDE, C.; GONZÁLEZ-GALLEGO, J.; TORRES-LUGUE, G. Effects of 7-weeks competitive training period on physiological and mental condition of top level judoist. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v. 52, p. 1-10, 2012.
67. GARCÍA-PALLARÉS, J.; IZQUIERDO, M. Strategies to optimize concurrent training of strength and aerobic fitness for rowing and canoeing. **Sports medicine**, Auckland, v. 41, p. 329-343, 2011.

68. GASKILL, S.E.; SERFASS, R.C.; BACHARACH, D.W.; KELLY, J.M. Responses to training in cross-country skiers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 31, p. 1211-1217, 1999.
69. GLEESON, M.; McDONALD, W.A.; PYNE, D.B.; CLANCY, R.L.; CRIPPS, A.W.; FRANCIS, J.L.; FRICKER, P.A. Immune status and respiratory illness for elite swimmers during a 12-week training cycle. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 21, p. 302-307, 2000.
70. GLEESON, M.; McDONALD, W.A.; PYNE, D.B.; CRIPPS, A.W.; FRANCIS, J.; FRICKER, P.A.; CLANCY, R.L. Salivary IgA levels and infection risk in elite swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 31, p. 67-73, 1999.
71. GLEESON, M.; PYNE, D.B.; CALLISTER, R. The missing links in exercise effects on mucosal immunity. **Exercise Immunology Review**, Champaign, v. 10, p. 107-128, 2004.
72. GLOWACKI, S.P.; MARTIN, S.E.; MAURER, A.; BAEK, W.; GREEN, J.S.; CROUSE, S.F. Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise on training outcomes in men. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 36, p. 2119-2127, 2004.
73. GOMES, R.V.; COUTTS, A.J.; VIVEIROS, L.; AOKI, M.S. Physiological demands of match-play in elite tennis: A case study. **European Journal of Sports Science**, Berlin, v. 11, p. 105-109, 2011.
74. GOMES, R.V.; MOREIRA, A.; LODO, L.; NOSAKA, K.; COUTTS, A.J.; AOKI, M.S. Monitoring training loads, stress, immune-endocrine responses and performance in tennis. **Biology of Sports**, Poland, v. 30, p. 3-10, 2013.
75. GONZÁLEZ-BOTO, R.; SALGUERO, A.; TUERO, C.; GONZÁLEZ-GALLEGO, J.; MÁRQUEZ, S. Monitoring the effects of training load changes on stress and recovery in swimmers. **Journal of Physiology and Biochemistry**, Pamplona, v. 64, p. 19-26, 2008.
76. GOZANSKY, W.S.; LYNN, J.S.; LAUDENSLAGER, M.L.; KOHRT, Q.W. Salivary cortisol determined by enzyme immunoassay is preferable to serum total cortisol for assessment of dynamic hypothalamic–pituitary–adrenal axis activity. **Clinical Endocrinology**, Oxford, v. 63, p. 336-341, 2005.
77. GREENSPAN, F.S.; GARDNER, D.G. *Endocrinologia Básica e Clínica*. Rio de Janeiro: McGraww-Hill; 2005.

78. HACKNEY, A.C. Endurance training and testosterone levels. **Sports Medicine**, Auckland, v. 8, p. 117-127, 1989.
79. HALSON, S.L.; BRIDGE, M.W.; MEEUSEN, R.; BUSSCHAERT, B.; GLEESON, M.; JONES, D.A.; JEUKENDRUP, A.E. Time course of performance changes and fatigue markers during intensified training in trained cyclists. **Journal Applied of physiology**, Washington, v.32, p. 947-956, 2002.
80. HALSON, S.L.; JEUKENDRUP, S.L. Does overtraining exist? An analysis of overreaching and overtraining research. **Sports Medicine**, Auckland, v.34, p. 967-981, 2004.
81. HANSEN, A.M.; GARDE, A.H.; PERSSON, R. Sources of biological and methodological variation in salivary cortisol and their impact on measurement among healthy adults: a review. **Scandinavian Society for Clinical Chemistry**, Oslo, v. 68, p. 167-171, 2005.
82. HARTWIG, T. B.; NAUGHTON, G.; SEARL, J. Load, stress, and recovery in adolescent rugby union players during a competitive season. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 27, p. 1087-1094, 2009.
83. HILL, E.E.; ZACK, E.; BATTAGLINI, C.; VIRU, M.; VIRU, A.; HACKNEY, A.C. Exercise and circulating cortisol levels: the intensity threshold effect. **Journal of Endocrinological Investigation**, Milano, v.31, p. 587-591, 2008.
84. HOPKINS, W.G. A new view of statistics. Internet society for sports science. 2 ed. London: S. Paul; 2010.
85. HORNER, D.J.; FARROW, D.; MUJICA, I.; YOUNG, W. Fatigue in tennis: mechanisms of fatigue and effect on performance. **Sports Medicine**, Auckland, v. 37, p. 199-212, 2007.
86. HOUSH, T.J.; JOHNSON, G.O.; HOUSH, D.J.; EVANS, S.L.; THARP, G.D. The effect of exercise at various temperatures on salivary levels of immunoglobulin A. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 12, p. 498-500, 1991.
87. HUCKLEBRIDGE, F.; CLOW, A.; EVANS, P. The relationship between salivary secretory immunoglobulin A and cortisol: Neuroendocrine response to awakening and the diurnal cycle. **International Journal of Psychophysiology**, Amsterdam, v. 31, p. 69-76, 1998.

88. IMPELLIZZERI, F. M.; RAMPININI, E.; COUTTS, A.A.; SASSI, A.; MARCORA, S.M. Use of RPE-based training load in soccer. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 36, p. 1042-1047, 2004.
89. IMPELLIZZERI, F.M.; RAMPININI, E.; MARCORA, S.E. Physiological assessment of aerobic training in soccer. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 23, p. 583-592, 2005.
90. INDER, W.J.; HELLEMANS, J.; SWANNEY, M.P.; PRICKETT, T.C.R.; DONALD, R.A. Prolonged exercise increases peripheral plasma ACTH, CRH e AVP in male athletes. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 85, p. 835-841, 1998.
91. ISSURIN, V.B. Generalized training effects induced by athletic preparation. A review. **Journal of Sport Medicine and Physical Fitness**, Torino, v. 49, P. 333-345, 2009.
92. ISSURIN, V.B. New horizons for the methodology and physiology of training periodization. **Sports Medicine**, Auckland, v. 40, p. 189-206, 2010.
93. JEMMOTT, J.B.^{3rd}; BORYSENKO, J.Z.; BORYSENKO, M.; MCCLELLAND, D.C.; CHAPMAN, R.; MEYER, D.; BENSON, H. Academic stress, power motivation, and decrease in secretion rate of salivary secretory immunoglobulin A. **Lancet**, London, v. 1, p. 1400-1402, 1983.
94. JEUKENDRUP, A.E.; HESSELINK, M.K. Overtraining: what do lactate curves tell us? **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 28, p. 239-240, 1994.
95. JOHANSEN, F.E.; BRAATHEN, R.; BRANTZAEG, P. The J-chain is essential for polymeric receptor-mediated epithelial transport of IgA. **The Journal of Immunology**, Baltimore, v. 167, p. 5185-5192, 2001.
96. JONSDOTTIR, I.H. Special feature for the Olympics: effects of exercise on the immune system: neuropeptides and their interaction with exercise and immune function. **Immunology and Cell Biology**, Adelaide, v. 78, p. 562-570, 2000.
97. JÜRIMÄE, J.; JÜRIMÄE, T.; PURGE, P. Plasma testosterone and cortisol responses to prolonged sculling in male competitive rowers. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 19, p. 893-898, 2001.
98. JÜRIMÄE, J.; MÄESTU, J.; PURGE, P.; JÜRIMÄE, T. Changes in stress and recovery after heavy training in rowers. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Belconnen, v. 7, p. 335-339, 2004.

99. KELLMANN, M.; ALTENBURG, D.; LORMES, W.; STEINACKER, J.M. Assessing stress and recovery during preparation for the World Championships in Rowing. **The Sport Psychologist**, London, v. 15, p. 151-167, 2001.
100. KELLMANN, M.; GUNTHER, K. D. Changes in stress and recovery in elite rowers during preparation for the Olympic Games. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 32, p. 676-683, 2000.
101. KILLEN, N.M.; GABBET, T.J.; JENKINS, D.G. Training loads and incidence of injury during the preseason in professional rugby league players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 24, p. 2079-2084, 2010.
102. KIM, P.S.; MAYHEW, J.L.; PETERSON, D.F. A modified YMCA bench press test as a predictor of 1 repetition maximum bench press strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 16, p. 440-445, 2002.
103. KINDERMANN, W.; SCHNABEL, A.; SCHMITT, W.N.; BIRO, G.; CASSENS, J.; WEBER, F. Catecholamines, growth hormone, cortisol insulin, and sex hormones in anaerobic and aerobic exercise. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 49, p. 389-399, 1982.
104. KINDERMANN, W.; SIMON, G.; KEUL, J. The significance of the aerobic-anaerobic determination of work load intensities during endurance training. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 42, p. 25-34, 1979.
105. KOVACS, M.S. Applied physiology of tennis performance. **British Journal of Sports Medicine**, London, v. 40, p. 381-386, 2006.
106. KOVACS, M.S. Tennis physiology training the competitive athlete. **Sports Medicine**, Auckland, v.37, p. 189-198, 2007.
107. LAMBERT, E.V.; ST CLAIR GIBSON, A.; NOAKES, T.D. Complex systems model of fatigue: integrative homeostatic control peripheral physiological systems during exercise in humans. **British Journal of Sports Medicine**, London, v.39, p.52-62, 2005.
108. LAMBERTS, R.P.; RIETJENS, G.J.; TIJDINK, H.H.; NOAKES, T.D.; LAMBERT, M.I. Measuring submaximal performance parameters to monitor fatigue and predict cycling performance: a case study of a world-class cyclo-cross cyclist. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 108, p. 103-190, 2010.

109. LANDMAN, A.D.; SANFORD, L.M.; HOWLAND, B.E.; DAWES, C.; PRITCHARD, E.T. Testosterone in human saliva. **Experientia**, Basel, [Resumo], v. 32, p. 940-941, 1976.
110. LARA, A.; ALEGRE, M.L.; ABIÁN, J.; LUIS, J.; AURELIO, U.; AGUADO, X. The selection of a method for estimating power output from jump performance. **Journal of Human Movement Studies**, Hosted, v. 50, p. 399-410, 2006.
111. LEARD, J.S.; CIRILLO, M.A.; KATSNELSON, E.; KIMIATEK, D.A.; MILLER, T.W.; TREBINCEVIC, K.; GARBALOSA, J.C. Validity of two alternative systems for measuring vertical jump height. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.21, p. 1296-1299, 2007.
112. LI, T.; GLEESON, M. The effect of single and repeated bouts of prolonged cycling and circadian variation on saliva flow rate, immunoglobulin A and alpha-amylase responses. **Journal of Sports and Science**, London, v. 22, p. 1015-1024, 2004.
113. LIPPI, G.; DE VITA, F.; SALVAGNO, G.L.; GELATI, M.; MONTAGNANA, M.; GUIDI, G.C. Measurement of morning saliva cortisol in athletes. **Clinical Biochemistry**, Tarrytown, v. 42, p. 904-906, 2009.
114. LONDEREE, B.R. Effect of training on lactate/ventilatory thresholds: a meta analysis. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 29, p. 837-843, 1997.
115. LUCIA, A.; HOYOS, J.; CARVAJAL, A.; CHICHARRO, J.L. Heart rate response to professional road cycling: the tour de France. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 20, p. 167-172, 1999.
116. LUCIA, A.; HOYOS, J.; SANTALLA, A.; EARNEST, C.; CHICHARRO, J.L. Tour de France versus Vuelta a España: which is harder? **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 35, p. 872-878, 2003.
117. MÄESTU, J.; JÜRIMÄE, J.; JÜRIMÄE, T. Hormonal response to maximal rowing before and after heavy increase in training volume in highly trained male rowers. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v. 45, p. 121-126, 2005.
118. MAIN, L.; GROVE, J.R. A multi-component assessment model for monitoring training distress among athletes. **European Journal of Sport Science**, Berlin, v. 9, p. 195-202, 2009.

119. MARCORA, S.M. Do we really need a central governor to explain brain regulation of exercise performance? **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.104, p. 929-931, 2008.
120. MARCORA, S.M.; STAIANO, W. The limit to exercise tolerance in humans: mind over muscle? **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 109, p. 763-770, 2010.
121. McNAMARA, J.M.; STEARNE, D.J. Effect of concurrent training, flexible nonlinear periodization, and maximal-effort cycling on strength and power. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, p. 1463-1470, 2013.
122. MEEUSEN, R.; DUCLOS, M.; GLEESON, M.; RIETJENS, G.; STEINACKER, J, URHAUSEN, A. Prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome, **European Journal of Sports Science**, Berlin, v. 6, p. 1-14, 2006.
123. MEEUSEN, R.; NEDERHOF, E.; BUYSE, L.; ROELANDS, B.; DE SCHUTTER, G.; PIACENTINI, M.F. Diagnosing overtraining in athletes using the two-bout exercise protocol. **British Journal of Sports Medicine**, London, v. 44, p. 642-648, 2010.
124. MEGA, J.; FUJIHASHI, K.; YAMAMOTO, M.; McGHEE, J.R.; HIRASAWA, M.; KIYONO, H. Cytokine production and T cell receptor expression by salivary gland T cells and intraepithelial T lymphocytes for the regulation on the IgA response. **Advances in Experimental Medicine and Biology**, New York, v. 327, p. 119-131, 1992.
125. MILANEZ, V.F.; RAMOS, S.; SALLE-NETO, F.; MACHADO, F.A.; NAKAMURA, F.Y. Relação entre métodos de quantificação de cargas de treinamento baseados em percepção de esforço e frequência cardíaca em jogadores jovens de futsal. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v. 26, p. 17-27, 2012.
126. MOREIRA, A.; ARSATI, F, DE OLIVEIRA, Y.B.; DE FREITAS, C.G.; ARAUJO, V.C. Salivary immunoglobulin a responses in professional top-level futsal players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 25, p. 1932-1936, 2011.
127. MOREIRA, A.; ARSATI, F.; CURY, P.R.; FRANCISCON, C.; OLIVEIRA, P.R.; ARAUJO, V.C. Salivary immunoglobulin a response to a match in

top-level Brazilian soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Stuttgart, v. 23, p. 1968-1973, 2009a.

128. MOREIRA, A.; ARSATI, F.; CURY, P.R.; FRANCISCON, C.; SIMÕES, A.C.; OLIVEIRA, P.R.; ARAÚJO, V.C. The impact of 17-day training period for an international championship on mucosal immune parameters in top-level basketball players and staff members. **European Journal of Oral Science**, Copenhagen, v. 116, p. 431-437, 2008.

129. MOREIRA, A.; ARSATI, F.; LIMA-ARSATI, Y.B.; FRANCHINI, E.; DE ARAÚJO, V.C. Effect of a kickboxing match on salivary cortisol and immunoglobulin A. **Perceptual and Motor Skills**, Missoula, v. 111, p. 158-166, 2010.

130. MOREIRA, A.; BORGES, T.O.; KOSLOWSKI, A.A.; SIMOES, A.C.; BARBANTI, V.J. Esforço percebido, estresse e inflamação do trato respiratório superior em atletas de elite de canoagem. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v.23, n.4, p.355-363, 2009b.

131. MOREIRA, A.; CAVAZZONI, P.B. Monitorando o treinamento através do wiscons in upper respiratory symptom survey-21 e daily analysis of life demands in athletes nas versões em língua portuguesa. **Revista da Educação Física**, Maringá, v.20, p. 109-119, 2009.

132. MOREIRA, A.; DE MOURA, N.R.; COUTTS, A.J.; COSTA, E.C.; KEMPTON, T.; AOKI, M.S. Monitoring internal training load and mucosal immune responses in futsal athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Stuttgart, v. 27, p. 1253-1259, 2012a.

133. MOREIRA, A.; FRANCHINI, E.; FREITAS, C.G.; ARRUDA, A.F.S.; MOURA, N.R.; COSTA, E.C.; AOKI, M.S. Salivary cortisol and immunoglobulin A responses to simulated and official Jiu-Jitsu matches. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Stuttgart, v. 26, p. 2185-2191, 2012b.

134. MOREIRA, A.; FREITAS, C.G.; NAKAMURA, F.Y.; DRAGO, G.; DRAGO, M.; AOKI, M.S. Effect of match importance on salivary cortisol and immunoglobulin A responses in elite young volleyball players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Stuttgart, v. 27, p. 202-207, 2012c.

135. MOREIRA, A.; McGUIGAN, M.R.; ARRUDA, A.F.; FREITAS, C.G.; AOKI, M.S. Monitoring internal load parameters during simulated and official basketball matches. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Stuttgart, v. 26, p. 861-866, 2012d.

136. MORGAN, W.P. Psychological components of effort sense. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 26, p. 1071-1077, 1994.
137. MORTATTI, A.L.; MOREIRA, A.; AOKI, M.S.; CREWETHER, B.T.; CASTAGNA, C.; DE ARRUDA, A.F.S.; FILHO, J.M. Effect of competition on salivary cortisol, immunoglobulin A, and upper respiratory tract infections in elite young soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Stuttgart, v. 26, p. 1396–1401, 2012.
138. MORTON, R.H.; FITZ-CLARKE, J.R.; BANISTER, E.W. Modeling human performance in running. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 69, p. 1171-1177, 1990.
139. MUJICA, I.; PADILLA, S. Scientific bases for precompetition tapering strategies. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 35, p. 1182-1187, 2003.
140. NAKAMURA, F.Y.; MOREIRA, A.; AOKI, M.S. Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável? **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Rio de Janeiro, v. 21, p. 1-11, 2010.
141. NICHOLLS, A.R.; BACKHOUSE, S.H.; POLMAN, R.C.; McKENNA, J. Stressors and affective states among professional rugby union players. **Scandinavian Journal of Medicine and Sciences in Sports**, Copenhagen, v. 19, p. 121-128, 2009.
142. NIEMAN, D.C.; DUMKE, C.I.; HENSON, D.A.; McANULTY, S.R.; McANULTY, R.H.; LIND, L.S.; MORROW, J.D. Immune and oxidative changes during and following the Western States endurance run. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 24, p.541-547, 2003.
143. NIEMAN, D.C.; HENSON, D.A.; FAGOAGA, O.R.; UTTER, A.C.; VINCI, D.M.; DAVIS, J.M.; NEHLSSEN-CANNARELLA, S.L. Change in salivary IgA following a competitive marathon race. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 23, p. 69-75, 2002.
144. NOAKES, T.D. Challenging beliefs: ex Africa semper aliquid novi. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 29, p. 571-590, 1997.
145. NOAKES, T.D. Implications of exercise testing for prediction of athletic performance: a contemporary perspective. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 20, p. 319-330, 1988

146. NOAKES, T.D. Linear relationship between the perception of effort and the duration of constant load exercise that remains. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.96, p.1571-1572, 2004.
147. NOAKES, T.D. Maximal oxygen uptake: “classical” versus “contemporary” viewpoints: a rebuttal. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 30, p. 1381-1398, 1998.
148. NOAKES, T.D.; ST CLAIR GIBSON, A. Logical limitations to the “catastrophe” models of fatigue during exercise in humans. **British Journal of Sports Medicine**, London, v.38, p. 648-649, 2004.
149. NOBLE, B.J.; BORG, G.A.; JACOBS, I.; CECI, R.; KAISR, P. A category-ratio perceived exertion scale: relationship to blood and muscle lactates and heart rate. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 15, p. 523-528, 1983.
150. O’CONNOR, P.J.; CORRIGAN, D.L. Influence of short-term cycling on salivary cortisol levels. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 19, p. 224-228, 1987.
151. OBMINSKI, Z.; STUPNICKI, R. Comparison of the testosterone to cortisol ratio valued obtained from hormonal assays in saliva and serum. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v. 37, p. 50-55, 1997.
152. OLIVER, S. J.; LAING, S.J.; WILSON, S.; BILZON, J. L.; WALTERS, R.; WALSH, N. P. Salivary immunoglobulin A response at rest and after exercise following a 48 h period of fluid and/or energy restriction. **The British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 97, p. 1190-1116, 2007.
153. PAPACOSTA, E.; NASSIS, G.P.; Saliva as a tool for monitoring steroid, peptide and immune markers in sport and exercise science. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Victoria, v. 14, p. 424-434, 2011.
154. PAUOLE, K.K.; MADOLE, K. Reliability and validity of the T-test as a measure of agility, leg power, and leg speed in college-aged men and women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Stuttgart, v. 14, p. 443-450, 2000.
155. PORT, K. Serum and saliva cortisol responses and blood lactate accumulation during incremental exercise testing. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 12, p. 490-494, 1991.

156. PROCTOR, G.B.; CARPENTER, G.H. Regulation of salivary gland function by autonomic nerves. **Journal of the Autonomic Nervous System**, New York, v. 133, p. 3-18, 2007.
157. PROCTOR, G.B.; GARRET, J.R.; CARPENTER, G.H.; EBERSOLE, L.E. Salivary secretion of immunoglobulin A by submandibular glands in response to autonomimetic infusions in anaesthetised rats. **Journal of Neuroimmunology**, Amsterdam, v. 136, p. 17-24, 2003.
158. PURGE, P.; JÜRIMÄE, J.; JÜRIMÄE, T. Hormonal and psychological adaptation in elite male rowers during prolonged training. **Journal of Sports Science**, London, v. 24, p. 1075-1082, 2006.
159. PYNE, D.B.; McDONALD, W.A.; GLEESON, M.; FLANAGAN, A.; CLANCY, R.L.; FRICKER, P.A. Mucosal immunity, respiratory illness and competitive performance in elite swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 33, p. 348-353, 2001.
160. REID, M.R.; DRUMMOND, P.D.; MACKINNON, L.T. The effect of moderate aerobic exercise and relaxation on secretory immunoglobulin A. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 22, p. 132-137, 2001.
161. ROBSON-ANSLEY, P.; BLANNIN, A.; GLEESON, M. Elevated plasma interleukin-6 levels in trained male triathletes following an acute period of intense interval training. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 99, p. 353-360, 2007.
162. ROSSEN, R.D.; BUTLER, W.T.; WALDMAN, R.H.; ALFORD, R.H.; HORNICK, R.B.; TOGO, Y.; KASEL, J.A. The proteins in nasal secretions. II. A longitudinal study of IgA and neutralising antibody levels in nasal washings from men infected with influenza virus. **Journal of the American Medical Association**, Chicago, v. 211, [Resumo], 1970.
163. ROUVEIX, M.; DUCLOS, M.; GOUARNE, C.; BEAUVIEUX, M.C.; FILAIRE, E. The 24hourinarycortisol/cortisone ratio and epinephrine/norepinephrine ratio for monitoring training in young female tennis players. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 27, p. 856-863, 2006.
164. RUSHALL, B.S. A tool for measuring stress tolerance in elite athletes. **Journal of Applied Sport Psychology**, Washington, v. 2, p. 51-66, 1990.
165. SANNIKKA, E.; TERHO, P.; SUOMINEN, J.; SANTTI, R. Testosterone concentrations in human seminal plasma and saliva and its correlation with non

protein- bound and total testosterone levels in serum. **International Journal of Andrology**, Copenhagen, v. 6, p. 319-330, 2008.

166. SAPOLSKY, R.M.; ROMERO, L.M.; MUNCK, D.A.U. How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory, and preparative actions. **Endocrine Reviews**, Baltimore, v. 21, p. 55-89, 2000.

167. SARI-SARRAF, V.; REILLY, T.; DORAN, D.A. Salivary IgA response to intermittent and continuous exercise. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 27, p. 849-855, 2006.

168. SARI-SARRAF, V.; REILLY, T.; DORAN, D.A.; ATKINSON, G. The effects of single and repeated bouts of soccer-specific exercise on salivary IgA. **Archives of Oral Biology**, Oxford, v. 52, p. 526-532, 2007.

169. SCHOENFELD, B.J. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 24, p. 2857-2872, 2010.

170. SCHUMACHER, Y.O.; MUELLER, P. The 4000-m team pursuit cycling world record: theoretical and practical aspects. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 34, P. 1029-1036, 2002.

171. SEILER, S. What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes? **International Journal of Sports Physiology and Performance**, Champaign, v. 5, p. 276-291, 2010.

172. SEILER, S.; KJERLAND, G.Ø.K. Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an “optimal” distribution? **Scandinavian Journal of Medicine and Sciences in Sports**, Copenhagen, v. 16, p. 49-56, 2006.

173. SEILER, S.; TØNNESSEN, E. Intervals, thresholds, and long slow distance: the role of intensity and duration in endurance training. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 13, p. 32-53, 2009.

174. SEMENICK, D. Tests and measurements: the T-test. **National Strength and Conditioning Association**, Lincoln, v. 12, p. 36-37, 1990.

175. SHEFFIELD-MOORE, M.; URBAN, R.J. An overview of the endocrinology of skeletal muscle. **Trends in Endocrinology and Metabolism**, New York, v. 15, p. 110-115, 2004.

176. SHIMANO, T.; KRAEMER, W.J.; SPIERING, B.A.; VOLEK, J.S.; HATFIELD, D.L.; SILVESTRE, R.; VINGREN, J.L.; FRAGALA, M.S.; MARESH, C.M.; FLECK, S.J.; NEWTON, R.U.; SPREUWENBERG, L.P.; HÄKKINEN, K. Relationship between the number of repetitions and selected percentages of one repetition maximum in free weight exercises in trained men and untrained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Stuttgart, v.20, p. 819-823, 2006.
177. SLIVKA, D.R.; HAILES, W.S.; CUDDY, J.S.; RUBY, B.C. Effects of 21 days of intensified training on markers of overtraining. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 24, p. 2604-2612, 2010.
178. SMITH, D.J. A framework for understanding the training process leading to elite performance. **Sports Medicine**, Auckland, v.33, p. 1103-1126, 2003.
179. ST CLAIR GIBSON, A.; BADEN, D.A.; LAMBERT, M.I.; LAMBERT, E.V.; HARLEY, Y.X.; HAMPSON, D.; RUSSELL, V.A.; NOAKES, T.D. The conscious perception of the sensation of fatigue. **Sports Medicine**, Auckland, v. 33, p. 167-176, 2003.
180. ST CLAIR GIBSON, A.; NOAKES, T.D. Evidence for complex system integration and dynamic neural regulation of skeletal muscle recruitment during exercise in humans. **British Journal of Sports Medicine**, London, v.38, p.797-806, 2004.
181. STAGNO, K.M.; THATCHER, R.; VAN SOMEREN, K.A. A modified TRIMP to quantify the in-season training load of team sport players. **Journal of Sports Science**, London, v. 25, p. 629-634, 2007.
182. STEINACKER, J.M.; LORMES, W.; LEHMANN, M.; ALTENBURG, D. Training of rowers before world championships. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 30, p. 1158-1163, 1998.
183. STRAZDINS, L.; MEYERKORT, S.; BRENT, V.; D'SOUZA, R.M.; BROOM, D.H.; KYD, J.M. Impact of saliva collection methods on sIgA and cortisol assays and acceptability to participants. **Journal of Immunological Methods**, Amsterdam, v. 307, p. 167-171, 2005.
184. STUPNICKI, R.; OBMINSKI, Z. Glucocorticoid response to exercise as measured by serum and salivary cortisol. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 65, p. 546-549, 1992.
185. SUZUKI, S.; SATO, T.; MAEDA, A.; TAKAHASHI, Y. Program design based on a mathematical model using Rating of Perceived Exertion for an elite

Japanese sprinter: A case study. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Stuttgart, v. 20, p. 36-42, 2006.

186. TIOLLIER, E.; GOMEZ-MERINO, D.; BURNAT, P.; JOUANIN, J.C.; BOURRILHON, C.; FILAIRE, E.; GUEZENNEC, C.Y.; CHENNAOUI, M. Intense training: mucosal immunity and incidence of respiratory infections. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 93, p. 421-428, 2005.

187. TOMASI, F.; TRUDEAU, B.; CZERWINSKI, D.; ERREDGE, S. Immune parameters in athletes before and after strenuous exercise. **Journal of Clinical Immunology**, Amsterdam, v. 2, p. 173-178, 1982.

188. TUCKER, R. The anticipatory regulation of performance: The physiological basis for pacing strategies and the development of a perception-based model for exercise performance. **British Journal of Sports Medicine**, London, v. 43, p. 392-400, 2009

189. TUEEW, W.; BOSCH, J.A.; VEERMAN, E.C.; NIEUW AMERONGEN, A.V. Neuroendocrine regulation of salivary IgA synthesis and secretion: implications for oral health. **Biological Chemistry**, Berlin, v. 385, p. 1137-1146, 2004.

190. TYNDALL, G.L.; KOBE, R.W.; HOUMARD, J.A. Cortisol, testosterone, and insulin action during intense swimming training in humans. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 73. P. 61-65, 1996.

191. URHAUSEM, A.; KULLMER, T.; KINDERMAN, W. A 7-week follow-up study of the behavior of testosterone and cortisol during the competition period in rowers. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 56, p. 528-533, 1987.

192. URHAUSEN, A.; GABRIEL, H.; KINDERMANN, W. Impaired pituitary hormonal response to exhaustive exercise in overtrained endurance athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 30, p. 407-414, 1998.

193. URHAUSEN, A.; KINDERMAN, W. Behaviour of testosterone, sex hormone binding globulin (SHBG), and cortisol before and after a triathlon competition. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 8, p. 305- 308, 1987.

194. VERVOORN, C.; QUIST, A.M.; VERMULST, L.J.; ERICH, W.B.; DE VRIES, W.R.; THIJSEN, J.H. The behavior of the plasma free testosterone/cortisol ratio during a season of elite rowing training. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 12, p. 257-263, 1991.

195. VINGREN, J.L.; KRAEMER, W.J.; RATAMESS, N.A.; ANDERSON, J.M.; VOLEK, J.S.; MARESH, C.M. Testosterone physiology in resistance exercise and training: the up-stream regulatory elements. **Sports Medicine**, Auckland, v. 40, p. 1037-1053, 2010.
196. VIRU, A.; VIRU, M. Biochemical Monitoring of Sport Training. Champaign: Human Kinetics. 2001.
197. VIRU, A.; VIRU, M. Cortisol an essencial adaptation hormone in exercise. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 25, p. 461-464, 2004.
198. VIVEIROS, L.; COSTA, E.C.; MOREIRA, A.; NAKAMURA, F.Y.; AOKI, M.S. Monitoramento do treinamento no Judô: comparação entre a intensidade da carga planejada pelo técnico e a intensidade percebida pelo atleta. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Rio de Janeiro, v. 17, p. 266-269, 2011.
199. WALLACE, L. K.; SLATTERY, K.M.; COUTTS, A.J. The ecological validity and application of the session-RPE method for quantifying training loads in swimming. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 23, no. 1, p. 33-38, 2009.
200. WALSH, N.P.; BISHOP, N.C.; BLACKWELL, J.; WIERZBICKI, S.G.; MONTAGUE, J.C. Salivary IgA response to prolonged exercise in a cold environment in trained cyclists. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 34, p. 1632-1637, 2002.
201. WILLEMSSEN, G.; RING, C.; MCKEEVER, S.; CARROLL, D. Secretory immunoglobulin A and cardiovascular activity during mental arithmetic: effects of task difficulty and task order. **Biological Psychology**, Amsterdam, v. 52, p. 127-141, 2000.
202. WITARD, O.C.; JACKMAN, S.R.; KIES, A.K.; JEUKENDRUP, A.E.; TIPTON, K.D. Effect of increased dietary protein on tolerance to intensified training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 43, p. 598-607, 2011.
203. YANG, Y. Application of serum CK and BUN determination in monitoring pre-competition training of badminton athletes. **Journal of Huazhong University of Science and Technology**, Wuhan, v. 27, p. 114-116, 2007.
204. ZAPICO, A.G.; CALDERON, F.J.; BENITO, P.J.; GONZALEZ, C.B.; PARISI, A.; PIGOZZI, F.; DI SALVO, V. Evolution of physiological and haematological parameters with training load in elite male road cyclists: a longitudinal

study. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v. 47, p.191-196, 2007.

205. ZEIER, H.; BRAUCHLI, P.; JOLLER-JEMELKA, H.I. Effects of work demands on immunoglobulin A and cortisol in air traffic controllers. **Biological Psychology**, Amsterdam, v. 42, p. 413-423, 1996.