UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

“EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE CARBOIDRATO SOBRE A PERCEPÇÃO
SUBJETIVA DE ESFORÇO, A RESPOSTA HORMONAL, A CONCENTRAÇÃO
SALIVAR DE IMUNOGLOBULINA-A E O DESEMPENHO DE TENISTAS”

Rodrigo Vitasovic Gomes

SÃO PAULO
2010

**“EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE CARBOIDRATO SOBRE A PERCEPÇÃO
SUBJETIVA DE ESFORÇO, A RESPOSTA HORMONAL, A CONCENTRAÇÃO
SALIVAR DE IMUNOGLOBULINA-A E O DESEMPENHO DE TENISTAS”**

RODRIGO VITASOVIC GOMES

Dissertação apresentada à Escola de
Educação Física e Esportes da Universidade
de São Paulo, como requisito parcial para
obtenção do grau de mestre em Educação
Física.

ORIENTADOR: PROF. DR. MARCELO SALDANHA AOKI

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que contribuíram para meu desenvolvimento profissional e ajudaram na construção deste trabalho:

Marília Vitasovic Gomes e Sergio Gomes, pais excelentes que formaram meus conceitos éticos, morais e emocionais; além de propiciarem e não medirem esforços para a conclusão de meus estudos e convívio acadêmico.

Adriana Vitasovic Gomes, esposa que com muita paciência e companheirismo ajudou a controlar os horários de sono, alimentação de todos os participantes deste estudo, além de suportar “crises de temperamento” durante algumas noites e finais de semana dedicados a conclusão desta dissertação.

Prof. Dr. Marcelo Saldanha Aoki, orientador que ensinou desde a graduação os elementos mais básicos de como fazer uma pesquisa. Por permitir que todo o processo até a conclusão deste estudo fosse orientado com sensibilidade e inteligência, tornando os momentos mais difíceis, agradáveis e de grande valia. Aprendi muito nesses anos de convívio e sem dúvida, o “Chefe” servirá de referência na minha trajetória acadêmica.

Ao Prof. Dr. Alexandre Moreira e Prof. Dr. Reury Frank Pereira Bacurau pelas sugestões que engradeceram este trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE SIGLAS, ABREVIACÕES E SÍMBOLOS	viii
LISTA DE ANEXOS	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
2 JUSTIFICATIVA	1
3 OBJETIVO GERAL	2
4 REVISÃO DA LITERATURA	2
4.1 Caracterização do tênis	2
4.2 Histórico da suplementação de CHO	6
4.3 Suplementação de CHO no tênis	8
4.4 Efeito da suplementação de CHO na cocentração de cortisol e testosterona	11
4.5 Efeito da suplementação de CHO na concentração de IgA	14
4.6 Efeito da suplementação de CHO sobre a PSE	19
5 MATERIAL E MÉTODOS	23
5.1 Delineamento do estudo	23
5.2 Primeira fase	23
5.2.1 Amostra	23
5.2.2 Ingestão alimentar	24
5.2.3 Avaliação antropométrica	24
5.2.3.1 Massa corporal total (MC) e estatura (E)	24
5.2.3.2 Dobras cutâneas	25
5.2.3.3 Circunferências corporais	25
5.2.3.4 Estimativa da gordura corporal (GC)	25

5.2.4	Gasto energético	25
5.2.5	Análise estatística	26
5.3	Segunda fase	26
5.3.1	Amostra	26
5.3.2	Instruções para a amostra	27
5.3.3	Delineamento do estudo	28
5.3.4	Protocolo dietético e suplementação	29
5.3.5	Avaliação do peso corporal	30
5.3.6	Intensidade do exercício (FC e PSE)	30
5.3.7	Parâmetro de desempenho (scout da partida)	31
5.3.8	Determinações fisiológicas	31
5.3.8.1	Glicose plasmática	31
5.3.8.2	Cortisol, testosterona e IgA salivar	32
5.3.9	Análise estatística	32
6	RESULTADOS	32
7	DISCUSSÃO	43
8	CONCLUSÕES	56
9	REFERÊNCIAS	56

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1 Variáveis antropométricas de tenistas amadores (AM) e profissionais (PRO).....	33
TABELA 2 Percentual de gordura corporal de tenistas amadores (AM) e profissionais (PRO).....	34
TABELA 3 Distribuição dos macronutrientes na dieta de tenistas amadores (AM) e profissionais (PRO).....	36
TABELA 4 Ingestão dietética de tenistas amadores (AM) e profissionais (PRO) em relação à ingestão recomendada de micronutrientes (DRI's).....	36
TABELA 5 Variação da massa Corporal (kg), Ingestão de Líquidos (mL) e Taxa de Sudorese ($\text{mL}\cdot\text{h}^{-1}$) durante a partida de Tênis nas condições PLA e CHO.....	37
TABELA 6 Percepção subjetiva de esforço durante cada hora da partida de Tênis e após 30 minutos do seu término (PSE da sessão) nas condições PLA e CHO.....	39
TABELA 7 Parâmetros de desempenho avaliados durante a partida de Tênis nas condições experimentais CHO e PLA. Dados expressos em valores percentuais.....	42

LISTA DE FIGURAS

		Página
FIGURA 1	Instrução para a amostra do delineamento do Estudo.....	27
FIGURA 2	Esquema representativo do delineamento do estudo. CHO – Solução de CHO, PLA – Solução PLA, PC – Peso Corporal, G – Glicose sanguínea.....	29
FIGURA 3	Comparação entre o relato de ingestão energética (VET) e o gasto energético total estimado (GET) de tenistas amadores (AM; n=15) e profissionais (PRO; n=9). Resultados expressos em média $\pm$ desvio padrão.....	35
FIGURA 4	Resposta da frequência cardíaca (FC – tempo dispendido nas zonas baixa <70%, média 70-85% e alta >85% do máximo) durante cada hora de jogo e do tempo total. Dados expressos em valores percentuais.....	38
FIGURA 5	Concentração sanguínea de glicose (mg.dL^{-1}) antes (pré) e depois (pós) da partida de Tênis nas condições experimentais PLA e CHO.....	39
FIGURA 6	Concentração salivar de A) Cortisol, B) Testosterona e C) IgA nas condições CHO (●), PLA (□) e <i>Baseline</i> (---). ^a CHO diferente do <i>Baseline</i> ; ^b PLA diferente do <i>Baseline</i> $p<0,05$, ^c PLA diferente de CHO, $p<0,05$. Resultados expressos em média $\pm$ desvio padrão.....	41
FIGURA 7	Número de games vencidos por hora de partida nas condições experimentais CHO e PLA ($P<0,05$). Resultados expressos em média $\pm$ desvio padrão.....	43

LISTA DE SIGLAS, ABREVIACÕES E SÍMBOLOS

AB	Prega Cutânea Abdominal
ACSM	<i>American College of Sports Medicine</i>
AGL	Ácido Graxo Livre
AM	Amador
AM	Prega Cutânea Axilar Média
ATP	Associação de tenistas profissionais
BI	Prega Cutânea Bicipital
BM	Peso Corporal
CAB	Circunferência Abdominal
CBR	Circunferência Braquial
CBT	Confederação Brasileira de Tênis
CCA	Circunferência Cintura
CHO	Carboidrato
Cm	Centímetros
CO	Prega Cutânea Coxa
CPE	Circunferência Perna
CQA	Circunferência Quadril
CT	Circunferência Toraxica
DI	Decilitros
DHA	Ácido docosahexanóico
DRI	Referências dietéticas de consumo
E	Estatura
EPA	Ácido eicosapentanóico
FC	Frequência Cardíaca
G	Gramas
G	Glicose Sanquínea

GC	Gordura Corporal
GEB	Necessidade Energética Basal
GTC	Guarulhos Tênis clube
H	Horas
HPA	Hipotálamo-pituitária-adrenal
IgA	Imunoglobulina A
IgG	Imunoglobulina G
IgM	Imunoglobulina M
IMC	Índice de Massa Corporal
ITF	Federação Internacional de Tênis
Kg	Quilograma
L	Litros
Lip	Lipídeos
M	Metros
MC	Massa Corporal
METs	Equivalentes Metabólicos
Mg	Miligramas
Min	Minutos
ml	Mililitros
mmol.L	Milimol por litro
NIE	Neuro-imuno-endócrino
PE	Prega Cutânea Peitoral
PLA	Placebo
PM	Prega Cutânea Panturrilha Medial
PRO	Profissional
PSE	Percepção Subjetiva de Esforço
PT	Peso Total
Ptn	Proteínas
SB	Prega Cutânea Subescapular

SI	Prega Cutânea Suprailíaca
TID	Termogênese Induzida pela Digestão
TR	Prega Cutânea Tricipital
VET	Valor Energético Total
Vo _{2max}	Consumo máximo de oxigênio
WTA	Associação de tenistas Mulheres

LISTA DE ANEXOS

	Página
ANEXO I Termo de consentimento livre e esclarecido	74
ANEXO 2 Aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa USP	79

RESUMO

“EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE CARBOIDRATO SOBRE A PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO, A RESPOSTA HORMONAL, A CONCENTRAÇÃO SALIVAR DE IMUNOGLOBULINA-A E O DESEMPENHO DE TENISTAS”

Autor: RODRIGO VITASOVIC GOMES

Orientador: PROF.DR. MARCELO SALDANHA AOKI

A presente dissertação é constituída de duas partes. A primeira parte teve como objetivo determinar o perfil antropométrico e o consumo alimentar de atletas de Tênis profissionais e amadores. Foram avaliados parâmetros antropométricos (massa corporal, altura, circunferências e dobras cutâneas) e o consumo alimentar pelo diário alimentar de 3 dias. Não foi observada diferença significativa no perfil antropométrico de atletas amadores e profissionais. Com relação ao consumo alimentar, ambos os grupos demonstraram baixa ingestão de carboidrato (CHO) (AM: $6,3 \pm 0,5$ g/kg/dia e PRO: $6,5 \pm 0,7$ g/kg/dia) quando comparada às recomendações atuais disponíveis na literatura. Estes dados reforçam a importância do planejamento nutricional para estes atletas. Na segunda parte, foi avaliado o efeito da suplementação de CHO sobre a percepção subjetiva de esforço (PSE), a resposta hormonal, a concentração de IgA salivar e o desempenho durante uma partida de Tênis com duração de 180 minutos. A PSE apresentou aumento no decorrer da partida, porém não foi detectada diferença entre as condições experimentais - placebo (PLA) e CHO ($P > 0,05$). Com relação a PSE da sessão, a ingestão de CHO parece promover tendência de redução ($P = 0,08$, $d = 0,5$) após o término do jogo. O consumo de CHO atenuou a concentração de cortisol salivar ($P < 0,05$). Não houve nenhuma influência da ingestão do CHO sobre a concentração de testosterona e IgA salivar. O desempenho dos tenistas também não foi maximizado pelo consumo de CHO. Estes resultados indicam que o consumo de CHO durante a partida de Tênis atenua o aumento do cortisol salivar e a percepção global de estresse.

Palavras-Chave: carboidrato, tênis, imunoglobulina A, cortisol, testosterona, percepção subjetiva do esforço

ABSTRACT

“EFFECT OF CARBOHYDRATE SUPPLEMENTATION ON RATING OF PERCEIVED EXERTION, HORMONAL RESPONSES, SALIVARY IMMUNOGLOBULIN-A CONCENTRATION AND PERFORMANCE OF TENNIS PLAYERS”

Author: RODRIGO VITASOVIC GOMES

Adviser: PROF. DR. MARCELO SALDANHA AOKI

The present study is composed of two parts. The first part aimed to determine the anthropometric profile and dietary intake of professional and amateur tennis players. It was evaluated the anthropometric parameters (body mass, height, circumferences and skin folds) and the food intake by a 3 day food diary. There was no significant difference in the anthropometric profile of amateur and professional athletes. Regarding food intake both groups had a low carbohydrate (CHO) intake (AM: 6.3 ± 0.5 g / kg / day and PRO: 6.5 ± 0.7 g / kg / day) when compared to current recommendations available in the literature. These data reinforce the importance of nutritional planning for these athletes. In the second part of the present study, it was assessed the effect of CHO supplementation on the perceived exertion (RPE), salivary hormones, salivary IgA and performance during a tennis match lasting 180 minutes. RPE showed an increase during the match, but no difference was detected between the experimental conditions – placebo (PLA) and CHO ($p > 0.05$). Regarding session RPE, the CHO intake seemed to promote a trend to reduction ($P = 0.08$, $d = 0.5$) after the end of the game. The CHO intake also attenuated the salivary cortisol response to the match ($P < 0.05$). There was no influence of CHO ingestion on testosterone and IgA responses. The player's performance has not been maximized by the CHO supplementation. These results indicate that CHO intake during the Tennis match attenuates the increase in salivary cortisol and the overall perception of stress.

Key-words: carbohydrate, tennis, immunoglobulin A, cortisol, testosterone, rating of perceived exertion

1 INTRODUÇÃO

O Tênis é um esporte intermitente que combina atividades de alta intensidade e com curtos períodos de descanso (FERNANDEZ; MENDEZ-VILLANUEVA; PLUIM, 2006). Em competições do *Grand Slam*, os tenistas podem jogar 7 partidas em um período de 2 semanas, sendo que cada partida pode durar mais de 5 horas. As demandas fisiológicas destas partidas maximizam o risco de hipo hidratação e a depleção dos estoques de glicogênio, que, por sua vez, estão, fortemente, associados à fadiga (HORNERY et al., 2007a).

A suplementação de CHO é uma estratégia nutricional muito popular entre tenistas com o intuito de aumentar a *performance* (BURKE; EKBLOM, 1982; COYLE; MONTAIN, 1992; HORNERY et al., 2007c; VERGAUWEN; BROUNS; HESPEL, 1998). Entretanto, ainda não está estabelecido o papel ergogênico do CHO no Tênis (KOVACS, 2006).

Por outro lado, estudos prévios atestam que o consumo de CHO antes, durante e após o exercício de *endurance* auxilia na manutenção da glicemia, minimiza a secreção de cortisol e, conseqüentemente, atenua a imunossupressão (BISHOP et al., 2002; NIEMAN et al., 1997; PEDERSEN et al., 1997). Além disto, existem também evidências, sugerindo que o suplemento de CHO poderia atenuar a queda do desempenho em exercícios contínuos e intermitentes com duração maior que 1 hora (BACKHOUSE et al., 2007; NYBO, 2003; SUGIURA; KOBAYASHI, 1998).

Entretanto, até agora, somente um estudo examinou a influência de CHO sobre a glicemia, a concentração de lactato e os parâmetros de desempenho durante a situação real de jogo (HORNERY et al., 2007c). Vale ressaltar que não há nenhum relato prévio sobre o efeito do CHO na resposta hormonal e imunológica de tenistas. Contudo, estas informações serão extremamente úteis para o planejamento nutricional destes atletas.

2 JUSTIFICATIVA

Devido o seu carácter intermitente e sua longa duração, o Tênis é um esporte que impõe elevado nível de estresse ao organismo. Neste contexto, é extremamente relevante testar e desenvolver estratégias nutricionais que visem o aumento do desempenho. Além disto, o planejamento nutricional adequado também contribue para a atenuação dos efeitos deletérios associados às cargas internas da partida de Tênis. No entanto, atualmente, há poucos estudos disponíveis em atletas de Tênis, com o agravante de apresentarem resultados controversos. Logo, é imprescindível realizar mais investigações sobre esta área do conhecimento.

3 OBJETIVO GERAL

Os objetivos do presente estudo são:

- a) avaliar o consumo nutricional de tenistas e determinar os principais fatores limitantes da alimentação dos mesmos;
- b) analisar o efeito do consumo agudo da suplementação de CHO sobre a Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) e sobre a concentração de hormônios (cortisol e testosterona) e imunoglobulina A durante a partida;
- c) verificar se a suplementação de CHO maximiza o desempenho dos tenistas durante a partida.

4 REVISÃO DA LITERATURA

4.1 Caracterização do Tênis

O Tênis é um esporte que atrai milhões de jogadores e fãs no mundo inteiro. O calendário de competições acontece ao longo do ano, sob supervisão e regras da Federação Internacional de Tênis (ITF, 2002). Existem vários tipos de competições, os “Grand Slams”, os “Master 1000” e as competições de transferência do nível amador para o profissional, como os “Futures” e os “Challengers”. Estima-se que sejam

realizadas aproximadamente de 60 (WTA) a 80 (ATP) torneios por ano, tanto femininos quanto masculinos (FERNANDEZ; MENDEZ-VILLANUEVA; PLUIM, 2006).

Este esporte apresenta caráter intermitente, intercalando movimentos de alta intensidade e com períodos de recuperação com curta duração (FERNANDEZ; MENDEZ-VILLANUEVA; PLUIM, 2006). As ações específicas do Tênis são caracterizadas por saídas rápidas com paradas bruscas, mudanças de direção e os golpes realizados com a raquete (ex.: *smash*, *forhand*, *backhand*, saque e vôleios) (FERNANDEZ; MENDEZ-VILLANUEVA; PLUIM, 2006). Já os intervalos têm duração máxima de 20 segundos entre os pontos, 90 segundos entre as trocas de lado nos *games* ímpares e 120 segundos entre os *sets* (ITF, 2002). Vale ressaltar que, desde 2000, os períodos de recuperação são controlados pelas regras da ITF. Além disto, o Tênis é um esporte praticado em diferentes pisos, com diferentes bolas e com duração bastante variada (melhor de 3 sets ou melhor de 5 sets) (FERNANDEZ; MENDEZ-VILLANUEVA; PLUIM, 2006).

Essas particularidades do Tênis tornam a quantificação do nível de esforço de uma partida bastante complexa, exigindo a análise de diversos critérios (tempo total de jogo, tempo real de jogo, tempo de troca de bolas, distância percorrida, comportamento da frequência cardíaca, concentração de lactato, percepção subjetiva do esforço, etc.). Conforme já mencionado, a maioria das ações no Tênis é realizada em alta intensidade e curtíssima duração (4-10 segundos) (KOVACS, 2004; KOVACS, 2007), no entanto, o tempo total de uma partida de Tênis varia de 1 a 5 horas.

Apesar da longa duração total, o tempo real de jogo é de aproximadamente 20-30% do tempo total em quadras lentas (saibro) e 10-15% em superfícies mais rápidas (asfalto, carpete ou grama) (KOVACS, 2007). Neste período (tempo real), o jogador percorre em média 3 metros por golpe, totalizando 8 a 12 metros por ponto (KOVACS, 2004; KOVACS, 2007; PARSONS; JONES, 1998). Estima-se que aproximadamente 80% dos golpes sejam executados a 2,5 metros da posição inicial, 10% a 2,5 a 4,5 metros e apenas 5% acima de 4,5 metros (KOVACS, 2004). Outro parâmetro a ser considerado é a duração média de cada ponto. O tempo de troca de bolas é

ligeiramente maior em partidas femininas ($7,1 \pm 2,0$ segundos) que em partidas masculinas ($5,2 \pm 1,8$ segundos) (KOVACS, 2004; DONOGHUE; INGRAM, 2001). O tipo de piso também influencia o tempo de troca de bolas. Em *Roland Garros* (quadra lenta de saibro), a duração de cada ponto é de aproximadamente $7,7 \pm 1,7$ segundos. Já em *Winbledon* (quadra rápida de grama), a duração média do ponto é de $4,3 \pm 1,6$ segundos, pois os jogadores procuram com mais frequência o término do ponto próximo da rede (DONOGHUE; INGRAM, 2001).

Além da análise do jogo, a fim de investigar a demanda física imposta pela prática do Tênis, alguns estudos utilizaram marcadores fisiológicos como a concentração de lactato, o perfil da frequência cardíaca e o consumo máximo de oxigênio (VO_{2MAX}) durante as partidas ou em testes laboratoriais (FERRAUTI et al., 1998; NOVAS; ROWBOTTON; JENKINS, 2003; KONIG et al., 2000; CHRISTMASS et al., 1998; DAVEY, THORPE, WILLIAMS, 2003; MENDEZ-VILLANUEVA et al., 1997; FERNANDEZ et al., 2005).

Baseado nessas respostas, Bergeron, Maresh e Kraemer (1991) sugerem que o padrão de metabolismo observado na partida classificaria o Tênis como uma atividade de longa duração de caráter aeróbio. Entretanto, Kovacs (2007) refuta a hipótese de que o Tênis é uma atividade predominantemente aeróbia. Para esse autor, a resposta média dos indicadores fisiológicos (VO_{2max} , lactato e FC) observada durante a partida não retrata a natureza do Tênis. Kovacs (2007) ressalta que a maior parte das ações específicas do Tênis é de caráter intenso e curta duração, reforçando a hipótese de que esse esporte exige grande participação do sistema anaeróbio.

Kovacs (2007) ainda argumenta que a contínua degradação de creatina fosfato exigirá uma maior participação do sistema glicolítico, resultando no aumento da concentração de lactato. De fato, a concentração de lactato pode aumentar, significativamente, para 8 a 11 mmol.L⁻¹ durante pontos mais longos e disputados (SMEKAL et al., 2001). Esta resposta sugere uma contribuição significativa do metabolismo anaeróbio láctico em algumas situações ao longo da partida (KOVACS, 2007).

Apesar da controvérsia sobre a predominância dos sistemas energéticos no Tênis, as informações disponíveis sugerem que durante as ações específicas é utilizada, predominantemente, a energia oriunda do metabolismo anaeróbio alático-lático (KONIG et al., 2000; CHRISTMASS et al., 1998; DAVEY, THORPE, WILLIAMS, 2003; MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2007; FERNANDEZ et al., 2005). Já nos períodos de intervalo, o sistema aeróbio, provavelmente, será priorizado, com intuito de promover a fosforilação da creatina fosfato e a remoção do lactato (KOVACS, 2007).

O estudo das características do Tênis indica que todos os sistemas energéticos são utilizados durante uma partida. Esse padrão heterogêneo de ativação dos sistemas energéticos, observado no Tênis e em outras modalidades intermitentes, reforça a hipótese de que o CHO é um importante combustível para essas atividades. Baseado nessa suposição, recomenda-se elevada ingestão desse nutriente. Burke, Cox e Culmmings, (2001) recomendam a ingestão de 5 a 7 gramas de CHO por quilograma por dia para atletas em fase de treinamento de intensidade média a elevada. Já no período de competição, segundo os mesmos autores, este consumo deve aumentar para 7 a 10 gramas, podendo chegar a 10 a 12 gramas de CHO por quilograma por dia durante períodos de treinamento com tempo superior a 4,5 horas, com a finalidade de manter o nível adequado de recuperação dos estoques de glicogênio.

Durante os torneios/competições, os tenistas jogam em diferentes países, que, muitas vezes, apresentam padrões alimentares distintos do seu habitual, o que dificulta a manutenção de estratégias nutricionais eficazes (KOVACS, 2006). Estas alterações no padrão de alimentação, por exemplo, podem comprometer os estoques de glicogênio durante a fase competitiva e, conseqüentemente, afetar o desempenho (KOVACS, 2006). Além disto, as partidas durante os torneios são separadas por curtos intervalos de descanso (~24h) que podem inviabilizar o completo restabelecimento dos estoques de glicogênio. Considerando a recomendação proposta por Burke, Cox e Culmmings, (2001), a suplementação de CHO neste período seria uma estratégia alternativa para atingir a elevada necessidade de CHO. Além disso, a partida de Tênis possui períodos de descanso de forma estruturada que facilitariam o consumo deste nutriente

(VERGAUWEN; BROUNS; HESPEL, 1998). Apesar do grande interesse relacionado ao desenvolvimento de estratégias ergogênicas, a investigação sobre o efeito da suplementação de CHO no Tênis é limitada.

4.2 Histórico da suplementação de CHO

A relevância do CHO como substrato energético para o exercício de *endurance* já é conhecida desde o início do século XX. Considerando que os estoques endógenos de CHO são limitados e que a baixa disponibilidade deste nutriente afeta, negativamente o desempenho em atividades de *endurance* (COYLE, 1992; COYLE, 1995; JEUKENDRUP, 2003; JEUKENDRUP, 2004), é imprescindível que os atletas adotem estratégias adequadas para o consumo deste macronutriente antes, durante e depois dos treinos/competições. Krogh e Lindhardt (1920 apud Jeukendrup, 2004) foram os primeiros cientistas a reconhecer a importância do CHO como combustível para o exercício. Estes pesquisadores relataram que indivíduos submetidos à dieta rica em CHO apresentaram menor percepção subjetiva de esforço em comparação à situação na qual os mesmos haviam consumido dieta rica em lipídios (KROGH; LINDHARDT, 1920 apud JEUKENDRUP, 2004).

Em 1923, Levine et al. (1924 apud Jeukendrup, 2003) observaram redução da glicemia em corredores após a maratona de Boston. Para estes pesquisadores, a queda da glicemia era uma possível causa da fadiga. A fim de testar esta hipótese, no ano subsequente, corredores realizaram uma ingestão elevada de CHO antes e durante a corrida. Esta estratégia preveniu a hipoglicemia e aumentou, significativamente, o desempenho destes atletas.

Posteriormente, na década de 30, Christensen (1932) mostrou que o aumento da intensidade do exercício estava associado ao aumento na taxa de utilização do CHO endógeno. Esses achados foram corroborados, mais tarde, em 1960, com a introdução da técnica de biopsia muscular (BERGSTROM; HULTMAN, 1966; BERGSTROM; HULTMAN, 1967). Estes estudos demonstraram, pela primeira vez, que o aumento dos

estoques de glicogênio através de manipulações dietéticas estava relacionado ao aumento da capacidade de *endurance*. Desde então, os efeitos ergogênicos do CHO no exercício de *endurance* vêm sendo amplamente explorados por pesquisadores (JEUKENDRUP, 2003; JEUKENDRUP, 2004). Jeukendrup (2004) relata que muitos estudos continuam trazendo evidências sobre o efeito ergogênico do consumo de CHO durante o exercício de *endurance*. Os estudos mais recentes verificaram efeitos positivos da suplementação de CHO em exercícios de alta intensidade (75% do VO_{2MAX}) com duração de aproximadamente 60 minutos (JEUKENDRUP, 2003; JEUKENDRUP, 2004; JEUKENDRUP et al., 1997). Jeukendrup et al. (1997) investigaram o efeito da ingestão de CHO e encontraram melhora do desempenho em atletas de ciclismo durante um teste com duração de 60 minutos.

Apesar de diversas pesquisas relatarem resultados positivos da suplementação de CHO (JEUKENDRUP, 2004; CARTER et al., 2003 ; EL-SAYED; BALMER; RATTU, 1997), Plamer et al. (1998) não verificaram benefício da suplementação de CHO durante o exercício de curta duração (~30 minutos). Em um estudo recente, Jeukendrup et al. (2008) também não observaram aumento no desempenho de ciclistas durante o exercício realizado em alta intensidade (85–90% VO_{2MAX}) e duração de aproximadamente 30 minutos. Estes resultados reforçam a hipótese de que o efeito ergogênico do CHO é evidenciado em exercícios de *endurance* com duração superior a 60 minutos.

A controvérsia de resultados, provavelmente, está associada à dificuldade de reprodutibilidade dos protocolos utilizados (JEUKENDRUP, 2004; JEUKENDRUP et al., 2008), uma vez que, a forma de mensurar desempenho é complexa e suscetível a variáveis, tais como a dieta, as condições climáticas, a capacidade física e a motivação dos indivíduos selecionados para participar do estudo. Alguns autores acreditam que a ausência do efeito ergogênico pode ser explicada pelo fato do exercício de curta duração não depletar os estoques endógenos de CHO e/ou pelo fato da quantidade de CHO ingerida ser insuficiente (JEUKENDRUP et al., 2008).

Contudo, Jeukendrup (2004) reporta que a maioria dos estudos demonstra, de forma convincente, que a suplementação de CHO maximiza o desempenho de *endurance*. O mesmo ressalta que os possíveis mecanismos envolvidos no aumento da *performance* são: 1) manutenção da glicemia, 2) efeito poupador de glicogênio, 3) síntese de glicogênio em exercícios de baixa intensidade; e 4) atraso/atenuação da fadiga central (JEUKENDRUP, 2004).

4.3 Suplementação de CHO no Tênis

Apesar do extenso número de evidências relacionadas ao efeito ergogênico do CHO sobre o desempenho de *endurance*, ainda não existe consenso que esta estratégia seja capaz de maximizar o desempenho em esportes intermitentes de alta intensidade como o Tênis. Os prováveis mecanismos que poderiam explicar o aumento do desempenho nestes esportes de alta intensidade e intermitentes, são semelhantes aos propostos para o exercício contínuos de longa duração (KOVACS, 2006).

O Tênis por incluir momentos de descanso entre os pontos e intervalos frequentes de esforço máximo, requer um elevado nível de concentração e habilidade motora, além da capacidade de contração da musculatura esquelética, nesta situação tanto a função motora como a mental são exigidas para manutenção do desempenho (WELSH et al., 2002). As investigações da suplementação de CHO em exercícios de *endurance* observaram seu efeito primeiramente na fadiga periférica, que envolve a redução do glicogênio muscular e queda da glicemia. Entretanto, o estímulo para contração muscular inicia-se no cérebro e isto implica que a fadiga pode ocorrer no sistema nervoso central (DAVIS; BAILLEY, 1997).

O mecanismo pelo qual a suplementação de CHO pode influenciar o desempenho por atenuar a fadiga central é complexo e as pesquisas são limitadas principalmente em esportes coletivos ou individuais que requerem habilidades motoras específicas (DAVIS; BAILLEY, 1997). Uma hipótese é que a suplementação de CHO, diminuiria a liberação de ácidos graxos livres (AGL) do tecido adiposo e

consequentemente teria mais albumina na forma livre (DAVIS; BAILEY, 1997). Essa proteína realiza a função de carrear o AGL pelo plasma, mas exerce uma outra função importante, a de ligar-se ao triptofano, um aminoácido presente no sangue que na forma livre é utilizado na região estriatal do SNC como precursor da serotonina (5-hidroxitriptamina; 5-HT), um neurotransmissor que pode causar indisposição, sonolência e falta de atenção (DAVIS; BAILEY, 1997; BERTUZZI; FRANCHINI; KISS, 2004).

Mais especificamente no Tênis, devido as limitações metodológicas, não existem estudos sobre o efeito da suplementação de CHO na etiologia da fadiga central e sobre o metabolismo dos estoques de glicogênio. Logo, a maioria dos estudos que investigaram o efeito da suplementação de CHO no Tênis avaliou, apenas, o comportamento da glicemia durante treinos/partidas. No entanto, os resultados destes estudos sobre a manutenção da glicemia durante a prática do Tênis são controversos (BERGERON et al., 1991; MITCHELL et al., 1992; BURKE; EKBLOM, 1982; FERRAUTI; PLUIM; BUSCH, 2003). Bergeron, Maresh e Kraemer (1991) relataram que a concentração de glicose dos jogadores permaneceu estável durante uma partida com duração inferior a 90 minutos. Surpreendentemente, Mitchell et al. (1992) também não observaram redução da glicemia após uma partida com duração de 180 minutos.

Entretanto, Burke e Ekblom (1982) verificaram redução da concentração plasmática de glicose durante uma simulação de jogo com duração de 120 minutos. Esta queda na concentração de glicose também foi observada em outros modelos de exercício com duração superior a 90 minutos (DAVIS; GALASETTI; WASSERMAN, 2000; COGGAN; COYLE, 1991). Provavelmente, a redução da glicemia foi decorrente do aumento da demanda imposta pelo músculo esquelético e/ou menor liberação/produção hepática de glicose (via glicogenólise e gliconeogênese).

Os achados de Burke e Ekblom (1982) tornam os resultados reportados por Mitchell et al. (1992) surpreendentes. Mitchell et al. (1992) acreditam que a partida de 180 minutos não provocou uma demanda metabólica/energética significativa que pudesse afetar a estabilidade da glicemia. Estes autores ainda sugerem que nas referidas condições (partida de Tênis com duração de 180 minutos), o consumo

adicional de CHO não seria necessário. Vale lembrar que no Tênis o tempo real de jogo é de aproximadamente 20% do tempo total (KOVACS, 2007). Portanto, partindo deste pressuposto, é provável que o tempo real de esforço no estudo de Mitchell et al. (1992) tenha sido inferior a 40 minutos.

Ainda sobre o controle da glicemia na prática do Tênis, outro estudo interessante comparou as respostas referentes a esta variável durante a o treino e a competição de Tênis (FERRAUTI; PLUIM; BUSCH, 2003). Ferrauti, Pluim e Busch (2003) demonstraram que as condições de competição elevam a concentração de glicose no sangue, comparado às condições de treinamento. O aumento observado durante a competição pode ser explicado pelo maior tônus simpático e maior liberação de adrenalina (KJAER et al., 1997), devido ao maior nível de estresse (THERMINARIAS et al., 1991). Mas, deve-se enfatizar que nenhuma conclusão definitiva pode ser tomada a partir deste único estudo, principalmente devido à falta de padronização das condições de competição.

A literatura atual não apresenta consenso sobre o comportamento da glicemia em resposta à prática do Tênis. Além disto, é importante ressaltar que a relação entre a queda da glicemia e a redução do desempenho também é controversa. Estudos iniciais sugeriram que a redução da glicemia estava relacionada à etiologia da fadiga no exercício de *endurance* (COGGAN; COYLE, 1991; JEUKENDRUP, 2004). Entretanto, a investigação mais profunda sobre o assunto falhou em confirmar esta associação entre a glicemia e fadiga neste tipo de atividade (IVY et al., 1979; FELIG et al., 1982). Mais especificamente no Tênis, esta hipótese também precisa ser mais investigada.

Burke e Ekblom, (1982) verificaram que o consumo de CHO manteve a glicemia e promoveu aumento da qualidade dos golpes na partida de Tênis com duração de 120 minutos. Em concordância aos achados de Burke e Ekblom (1982), Vergauwen, Brouns e Hespel (1998) concluíram que o consumo de CHO melhorou a precisão e diminuiu a taxa de erro durante os estágios finais do jogo de Tênis. Contudo, não é possível afirmar que a manutenção da glicemia foi responsável pelo aumento do desempenho, uma vez

que esta variável não foi avaliada no referido estudo (VERGAUWEN; BROUNS; HESPEL, 1998).

Embora, o consumo de CHO promova aumento da concentração de glicose durante a partida de Tênis, o desempenho dos jogadores nem sempre é potencializado (MITCHELL et al., 1992; FERRAUTI; WEBER; STRUDER, 1997). Feuratti, Weber e Struder (1997) não observaram aumento da precisão de golpes após uma partida de 240 minutos no grupo suplementado com CHO em comparação ao grupo PLA. Neste mesmo estudo, a suplementação de CHO também não afetou o número de games ganhos durante a partida. É importante mencionar que o grupo PLA apresentou discreto declínio na glicemia ao final dos 240 minutos, porém o desempenho destes tenistas não foi prejudicado (FERRAUTI; WEBER; STRUDER, 1997). No estudo de Mitchell et al. (1992), a suplementação de CHO também não afetou o desempenho durante uma partida de 180 minutos. Conforme mencionado anteriormente, neste estudo não foi detectada alteração significativa da glicemia após uma partida de 180 minutos no grupo PLA. Portanto, as evidências disponíveis sobre o efeito a suplementação de CHO no Tênis são inconclusivas (VERGAUWEN; BROUNS; HESPEL, 1998, MITCHELL et al., 1992, BURKE; EKBLOM, 1982, FERRAUTI; WEBER; STRUDER, 1997).

A literatura atual apresenta escasso número de estudos sobre o efeito da suplementação de CHO no desempenho de tenistas. Nos estudos de Burke e Ekblom (1982) e Vergauwen, Brouns e Hespel (1998) foi observado aumento na qualidade dos golpes, principalmente ao final do experimento. Já nos estudos de Feurati, Weber e Struder, (1997) e Mitchell et al. (1992), o consumo de CHO não potencializou o desempenho de tenistas. A controvérsia observada nos estudos é, provavelmente, consequência de condições experimentais diferentes, tais como: a duração do treino/partida/teste, os parâmetros utilizados para medir desempenho, o conteúdo inicial dos estoques de glicogênio e a análise/controle da dieta antes do experimento.

4.4 Efeito da suplementação de CHO na concentração de cortisol e testosterona

Atualmente, um grande desafio do esporte é conciliar o aumento progressivo da sobrecarga de treinamento e o elevado número de competições com os períodos adequados de recuperação. Este equilíbrio é imprescindível para o incremento do desempenho, entretanto, a determinação deste ponto de equilíbrio é um desafio a ser superado pelos profissionais envolvidos no esporte (AOKI, 2007).

A relação ideal entre estímulo e descanso é influenciada por diversos fatores que, na maioria das vezes, são controlados através do empirismo. Entretanto, existem algumas propostas para quantificar a magnitude do estímulo de treinamento/competição através da utilização de parâmetros bioquímicos e fisiológicos (AOKI, 2007).

A proposta do monitoramento bioquímico do treinamento surge com intuito de fornecer informações adicionais sobre as respostas orgânicas às cargas de treinamento e competição. Vale lembrar que o ajuste do organismo, tanto agudo quanto crônico, às cargas de treinamento que lhe são impostas, é dependente da produção de uma série de substâncias (hormônios, citocinas e metabólitos). A produção/ liberação destas substâncias é influenciada pela magnitude do estímulo (VIRU; VIRU, 2001). Logo, seria esperado que as alterações das cargas de treinamento fossem acompanhadas de respostas correspondentes sobre a secreção dos hormônios (por exemplo, as catecolaminas, o cortisol, o GH, etc). Partindo deste pressuposto, a liberação de hormônios e metabólitos seria reflexo da reação do organismo ao estímulo do treinamento/competição (VIRU; VIRU, 2001).

Uma das primeiras tentativas de relacionar a carga de treinamento à resposta hormonal foi realizada em meados da década de 80. Adlercreutz e colaboradores preconizaram que uma redução superior a 30% na relação testosterona para cortisol (razão testosterona: cortisol) após o treino seria um indicativo de que o estímulo foi demasiadamente intenso. A partir desta idéia inicial, diversos estudos foram realizados no sentido de avaliar o comportamento destes hormônios em diferentes situações (BANFI et al., 1993; PASSELERGUE; LAC, 1999).

Estes estudos sobre as respostas de cortisol e testosterona auxiliam na determinação da magnitude da carga de treinamento (URHAUSEN; GABRIEL;

KINDERMAN, 1995; VIRU; VIRU, 2001; HALSON; JEUKENDRUP, 2004). O comportamento destes hormônios no período pós-treino/competição pode estar relacionado à queda do desempenho, à redução de IgA, ao aparecimento de infecções oportunistas e aos distúrbios do humor (BACURAU et al., 2002; GLESSON; NIEMAN; PEDERSEN, 2004; LI; GLEESON, 2005a; LI; GLEESON, 2005b).

Estes marcadores hormonais de sobrecarga fisiológica foram atenuados com a suplementação de CHO, principalmente, sob duas condições experimentais: 1) Exercícios de força (BIRD; TARPENNING; MARION, 2006; BIRD et al., 2005) e 2) Exercício contínuos de longa duração (LI; GLEESON, 2005a; DAVISON; GLESSON et al., 2005). Por exemplo, o estudo recente de Li e Gleeson (2005b) relataram que a secreção de cortisol foi atenuada no grupo suplementado com CHO após 2 sessões de exercícios de 90 minutos a 60% do VO_{2max} , executados no mesmo dia. Isto sugere que esta carga de treinamento foi insuficiente para ativação do sistema nervoso simpático e do eixo Hipotálamo-pituitária-adrenal (HPA). Já Peak et al. (2005) não observaram nenhuma influência do suplemento de CHO na resposta do cortisol, isto, provavelmente, se deve ao fato de que neste estudo o nível de glicose plasmática não foi reduzido em relação ao PLA.

Apesar das evidências obtidas no exercício de força e no exercício de *endurance*, pouco é sabido em relação ao efeito da suplementação de CHO sobre a resposta hormonal aos exercícios intermitentes de alta intensidade.

O Tênis, conforme mencionado anteriormente, impõe uma carga de esforço diferente quando comparados aos exercícios executados em laboratório em esteira rolante ou ciclo ergômetro (LI; GLEESON, 2005a; PEAKE et al. 2005). Além disto, a característica das competições, provavelmente, promove carga adicional de estresse que pode influenciar a resposta hormonal.

Atualmente, apenas duas pesquisas avaliaram as respostas hormonais no Tênis. Kraemer et al. (2003) investigaram o efeito de diferentes métodos de treinamento de força, em 30 mulheres tenistas, durante 9 meses de temporada, sobre a força, a agilidade, a velocidade, a capacidade aeróbia, a impulsão vertical/horizontal, as

habilidades específicas do Tênis e a concentração hormonal. Neste estudo, houve melhora da *performance* sobre todas as capacidades físicas avaliadas e as habilidades específicas do Tênis (Velocidade das rebatidas de *Forhand* e *backhand*). A concentração hormonal foi avaliada em repouso no 4º, 6º e 9º mês, sendo que houve um ligeiro aumento de testosterona no 9º mês e aumento significativo de cortisol no decorrer de toda a temporada.

Corroborando com este dado, Rouveix et al. (2006) avaliaram as respostas hormonais de cortisol/cortisona, durante o período de treinamento de 7 meses, em 7 jovens tenistas, observaram que o aumento na relação urinária para cortisol/cortisona durante 24 horas pós-treino estava relacionado à magnitude da carga de treinamento e ao nível de fadiga.

Estes dois estudos refletem o efeito crônico do treinamento relacionado ao Tênis sobre as respostas hormonais (KRAEMER et al., 2003; ROUVEIX et al., 2006), reforçando que essa prática pode causar distúrbios nesta relação hormonal. Estes estudos reforçam a necessidade de acompanhar o comportamento destes hormônios durante o período de treinamento e competição. Além disto, pouco é sabido sobre a interferência dos nutrientes neste contexto. Com base nas investigações prévias, é plausível assumir que a suplementação de CHO poderia afetar as respostas hormonais agudas decorrentes da partida de Tênis. No entanto, esta hipótese ainda precisa ser testada no Tênis.

4.5 Efeito da suplementação de CHO na concentração de IgA

O sistema imunológico reúne um complexo bem regulado de células que defendem o organismo contra a invasão de agentes externos, de macromoléculas e do crescimento anormal de células (tumores). O funcionamento adequado deste sistema é capaz de evitar infecções e doenças, além de ajudar a reduzir a gravidade da enfermidade e acelerar a sua recuperação (BRUCE, 2005). Cohen e Duke (1984) demonstraram que o sistema imunológico pode ser modulado pelo sistema endócrino,

quando administraram corticosteróides, em doses suprafsiológicas, e observaram morte celular de componentes do sistema imunológico (linfócitos T e B), acarretando em linfocitopenia e redução da imunidade.

Os mecanismos responsáveis pela atenuação da resposta imune e da inflamação devido à administração exógena de corticostéride estão bem descritos na literatura (BUTTGEREIT; SEIBEL; BIJLSMA, 2005). Os corticosteróides inibem a função das células do sistema imunológico, interferindo na produção de citocinas e dificultando o tráfego e o acesso dos leucócitos ao local de inflamação. Mais especificamente, os corticóides exercem efeitos específicos sobre os monócitos/macrófagos, promovendo redução do número de células circulantes, atenuando a expressão do MHC classe I e II e diminuindo a síntese citocinas pró-inflamatórias e prostaglandinas. Já nas células T, os corticóides reduzem o número de células circulantes e interferem na produção/ação da IL-2. Finalmente, nos granulócitos, os mesmos promovem diminuição no número de células circulantes (BUTTGEREIT; SEIBEL; BIJLSMA, 2005).

Esta supressão do sistema imunológico modulada pelo sistema endócrino se tornou alvo de pesquisa em situações de estresse psicológico e/ou físico, nas quais ocorre a elevação da produção destes corticóides acima do nível basal (BRUCE, 2005; NIEMAN; PEDERSEN, 1999). A concentração plasmática de cortisol aumenta de forma significativa, particularmente durante o exercício de *endurance* (DUCLOS; GOUARNÉ; BONNEMAISON, 2003). O esforço exacerbado promovido por este tipo de exercício, no decorrer de algumas semanas de treinamento, associado à alta concentração de cortisol, pode desencadear supressão do sistema imunológico (ROBSON-ANSLEY; BLANNIN; GLEESON., 2007; VERDE; THOMAS; SHEPHARD, 1992).

Um exemplo recente da supressão do sistema imunológico inato é observado pela redução da função dos neutrófilos após 4 semanas de treinamento de *endurance* intenso (ROBSON-ANSLEY; BLANNIN; GLEESON, 2007). O sistema imunológico adaptativo também apresenta sensibilidade a alterações quando o indivíduo é exposto a sessões de treinamento físico (VERDE; THOMAS; SHEPHARD, 1992). Os anticorpos, como o IgA, podem apresentar variações em resposta ao treinamento físico intenso

(NIEMAN; PEDERSEN, 1999), sugerindo que a alteração na concentração de dessa imunoglobulina pode ser considerada como mais um marcador para auxiliar o diagnóstico do *overtraining* (MACKINNON, 2000; GLEESON; GINN; FRANCIS, 2000). Além da carga de treinamento, o estresse psicológico também pode influenciar a função imunológica da mucosa. A exposição ao estresse psicológico também está associada à redução da concentração de IgA (DEINZER et al., 2000).

Dois estudos prévios indicam a importância da IgA como marcador de risco para infecção de atletas. Gleeson et al. (1995) estabeleceram a ligação entre o nível reduzido de IgA e a incidência de infecção das vias aéreas em nadadores. Em uma extensa revisão bibliográfica, Nieman e Pedersen (1999) sugerem que, dos vários meios para demonstrar o estado da função imune após o esforço físico, a IgA é o marcador com maior potencial para alertar sobre o risco de infecção, mais especificamente a redução da IgA foi correlacionada com o aumento da incidência de infecções do trato superior nos atletas que executam regimes intensivos de treinamento. Nieman e Pedersen (1999) relatam que, embora os atletas de *endurance* apresentem maior risco de adquirir infecções no trato respiratório durante períodos de treinamento intensivo, esses mantêm a carga de treinamento a fim de obter sucesso nas competições.

O estresse imposto pelo exercício físico, tanto fisiológico (aumento do cortisol) como imunológico (diminuição da IgA), é reportado por diversos autores, principalmente em situações de exercício *endurance* (BACURAU et al., 2002; GLESSON; NIEMAN; PEDERSEN, 2004; LI; GLEESON, 2005a; LI; GLEESON, 2005b).

Entretanto, em esportes intermitentes de alta intensidade, a redução da concentração salivar de IgA apresenta resultados controversos. Em esportes como o squash e o hóquei, MacKinnon et al. (1987) demonstraram que o baixo nível de IgA precedeu a ocorrência de infecção das vias respiratórias. Corroborando com estes dados, Novas, Rowbottom e Jenkins (2003) acompanharam, durante 12 semanas de treinamento/competições, tenistas e verificaram redução na concentração de IgA. Esta redução foi seguida pelo aumento da incidência de infecções do trato respiratório. Já em modalidades como o Futebol, Sari-Sarraf et al. (2007) não encontraram alteração da

concentração de IgA após 2 sessões de exercícios específicos (45 min) realizadas em circuito. Entretanto, Moreira et al. (2009) relatam que alguns atletas profissionais de Futebol apresentaram menor concentração de IgA na saliva após a partida (70 min).

Esta discrepância de resultados pode ocorrer devido às diferenças no delineamento experimental dos estudos, nível de aptidão física dos atletas e estresse psicológico. Por exemplo, nos estudos de Novas, Robotton e Jenkins (2003) e Moreira et al. (2009), os atletas foram avaliados em situações de competição/Jogo amistoso, de forma crônica e aguda, respectivamente, já no estudo de Sari-Sarraf et al. (2007), os atletas foram avaliados em condições laboratoriais.

Apesar da controvérsia das respostas da IgA ao exercício, indubitavelmente, é necessário adotar medidas preventivas que minimizem o risco de contrair infecções nas vias aéreas superiores. Neste contexto, é extremamente válido investigar possíveis estratégias nutricionais que minimizem os efeitos deletérios, causados pelas cargas de treinamento, sobre o sistema imune. As investigações iniciais de estratégias nutricionais verificaram a influência de suplementos alimentares como zinco, vitamina C, glutamina e CHO na resposta imunológica induzida pelo exercício de *endurance* (GLEESON, 2006; NIEMAN; BISHOP, 2006; SOUZA et al., 2007). Em estudo duplo-cego, não foi constatado efeito benéfico da vitamina C (1g/dia durante 8 dias) sobre o sistema imunológico após o exercício de *endurance* de alta intensidade (NIEMAN et al., 1997). Davison e Gleeson (2005) examinaram o efeito suplementação de vitamina C (15%) em combinação ao suplemento de CHO (6%) antes e durante a sessão de exercício em cicloergômetro (2,5 horas), esses não reportaram nenhum efeito desta vitamina sobre o sistema imunológico.

A glutamina é um aminoácido não essencial que atraiu a atenção de muitos investigadores, uma vez que essa constitui importante combustível para linfócitos e monócitos. Já é sabido que a menor disponibilidade deste nutriente atenua a taxa de proliferação de linfócitos (CASTELL; POORTMANS; NEWSHOLME, 1996). Entretanto, ainda não está estabelecido se a redução do nível de glutamina induzida pelo exercício estaria relacionada à imunossupressão, assim como não é sabido se suplementação de

glutamina evita a supressão do sistema de defesa do organismo após o exercício (NIEMAN; PEDERSEN, 1999).

Os resultados mais conclusivos foram relatados em estudos que investigaram a suplementação de CHO em exercícios de *endurance* de alta intensidade (BACURAU et al., 2002; GLESSON; NIEMAN; PEDERSEN, 2004; LI; GLEESON, 2005a; LI; GLEESON, 2005b).

Já está estabelecido que a redução da glicemia está ligada à ativação do HPA que resulta, em última instância, na estimulação da liberação de cortisol pela glândula adrenal (NIEMAN, 2008). Considerando a ligação entre a queda da glicemia, o aumento do cortisol e a atenuação da resposta imune ao exercício prolongado, a ingestão de CHO surge como uma possível estratégia para manter a glicemia e minimizar a imunossupressão induzida pelo esforço físico (NIEMAN; PEDERSEN, 1999).

Contudo, a suplementação de CHO não foi capaz de atenuar a supressão da concentração de IgA salivar em exercícios de *endurance* realizados em duas sessões de 90 min de cicloergômetro a 60% do VO_{2MAX} (LI; GLEESON 2005a). Segundo Nieman e Bishop (2006), em exercícios intermitentes de alta intensidade, como o Futebol, (70% do Vo_{2max} e duração de 90 min), a suplementação de CHO não influencia a resposta de IgA salivar. Esta assertiva também é reforçada pelos achados reportados Sari-Sarraf, Reily e Doran (2006).

Já Costa et al. (2005) observaram que triatletas submetidos a 6 dias de dieta hiperglicídica apresentam aumento na concentração de IgA salivar. Estes dados sugerem que o consumo elevado de CHO, realizado de forma crônica, influenciou positivamente a resposta imune dos triatletas.

Em outras modalidades, como o Tênis, poucas pesquisas investigaram a resposta do sistema imunológico. Apenas dois estudos avaliaram o efeito da sobrecarga fisiológica imposta pelo treinamento/competições de Tênis sobre a resposta da IgA. Novas, Rowbottom e Jenkins (2003) acompanharam o período de treinamento/competições de tenistas e verificaram a redução na concentração de IgA,

seguido do aumento da infecção no trato respiratório durante o período de 12 semanas. Neste estudo, não houve intervenção nutricional.

Apenas o estudo de Nieman et al. (2000) investigou o possível efeito da suplementação de CHO sobre a resposta imunológica, relatando que a concentração de IgA permaneceu inalterada após 2 sessões de treino de Tênis com 120 minutos de duração. Entretanto, no referido estudo, não houve grupo PLA, todos os tenistas foram suplementados com CHO durante o experimento. Este delineamento experimental não permite que conclusões definitivas sobre o efeito da suplementação de CHO na resposta imune sejam formuladas. Diante da escassez de estudos, é possível afirmar que o efeito da suplementação de CHO sobre a concentração de IgA em tenistas não é conhecido.

4.6 Efeito da suplementação de CHO sobre a PSE

A PSE é definida como uma integração de sinais periféricos (músculos e articulações) e centrais (ventilação) que, interpretados pelo córtex sensorial, produzem uma percepção geral ou local do empenho/esforço para realização de uma tarefa (BORG, 1982). A validação da PSE consistiu na associação do padrão de suas respostas com diversas variáveis fisiológicas. Inicialmente, Noble et al. (1983) relacionaram o comportamento da PSE com a FC e a concentração de lactato (sanguíneo e muscular). Atualmente, já é sabido que a PSE aumenta de maneira proporcional à FC (Borg e Kaijser, 2006). A respeito do lactato, o estudo recente de Mendez-Villanueva et al. (2009) reforça a concepção de que a PSE apresenta relação com a concentração de lactato durante as situações reais da partida de Tênis (duração de rallies $r=0,80$ e número de rebatidas por ponto $r=0,61$).

A PSE tem sido, frequentemente, utilizada para: 1) avaliar o nível de fadiga e 2) quantificar a intensidade e a magnitude da carga de treinamento.

Na vertente da avaliação da fadiga, é preconizado que a queda aguda no desempenho em determinado exercício é acompanhada por aumento na sensação de esforço percebido (DAVIS; BAILEY, 1997).

Diversos modelos foram elaborados com o intuito de explicar os possíveis mecanismos responsáveis pela queda do desempenho ou interrupção do exercício. Dentre as hipóteses levantadas, os possíveis mecanismos responsáveis são: 1) excitabilidade do sistema nervoso central para os motoneurônios; 2) transmissão neuromuscular e excitabilidade do sarcolema; 3) ligação entre excitação e mecanismos contráteis; 4) acúmulo de metabólitos e 5) reserva energética para o metabolismo (HARGREAVES, 2008).

O modelo tradicional de fadiga elaborado, inicialmente, por Hill e Lupton (1923 apud NOAKES, ST CLAIR GIBSON, 2004) propôs que a acidose metabólica levaria o indivíduo à fadiga, partindo do princípio que contratibilidade cardíaca limitaria a oferta de oxigênio para músculo esquelético. Neste contexto, o sistema anaeróbio passaria a ter maior participação para o fornecimento de energia, aumentando a concentração de lactato. Entretanto, a partir de 2004, surge uma nova discussão sobre a limitação deste modelo tradicional de fadiga (NOAKES; ST CLAIR GIBSON, 2004; ST CLAIR GIBSON; NOAKES, 2004; LAMBERT; NOAKES; ST CLAIR GIBSON, 2005).

Esta proposta contemporânea propõe a existência de mecanismos de regulação integrada entre todos os possíveis sítios da fadiga. A sinalização é descentralizada do coração e redirecionada a vias aferentes provenientes de vários órgãos e sistemas. O foco deste novo paradigma foi estabelecer que múltiplos sinais aferentes, como, por exemplo, a concentração de glicogênio muscular, glicemia, nível de lactato, acúmulo de prótons de hidrogênio e fosfato inorgânico, seriam “avaliados” em diferentes regiões do Sistema Nervoso Central (SNC).

Essas regiões seriam responsáveis em receber e integrar as informações, emitindo uma resposta ao córtex motor, que, por sua vez, reduziria ou não os impulsos dos motoneurônio, de acordo com a situação periférica. Este modelo foi denominado “Governador Central”. Esse prevê a existência de interpretação consciente, logo, o

próprio indivíduo poderia regular sua intensidade de esforço ou o tempo que conseguiria suportar uma intensidade pré-fixada. A representação quantitativa dessa interpretação consciente poderia ser expressa pela PSE.

A resposta da PSE aumenta proporcionalmente ao tempo de exercício (Baldwin et al., 2003) e, em situações de depleção prévia de glicogênio muscular, a PSE apresenta maior magnitude, quando comparada a situações com estoques de glicogênio normais (NOAKES, 2004). Este fato incentivou diversos pesquisadores a verificar o efeito do suplemento de CHO sobre a PSE, uma vez que este nutriente poderia prolongar a duração da atividade física e reduzir os escores da PSE (UTTER et al., 1999; UTTER et al., 2002; UTTER, et al., 2003; UTTER et al., 2007; CARTER et al.; 2003; BACKHOUSE et al., 2005; BACKHOUSE et al., 2007).

A redução na magnitude de resposta da PSE e aumento da *performance* pela suplementação de CHO é observada em situações de exercícios contínuos realizados em condições laboratoriais, nas quais o atleta é submetido a uma intensidade pré-determinada ($\sim 75\% \text{Vo}_{2\text{max}}$) em esteira rolante (UTTER et al., 1999) ($\sim 70\% \text{Vo}_{2\text{max}}$) ou cicloergômetro (BACKHOUSE, 2005). Entretanto, em situações de competição, nas quais a intensidade do esforço é determinada pelo próprio atleta, a resposta da PSE parece ser regulada por outros mecanismos que não a disponibilidade de CHO. Esta hipótese é suportada pelo fato do consumo de CHO favorecer o desempenho de maratonistas, sem afetar a PSE em comparação ao grupo PLA (UTTER et al., 2002; UTTER et al., 2003).

Já em exercícios intermitentes de alta intensidade, a suplementação de CHO corrobora com os dados iniciais que observaram redução da magnitude de resposta da PSE. Backhouse et al. (2007) observaram maior escore de PSE no grupo PLA acompanhada de redução da glicose plasmática em indivíduos que realizaram exercícios específicos de Futebol. Esta mesma resposta foi encontrada em exercícios intermitentes realizados em cicloergômetro (UTTER et al., 2007). Apesar das evidências apontarem para o fato que o suplemento de CHO poderia atenuar a resposta da PSE em exercícios intermitentes, nenhuma investigação foi realizada no Tênis.

A outra vertente de utilização da PSE visa a monitorar a intensidade do exercício e a quantificar a carga de treinamento (FOSTER et al., 1996; FOSTER et al., 2001; FOSTER et al., 1995). Este método é utilizado para calcular a magnitude da carga de treinamento (em unidades arbitrárias) através do produto da intensidade (escore da PSE) pelo volume (tempo total da sessão de treinamento em minutos). O método de Foster fornece informações valiosas sobre a distribuição das cargas, otimizando a periodização, evitando lesões, imunossupressão e *overtraining* (ANDERSON et al., 2003; FOSTER, 1998; FOSTER et al., 2001; FOSTER et al., 1996).

Foster et al. (2001) utilizou o método da PSE da sessão como ferramenta para determinar a carga de treinamento aeróbio (30 minutos de forma contínua) e anaeróbio (8 tiros intermitentes). Este estudo validou o método da PSE da sessão utilizando o método desenvolvido por Banister et al. (1975) durante os exercícios. A análise de regressão entre os métodos foi altamente consistente, sugerindo que ambos podem ser usados com eficácia para quantificar a carga de treinamento (FOSTER et al., 2001).

O método da PSE da sessão desenvolvido por Foster et al. (2001) também parece ser um bom indicador de carga de treino para modalidades como o Futebol e o Basquetebol. Foster et al. (2001) observaram consistente relação entre o seu método (PSE da sessão) e o método de Edwards durante práticas e competições de Basquetebol. Em concordância, Impellizzeri et al. (2004), após analisarem 476 sessões de treinos/jogos de Futebol, reportaram correlação significativa do método de Foster (PSE da sessão) com 3 diferentes métodos de determinação da carga de treino que utilizam a FC (Método de Banister, Método de Edwards e Método de Lucia).

Serrano et al. (2001) também utilizaram os valores da escala de PSE (CR-10) padronizada por Borg, 10 e 30 minutos após lutas de Judô. O valor da PSE do minuto 10 foi usado para descrever a intensidade da última luta, já o valor da PSE do minuto 30 era utilizado para descrever a intensidade da competição inteira. O valor da PSE aferido 30 minutos (PSE da sessão) após a luta demonstrou correlação com o nível de lactato sanguíneo nos minutos 1 e 3 após a luta.

Estes estudos, além de outros não citados, ilustram que o método da PSE da sessão é um método viável para quantificação da carga de treinamento nos esportes. No entanto, no Tênis, não existem relatos prévios do efeito da suplementação de CHO sobre a PSE da sessão.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Delineamento do estudo

A presente dissertação consta de duas fases. A primeira fase consiste em uma avaliação do consumo nutricional e perfil antropométrico, com o intuito de avaliar os possíveis fatores limitantes da alimentação de tenistas. Após esta análise, na segunda fase, foi realizada uma intervenção nutricional, com o objetivo de analisar o efeito do consumo agudo de CHO sobre a percepção subjetiva do esforço, a concentração salivar de hormônios e IgA e o desempenho de tenistas.

5.2 Primeira Fase

5.2.1 Amostra

Foram estudados 24 jogadores de Tênis, do sexo masculino, com idade média de $18 \pm 1,4$ anos. Esses atletas foram distribuídos em dois grupos: amadores (AM=15 tenistas posicionados no ranking da Confederação Brasileira de Tênis - CBT) e profissionais (PRO=9 tenistas com no mínimo um ponto na Associação dos Tenistas Profissionais – ATP). Todos os atletas estavam na fase final da pré-temporada e treinavam, diariamente, em dois períodos, manhã e tarde, perfazendo o total diário de 3h30min em quadra e 2h30min em preparação física. Os tenistas avaliados concordaram em participar do presente estudo, de maneira voluntária, assinando o termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo 1). O procedimento experimental foi

aprovado pela comissão de ética em pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo (nº 15/2008).

5.2.2 Ingestão Alimentar

Apesar das conhecidas limitações (TRABULSI; SCHOELLER, 2001), o emprego de diários e recordatórios continua sendo a forma mais barata, prática e acessível para a avaliação do consumo alimentar (RUMPLER et al., 2008). Assim sendo, os jogadores foram instruídos a preencher três diários alimentares, em dias não consecutivos, incluindo dois dias úteis e um do final de semana. Os atletas relataram, da forma mais precisa possível, os alimentos e bebidas ingeridos durante as 24 horas do dia, em medidas caseiras. Os dados coletados pelos registros alimentares preenchidos foram calculados em energia (VET), macronutrientes e micronutrientes com auxílio do *software* DIETWIN profissional 3.0. Os valores obtidos foram discutidos em relação ao valor estabelecido pelas atuais *Dietary Reference Intakes* – DRI's (OTTEN; HELLWIG; MEYERS, 2006) e com os posicionamentos do *American College of Sports Nutrition*, (2000); *American Dietetic Association and Dietitians of Canadá*, (2000).

5.2.3 Avaliação Antropométrica

Para a avaliação do perfil antropométrico e da estimativa da composição corporal dos tenistas estudados, foram coletadas as medidas antropométricas descritas a seguir.

5.2.3.1 Massa corporal total (MC) e estatura (E)

A massa corporal total e a estatura foram determinadas utilizando-se a balança (Filizola®) tipo plataforma, com estadiômetro acoplado. Os atletas foram colocados no centro da plataforma, em posição ereta e descalços, usando apenas bermuda.

5.2.3.2 Dobras cutâneas

A aferição das dobras cutâneas foi feita com o compasso da marca Lange®. As medidas foram realizadas no hemicorpo direito do indivíduo, sendo a marcação realizada a um centímetro de profundidade, após dois segundos do pinçamento (GUEDES, 1998). Foram utilizados os seguintes pontos anatômicos: tricipital (TR), bicipital (BI), subescapular (SB), suprailíaca (SI), peitoral (PE), abdominal (AB), axilar média (AM), coxa (CO) e panturrilha medial (PM).

5.2.3.3 Circunferências Corporais

A aferição das circunferências corporais foi realizada com a fita métrica flexível de precisão de meio centímetro. As medidas foram realizadas com o avaliado em pé, estando a fita em ângulo reto em relação ao eixo do corpo (GUEDES, 1998). As regiões mensuradas foram: braquial (CBR), abdominal (CAB), quadril (CQA), cintura (CCA) – (CCO), perna (CPE) e torácica (CT).

5.2.3.4 Estimativa da gordura corporal (GC)

Para estimativa do percentual e conteúdo de gordura corporal, foram utilizadas equações que empregam diferentes medidas de dobras cutâneas, tratando-se, portanto, de modelos de dois compartimentos: Jackson, Pollock e Ward (1980); Guedes (1998); Durnin e Womersley (1974); e Petroski (1995).

5.2.4 Gasto energético

O gasto energético diário dos atletas foi estimado a partir dos seguintes passos:
a) Gasto energético basal: a partir das medidas de peso e estatura, foi estimada a

necessidade energética basal (GEB), de acordo com as propostas da Organização Mundial da Saúde (indivíduos entre 10 e 18 anos= $16,6 \times MC + 77 \times E + 572$; indivíduos acima de 18 anos= $15,4 \times MC + 27 \times E + 717$); b) Termogênese induzida pela dieta (TID): foi adotado o valor de 10% do GEB; c) Gasto energético para a atividade física: foi estimado de duas diferentes maneiras, que foram posteriormente comparadas. No procedimento 1, foi utilizado fator de 2,1 que corresponde a atividades pesadas (FAO, 1985). Já no procedimento 2, foi feita a transformação do gasto diário na atividade física durante os treinos de quadra e jogos em equivalentes metabólicos (METs), propostos por Ainsworth et al. (1993).

5.2.5 Análise Estatística

Os dados foram apresentados como média e desvio padrão. Após a confirmação da normalidade pelo teste de Kolmogorov-smirnov, os grupos de atletas AM e PRO foram comparados a partir do teste-t para amostras independentes, adotando-se como significativo o valor de $p < 0,05$. Para realização dos cálculos, foi utilizado o software SPSS versão 15.0.

5.3 Segunda Fase

5.3.1 Amostra

Foram selecionados 12 jogadores juvenis atletas de Tênis ($18 \pm 0,8$ anos, $1,76 \pm 3,4$ m, $68 \pm 2,3$ kg), com nível de experiência e ranking equitativos, para a participação desta segunda fase do estudo. O padrão de jogo com maior volume de troca de bolas no fundo da quadra também foi usado como critério de inclusão na amostra. Todos eram membros da mesma academia e treinavam aproximadamente 15 horas por semana. Os participantes estavam posicionados no ranking da Confederação Brasileira de Tênis (CBT) e Federação Internacional de Tênis (ITF). Os atletas concordaram em participar

de maneira voluntária deste estudo, assinando o termo de consentimento informado (Anexo 1) ou mediante autorização dos pais. Os procedimentos experimentais foram conduzidos segundo a resolução específica do Conselho Nacional de Saúde (no 196/96) e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da EEFUEUSP (Protocolo nº 015/2008 – em Anexo 2).

5.3.2 Instruções para a amostra

Foi requisitado que os participantes do estudo não consumissem cafeína e/ou nenhum outro tipo de suplemento/medicamentos. Todos os atletas realizaram todas as refeições no local do experimento durante o período de testes. Eles se apresentaram no local do estudo dois dias antes do início da pesquisa (Sábado) às 20h para iniciarem o controle do horário de sono e refeições padronizadas. No domingo, os atletas não fizeram nenhum tipo de atividade física e ficaram alojados nas dependências da academia participando de atividades lúdicas (Video-Game, Jogos de carta e Bilhar) para coleta da saliva (*Baseline*). Foi apresentada uma figura ilustrativa (Fig 1) de como seriam controlados os horários de sono, alimentação, coleta de saliva e condições experimentais no decorrer da semana.

FIGURA 1 – Instrução para a Amostra do delineamento do Estudo.

5.3.3 Delineamento do estudo

A pesquisa foi conduzida durante 5 dias, nos quais cada atleta participou de 2 dias de partidas com duração de 3h, simulando a dinâmica de uma competição. Em ambas as partidas, os atletas receberam o suplemento de CHO ou PLA aleatoriamente. O período de 24h de recuperação foi programado entre cada jogo. O esquema representativo do protocolo deste estudo está demonstrado na figura 2. Nas duas semanas que antecederam a pesquisa, todos os jogadores realizaram treinos de baixa intensidade para assegurar que eles estavam, adequadamente, recuperados. Este período de recuperação (cargas de treinamento leves), foi implementado para não promover alteração nos valores de *baseline* de cortisol, testosterona e IgA salivar. Além disso, este estudo foi conduzido no centro de treinamento, no qual a alimentação, consumo de líquidos e o período de descanso foram totalmente controlados.

Com exceção da estrutura de cada partida, todas as regras seguiram o padrão da ITF (ITF 2002). As partidas foram realizadas em quadras de saibro descobertas. Além disso, as bolas de Tênis (Dunlop®) foram trocadas após os 7 primeiros games do primeiro set e, então, a cada 9 games. Cada partida foi estruturada de forma que durasse 1h independente do placar da partida. Em cada partida, os tenistas jogavam contra um oponente diferente para assegurar o estímulo e motivação durante cada hora de jogo. Os tenistas foram divididos em 3 grupos de 4 jogadores e foram distribuídos nos dois dias de teste contra os mesmos oponentes e na mesma ordem (ex. Grupo 1 - 1º dia: 0-60 min - jogador A x jogador B – jogador C x jogador D – 60-120min - jogador A x jogador D – jogador C x jogador B – 120-180min - jogador A x jogador C – jogador B x jogador D). O ganhador de cada partida era o jogador que vencesse mais games. Todos os jogos foram filmados para posterior verificação dos resultados e análise do desempenho técnico.

Antes de cada jogo, os atletas realizaram aquecimento padronizado, com 5 minutos de duração, constituído de golpes de fundo da quadra, voleios, *smash* e saques. Os escores de PSE foram aferidos ao término de cada hora de jogo e 30

minutos após o término da partida. A coleta de saliva foi realizada 4 vezes no dia. Foram realizadas coletas de *baseline* e nos dias de teste (7h, 9h (antes do Jogo), 12h (após o Jogo), 17h e na manhã seguinte às 7h). Por fim, a coleta de sangue para determinação da glicemia foi realizada antes e após o término da partida nos 2 dias de jogo. A temperatura ambiente (dia 1 = $22,0 \pm 1,8$ °C e dia 2 = $22,0 \pm 1,8$ °C) e umidade relativa do ar (dia 1: 77 ± 3 % e dia 2: 75 ± 2 %) foram similares em ambos os dias de teste.

FIGURA 2 – Esquema representativo do delineamento do estudo. CHO – Solução de CHO, PLA – Solução PLA, MC – Massa Corporal, G – Glicose sanguínea.

5.3.4. Protocolo Dietético e Suplementação de CHO

No decorrer dos quatro dias de testes, os atletas receberam café da manhã padronizado (15% do VET às 7h30min), almoço (40% do VET às 13h), lanche da tarde (15% do VET às 17h) e jantar (30% do VET às 19h). A dieta foi padronizada como normoglicídica, normolipídica e normoprotéica. A distribuição de macronutrientes foi designada segundo a recomendação da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição 60% de CHO, 25% de lipídios e 15% de proteínas representadas pelo cálculo do valor energético total de cada atleta, como descrito na primeira fase.

Foi utilizado um protocolo de suplementação cruzado duplo-cego (CHO e PLA). No início de cada hora, os atletas receberam instrução para ingerir uma garrafa de 500mL de solução de maltodextrina (6%) ou 500ml de solução aromatizada artificialmente (PLA), totalizando 3 garrafas durante 3 horas. Uma vez consumidas as soluções, foi permitida a ingestão de água à vontade. O consumo de líquidos foi monitorado durante todo o experimento. Nenhum alimento foi consumido durante os jogos.

5.3.5 Avaliação do Peso corporal

Para estimar as mudanças de massa corporal (Peso em kg) devido à perda de suor, o peso corporal foi mensurado com os atletas apenas com roupa íntima em balança precisa e calibrada (Filizola[®]) imediatamente antes e após cada partida.

5.3.6 Intensidade do Exercício (FC e PSE)

A Frequência Cardíaca (FC) foi monitorada durante as 3h de partida, usando o frequencímetro (Polar Team System[®], Polar Electro, Kempele, Finland). Após cada partida, foi determinado o comportamento da FC com auxílio do software da Polar team System[®] (Polar Electro, Kempele, Finland). Este software calcula o tempo dispendido em cada zona de treinamento: baixa Intensidade (<70% FC_{max}) moderada (70-85% FC_{max}) e alta intensidade (>85% FC_{max}). A FC_{max} foi determinada antes dos jogos

durante testes máximos de consumo de oxigênio. A intensidade também foi mensurada utilizando a escala de PSE – CR-10 (BORG; LJUNGGREN; CECI, 1985) no final de cada hora de partida e após 30min do término das 3h, seguindo o método proposto por Foster et al. (2001).

5.3.7 Parâmetro de desempenho (Scout da Partida)

Os 180 minutos de jogo foram filmados para análise posterior, seguindo o modelo de “*scout*”, proposto pela ATP (HAAKE; COE, 2000), no qual foram aferidas variáveis absolutas e relativas. As variáveis absolutas foram expressas em números puros, como *aces* (saques indefensáveis, nos quais o recebedor não toca a bola) duplas faltas (2 erros consecutivos de saque) e pontos vencedores – *winners* (bola vencedora a partir do fundo da quadra, nas quais o adversário não toca a bola). As variáveis relativas foram medidas em porcentagem (%) de acerto em relação ao total de bolas executadas, para: a) primeiro serviço; b) segundo serviço; c) devolução de primeiro saque; d) de segundo saque; e) de primeiro saque no *forhand* (bola rebatida pelo lado dominante) e f) *backhand* (bola rebatida pelo lado não dominante); g) devolução de segundo saque de *forhand* e h) *backhand*; i) bolas do fundo da quadra de *forhand* e j) *backhand*.

5.3.8 Determinações Fisiológicas

5.3.8.1 Glicose plásmatica

A determinação da glicemia foi realizada antes e depois da simulação da partida de Tênis, por meio do aparelho Accu-Check Advantage II Glicose (Roche®). Após a preparação do lancetador, foi obtida uma gota de sangue da região lateral da polpa digital. A gota foi colocada na curva da tira (tiras específicas do aparelho Accu-Check Advantage II). Posteriormente, a tira foi colocada no aparelho a fim de obter o resultado da glicemia em mg/dL.

5.3.8.2 Cortisol, Testoterona e IgA salivar

O cortisol (C), a testosterona (T) e a IgA foram avaliadas por amostras de saliva coletadas 4 vezes no dia. Foram realizadas coletas de *baseline* e nos dias de teste (7h, 9h (antes do Jogo), 12h (após o Jogo), 17h e, na seguinte manhã, às 7h). Os valores de *baseline* foram aferidos um dia antes do início da sessão de testes. Neste dia (*baseline*), nenhuma atividade física foi empreendida. A coleta da saliva foi feita pelos jogadores de forma passiva diretamente em um tubo plástico. As amostras foram seladas com a tampa plástica da parte superior do salivete e, posteriormente, armazenadas no *freezer* - 80°C até a análise. Todas as amostras foram avaliadas juntas após a conclusão do período experimental, usando kits comerciais (Salimetrics©, EUA).

5.3.9 Análise Estatística

Foi utilizada a análise de variância de 2 caminhos para medidas repetidas a fim de comparar as variáveis em relação ao tempo e às circunstâncias experimentais. No caso de interação, o teste de Turkey foi aplicado para as comparações múltiplas. Para as comparações entre CHO e PLA, foi utilizado o teste t para amostras dependentes. O efeito do tamanho foi calculado e interpretado de acordo com os métodos de Cohen (1988). Foi adotado como nível significativo o valor de $p < 0,05$. Os resultados estão expressos em média e desvio padrão.

6 RESULTADOS

Inicialmente, serão apresentados os resultados referentes à primeira fase da dissertação. Não foi detectada diferença na massa corporal e na estatura entre os tenistas AM e PRO (AM: $66,0 \pm 5,0$ kg e PRO: $69,5 \pm 9,8$ kg; $p > 0,05$ e AM: $175,6 \pm 2,7$ cm e PRO: $177,9 \pm 4,3$ cm; $p > 0,05$) (Tabela 1). Também não foi observada diferença significativa entre os valores de dobras cutâneas e circunferências corporais em ambos os grupos.

TABELA 1 – Variáveis antropométricas de tenistas amadores (AM) e profissionais (PRO).

Variáveis Antropométricas	Grupos	
	AM	PRO
<i>Estatura (cm)</i>	175,6 ± 2,7	177,9 ± 7,2
<i>Massa corporal (kg)</i>	66,0 ± 5,0	69,5 ± 9,8
<i>IMC (kg/m²)</i>	22,5 ± 0,8	23,4 ± 1,4

Resultados expressos em média ± desvio padrão; AM (n=15) e PRO (n=9).

A Tabela 2 apresenta as estimativas do percentual de gordura corporal pelos diferentes protocolos. Não houve diferença significativa entre os grupos experimentais em nenhum dos protocolos adotados.

TABELA 2 – Percentual de gordura corporal de tenistas amadores (AM) e profissionais (PRO).

Protocolo	Grupo	% GC	MG (kg)	MLG (kg)
Jackson et al. (1980)	PRO	9,0 ± 4,6	6,5 ± 4,2	62,9 ± 7,1
	AM	9,8 ± 2,2	6,5 ± 1,8	59,4 ± 3,5
Guedes (1998)	PRO	13,8 ± 5,5	9,3 ± 5,1	60,1 ± 6,8
	AM	13,7 ± 2,4	9,2 ± 2,1	56,8 ± 3,1
Durnin; Womersley (1974)	PRO	14,2 ± 4,2	10,1 ± 4,1	59,3 ± 7,2
	AM	15,5 ± 1,4	10,6 ± 1,0	57,7 ± 10,2
Petroski (1995)	PRO	12,3 ± 4,2	8,7 ± 4,1	60,7 ± 7,3
	AM	12,8 ± 1,6	8,5 ± 1,5	57,5 ± 3,8

Resultados expressos em média ± desvio padrão; GC= Gordura corporal; MG= massa gorda; MLG= massa livre de gordura; AM (n=15) e PRO (n=9).

A estimativa de gasto energético total (GET) foi semelhante entre AM e PRO para os dois procedimentos adotados ($GEB^a \times 2,1^a + TID$ – AM: 3600 ± 299 kcal vs. PRO: 3764 ± 376 kcal) ($GEB^a + MET's^b + TID$ – AM: 3945 ± 421 kcal vs. PRO: 4227 ± 305 kcal) (Figura 3). A ingestão energética total (VET) dos tenistas (AM: 2730 ± 702 kcal e PRO: 3212 ± 782 kcal) é reportada na Figura 3 ($p > 0,05$). Em ambos os grupos, foi constatado o balanço energético negativo (Figura 3).

FIGURA 3 – Comparação entre o relato de ingestão energética (VET) e o gasto energético total estimado (GET) de tenistas amadores (AM; n=15) e profissionais (PRO; n=9). Resultados expressos em média $\pm$ desvio padrão.

A Tabela 3 apresenta a ingestão absoluta e relativa de macronutrientes, e a Tabela 4 demonstra a ingestão de micronutrientes. Pode-se observar que a ingestão de CHO foi similar entre os grupos, atingindo o limite inferior da recomendação para atletas. Com relação aos micronutrientes, a ingestão de cálcio mostrou-se significativamente inferior ao estabelecido pelas DRI's ($p < 0,05$).

TABELA 3 – Distribuição dos macronutrientes na dieta de tenistas amadores (AM) e profissionais (PRO).

Nutriente	Grupo					
	AM			PRO		
	%	g/dia	g/kg/dia	%	g/dia	g/kg/dia
Carboidratos	61±6	416,3±37,5	6,3±0,5	56±5	449,7±40,5	6,5±0,7
Lipídeos	16±5	48,7±14,5	0,7±0,1	24±4	85,7±13,7	1,2±0,2
Proteínas	23±4	157,0±29,8	2,4±0,2	20±5	160,6±40,2	2,3±0,3

Resultados expressos em média ± desvio padrão; AM (n=15) e PRO (n=9).

TABELA 4 – Ingestão dietética de tenistas amadores (AM) e profissionais (PRO) em relação à ingestão recomendada de micronutrientes (DRI's).

Nutriente (mg)	DRI's	AM	PRO
Riboflavina (B2)	1,3	1,6±0,9	1,8±1,1
Niacina (B3)	16	26,2±18,9	24,9±19,1
Ac. pantotênico (B5)	5	3,6±0,7	3,4±0,9
Acido ascórbico (C)	75*/90**	109,6±70,2	113,1±83,9
Vitamina E	15	11,6±6,9	11,1±8,9
Cálcio (Ca)	1.300*/1000**	778,7±535,6 ^a	782,6±491,9 ^a
Ferro (Fe)	11*/8**	10,6±7,9	11,2±9,3

Resultados expressos em média ± desvio padrão; 1- DRI's *= 14-18 anos; **=19-70 anos. ^a - p>0.05 em relação à DRI's 14-18 anos.

Na segunda fase desta investigação, o objetivo foi analisar o efeito do consumo agudo de CHO sobre a PSE, a concentração de hormônios (cortisol e testosterona) e IgA salivar e o desempenho durante a partida de Tênis. Os dados referentes à composição corporal e à quantidade de líquidos ingeridos estão expressos na Tabela 5.

Não foi detectada alteração nos parâmetros acima citados entre as condições experimentais. Os jogadores perderam $0,23 \pm 0,10 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ e $0,25 \pm 0,09 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ nas condições CHO e PLA ($P>0,05$), respectivamente.

TABELA 5 – Varição da massa corporal (kg), ingestão de líquidos (mL) e taxa de sudorese ($\text{mL}\cdot\text{h}^{-1}$) durante a partida de Tênis nas condições PLA e CHO.

	CHO (n=12)	PLA (n=12)
Pré MC(kg)	$64,9 \pm 8,3$	$65,1 \pm 8,2$
Pós MC (kg)	$64,2 \pm 8,3$	$64,3 \pm 8,2$
Mudança de MC (%)	$1,1 \pm 0,5$	$1,1 \pm 0,4$
Total de Ingestão de Líquidos (mL)	2694 ± 481	2756 ± 462
Taxa de Sudorese ($\text{mL}\cdot\text{h}^{-1}$)	1123 ± 152	1163 ± 168

Resultados expressos em média $\pm$ desvio padrão; MC – Massa Corporal

Não houve diferença significativa entre as condições experimentais com relação ao tempo despendido em cada zona de FC, como de baixa (CHO: $46 \pm 11 \text{ min}$ vs. PLA: $42 \pm 9 \text{ min}$), média (CHO: $91 \pm 7 \text{ min}$ vs. PLA: $92 \pm 4 \text{ min}$) e alta intensidade (CHO: $48 \pm 5 \text{ min}$ vs. PLA: $51 \pm 6 \text{ min}$) (Figura 4) ($P>0,05$).

FIGURA 4 – Resposta da frequência cardíaca (FC – tempo dispendido nas zonas baixa <70%, média 70-85% e alta >85% do máximo) durante cada hora de jogo e do tempo total. Dados expressos em valores percentuais.

Na Tabela 6, é possível observar que houve aumento significativo da PSE no término da partida comparado com a do final do 1^a hora. Entretanto não foi detectada diferença entre as condições experimentais. A PSE da sessão não foi diferente ($p = 0,08$) entre as condições PLA ($6,4 \pm 1,4$) e CHO ($5,8 \pm 1,2$), entretanto existe um efeito do tamanho moderado ($d = 0,5$) entre as condições.

TABELA 6 – Percepção subjetiva de esforço durante cada hora da partida de Tênis e após 30 minutos do seu término (PSE da sessão) nas condições PLA e CHO.

	CHO	PLA
1ª hora	3,6 ± 1,5	3,3 ± 1,4
2ª hora	4,7 ± 1,8	4,4 ± 1,2
3ª hora	5,8 ± 1,6*	5,8 ± 1,5*
PSE da sessão	6,4 ± 1,4	5,8 ± 1,2

Resultados expressos em média ± desvio padrão; * diferença da PSE aferida no final da 1ª Hora.

A figura 5 mostra que não houve diferença significativa na concentração plasmática de glicose durante a partida entre as condições experimentais. A concentração de glicose não sofreu redução na condição PLA, porém apresentou tendência de queda ($p=0,06$, $d=1,3$) em relação à condição CHO.

FIGURA 5 – Concentração sanguínea de glicose (mg.dL⁻¹) antes (pré) e depois (pós) da partida de Tênis nas condições experimentais PLA e CHO.

A Figura 6 mostra que não houve diferença significativa nas concentrações de T e IgA salivar em ambas as condições experimentais. Entretanto, foi observado atenuação da concentração de cortisol na condição CHO em decorrência do consumo de CHO.

FIGURA 6 – Concentração salivar de A) Cortisol, B) Testosterona e C) IgA nas condições CHO (●), PLA (□) e *Baseline* (---). ^a CHO diferente do *Baseline*; ^b PLA diferente do *Baseline* $p < 0,05$, ^c PLA diferente de CHO, $p < 0,05$. Resultados expressos em média $\pm$ desvio padrão.

Finalmente, não houve diferença significativa nos parâmetros de desempenho entre as condições experimentais (Tabela 7) e (Figura 7).

TABELA 7 – Parâmetros de desempenho avaliados durante a partida de Tênis nas condições experimentais CHO e PLA. Dados expressos em valores percentuais.

	%					
	1h		2h		3h	
	CHO	PLA	CHO	PLA	CHO	PLA
Primeiro service	57	53	59	60	61	58
Segundo service	75	82	80	80	87	81
Devolução de primeiro serviço	70	79	74	73	73	75
Devolução de segundo serviço	68	83	75	82	80	82
Devolução de primeiro serviço (Forehand)	69	76	76	71	74	75
Devolução de primeiro serviço (Backhand)	71	84	74	73	62	69
Devolução de segundo serviço (Forehand)	72	85	74	82	78	74
Devolução de segundo serviço (Backhand)	70	71	81	86	83	95
Golpes de fundo de quadra (Forehand)	75	78	76	76	67	71
Golpes de fundo de quadra (Backhand)	70	75	80	75	74	73

FIGURA 7 – Número de games vencidos por hora de partida nas condições experimentais CHO e PLA ($P < 0,05$). Resultados expressos em média $\pm$ desvio padrão.

DISCUSSÃO

Os principais achados da primeira fase desta dissertação foram: a) não foi observada diferença entre o perfil antropométrico de atletas AM e PRO; b) o consumo alimentar foi similar entre os atletas PRO e AM; c) foi detectado balanço energético negativo em ambos os grupos; e d) o consumo de cálcio foi inferior ao valor de referência (DRI's 14-18 anos) em ambos os grupos. Além disto, é importante ressaltar que o consumo de CHO atingiu o limite mínimo recomendado e a ingestão de proteínas foi superior aos valores sugeridos na literatura.

O perfil antropométrico observado no presente estudo é muito semelhante ao resultado previamente reportado por Pereira (2001) que também avaliou o perfil antropométrico de tenistas brasileiros. A semelhança do perfil antropométrico entre os diferentes estudos pode ser explicada pelo fato da composição corporal constituir um dos critérios para seleção dos indivíduos mais aptos. No presente estudo, também foi observado que o perfil antropométrico de atletas AM e PRO é muito semelhante. Cabe ressaltar que os tenistas AM e PRO são submetidos a cargas de treinamento semelhantes. Além disto, mesmo em nível amador, estes atletas já passaram pelo processo de seleção imposto pela modalidade. Portanto, as cargas de treinamento

similares e o processo de seleção podem estar relacionados às semelhanças observadas entre os dois grupos de atletas.

Os resultados do percentual de gordura corporal estimados pelas fórmulas de Guedes, (1998), Durnin e Womersley, (1974) e Petroski, (1995) são similares quando comparados ao estudo de Pereira (2001). Em outro estudo também conduzido em jovens tenistas brasileiros, Juzwiak et al. (2008) reportaram que esse percentual reduzido pode ser vantajoso para o Tênis, uma vez que os atletas devem executar movimentos rápidos de alta intensidade (saques, *smash*, *forhand*, *backhand* e voleios) e desempenhar velocidade/agilidade na movimentação de quadra. Segundo Costa (2001), o valor percentual de gordura corporal em atletas varia de 5 a 12% nos homens, dependendo da modalidade esportiva.

Os resultados relacionados ao balanço energético no presente estudo (ingestão energética - gasto energético) sugerem a ocorrência de balanço energético negativo para os dois grupos de atletas. De acordo com a discussão estabelecida pela FAO/WHO/ONU (1985), se os indivíduos encontram-se “na média em estado firme, com a composição corporal e o nível de atividade física apropriados”, não se deve considerar o quadro indicativo de subconsumo. Portanto, a estabilidade do peso dos atletas, observada por mais de 4 meses antes do estudo, reforça a hipótese de que ocorreu subregistro da ingestão alimentar, provavelmente esta discrepância entre o consumo e o gasto está associada ao subrelato.

Scagliusi e Lancha Junior (2003) reportam que o subrelato é constituído pelo subregistro e/ou subconsumo. O subregistro é definido como o não-relato de alimentos de fato consumidos, e o subconsumo está relacionado à diminuição do consumo alimentar causado pelo próprio instrumento de avaliação ou por outros fatores de causa fisiológica ou até patológica (GORIS; WESTERTERP-PLANTENGA; WESTERTERP, 2000). Ambos os processos envolvem componentes perceptivos, emotivos e cognitivos ainda pouco explorados (KRESTCH; FONG; GREEN, 1999). O comportamento do subrelato é comum entre atletas (EDWARDS et al., 1993; HILL; DAVES, 2002; WESTERTERP et al., 1986). No estudo de Edwards et al. (1993), utilizando o método

da água duplamente marcada, foi observado que corredoras apresentam ingestão energética inferior (32%) ao gasto energético. Hill e Davies (2002), usando a mesma metodologia, também observaram significativo subrelato em remadoras (em média, - 1163kcal/dia). Em outro estudo, foi constatado que o subrelato aumenta, progressivamente, durante a competição (WESTERTERP et al., 1986). Neste estudo, o subrelato foi observado por 3 semanas, durante o *Tour de France*. Neste período, o subrelato foi de 13% para primeira semana, 21% para segunda e 35% para a última semana. Os autores atribuíram o subrelato ao comportamento de subregistro, uma vez que o peso dos atletas não sofreu alteração (WESTERTERP et al., 1986).

Alguns autores afirmam que os indivíduos tendem a relatar ingestões que sejam similares ao esperado pela população em geral (BURKE, 1998). Por exemplo, obesos tendem a reportar ingestão similar a de indivíduos não-obesos; por sua vez, atletas tendem a reportar consumo semelhante ao observado para indivíduos menos ativos (BURKE, 1998). Krebs-Smith et al. (2000) observaram subregistro relacionado aos alimentos mais calóricos e com menor valor nutricional (bolos, tortas, salgadinhos, etc.), ou seja, alimentos considerados pouco saudáveis. O subregistro seletivo pode ser consequência do maior nível de conhecimento e/ou preocupação com alimentação por indivíduos fisicamente ativos/atletas. Obviamente, é importante mencionar as limitações dos métodos empregados no presente estudo, tais como possíveis erros nos cálculos nutricionais da dieta, por limitações nas tabelas de alimentos disponíveis ou ainda pela descrição de todos os ingredientes nas preparações culinárias. Além disto, uma vez que as necessidades energéticas foram estimadas por meio de equações desenvolvidas para a população não-atleta, os dados reportados devem ser interpretados com cautela. Todavia, outros estudos que avaliaram a questão do balanço energético em atletas também evidenciaram a mesma magnitude de subrelato que o presente estudo (EDWARDS et al., 1993; HILL; DAVES, 2002).

Além do ajuste da ingestão energética ao gasto energético, é fundamental para melhor rendimento a adequação da qualidade e quantidade de macronutrientes. No que diz respeito aos CHO, já está bem estabelecido o papel deste macronutriente para o

desempenho em atividades de longa duração, quando ingerido antes e durante o exercício de *endurance* (ALHBORG et al., 1967.; BERGSTROM; HULTMAN, 1967). O CHO parece ser ainda mais importante para atletas envolvidos em esportes intermitentes, nos quais o desgaste dos estoques de CHO (glicogênio muscular e hepático) é exacerbado (COSTILL; MILLER, 1980; COYLE, 1992).

Considerando o posicionamento do ACSM (2000) e da ADA/DC (2000), a ingestão de CHO pelos atletas do presente estudo está adequada (nos limites mínimos sugeridos) tanto em termos percentuais, quanto em valores relativos à massa corporal. Os atletas relataram ingestão de CHO entre 56% (PRO) a 61% (AM) do total calórico consumido por dia. Isto significa, aproximadamente, 6g/kg/dia. O posicionamento estabelece que, na dieta diária, atletas devem ingerir valores relativos entre 6-10 g/kg/dia. Entretanto, é importante ressaltar que os atletas estavam em fase final da pré-temporada. Em períodos competitivos, tanto o posicionamento (ACSM, 2000; ADA/DC, 2000) quanto outros estudos (BURKE; COX; CULMMINGS, 2001) têm demonstrado vantagens no aumento da ingestão desse nutriente, sendo sugerido o aumento para até 10g/kg/dia. É importante ressaltar que durante os torneios, os tenistas jogam de 3 a 4 vezes por semana, conseqüentemente, durante a competição a reposição dos estoques de glicogênio poderá ser um fator limitante da *performance* nos últimos e mais importantes jogos (KOVACS, 2006). Portanto, o planejamento nutricional destes atletas deveria priorizar estratégias para maximizar a ingestão de CHO a fim de atender suas demandas do treinamento intenso e da rotina de competições. No Tênis, os poucos estudos realizados sobre o efeito da ingestão/suplementação de CHO ainda apresentam resultados controversos (KOVACS, 2006), reforçando a necessidade de estudos adicionais.

Mesmo considerando a extrema importância dos CHO, é fundamental que não se desvie a atenção dos demais macronutrientes na dieta. Para que seja assegurada a ingestão de todos os nutrientes, a ingestão energética deve ser elevada, o que tipicamente ocorre entre atletas (ACSM, 2000; ADA/DC, 2000).

As proteínas fornecem aminoácidos que, no caso de atletas, contribuem não somente para a manutenção da massa livre de gordura (LAYMAN, 2003), mas também para respostas relativas à imunocompetência (NIEMAN, 2008). Embora possam ser oxidadas, as proteínas não desempenham papel significativo na geração de energia durante a atividade física intermitente de alta intensidade, a menos que a ingestão dos demais nutrientes energéticos esteja comprometida (LAMBERT; FRANK; EVANS, 2004). Muito se discute, sem um consenso, sobre a ingestão de proteínas por atletas, tanto em termos percentuais como em relação à massa corporal (LEMON, 2000). Os atletas do presente estudo apresentaram tendência a ingerir percentuais elevados de proteínas na dieta. Juzwiak et al. (2008) reportam consumo excessivo de proteínas (75% dos avaliados apresentaram consumo maior que 15%) em jovens. No presente estudo, o consumo diário de proteínas também foi elevado (AM: ~2,4 g/kg/dia e PRO: ~2,3 g/kg/dia). O posicionamento do ACSM (2000) sugere a ingestão de proteínas para o exercício de *endurance*, de 1,2 a 1,4 g/kg/dia, e para o exercício de força, de 1,6 a 1,7 g/kg/dia. As DRI's atuais, ao abordarem a questão da necessidade de proteínas, concordam que esse nutriente é sujeito a grande variabilidade diária e que episódios de consumo elevado não parecem ter efeitos colaterais significativos. Nesse contexto, as DRI's, admitindo a variabilidade da ingestão, sugerem como aceitável uma margem de ingestão entre 10-35% (OTTEN; HELLWIG; MEYERS, 2006).

Os lipídios, além de participarem de processos relacionados à função imune, garantem a integridade de membranas celulares, em especial células do sistema nervoso (INNIS, 2007). O aumento da formação de espécies reativas e traumas durante exercícios de alta intensidade levam ao estado inflamatório que pode ser atenuado, segundo alguns autores, através da ingestão de lipídios específicos como o EPA (ácido eicosapentanóico) e/ou DHA (ácido docosahexanóico) (SIMOPOULOS, 2007). Entretanto, não existem estudos na literatura sobre o papel dos lipídios na prática do Tênis. No estudo conduzido por Juzwiak et al. (2008), foi observado que a maioria (80%) dos tenistas avaliados consumia acima de 30% do VET na forma de lipídios. No presente estudo, os grupos mantiveram o consumo deste macronutriente dentro dos

limites recomendados (OTTEN; HELLWIG; MEYERS, 2006; FAO/WHO/UNU, 1985). Além disto, é importante ressaltar que não foi detectada diferença significativa com relação ao consumo de lipídios entre os grupos.

Embora as vitaminas e os minerais não possam ser convertidos metabolicamente em energia, estes micronutrientes ajudam a regular os processos fisiológicos e bioquímicos do organismo, agindo como coenzimas, antioxidantes ou elementos de construção (DUNTAS, 2005). No presente estudo, somente o cálcio apresentou desvio significativo em relação às DRI's em ambos os grupos ($p > 0,05$ em relação ao valor recomendado para 14-18 anos). O consumo adequado de cálcio é relevante em adolescentes, devido ao fato desses estarem em pico da formação de massa óssea (CALBET; MOYSI; RODRIGUEZ, 1998). Ainda o metabolismo do cálcio sofre profundas modificações em resposta ao treinamento físico. Evans et al. (2008) identificaram elevação significativa dos marcadores bioquímicos do *turnover* de cálcio após quatro meses de treinamento físico, em homens e mulheres. Esse aumento comprova a importância da ingestão dietética desse nutriente para que sejam mantidos os processos de construção óssea, contração muscular e ainda a atividade de diversas enzimas dependentes de cálcio. Martin et al. (2007) constataram que as perdas de cálcio pelo suor, em atletas do sexo feminino, eram diminuídas após a suplementação desse nutriente. Todavia, estudos adicionais são necessários para avaliar as consequências, em médio e longo prazo, da baixa ingestão de cálcio realizada por jovens tenistas.

A segunda fase desta dissertação teve como objetivo avaliar o efeito do suplemento de CHO sobre a PSE, a resposta hormonal, a concentração de IgA salivar e o desempenho durante a partida de Tênis. Neste segundo estudo, foi observado que a PSE apresenta comportamento similar entre as condições experimentais, mais especificamente houve aumento progressivo da PSE no decorrer da partida nas condições CHO e PLA. No entanto, vale ressaltar que foi detectada tendência de atenuação da PSE da sessão na condição CHO. Também foi observada atenuação da resposta do cortisol salivar após o consumo de CHO. Entretanto, o consumo de CHO

não exerceu efeito sobre as respostas de testosterona e IgA. A suplementação de CHO também não influenciou a resposta da FC. E por fim, o consumo de CHO não afetou o desempenho dos tenistas.

Conforme já mencionado, não foi detectado efeito do consumo de CHO sobre a PSE durante a partida de Tênis. Em contraste aos resultados apresentados neste trabalho, diversas pesquisas mostraram que o consumo de CHO pode minimizar o aumento da PSE durante sessões de exercícios prolongados e intermitentes (BACKHOUSE et al., 2007; NYBO, 2003; SUGIURA; KOBAYASHI, 1998; UTTER, et al., 2007). Entretanto, há diversas diferenças entre pesquisas controladas em laboratório destes estudos e a presente investigação.

Inicialmente, estes estudos precedentes foram conduzidos em laboratório, com cargas externas de trabalho bem controladas, enquanto o presente estudo foi conduzido sob a perspectiva ecológica, ou seja, a variação das cargas de esforço não foi controlada. Consequentemente, apesar do cuidadoso planejamento do delineamento experimental, existe a possibilidade de um viés nos dados apresentados. Outra explicação possível para a PSE equivalente em ambas as condições experimentais está relacionada ao conceito de que o jogador é quem regula a magnitude do esforço físico dispendido na atividade (UTTER et al., 2002; UTTER et al., 2003; NOAKES; ST CLAIR GIBSON; LAMBERT, 2005).

Nestas situações de competição, nas quais o atleta determina a intensidade do esforço, a resposta da PSE parece ser regulada por outros mecanismos que não a disponibilidade de CHO. Esta hipótese é suportada por outros estudos, uma vez que o suplemento de CHO permitiu que maratonistas (UTTER et al., 2002) e ultramaratonistas (UTTER et al., 2003) corressem em maior intensidade, apesar de reportarem valores de PSE semelhantes ao grupo PLA. Entretanto, em um estudo recente do nosso grupo, foi observada diminuição na duração das trocas de bola durante os pontos, concomitantemente ao aumento da PSE durante 4º set da partida de Tênis (GOMES et al., submetido), sugerindo que a PSE pode estar envolvida na regulação do desempenho físico e/ou tático durante a partida de Tênis. Apesar dos dados acima

citados, torna-se necessária a realização de pesquisas adicionais sobre o comportamento da PSE nos exercícios intermitentes de alta intensidade, como o Tênis, em situações de competição.

A PSE da sessão tem sido utilizada como indicador da magnitude do esforço durante a sessão de exercício (FOSTER et al., 2001). Os resultados do presente estudo indicam que não houve impacto estatisticamente significativo da ingestão de CHO sobre a PSE da sessão. Entretanto, foi verificada ligeira redução (moderado efeito do tamanho $d=0,5$) na condição CHO em comparação à condição PLA ($p=0,08$). Este fato reforça a hipótese de que os jogadores que apresentam menor disponibilidade de CHO poderiam reportar maior percepção global de esforço. É evidente que esta hipótese de atenuação da PSE da sessão em decorrência da suplementação de CHO ainda precisa ser mais investigada, principalmente, nas modalidades intermitentes. Embora não tenha sido verificada diferença, parece que o consumo de CHO atenua o nível de esforço (confirmado pela redução da liberação de cortisol).

Embora não significativo, os resultados reportados sugerem que a ingestão de CHO durante a partida prolongada de Tênis é capaz de promover a manutenção da glicemia ($p=0,06$, $d=1,3$) em comparação à condição PLA. Diversos estudos mostraram que o suplemento de CHO preserva a glicemia em atividades intermitentes prolongadas de alta intensidade (BACKHOUSE et al., 2007; HORNER et al., 2007c; NICHOLAS et al., 1999; PATTERSON; GRAY; 2007; UTTER et al., 2007).

Por exemplo, Backhouse et al. (2007) relataram que o consumo de CHO (solução a 6,4%), durante testes específicos de Futebol, manteve o nível de glicemia mais elevado em relação ao consumo de PLA. Utter et al. (2007) corroboram este dado, demonstrando que a ingestão de CHO antes e durante o exercício intermitente em cicloergômetro manteve a glicemia elevada em comparação ao PLA. Entretanto, a hipoglicemia não é considerada a principal causa de fadiga no Tênis. Parece que a glicose sanguínea não sofre alteração significativa durante a partida de Tênis (GIRARD; MILLET, 2008; MITCHELL et al., 1992). Curiosamente, em algumas situações, foi observado aumento da glicemia (BERGERON; MARESH; KRAEMER, 1991; HORNER et al., 2007).

et al., 2007b; THERMINARIAS et al., 1991). Todavia, o consumo de CHO, durante a prática do Tênis, poderia retardar a fadiga devido ao aumento da excitabilidade do sistema nervoso central ou por minimizar a degradação dos estoques de glicogênio. Outra possibilidade se refere ao fato de que a maior oferta de CHO poderia atenuar a elevação de AGL, reduzindo a disponibilidade circulante de triptofano livre (aminoácido utilizado para síntese de mediadores da fadiga central) (DAVIS; BAILLEY, 1997).

Diversas pesquisas apoiam a associação entre a fadiga no Tênis e a redução da ativação neuromuscular (GIRARD et al., 2008; GIRARD, et al., 2006; GIRARD; MILLET, 2008; GIRARD; RACINAIS; MICALLEF, 2007). Embora, nenhum parâmetro fisiológico relacionado à fadiga central tenha sido analisado neste estudo, é possível que o consumo de CHO mantenha a concentração de glicose durante a partida de Tênis, atrasando a fadiga central. Apesar das dificuldades metodológicas, estudos futuros devem investigar o papel do CHO sobre parâmetros associados à fadiga central no Tênis.

Estudos prévios já haviam demonstrado que a suplementação de CHO é capaz de manter a glicemia, minimizando a ativação do eixo HPA e a liberação de cortisol, em exercícios prolongados e intermitentes de alta intensidade (BISHOP et al., 2002; LI; GLEESON., 2005b; NIEMAN; BISHOP, 2006; McAENULTY et al., 2007). No presente estudo, a ingestão de CHO também minimizou o aumento da concentração de cortisol salivar após partida de Tênis. Estes resultados corroboram os dados de Bishop et al. (2002) que demonstraram diminuição da resposta do cortisol após exercício em cicloergômetro (75 min à 70% Vo_{2max}) seguidos de 3 tiros máximos de 50 segundos após o consumo de CHO. Outros estudos que utilizaram protocolos de exercícios contínuos e prolongados (>90 minutos) também mostraram atenuação da concentração de cortisol após a ingestão de CHO (LI; GLEESON., 2005b; McAENULTY et al., 2007).

Com relação ao hormônio testosterona, não foi verificada alteração, em nenhuma das condições, durante todo o experimento. Já sabido que alterações na concentração de testosterona são dependentes do volume e intensidade do trabalho realizado (CREWETHER et al., 2008). É possível especular que o estímulo da partida de Tênis não

tenha sido suficiente para provocar alterações significativas na concentração deste hormônio.

Os resultados da presente investigação mostram que a ingestão de CHO não teve nenhuma influência na resposta de IgA salivar após o jogo de Tênis. Estes resultados são similares aos de Bishop et al. (1999) que não relataram nenhum efeito do consumo de CHO sobre a IgA salivar após 90 min de exercício específico de Futebol. Li e Gleeson (2005a) também não verificaram mudança da concentração de IgA salivar durante o exercício intermitente e o exercício contínuo no cicloergômetro. Entretanto, os benefícios do consumo de CHO sobre as repostas de IgA salivar são relatados, principalmente, em pesquisas que utilizaram delineamentos experimentais com caráter crônico. Por exemplo, no estudo de Costa et al. (2005), os triatletas submetidos a 6 dias de dieta hiperglicídica não apresentaram redução da concentração de IgA salivar em resposta ao exercício.

Já nos exercícios realizados de forma aguda, o suplemento de CHO parece não alterar as respostas de IgA salivar. Muito provavelmente, isto se deve ao fato do estímulo agudo não ser capaz de comprometer a resposta desta imunoglobulina. Por exemplo, em revisão bibliográfica, Nieman e Bishop (2006) relataram que o suplemento de CHO não altera a resposta da concentração salivar de IgA em exercícios agudos. Corroborando estes dados, dois estudos recentes de Sari-Sarraf, Reilly e Doran (2006) e Sari-Sarraf et al. (2007) não observaram alteração da resposta de IgA após o consumo de CHO durante a realização de diferentes tipos de exercícios específicos de Futebol.

Entretanto, no Tênis, Novas et al. (2003) reportaram decréscimo da IgA salivar associado ao aumento da infecção do trato respiratório após 12 semanas de treinamento e competições de Tênis. Portanto, é possível especular que a sequência de jogos similares, como ocorre nas competições, nas quais o atleta pode jogar até 5 partidas no decorrer de uma semana (ITF, 2000), o consumo de CHO pode ser uma estratégia capaz de atenuar a supressão de IgA salivar. A atenuação do cortisol observada no presente estudo reforça a hipótese que a ingestão de CHO, em longo prazo, poderia atenuar a imunossupressão de atletas. Apesar disto, é notório que

pesquisas complementares sejam conduzidas a fim de determinar o efeito do consumo agudo de CHO sobre a resposta imune durante competições de Tênis.

Conforme esperado, a taxa de sudorese excedeu a ingestão de líquidos, o que conduz à desidratação involuntária. A ingestão de líquidos dos jogadores (CHO: 2694 ± 481 mL vs. PLA: 2756 ± 62 mL), neste estudo, é similar a maioria dos relatos precedentes em jogadores de Tênis (KOVACS, 2008). Esta ingestão de líquidos é similar ao valor reportado por Bergeron et al. (1995) em jogadores de Tênis universitário e proporcional aos valores reportados de taxa de esvaziamento gástrico máximas para soluções de CHO (COYLE; MONTAIN, 1992). Entretanto, a magnitude da perda de MC, neste estudo, é inferior à relatada previamente para Tênis prolongado (BERGERON, 2003; KOVACS, 2008). A menor perda de MC parece ter sido devido à condição ambiental amena que, provavelmente, promoveu menor taxa de sudorese do que os outros estudos (BERGERON, 2003; BERGERON et al., 1995).

Partindo do pressuposto que o Tênis provoca significativa perda hídrica, e que esta poderia alterar a resposta de FC, foi avaliado se o consumo de CHO exerceria algum tipo de efeito sobre esta variável. Em concordância com achados relatados no presente estudo, muitas investigações precedentes também verificaram que o consumo de CHO não altera a FC durante exercícios intermitentes prolongados (BACKHOUSE et al., 2007; PATTERSON; GRAY 2007; UTTER et al., 2007). Por exemplo, no estudo de Utter et al. (2007) foi demonstrado que a média de FC não era diferente entre os grupos CHO e PLA durante o exercício intermitente prolongado (140min), realizado em cicloergômetro.

A segunda fase desta dissertação também tinha como objetivo avaliar o efeito do suplemento de CHO sobre parâmetros de desempenho durante a partida de Tênis. O suplemento de CHO não exerceu efeito ergogênico sobre nenhum parâmetro de desempenho aferido neste estudo. Por outro lado, já é sabido que o consumo de CHO é extremamente benéfico para o desempenho de *endurance* (JEUKENDRUP, 2004; CARTER et al., 2003 ; EL-SAYED; BALMER; RATTU, 1997).

Entretanto, o aumento de *performance* induzido pela suplementação de CHO não

é observada em exercícios intermitentes de alta intensidade e curta duração (SOUZA et al., 2007) e em exercícios de força (KULICK et al., 2008). Souza et al. (2007) avaliaram o efeito da suplementação de CHO em 26 corredores de *endurance* que executaram duas sessões de exercícios intermitentes (12 x 800m). Estes autores reportaram que não houve aumento de desempenho após o consumo de CHO. Kulick et al. (2008), avaliando o desempenho em exercícios de força, não encontraram melhora na *performance* pela suplementação de CHO nas variáveis de números de séries (CHO: 3,5 +/- 3,2, PLA: 3,5 +/- 2,7); número de repetições (CHO: 20,4 +/-14,9, PLA: 19,7 +/- 13,1); volume de trabalho (CHO: 2928,7 +/- 2219,5 kg, PLA: 2772,8 +/- 1951,4 kg); e trabalho total realizado (CHO: 29,9 +/- 22,3 kJ, PLA: 28,6 +/- 19,5 kJ) entre as condições PLA e CHO.

Uma possível explicação para a não ocorrência do efeito ergogênico do CHO no presente estudo seria a manutenção da glicemia em ambas as condições PLA e CHO. Provavelmente, o controle de ingestão alimentar de ambos os grupos e o alto consumo de CHO na dieta (60% de CHO, 25% de lipídeos e 15% de proteínas) pode ter completado os estoques de glicogênio muscular e hepático. Inicialmente, a literatura sugeriu que a homeostase glicêmica seria um fator determinante para a *performance* em tenistas. No estudo de Burke e Ekblom (1982), foi verificado que o aumento da *performance* no Tênis está associado à manutenção da glicemia durante a partida de 120 min (BURKE; EKBLOM, 1982). No entanto, estudos posteriores reportaram resultados controversos.

Embora, o consumo de CHO possa promover aumento da concentração de glicose, isto nem sempre garante o aumento do desempenho de jogadores (MITCHELL et al., 1992; FERRAUTI; WEBER; STRUDER, 1997). Feuratti, Weber e Struder (1997) não observaram aumento da precisão de golpes após uma partida de 240 minutos no grupo suplementado com CHO em comparação ao grupo PLA. Neste mesmo estudo, a suplementação de CHO também não afetou o número de *games* ganhos durante a partida. É importante mencionar que o grupo PLA apresentou discreto declínio na glicemia ao final dos 240 minutos, porém, o desempenho destes tenistas não foi

prejudicado (FERRAUTI; WEBER; STRUDER, 1997). No estudo de Mitchell et al. (1992), a suplementação de CHO não afetou o desempenho durante a partida de 180 minutos. Também não foi detectada alteração significativa da glicemia após a partida de 180 minutos no grupo PLA, assim como o observado no presente estudo (MITCHELL et al., 1992).

É possível que as exigências específicas do Tênis não imponham demanda significativa de glicose para justificar o consumo de CHO durante a partida. Vale ressaltar que nos prévios estudos que demonstraram melhora no desempenho de corrida ou cicloergômetro pela suplementação de CHO, houve diminuição significativa da glicemia na condição experimental PLA (JEUKENDRUP, 2004). De fato, nestas condições, o aumento do desempenho do grupo suplementado é atribuído à manutenção/elevação da glicemia (JEUKENDRUP, 2003; JEUKENDRUP, 2004; JEUKENDRUP et al., 1997). Pelo fato de não ter ocorrido declínio da glicemia na condição PLA no presente estudo, não é surpreendente que o grupo suplementado com CHO não tenha apresentado desempenho diferenciado.

O declínio da glicemia é associado à depleção de glicogênio hepático e à diminuição do desempenho (HARGREAVES et al., 1984). Embora não tenham sido realizadas biópsias neste estudo, é provável que a partida não tenha promovido depleção dos estoques endógenos de CHO na condição PLA. Também é importante ressaltar que a maior concentração de cortisol na condição PLA pode ter facilitado a gliconeogênese, propiciando a manutenção da glicemia. Além disto, no presente estudo, a dieta dos atletas continha alto conteúdo de CHO, o que pode ter auxiliado o aumento dos estoques de glicogênio. Todos estes fatores podem ter contribuído para manutenção da glicemia e, conseqüentemente, equivalência no desempenho entre as condições experimentais.

8 CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo sugerem que o perfil antropométrico e o consumo alimentar de atletas AM e PRO são similares. Foi observado balanço energético negativo em ambos os grupos de atletas, possivelmente explicado pelo subregistro da ingestão alimentar. Estudos adicionais utilizando métodos mais fidedignos são necessários para avaliar o balanço energético no Tênis. Com relação aos nutrientes, o consumo de CHO atingiu o limite mínimo e a ingestão de proteína superou os valores máximos sugeridos pela literatura. Também merece destaque a baixa ingestão de cálcio realizada pelos tenistas. Estes resultados reforçam a importância do planejamento alimentar voltado para tenistas a fim de adequar a dieta e maximizar o desempenho esportivo.

O suplemento de CHO atenua a resposta do cortisol e parece reduzir a PSE da sessão em jogadores de Tênis. Em relação ao desempenho, o consumo de CHO não exerceu efeito ergogênico. Os resultados encontrados reforçam a necessidade de estudos adicionais que examinem o efeito da suplementação de CHO durante períodos mais longos, similares às competições reais. Desta maneira, será possível avaliar a relevância da suplementação de CHO sobre o efeito cumulativo das partidas em relação aos parâmetros hormonais, à resposta imune e ao desempenho.

9 REFERÊNCIAS

- ALHBORG, B.; BERGSTROM, J.; EKELUND, L.G.; HULTMAN, E. Muscle glycogen and muscle electrolytes during prolonged physical exercise. **Acta Physiologica Scandnavian**, Copenhagen, v.70, p. 129-142. 1967.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Joint Position Statement: Nutrition and athletic performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.32, p. 2130-2145. 2000.

AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION AND DIETITIANS OF CANADA. **Journal of the American Dietetic Association**, Harvest, v.12, p. 1543-1556. 2000.

ANDERSON, L.; TRIPETT-McBRIDE, T.; FOSTER, C.; DOBERSTEIN.; BRICE, G. Impact of training patterns on incidence of illness and injury during women's collegiate basketball season. **Journal of Strength and Conditioning research**, Champaign, v.17, p. 734-738. 2003.

AOKI, M.S. **Monitoramento bioquímico do treinamento**. Laboratório Olímpico, Comitê Olímpico Brasileiro, nov, 2007.

BACKHOUSE, S.H.; ALI, A.; BIDDLE, S.J.; WILLIAMS, C. Carbohydrate ingestion during prolonged high-intensity intermittent exercise: impact on affect and perceived exertion. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, Copenhagen, v.17, p. 605-610. 2007.

BACKHOUSE, S. H.; BISHOP, N.C.; BIDDLE, S.J.H.; WILLIAMS, C. Effect of Carbohydrate and Prolonged Exercise on Affect and Perceived Exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.37, p. 1768-1773. 2005.

BACURAU, R.F.P; BASSIT, R.A.; SAWADA, L.; NAVARRO, F.; MARTINS, E.; COSTAROSA, L.F.B.P. Carbohydrate supplementation during intense exercise and the immune response of cyclists. **Clinical Nutrition**, Bethesda, v.21 p. 423-429. 2002.

BALDWIN, J.; SNOW, R.J.; GIBALA, M.J.; GARNHAM, A.; HOWARTH, K.; FEBBRAIO, M.A. Glycogen availability does not affect the TCA cycle or TAN pools during prolonged, fatiguing exercise. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v.94, p. 2181-2187. 2003.

BANFI, G.; MARINELLI, M.; ROI.; AGAPE. Usefulness of free testosterone/cortisol ratio during a season of elite speed skating athletes. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.21, p. 373-379. 1993.

BANISTER, E.W.; CLAVERT, T.W.; SAVAGE, M.V.; BACH, T. A systems model of training for athletic performance. **Australian Journal of Sports Medicine**, Pennant Hills, v.7, p. 57-61. 1975.

- BERGERON, M.F. Heat cramps: fluid and electrolyte challenges during tennis in the heat. **Journal of Science in Medicine and Sports**, Belconnenv, v.6, p. 19-27. 2003.
- BERGERON, M.F.; MARESH, C.M.; ARMSTRONG, L.E.; SIGNORILLE, J.F.; CASTELLANI, J.W.; KENEFICK, R.W.; LAGASSE, K.E.; RIEBE, D.A. Fluid-electrolyte balance associated with tennis match play in a hot environment. **International Journal of Sport Nutrition**, Champaign, v.5, p. 180-193. 1995.
- BERGERON, M.F.; MARESH, C.M.; KRAEMER, W.J. Tennis: a physiological profile during match play. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.12, p. 474-479. 1991.
- BERGSTROM, J.; HULTMAN, E. A study of glycogen metabolism during exercise in man. **Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation**, Copenhagen, v.19, p. 218-223. 1967.
- BERGSTROM, J.; HULTMAN, E. Muscle glycogen synthesis after exercise: an enhancing factor localized in muscle cells in man. **Nature**, Pittsburgh, v.210, p. 309-314. 1966.
- BERTUZZI, R.C.M.; FRANCHINI, E.; KISS, M.A.P. Fadiga muscular aguda: uma breve revisão dos sistemas fisiológicos e suas possíveis relações. **Motriz**, Rio Claro, v. 10, p. 45-54. 2004.
- BIRD, S.P.; TARPENNING, K.M.; MARION, E.F. Independent and combined effects of liquid carbohydrate/essential amino acid ingestion on hormonal and muscular adaptations following resistance training in untrained men. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.97, p. 225-238. 2006.
- BIRD, S.P.; TARPENNING, K.M.; MARION, E.F. Liquid carbohydrate/essential amino acid ingestion during a short-term bout of resistance exercise suppresses myofibrillar protein degradation. **Metabolism Clinical and experimental**, Hampton, v.55, p. 570-577. 2005.
- BISHOP, S.R.; BLANNIN, A.K.; ROBSON, P.J.; WALSH, N.P.; GLEESON, M. The effects of carbohydrate supplementation on immune responses to a soccer-specific exercise protocol. **Journal of Sports Sciences**, London, v.17, p. 787-796. 1999.

- BISHOP, N.C.; GLEESON, M.; NICHOLAS, C.W.; ALI, A. Influence of carbohydrate supplementation on plasma cytokine and neutrophil degranulation responses to high intensity intermittent exercise. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, Florida, v.12, p. 145-156. 2002.
- BORG, G. **Borg's perceived exertion and pain scales**. Champaign: Human Kinetics, 1998.
- 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.
- BORG, G.; LJUNGGREN, G.; CECI, R. The increase of perceived exertion, aches and pain in the legs, heart rate blood lactate during exercise on a bicycle ergometer. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v.54, p. 343-349, 1985.
- BRUCE, S.R. Stressor-induced alteration of health across the life span: There's more to it than immunology. **Clinical and Applied Immunology Reviews**, Kansas, v.5, p. 207-224. 2005.
- BURKE, L.M. Energy needs of Athletes. **Canadian Journal of Applied Physiology**, Sherbrooke, v.8, p. 160-174. 1998.
- BURKE, E.R.; EKBLOM, B. Influence of fluid ingestion and dehydration on precision and endurance performance in tennis. **Athletic Trainer**, Pittsburgh, v.17, p. 275-277. 1982.
- BURKE, L.M.; COX, G.R.; CULMMINGS, N.K. Guidelines for daily carbohydrate intake: do athletes achieve them? **Sports Medicine**, Auckland, v.31, p. 267-299. 2001.
- BUTTGEREIT, F.; SEIBEL, M.J.H.; BIJLSMA, J.W.J. **Prevention and therapy of immunologic diseases**. Chicago: Triumph Books, 2005.
- CALBET, J.A.L.; MOYSI, J.S.; RODRIGUEZ, L.P. Bone mineral content in professional tennis players. **Calcified Tissue International**, Salt Lake, v.62, p. 491-496. 1998.
- CARTER, J.; JEUKENDRUP, A.E.; MUNDEL, T.; JONES, D.A. Carbohydrate supplementation improves moderate and high-intensity exercise in the heat. **European Journal Physiology**, Berlin, v.446, p. 211-219. 2003.

- CASTELL, L.M.; POORTMANS, J.R.; NEWSHOLME, E.A. Does glutamine have a role in reducing infections in athletes? **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.73, p. 488-451. 1996.
- CHRISTENSEN, E.H. Der Stoffwechsel und die respiratorischen funktionen beischwerer körperlicher Arbeit. **Scandinavian Archives of Physiology**, Stockholm, v.81. p. 160-165. 1932.
- CHRISTMASS, M.A.; RICHMOND, S.E.; CABLE, N.T.; ARTHUR, P.G.; HARTMANN, P.E. Exercise intensity and metabolic response in singles tennis. **Journal of Sports Sciences**, London, v.16, p.739-747.1998.
- COGGAN, A.R.; COYLE, E.F. Carbohydrate ingestion during prolonged exercise: effects on metabolism and performance. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, Hagerstown, v.19, p. 1-40. 1991.
- COHEN, J.J.; DUKE, R.C. Glucocorticoid activation of a calciumdependent endonuclease in thymocyte nuclei leads to cell death. **Immunopharmacology**, Osaka, v.132, p. 38-42. 1984.
- COSTA, R.F. **Composição corporal: teoria e prática da avaliação**. São Paulo: Manole, 2001.
- COSTA, R.J.S.; JONES, G.E.; LAMBE, K.L.; COLEMAN, 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.
- COSTILL, D.L.; MILLER, J.M. Nutrition for endurance sport: carbohydrate and fluid balance. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.1, p. 2-14. 1980.
- COYLE, E.F.; MONTAIN, S.J. Benefits of fluid replacement with carbohydrate during exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.24, p. S324-S330. 1992.
- COYLE, E.F. Substrate utilization during exercise in active people. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v.61, p. 968S-979S. 1995.

- COYLE, E.F. Carbohydrate supplementation during exercise. **Journal of Nutrition**, Champaign, v.122, p. 788-795. 1992.
- CREWETHER, B.; CRONIN, J.; KEOGH, J.; COOK, C.J. The salivary testosterone and cortisol response to three loading schemes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.22, p. 250-255. 2008.
- DAVEY, P.R.; THORPE, R.D.; WILLIAMS, C. Simulated tennis matchplay in a controlled environment. **Journal of Sports Sciences**, London, v.21, p. 459-467. 2003.
- DAVIS, J.M.; BAILLEY, S.P. Possible mechanisms of central nervous system fatigue during exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.29, p. 45-57. 1997.
- DAVIS, S.N.; GALASETTI, P.; WASSERMAN, D.H. Effects of antecedent of hypoglycaemia on subsequent counterregulatory responses to exercise. **Diabetes**, Washington, v.49, p. 73-81. 2000.
- DAVISON, G.; GLEESON, M. Influence of acute vitamin C and/or carbohydrate ingestion on hormonal, cytokine, and immune responses to prolonged exercise. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, Florida, v.15, p. 465-479. 2005.
- DAY, M.L.; McGUIGAN, M.R.; BRICE, G.; FOSTER, C. Monitoring exercise intensity during resistance training using the session RPE scale. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.18, p. 353-358. 2004.
- DEINZER, R.; KLEINEIDAM, C.; STILLER-WINKLER, R.; IDEL, H. Prolonged reduction of salivary immunoglobulin A (slgA) after a major academic exam. **International Journal of Psychophysiology**, Cambridge, v.37, p. 219-232. 2000.
- DONOGHUE, P.O.; INGRAM, B. A notational analysis of elite tennis strategy. **Journal of Sports Sciences**, London, v.19, p. 107-115. 2001.
- DUCLOS, M.; GOUARNÉ, M.; BONNEMAISON, D. Acute and chronic effects of exercise on tissue sensitivity to glucocorticoids. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v.94, p. 869-875. 2003.
- DUNTAS, L.H. Oxidants, antioxidants in physical exercise an relation to thyroid Function. **Hormone and Metabolic Research**, London, v.37, p. 572-576. 2005.

- DURNIN, J.V.; WOMERSLEY, J. Body fat assessed from body density and its estimation from skinfold thickness: Measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. **British Journal of Nutrition**, London, v.32, p. 77-97. 1974.
- 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.
- EL-SAYED, M.S.; BALMER, J.; RATTU, A.J. Carbohydrate ingestion improves endurance performance during a 1 h simulated time trial. **Journal of Sports Sciences**, London, v.15, p. 223-227. 1997.
- EVANS, R.K.; ANTCKAC, A.J.; LESTER, M.; YANOVICH, R.; ISRAELI, E.; MORAN, D.S. Effects of a 4-month recruit training program on markers of bone metabolism. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.40, p. S660-S670. 2008.
- FAO (Food and Agriculture Organization); WHO (World Health Organization); UNU (United Nations University). **Necessidades de energia e proteína**. Série de Relatos técnicos 724. São Paulo: Roca, 1985. 150 p.
- FELIG, P.; CHERIF, A.; MINAGAWA, A.; WAHREN, J. Hypoglycemia during prolonged exercise in normal men. **The New England Journal of Medicine**, London, v.306, p. 895-899. 1982.
- FERNANDEZ, J.; FERNANDEZ-GARCIA, B.; MENDEZ-VILLANUEVA, A.; TERRADOS, N. Exercise intensity in tennis: simulated match play versus training drills. **Medicine and Science in Tennis**, New York, v.10, p. 6-7. 2005.
- FERNANDEZ, J.; MENDEZ-VILLANUEVA, A.; PLUIM, B. M. Intensity of tennis match play. **British Journal of Sports Medicine**, London, v.40, p. 387-39. 2006.
- FERRAUTI, A.; PLUIM, B.M.; BUSCH, T. Blood glucose responses and incidence of hypoglycaemia in elite tennis under practice and tournament conditions. **Journal of Sports Science and Medicine**, Bursa, v.6, p. 28–39. 2003.
- FERRAUTI, A.; SCHULZ, H.; STRUDER, H.K.; HECK, H; WEBER, K. Metabolism in tennis and running with similar oxygen uptake and duration. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.19, p. 22S-25S. 1998.

- FERRAUTI, A.; WEBER, K.; STRUDER, H.K. Metabolic and ergogenic effects of carbohydrate and caffeine beverages in tennis. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v.37, p. 258-266. 1997.
- FOSTER, C. Monitoring training in athletes with reference to a overtraining syndrome. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.30, p. 1164-1168. 1998.
- FOSTER, C.; DAINES, L.; HECTOR, A.; SNYDER, A.; WELSH, R. Athletic performance in relation to training load. **Wisconsin Medical**, Wisconsin, v.95, p. 370-374. 1996.
- FOSTER, C.; FLORHAUG, J.A.; FRANKLIN, J.; GOTTSCHALL, L.; HROVATIN, L.; PARKER, S.; DOLESHAL, P.; DODGE, C. A new approach to monitoring exercise training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.15, p. 109-115. 2001.
- FOSTER, C.; HECTOR, L.L.; WELSH, R.; SCHRAGER, M.; GREEN, M.A.; SNYDER, A.C. Effects of specific vs cross training on running performance. **European Journal of Applied Physiology**, Copenhagen, v.70, p. 367-372. 1995.
- GIRARD, O.; LATTIER, G.; MAFFIULETTI, N.A.; MICALLEG, J.P.; MILLET, G.P. Neuromuscular fatigue during a prolonged intermittent exercise: Application to tennis. **Journal Electromyography Kinesiology**, Kansas, v.18, p. 1038-1046. 2008.
- GIRARD, O.; LATTIER, G.; MICALLEG, J.P.; MILLET, G.P. Changes in exercise characteristics, maximal voluntary contraction, and explosive strength during prolonged tennis playing. **British Journal of Sports Medicine**, London, v.40, p. 521-526. 2006.
- GIRARD, O.; MILLET, G.P. Neuromuscular fatigue in racquet sports. **Neurologic Clinics**, Houston, v.26, p. 181-194. 2008.
- GIRARD, O.; RACINAIS, S.; MICALLEG, J.P. Changes in motoneuron pool excitability during prolonged tennis playing. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.9, p. S434-437. 2007.
- GLEESON, M. Can Nutrition Limit Exercise-induced immunodepression? **Nutrition Reviews**, Baltimore, v.64, p. 119-131. 2006.
- GLEESON, M.; GINN, E.; FRANCIS, J.L. Salivary immunoglobulin monitoring in an elite kayaker. **Clinical Journal of Sports Medicine**, Kansas, v.10, p. 206-208, 2000.

- GLEESON, M.; NIEMAN, D.C.; PEDERSEN, B.K. Exercise, nutrition and immune function. **Journal of Sports Sciences**, London, v.22, p. 115-125. 2004.
- GLEESON, M.; MCDONALD, W.A.; CRIPPS, A.W.; PYNE, D.B; CLANCY, R.L.; FRICKER, P.A. The effect on immunity of long-term intensive training in elite swimmers. **Clinical and Experimental Immunology**, London, v.102, p. 210–216. 1995.
- GOMES, R.V.; COUTTS, A.J.; CASTRO, L.E.V.; AOKI, M.S. Stressors of match play in elite tennis: a case study. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, (Submetido)
- GORIS, A.H.C.; WESTERTERP-PLANTENGA, M.S.; WESTERTERP, K.R. Undereating and underrecording of habitual food intake in obese men: selective underreporting of fat intake. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v.71, p. 130-134. 2000.
- GUEDES, D.P. **Composição corporal: princípios, técnicas e aplicações**. Santa Catarina: Ceitec; 1998.
- HAAKE, S.J.; COE A. **Tennis Science & Technology**. London: Blackwell Science Ltd, 2000.
- HALSON, S.L.; JEUKENDRUP, A.E. Does overtraining exist? An analysis of overreaching and overtraining research. **Sports Medicine**, Auckland, v.34, p. 967-981. 2004.
- HARGREAVES, M.; COSTILL, D.L.; COGGAN, A.; FINK, W.J.; NISHIBATA, I. Effect of carbohydrate feeding on muscle glycogen utilization and exercise performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.16, p. 219-222. 1984.
- HARGREAVES, M. Fatigue mechanisms determining exercise performance: integrative physiology is systems biology. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.104, p. 1541-1542. 2008.
- HILL, R.J.; DAVIES, P.S. Energy intake and energy expenditure in elite lightweight female rowers. **Medicine and Science in Sports Exercise**, Madison, v.34, p. 1823-1829. 2002.

- HORNERY, 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. 2007a.
- HORNERY, D.J.; FARROW, D.; MUJICA, I.; YOUNG, W. An integrated physiological and performance profile of professional tennis. **British Journal of Sports Medicine**, London, v.41, p. 531-536. 2007b
- HORNERY, D.J.; FARROW, D.; MUJICA, I.; YOUNG, W.B. Caffeine, carbohydrate, and cooling use during prolonged simulated tennis. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, Kentucky, v.2, p. 423-438. 2007c.
- IMPELLIZZERI, F.M.; RAMPININI, E.; COUTTS, A.J.; 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.
- INNIS, S.M. Dietary (n-3) fatty acids and brain development. **Journal of Nutrition**, London, v.137, p. 855-859. 2007.
- ITF. **Official rules of tennis**. Chicago: Triumph Books, 2002.
- IVY, J.; COSTILL, D.L.; FINK, W.J.; LOWER, R.W. Influence of caffeine and carbohydrate feedings on endurance performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.11, p.6-9. 1979.
- JACKSON, A.S.; POLLOCK, M.L.; WARD, A. Generalized equations for predicting body density of women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.12, p. 175-182. 1980.
- JEUKENDRUP, A.E. Carbohydrate intake during exercise and performance. **Nutrition**, Berlin, v.20, p.669-677. 2004.
- JEUKENDRUP, A.E. Modulation of carbohydrate and fat utilization by diet, exercise and environment. **Biochemical Society Transactions**, Dublin, v.31, p.122-137. 2003.
- JEUKENDRUP, A.E.; HOPKINS, S.; ARAGÓN-VARGAS, L.F.; HULSTON, C. No effect of carbohydrate feeding on 16 km cycling time trial performance. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.104, p. 831-837. 2008.

- JEUKENDRUP, A.; BROUNS, F.; WAGENMAKERS, A.J.; SARIS, W.H. Carbohydrate-electrolyte feedings improve 1 h time trial cycling performance. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.18, p. 125-129. 1997.
- JUZWIAK, C.A.; AMÂNCIO, O.S.; VITALLE, M.S.S.; PINHEIRO, M.M.; SZEJNFELD, V.L. Body composition and nutritional profile of male adolescent tennis players. **Journal of Sports science**, London, v.26, p. 1209-1217. 2008.
- KJAER, M.; SECHER, N.H.; BACH, F.W.; GALBO, H. Role of motor center activity for hormonal changes and substrate mobilization in humans. **American Journal of Physiology**, Bethesda, v.253, p. R687-R695. 1987.
- KREBS-SMITH, S.M.; GRAUBARD, B.I.; KAHLE, L.L.; SUBAR, A.F.; CLEVELAND, L.E.; BALLARD-BARBASH, R. Low energy reporters vs. other reporters: a comparison of reported food intake. **European Journal of Clinical Nutrition**, Berlin, v.54, p. 281-287. 2000.
- KONIG, D.; HOUNKER, M.; SCHMID, A.; HALLE, M.; BERG, A.; KEUL, J. Cardiovascular, metabolic, and hormonal parameters in professional tennis players. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.33, p.654-658. 2000.
- KOVACS, M.S. A comparison of work/rest intervals in men's professional tennis. **Medicine and Science in Tennis**, New York, v.3, p. 10-11. 2004.
- KOVACS, M.S. A review of fluid and hydration in competitive tennis. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, Champaign, v.3, p. 413-423. 2008.
- KOVACS, M.S. Carbohydrate intake and tennis: are there benefits? **British Journal of Sports Medicine**, London, v.40, p. 1-5. 2006.
- KOVACS, M.S. Tennis physiology training the competitive athlete. **Sports Medicine**, Auckland, v.37, p. 189-198. 2007.
- KRAEMER, W.J.; HAKKINEN, K.; TRIPLETT-MCBRIDE.; FRY, A.C.; KOZIRIS, L.P.; RATAMES, N.A.; BAUER, J.E.; VOLEK, J.S.; MCCONNELL, T.; GORDON, S.E.; CUMMINGS, D.; HAUTH, J.; PULLO, F.; LYNCH, J.M.; MAZZETTI, S.A. Physiological Changes with Periodized Resistance Training in Women Tennis Players. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.35, p. 157-168. 2003.

- KRESTCH, M.J.K.; FONG, A.K.H.; GREEN, M.W. Behavioral and body sizes correlates of energy intake underreporting by obese and normal-weight women. **Journal of American Diet Association**, Harvest, v.99, p. 300-306. 1999.
- KULIK, J.R.; TOUCHBERRY, C.D.; KAWAMORI, N.; BLUMERT, P.A.; CRUM, A.J.; HAFF, G.G. Supplemental carbohydrate ingestion does not improve performance of high-intensity resistance exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.22, p. 1101-1107. 2008.
- LAYMAN, D.K. The role of leucine in weight loss diets and glucose homeostasis. **Journal of Nutrition**, London, v.133, p. S261-S267. 2003.
- LAMBERT, C.P.; FRANK, L.L.; EVANS, W.J. Macronutrient considerations for the sport of bodybuilding. **Sports Medicine**, Auckland, v.34, p. 317-327. 2004.
- 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.
- LEMON, P.W.R. Beyond the zone: protein needs of active individuals. **Journal of the American College of Nutrition**, Washington, v.19, p. S513-S521. 2009.
- LI, T.; GLEESON, M. The effects of carbohydrate supplementation during repeated bouts of prolonged exercise on saliva flow rate and immunoglobulin A. **Journal of Sports Science**, London, v.23, p. 713-722. 2005a.
- LI, T.; GLEESON, M. The effects of carbohydrate supplementation during the second of two prolonged cycling bouts on immunoendocrine responses. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.95, p. 391-399. 2005b.
- McANULTY, S.R.; McANULTY, L.S.; MORROW, J.D.; NIEMAN, D.C.; OWENS, J.T.; CARPER, C.M. Influence of carbohydrate, intense exercise, and rest intervals on hormonal and oxidative changes. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, Florida, v.17, p. 478-490. 2007.
- MACKINNON, L.T. Chronic exercise training effects on immune function. **Medicine and science in Sports and Exercise**, Madison, v.32, p. S369-S376. 2000.

- MACKINNON, L.T.; CHICK, T.W.; VANAS, A.; TOMASI, T.B. The effect of exercise on secretory and natural immunity. **Advances in Experimental Medicine and Biology**, Hargestown, v.216, p. 869–876. 1987.
- MARTIN, B.R.; DAVIS, S.; CAMPBELL, W.W.; WEAVER, C.M. Exercise and calcium supplementation: effects on calcium homeostasis in sportswomen. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.39, p. 1481-1486. 2007.
- MENDEZ-VILLANUEVA, J.; FERNANDEZ-FERNANDEZ, A.; BISHOP, D.; FERNANDEZ-GARCIA, B.; TERRADOS, N. Activity patterns, blood lactate concentrations and ratings of perceived exertion during a professional singles tennis tournament. **British Journal of Sports Medicine**, London, v.41, p. 296-300. 2007.
- MENDEZ-VILLANUEVA, J.; FERNANDEZ-FERNANDEZ, A.; BISHOP, D.; FERNANDEZ-GARCIA, B. Ratings of perceived exertion-lactate association during actual singles tennis match play. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Campaign, v.23, p. 234-239. 2009.
- MITCHELL, J.B.; COLE, J.K.; GRANDJEAN, P.W.; SOBCZAK, R.J. The effect of a carbohydrate beverage on tennis performance and fluid balance during prolonged tennis play. **The Journal of Applied Sport Science Research**, London, v.6, p. 96-102. 1992.
- MOREIRA, A.; ARSATI, F.; CURY, P.R.; FRANCISCON, C.; DE OLIVEIRA, P.R.; DE ARAÚJO, V.C. Salivary immunoglobulin a response to a match in top-level brazilian soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, p. 1968-1973. 2009.
- NICHOLAS, C.W.; TSINTZAS, K.; BOOBIS, L.; WILLIAMS, C. Carbohydrate-electrolyte ingestion during intermittent high-intensity running.. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.31, p. 1280-1286. 1999.
- NIEMAN, D.C. Immunonutrition support for athletes. **Nutrition Review**, Cambridge, v.66, p. 310-320. 2008.
- NIEMAN, D.C.; BISHOP, N.C. Nutritional strategies to counter stress to the immune system in athletes, with special reference to football. **Journal of Sports Sciences**, London, v.24, p. 763-772. 2006.

- NIEMAN, D.C. ; FAGOAGA, O.R. ; BUTTERWORTH, D.E. ; WARREN, B.J. ; UTTER, A. ; DAVIS, J.M. ; HENSON, D.A. ; NEHLSEN-CANNARELLA, S.L. Carbohydrate supplementation affects blood granulocyte and monocyte trafficking but not function after 2.5 h of running. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v.66, p. 153-159. 1997.
- NIEMAN, D.C. HENSON, D.A. ; BUTTERWORTH, D.E. ; MORTON, D.S. Vitamin C supplementation does not alter the immune response to 2.5 hours of running. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, New Jersey, v.7, p. 174-84. 1997.
- NIEMAN, D.C.; PEDERSEN, B.K. Exercise and Immune Function Recent Developments. **Sports Medicine**, Auckland, v.27, p. 73-90. 1999.
- NIEMAN, D.C. ; KERNODLE, M.K.; HENSON, D.A.; SONNENFELD, G.; MORTON, D.S. The acute response of the immune system to tennis drills in adolescents athletes. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, Hagerstown, v.71, p. 403-408. 2000.
- 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.
- 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.
- NOAKES, T.D.; ST CLAIR GIBSON, A.; LAMBERT, E.V. From catastrophe to complexity: a novel of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans: summary and conclusions. **British Journal of Sports Medicine**, London, v.29, p. 120-124. 2005.
- NOVAS, A.M.P.; ROWBOTTON, D.G; JENKINS, D.G. Tennis, incidence of URTI and Salivary IgA. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.24, p. 223-229. 2003.
- NYBO, L. CNS fatigue and prolonged exercise: effect of glucose supplementation. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.35, p. 589-594. 2003.

- OTTEN, J.J.; HELLWIG, J.P.; MEYERS, L.D. **Dietary reference intakes: The essential guide to nutrient requirements**. Washington, DC: National Academy Press; 2006.
- PARSONS, L.S.; JONES, M.T. Development of speed, agility and quickness for tennis athletes. **Journal of Strength and Conditioning**, Champaign, v.20,p. 14-19. 1998.
- PASSELERGUE, P.; LAC, G. Saliva cortisol, testosterone and T/C ratios variations during a wrestling competition and during the post-competitive recovery period. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.20, p. 109-113. 1999.
- PATTERSON, S.D; GRAY, S.C. Carbohydrate-gel supplementation and endurance performance during intermittent high-intensity shuttle running. **International Journal of Sport and Nutrition Exercise**, Stuttgart, v.17, p. 445-455. 2007.
- PEAKE, J.; WILSON, E.G.; MACKINNON, L. COOMBES, J.S. Carbohydrate supplementation and alterations in neutrophils, and plasma cortisol and myoglobin concentration after intense exercise. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.93, p. 672-678. 2005.
- PEDERSEN, B.K.; BRUUNSGAARD, H.; KLOKKER, M.; KAPPEL, M.; MACLEAN, D.A.; NIELSEN, H.B.; ROHDE, T.; ULLUM, H.; ZACHO, M.. Exercise-induced immunomodulation - possible roles of neuroendocrine and metabolic factors. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.18, p.S2-S7. 1997.
- PEREIRA, C.F. Perfil Corporal de tenistas participantes do campeonato Brasileiro de tênis, ambos os sexos, categoria 16 anos: um relato cineantropométrico. **Revista de Treinamento Desportivo**, Rio claro, v.4, p. 33-39, 2001.
- PETROSKI, E.L. **Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos**. 1995. 102f. [Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação] - Universidade federal de Santa Maria, Santa Maria, 1995.
- PLAMER, G.S. ; CLANCY, M.C. ; HAWLEY, J.A. ; RODGER, I.M. ; BURKE, L.M. ; NOAKES, T.D. Carbohydrate ingestion immediately before exercise does not improve 20km time trial performance in well trained cyclists. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.19, p. 415-418. 1998.

- 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.
- ROUVEIX, M.; DUCLOS, M.; GOUARNE, M.; BEUAVIEUX, M.C.; FILAIRE, E. The 24h Urinary Cortisol/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.
- RUMPLER, W.V.; KRAMER, M.; RHODES, D.G.; MOSHFEGH, A.J.; PAUL, D.R. Identifying sources of reporting error using measured food intake. **European Journal of Clinical Nutrition**, Berlin, v.62, p. 544-552. 2008.
- SARI-SARRAF, V.; REILY, T.; DORAN, D.A. Salivary IgA response to intermittent and continuous exercise. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.27, p. 849-855. 2006.
- SARI-SARRAF, V.; REILY, T.; DORAN, D.A.; ATKINSON, G. The effects of singles and repeated bouts of soccer-specific exercise on salivary IgA. **Archives Oral Biology**, Lisse, v.52, p. 526-532. 2007.
- SCAGLIUSI, F.B.; LANCHA JUNIOR, A.H. Subnotificação da ingestão energética na avaliação do consumo alimentar. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.16, p. 471-481. 2003.
- SERRANO, M.; SALVADOR, A.; BONO, E.; SANCHIS, C.; SUAY, F. Relationship between recall of perceived exertion and blood lactate concentration in a judo competition. **Perceptual Motor skills**, Missoula, v.92, p. 1139-1148. 2001.
- SIMOPOULOS, A.P. Omega-3 fatty acids and athletics. **Current Sports Medicine Reports**, Philadelphia, v.6, p. 230-236. 2007.
- SMEKAL, G.; VON DUVILLARD, S.P.; RIHACEK, C.; POKAN, R.; HOFMANN, P.; BARON, R.; TSCHAN, H.; CACHL, N. A physiological profile of tennis match play. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.33, p. 999-1005. 2001.

- SOUSA, M.V.; SIMOES, H.G.; OSHIIWA, M.; ROGERO, M.M.; TIRAPGUI, E. Effects of acute carbohydrate supplementation during sessions of high-intensity intermittent exercise. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.99, p. 57–63. 2007.
- 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.
- SUGIURA, K.; KOBAYASHI, K. Effect of carbohydrate ingestion on sprint performance following continuous and intermittent exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.30, p. 1624-1630. 1998.
- THERMINARIAS, A.; DANSOU, P.; CHIRPAZ-ODDOU, M.F.; GHARIB, C.; QUIRION, A. Hormonal and metabolic changes during a strenuous tennis match: effect of ageing. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.12, p. 10-16. 1991.
- TRABULSI, J.; SCHOELLER, D.A. Evaluation of dietary assessment instruments against doubly labeled water, a biomarker of habitual energy intake. **American Journal of Physiology Endocrinology Metabolism**, Danvers, v.281, p. E891- E999. 2001.
- URHAUSEN, A.; GABRIEL, H.; KINDERMAN, W. Blood hormones as markers of training stress and overtraining. **Sports Medicine**, Auckland, v.20, p. 351-376. 1995.
- UTTER, A.C.; DAVID, A.J.K.; NIEMAN, C.; WILLIAMS, F.; ROBERT, A.J.; DRU, R.A.; HENSON, A.; DAVIS, J.M.; BUTTERWORTH, A.D.E. Effect of carbohydrate ingestion and hormonal responses on ratings of perceived exertion during prolonged cycling and running. **European Journal Applied Physiology**, Berlin, v.80, p. 92-99. 1999.
- UTTER, A.C.; KANG, J.; NIEMAN, D.; DUMKE, C.L. Carbohydrate attenuates perceived exertion during intermittent exercise and recovery. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.39, p. 880-885. 2007.
- UTTER, A. C.; KANG, R. J.; ROBERTSON, D. C; NIEMAN, E.; CHALOUPKA, R. R.; SUMINSKI, R.R.; PICCINN, C.R.. Effect of carbohydrate ingestion on ratings of perceived exertion during a marathon. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.34, p. 1779-1784. 2002.

- UTTER, A.C.; KANG, J.; NIEMAN, D.C.; VINCI, D.M.; McANULTY, S.R.; DUMKE, C.L.; McANULTY, L. Perceived exertion throughout an ultramarathon during carbohydrate ingestion. **Perceptual Motor Skills**, Missoula, v.97, p. 175-184. 2003
- VERDE, T.; THOMAS, S.; SHEPHARD, R.J. Potential markers of heavy training in highly trained distance runners. **British Journal of sports medicine**, London, v.26, p. 167-175. 1992.
- VERGAUWEN, L.; BROUNS, F.; HESPEL, P. Carbohydrate supplementation improves stroke performance in tennis. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.30, p. 1289-1295. 1998.
- VIRU, A.; VIRU, M. **Biochemical Monitoring of Sport Training**. Champaign: Human Kinetics, 2001.
- WELSH, R.S.; DAVIS, J.M.; BURKE, J.R.; WILLIAMS, H.G. Carbohydrate and physical/mental performance during intermittent exercise to fatigue. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.34, p. 723-731. 2002.
- WESTERTERP, K.R.; SARIS, W.H.; VAN AN ES, M.; TEN HOOR, F. Use of the doubly labeled water technique in humans during heavy sustained exercise. **Journal Applied of Physiology**, Bethesda, v.61, p. 2162-2167. 1986.

Anexo 1**ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE
DA****UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

(Instruções para preenchimento no verso)

**I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL
LEGAL**

1. NOME DO INDIVÍDUO :
DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : SEXO : M-F
DATA NASCIMENTO:/...../.....
ENDEREÇO..... Nº..... APTO.....
BAIRRO:
CIDADE
CEP:..... TELEFONE: DDD(.....)

2. RESPONSÁVEL

LEGAL:.....
NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador, etc.)
.....
DOCUMENTO DE IDENTIDADE : SEXO: M ☐ F ☐
DATA NASCIMENTO:/...../.....
ENDEREÇO:..... Nº APTO:
BAIRRO: CIDADE:
CEP:..... TELEFONE: DDD (.....)

II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

1. EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE CARBOIDRATO SOBRE PARÂMETROS HORMONAIS, IMUNOLÓGICOS E RELACIONADOS AO DESEMPENHO EM JOGADORES DE TÊNIS

PESQUISADOR RESPONSÁVEL

Prof. Dr. Marcelo Saldanha Aoki

2. CARGO/FUNÇÃO

Professor Doutor

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO MÍNIMO ☐

RISCO MÉDIO ☐

RISCO BAIXO ☒ ☐

RISCO MAIOR ☐

(probabilidade de que o indivíduo sofra algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo)

4. DURAÇÃO DA PESQUISA

Duas (02) semanas

III - EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO INDIVÍDUO OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA, CONSIGNANDO:

1. Justificativa e os objetivos da pesquisa;

Os objetivos deste estudo intitulado “Efeito da suplementação de carboidrato sobre parâmetros hormonais, imunológicos e relacionados ao desempenho em jogadores de Tênis” são: A) realizar uma avaliação nutricional dos tenistas e verificar os principais fatores limitantes da alimentação dos mesmos, B) analisar se o efeito do consumo agudo de um suplemento à base de carboidratos é capaz de afetar a secreção de hormônios e parâmetros relacionados ao sistema imunológico, e, finalmente, C) verificar se a suplementação de carboidrato durante a partida afeta o desempenho de parâmetros relacionados ao desempenho. Os resultados obtidos no estudo poderão ser úteis para promover o melhor desempenho em atletas durante uma partida de Tênis. Este estudo será conduzido pelo gerente Rodrigo Vitasovic Gomes no Guarulhos Tênis Clube.

2. Procedimentos que serão utilizados e propósitos, incluindo a identificação dos procedimentos que são experimentais;

O protocolo de estudo consistirá de 1 (uma) sessão inicial, que terá como objetivo coletar os valores de repouso da concentração hormonal, imunológica e parâmetros físicos específicos do esporte Tênis. O procedimento experimental será realizado após uma semana da coleta dos valores de referência, composto por duas sessões de simulação de uma partida de Tênis, sendo que as variáveis de sono, alimentação, descanso e prática de atividade física serão controladas. O experimento consistirá de uma simulação de 180 minutos de uma partida de Tênis, na qual os participantes deverão acordar às 7h da manhã, completando oito horas total de sono, sendo aferida a primeira coleta de saliva. Após 30 minutos, receberão um desjejum padronizado e uma nova coleta salivar às 9h, como também receberão o suplemento à base de carboidrato e/ou placebo similar em cor, aroma e gosto, devendo ser ingerida durante os 180 minutos nos intervalos de cada game do jogo, a se realizar numa quadra de saibro, de acordo com as regras da ITF (Federação Internacional de Tênis). A competição será interrompida após o final dos 180 minutos, às 12h, seguida da coleta de salivar e dos testes físicos (Shuttle run, dinamômetro). Finalmente, os atletas terão trinta minutos de descanso para realizarem o almoço padronizado e a última análise salivar, que será coletada às 17h, uma hora após o lanche da tarde e duas horas antes do jantar. O segundo dia do experimento será destinado à recuperação, período no qual os atletas não poderão executar nenhuma atividade física. O terceiro dia do experimento será idêntico ao primeiro dia no qual, os atletas realizaram a simulação de um jogo de Tênis, seguida dos testes shuttle-run e Dinamometria. Desta forma, o comprometimento total de tempo do sujeito com o estudo será de aproximadamente duas semanas.

3. Benefícios que poderão ser obtidos;

Não haverá compensação financeira pela participação neste estudo. O voluntário receberá um relatório completo sobre seu desempenho e participação, assim como do resultado final do estudo. Além disso, será oferecida ao participante a prescrição de um programa de condicionamento físico para Tênis.

4. Procedimentos alternativos que possam ser vantajosos para o indivíduo.

Não será possível realizar qualquer procedimento alternativo em substituição ao protocolo de testes, obtenção de amostras e testes de desempenho.

IV - ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA:

Os pesquisadores responsáveis pelo estudo se colocam à disposição para esclarecer, a qualquer momento, as possíveis dúvidas sobre os procedimentos, riscos e benefícios proporcionados pelo estudo. Além disso, você tem o direito de se retirar a qualquer momento do estudo, sem que isso lhe proporcione qualquer prejuízo ou transtorno. As informações obtidas durante o estudo ficarão guardadas sob sigilo e privacidade absolutos. Em caso de qualquer emergência médica, os responsáveis pelo estudo lhe acompanharão ao Hospital Universitário (HU) que se localiza na Av. Prof. Lineu Prestes, 2565 - Cidade Universitária- Fone: 3039-9468.

V - ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA:

Em caso de necessidade, você poderá entrar em contato com o Prof. Dr. Marcelo Saldanha Aoki pelos telefones: 8274-4400/ 3091-1028.

VI. OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

Nenhuma

VII - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Projeto de Pesquisa.

São Paulo, de de .

assinatura do sujeito da pesquisa ou
responsável legal

Assinatura do pesquisador
(Carimbo ou Nome Legível)

INSTRUÇÕES PARA PREENCHIMENTO

(Resolução Conselho Nacional de Saúde 196, de 10 outubro 1996)

1. Este termo conterá o registro das informações que o pesquisador fornecerá ao sujeito da pesquisa, em linguagem clara e acessível, evitando-se vocábulos técnicos não compatíveis com o grau de conhecimento do interlocutor.
2. A avaliação do grau de risco deve ser minuciosa, levando em conta qualquer possibilidade de intervenção e de dano à integridade física do sujeito da pesquisa.
3. O formulário poderá ser preenchido em letra de forma legível, datilografia ou meios eletrônicos.
4. Este termo deverá ser elaborado em duas vias, ficando uma via em poder do paciente ou seu representante legal e outra deverá ser juntada ao prontuário do paciente.
5. A via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido submetida à análise do Comitê de Ética em Pesquisa - CEP deverá ser idêntica àquela que será fornecida ao sujeito da pesquisa.

Anexo 2

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

CEP/1322008/EEFE/29052008

Senhor Pesquisador,

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, em reunião ordinária realizada em 29 de maio de 2008, **aprovou** o Protocolo de Pesquisa nº 2008/15 – *"Efeito da suplementação de carboidratos sobre parâmetros hormonais, imunológicos e relacionados ao desempenho de jovens tenistas"* sob sua responsabilidade.

Solicitamos a observância da apresentação do relatório ao término do desenvolvimento da pesquisa.

Atenciosamente,

Profa. Dra. Suely dos Santos

Presidente do Comitê de Ética em Pesquisa

Ilmo.Sr

Prof. Dr. MARCELO SALDANHA AOKI

EACH-USP Leste