

DIEGO TREVISAN BRUNELLI

**“MONITORAMENTO DE PARÂMETROS IMUNOLÓGICOS EM
ATLETAS ADOLESCENTES DE BASQUETEBOL DURANTE E APÓS A
TEMPORADA ESPORTIVA”**

**“MONITORING OF IMMUNOLOGICAL PARAMETERS IN
ADOLESCENT BASKETBALL ATHLETES DURING AND AFTER A
SPORTS SEASON”**

Campinas
2013

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

DIEGO TREVISAN BRUNELLI

**“MONITORAMENTO DE PARÂMETROS IMUNOLÓGICOS EM
ATLETAS ADOLESCENTES DE BASQUETEBOL DURANTE E APÓS A
TEMPORADA ESPORTIVA”**

Orientadora: Profa. Dra. Cláudia Regina Cavaglieri

**“MONITORING OF IMMUNOLOGICAL PARAMETERS IN
ADOLESCENT BASKETBALL ATHLETES DURING AND AFTER A
SPORTS SEASON”**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Faculdade de Educação Física na Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Mestre em Educação Física. Área de concentração: Atividade Física Adaptada.

Dissertation presented to the PostGraduation Programme of the School of Physical Education of State University of Campinas to obtain the Master's Degree in Physical Education. Concentration area: Adapted Physical Activity.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO DIEGO TREVISAN BRUNELLI, E ORIENTADO PELA PROF. DRA. CLÁUDIA REGINA CAVAGLIERI.



Assinatura do Orientador

Campinas, 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
 DULCE INÊS LEOCÁDIO DOS SANTOS AUGUSTO – CRB8/4991 - BIBLIOTECA “PROF. ASDRUBAL
 FERREIRA BATISTA”
 FEF - UNICAMP

B835m	<p>Brunelli, Diego Trevisan, 1986-</p> <p>Monitoramento de parâmetros imunológicos em atletas adolescentes de basquetebol durante e após a temporada esportiva / Diego Trevisan Brunelli. --Campinas, SP: [s.n], 2013.</p> <p>Orientador: Cláudia Regina Cavaglieri. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física.</p> <p>1. Sistema imunológico. 2. Atletas. 3. Adolescentes. 4. Hormônios. 5. Citocinas. 6. Treinamento. I. Cavaglieri, Cláudia Regina. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação Física. III. Título.</p>
-------	--

Informações para Biblioteca Digital

Título em inglês: Monitoring of immunological parameters in adolescent basketball athletes during and after a sports season.

Varição acadêmica: Brunelli, Diego

Palavras-chave em inglês:

Immune system

Athletes

Hormones

Cytokines

Training

Área de Concentração: Atividade Física Adaptada

Titulação: Mestre em Educação Física.

Banca Examinadora:

Cláudia Regina Cavaglieri [Orientador]

Alexandre Moreira

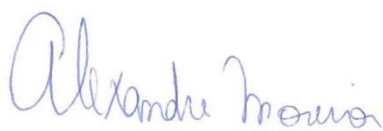
Miguel de Arruda

Data da defesa: 29-01-2013

Programa de Pós-Graduação: Educação Física

COMISSÃO EXAMINADORA

Profa. Dra. Cláudia Regina Cavaglieri
Orientadora



Prof. Dr. Alexandre Moreira



Prof. Dr. Miguel de Arruda

**Aos meus pais, por todo o amor, suporte e carinho
depositados em mim durante esta fase de minha vida...**

BRUNELLI, Diego Trevisan. **Monitoramento de parâmetros imunológicos em atletas adolescentes de basquetebol durante e após a temporada esportiva**. 70fl. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

RESUMO

Para melhorar a forma física, atletas geralmente enfrentam períodos intensos de estresse físico seguidos de uma diminuição no nível desse estresse com o intuito de gerar adaptações a nível celular. Por esse motivo, esforços extensos são realizados no intuito de quantificar objetivamente o fino balanço entre a intensidade do treinamento e a capacidade de tolerância do atleta, onde o monitoramento de diferentes variáveis durante uma temporada esportiva pode contribuir na modulação das cargas de treinamento. Dentre essas variáveis, destacam-se os parâmetros do sistema imunológico como um dos fatores importante na preparação do atleta durante a temporada esportiva, pois supressões temporárias da resposta imune às ameaças ambientais podem levar à ocorrência de infecções do trato respiratório superior (ITRS), o que pode influenciar drasticamente a preparação e a capacidade competitiva de atletas. Não foram observados estudos que realizaram o monitoramento da resposta imune de atletas adolescentes durante os diferentes períodos de uma temporada esportiva, principalmente quando engajados em esportes coletivos ou times esportivos, muito populares nesta faixa etária. Assim, o objetivo do presente estudo foi monitorar as respostas imunológicas, hormonais e a incidência de ITRS de atletas adolescentes de basquetebol durante duas temporadas esportivas. Na primeira temporada, as contagens leucocitárias, incidência de sintomas de ITRS e as mudanças das cargas de treinamento foram monitoradas antes (M1) e após 8 semanas (M2), equivalente ao período preparatório da temporada esportiva realizada no ano de 2010. Foram observadas: diminuições nos monócitos no M2 comparado ao M1 ($p = 0,004$); cargas de treino da semana 6 foram maiores comparadas as semanas 1, 2, 4 e 8 ($p < 0,05$); Semanas 1 e 2 apresentaram maiores incidências de ITRS. Nossos resultados demonstraram que as variações nas cargas de treinamento semanal não se correlacionaram com as ocorrências de ITRS auto-reportadas, sugerindo assim que esta população pode ter uma resposta atenuada nas perturbações do sistema imune relacionadas ao exercício. Na segunda temporada, as respostas imunes, hormonais e a incidência de ITRS foram monitoradas antes (Pré-Temporada) e após 6 (Preparatório) e 20 semanas (Competitivo) da temporada esportiva realizada durante o ano de 2011. Foi observado: aumento significativo (38%) na ocorrência de ITRS no período competitivo comparado ao preparatório; aumento significativo de monócitos ($p=0,0054$), cortisol ($p=0,0002$), TNF- α ($p=0,0001$) e PCR ($p=0,0017$) e diminuição da IL-10 ($p=0,0077$) no momento Competitivo comparado ao momento Pré-Temporada. Os resultados do presente estudo sugerem que o aumento das ocorrências de ITRS experimentadas por atletas adolescentes durante a etapa competitiva pode ser decorrente dos efeitos indesejados do processo inflamatório em resposta a possíveis microtraumas musculares, uma vez que as respostas imunológicas destes indivíduos parecem estar adaptadas aos diferentes períodos da temporada esportiva. Ainda, o estado inflamatório e catabólico evidenciado ao final da etapa competitiva não foram capazes de prejudicar no desempenho neuromuscular e funcional de atletas adolescentes de basquetebol.

Palavras-chave: Sistema imunológico; Atletas; Adolescentes; Hormônios; Citocinas; Treinamento.

BRUNELLI, Diego Trevisan. **Monitoring of immunological parameters in adolescent basketball athletes during and after a sports season.** 70fl. Dissertation (Master's Degree in Physical Education) – School of Physical Education, State University of Campinas, Campinas, 2013.

ABSTRACT

To improve physical performance, athletes often use periods of heavy physical stress followed by a reduction in stress level to achieve specific adaptations at the cellular level. Therefore, extensive efforts are made to quantify objectively the fine balance between training intensity and athlete's tolerance, where monitoring of different variables during a sports season can contribute to the modulation of loads during the training process. Among these variables, we highlight the immune system parameters as important factors in the preparation of the athlete during the sports season because temporary suppressions of the immune response to environmental threats can lead to occurrence of episodes of upper respiratory tract infections symptoms (URTI), which can dramatically influence the preparation and competitive programs of an athlete. No studies were found that aimed to monitor the immunological responses for different training periods in adolescents athletes engaged on team sports, which are very popular in these age groups. Thus, the objective of this study was to evaluate the immune and hormonal responses and the occurrence of episodes of URTI in a group of adolescent male athletes during two basketball seasons. In the first season, the WBC counts, incidence of URTI symptoms and changes in training loads were monitored before (M1) and after 8 weeks (M2), equivalent to the preparatory period of the sports season held in 2010. There were found a significant decrease in monocytes at M2 compared to M1 ($P = 0.004$). There were no significant alterations in total leukocytes ($P = 0.07$), neutrophils ($P = 0.07$), or lymphocytes ($P = 0.09$). No significant changes in plasma concentrations of TNF- α ($P = 0.30$) or IL-6 ($P = 0.90$) were found. The weekly load from week 6 was higher when compared with weeks 1, 2, 4, and 8 ($P < 0.05$), and week 8 was the lowest when compared with week 5 ($P < 0.05$). Self-reported URI incidences were highest at weeks 1 and 2. Our results demonstrated that variations in weekly training load during the preparatory period were not correlated with changes in self-reported occurrence of URI incidences, suggesting that adolescent athletes may have an attenuated response to exercise-induced perturbations to the immune system. In the second season, the immune and hormonal responses and the incidence of URTI were monitored before (Pre-Season) and after 6 (Preparatory) and 20 weeks (Competitive) of the sports season held during the year 2011. There were found significant increase (38%) in the occurrence of URTI during the Competitive moment as compared to Preparatory. There were found significant increases in monocytes ($p=0.0054$), cortisol ($p=0.002$), Tumor necrosis factor- α ($p=0.0001$) and C-reactive Protein (0.0017) in the Competitive moment as compared to Preparatory, as well as an decrease in interleukin-10 ($p=0.0077$) at the same moments of evaluation. The results of this study suggest that increased occurrence of URTI experienced by adolescent athletes during the competitive stage may be due to the unwanted effects of an inflammatory process in response to muscle micro-trauma since the immune responses of these individuals seems to be adapted to the different periods of the sports season. In addition, the inflammatory and catabolic states observed at the end of the competitive stage were not able to affect the neuromuscular and functional performances in adolescent basketball athletes.

Keywords: Immune system; Athletes; Adolescents; Hormones; Cytokines; Training.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. OBJETIVO.....	12
2.1. Geral.....	12
2.2. Específico.....	12
3. METODOLOGIA.....	13
3.1. Casuística.....	13
3.2. Desenho experimental.....	13
3.3. Conteúdos e carga do treino.....	15
3.4. Avaliação antropométrica.....	15
3.5. Avaliação maturacional.....	16
3.6. Avaliações neuromusculares.....	16
3.7. Sintomas de infecções do trato respiratório superior.....	17
3.8. Coletas e análises sanguíneas.....	17
3.9. Análises bioquímicas.....	18
3.10. Análises estatísticas.....	18
4. RESULTADOS.....	20
5. CONCLUSÕES GERAIS.....	52
REFÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	53
ANEXOS.....	57

1. INTRODUÇÃO

O desempenho esportivo nas diversas modalidades deve-se a alguns fatores relacionados ao rendimento do atleta, onde os programas de treinamento tornam-se fundamentais. A teoria do treinamento desportivo destaca que durante o período de formação do atleta (fase entre a iniciação esportiva e o alto rendimento) há a necessidade do desenvolvimento de capacidades que permitam alcançar os objetivos propostos, diminuindo possíveis riscos a saúde e aumentando as chances de sucesso do programa (CAFRUNI, 2006; BOMPA, 2000).

Subsequente, na busca do alto rendimento, técnicos e preparadores físicos atentam que, para atingir um considerado nível de execução das tarefas, os atletas devem estar muito bem preparados fisicamente, tecnicamente e taticamente (BOMPA, HALF, 2009). Nesse sentido, quando apropriadamente prescrita, a carga do treinamento leva a adaptações fisiológicas e psicológicas que resultam em melhorar o rendimento (SMITH, 2003). Entretanto, estas cargas de treino e/ou as respostas a estas cargas podem, às vezes, exceder os limiares individuais de adaptação e conseqüentemente podem levar a um estado de *overtraining*, onde diversos sintomas e perdas no desempenho estão associados (JÜRIMÄE et al., 2011; MEEUSEN et al., 2006).

Assim, torna-se indispensável à estruturação do processo de preparação desportiva durante as diferentes fases da vida de um atleta, desde sua formação até alto rendimento (SIFF, VERKHOSHANSKY, 1998). Respectivamente a esta etapa, o controle do estado do atleta (estado atual e evolução de sua condição), do efeito do treinamento e da carga de treinamento, pode auxiliar no entendimento das respostas advindas do treinamento (VERKHOSHANSKY, 1996).

Neste contexto, o monitoramento de diferentes variáveis durante uma temporada esportiva pode contribuir na modulação das cargas durante o processo de treinamento. Acredita-se que o desequilíbrio entre carga e recuperação pode resultar em um acúmulo de estresse no durante e após o período de treinamento, resultando em diminuição do desempenho em longo prazo, no qual a recuperação pode demorar algumas semanas ou meses (HALSON et al., 2002).

Este estresse aumentado pelo treinamento pode induzir alterações comportamentais, fisiológicas, bioquímicas, imunológicas e psicológicas, estando diretamente relacionados ao desempenho (FRY et. al., 1992). Com relação ao sistema imunológico, este pode ocasionar uma descontinuidade ou continuidade com o desempenho diminuído aos programas de treinamento

e/ou competição. Respectivamente, as informações provenientes do sistema imunológico podem ser úteis no intuito de revelar as condições do atleta após meses de treinamento físico, pois representam uma condição crônica do estado de saúde e estresse pelo qual diferentes respostas imunológicas estão aparentemente relacionadas com alterações no desempenho físico (BRUNELLI, LOPES, CAVAGLIERI, 2012).

Alterações do sistema imune podem ocorrer devido à ação de hormônios do estresse, interação neuroendócrina, hipoglutaminemia, fatores nutricionais, fatores hematológicos e a combinação de dois ou mais fatores (ABBAS, LITCHMAN, 2007; PEDERSEN, HOFFMAN-GOETZ, 2000). Concomitantemente, alguns marcadores como citocinas circulantes, leucograma total e diferencial e variações hormonais a partir das concentrações de cortisol e testosterona, têm sido correlacionados com o estresse gerado pelo exercício físico e associados a efeitos positivos ou negativos nas funcionalidades de células do sistema imune (WALSH et al., 2011; HALSON, JEUKENDRUP, 2004; WARBURTON et al., 2002; HALSON et al., 2002; PEDERSEN, HOFFMAN-GOETZ, 2000). Neste sentido, vários estudos têm sido realizados no intuito de relacionar as variáveis do sistema imunológico com a saúde do atleta, bem como com seu desempenho frente ao treinamento e competições (RAMA et al.; 2012; DIAS et al., 2011; CÓRDOVA et al., 2010; ELIAKIM et al., 2009).

Estudos que relacionam alterações na funcionalidade das células do sistema imune e incidência de infecções, principalmente as infecções do trato respiratório superior (ITRS), corroboram a um modelo de curva em “J” (NIEMAN, 1994), onde a prática regular de exercícios com volumes e intensidades moderadas, melhora a funcionalidade do sistema imunológico e diminuem a susceptibilidade a ITRS (MACKINNON, 1997; NIEMAN, 2000; PEDERSEN, HOFFMAN-GOETZ, 2000; PLUTUR et al., 2004; GLEESON, 2007; MOREIRA et al., 2009).

Por outro lado, esta funcionalidade celular parece estar diminuída após exercícios prolongados e ou muito intensos, assim como períodos de treinamento intenso e competições importantes, aumentando assim a susceptibilidade as ITRS (MACKINNON, 1997; NIEMAN, 2000; PEDERSEN, HOFFMAN-GOETZ, 2000; PLUTUR et al., 2004; GLEESON, 2007; MOREIRA et al., 2009; WALSH et al., 2011).

Neste contexto, Dias *et al* (2011) investigaram as respostas imunológicas e a susceptibilidade a ITRS em atletas de voleibol durante 28 semanas de treinamento periodizado. Foram verificados aumentos no número total de leucócitos, neutrófilos e monócitos, diminuição

dos linfócitos e aumento dos sintomas de ITRS no período competitivo, entretanto sem diferenças significativas nos níveis de IL-2, IL-6 e TNF- α durante todo o estudo. Os autores concluíram que as cargas de treinamento influenciam a resposta imune e devem ser adequadamente controlados para minimizar os possíveis efeitos deletérios nesse sistema e riscos de ocorrências de ITRS.

Similarmente, Rama et al. (2012) monitoraram a ocorrência dos episódios de ITRS e as variações de células *natural killer* (NK) circulantes em atletas de elite durante uma temporada de inverno de natação. Foram observadas diminuições nas contagens celulares de linfócitos NK (t2=35 %; t3=22 %; t4=22 %) e um aumento na ocorrência de ITRS (67%) e dos níveis basais séricos de cortisol (41%) durante os períodos de intensificação nas cargas de treinamento. Os autores concluíram que os períodos de treinamento altamente exigentes parecem ter um impacto negativo no sistema imunológico, o que poderia explicar o alto índice de ocorrências de ITRS durante estes períodos.

Da mesma forma que os períodos de intensificação da carga do treinamento podem induzir uma supressão do sistema imune e aumentar a susceptibilidade de ITRS (RAMA et al., 2012), foram observados por Marin et al. (2011) que jogos competitivos podem induzir um estado inflamatório e de estresse oxidativo em atletas. Para confirmar esta hipótese, os autores verificaram as respostas imunológicas e o estresse oxidativo antes, imediatamente e 24 horas após uma partida de 14 atletas masculinos da elite do Handebol. Foram observados aumentos significativos nas concentrações séricas de IL-6 e de todos os marcadores de estresse oxidativo no momento pós-jogo, entretanto, o TNF- α diminuiu durante a recuperação. Este estudo demonstrou que um único jogo de handebol induz aumentos no estresse oxidativo e na inflamação, sugerindo a necessidade de intervalos suficientes para a recuperação do atleta durante as competições.

Enquanto estas observações estão estabelecidas para adultos, pesquisas similares envolvendo as interações entre cargas de treinamento, modulações do sistema imunológico e ocorrências de ITRS em crianças e atletas adolescentes são pouco elucidadas. Em um recente trabalho de revisão de literatura, Timmons (2010) sugere que estes indivíduos tendem a ser mais resistentes a perturbações no sistema imunológico decorrentes do exercício quando comparados a atletas adultos, principalmente por menores alterações nos marcadores inflamatórios como IL-6 e TNF- α e maior capacidade de recuperação do sistema imune ao exercício. Ainda, o autor ressalta que níveis aumentados de exercício parecem diminuir as incidências de ITRS nesta população.

Entretanto, grande parte dos estudos que se propuseram a avaliar estes parâmetros em atletas adolescentes realizaram protocolos agudos treinamento (ELIAKIM et al., 2009; NEMET et al., 2003; CIESLAK et al., 2003; NIEMAN et al., 2000). Apenas um estudo acompanhou as modulações do sistema imunológico em adolescentes frente aos diferentes períodos de uma temporada esportiva. Neste, Nemet et al (2004) verificaram as respostas inflamatórias e hormonais de atletas adolescentes ($15,9 \pm 0,3$ anos) durante uma temporada esportiva de luta livre e observaram que a resposta inicial após um período de treinamento (seis semanas) é caracterizada por uma relação inversa entre os marcadores pró-inflamatórios (catabólicos) e o hormônio anabólico IGF-1, marcada principalmente pelo aumento dos marcadores que indicam um estado inflamatório como o fator de crescimento insulina tipo I e II (IGFBP-1, IGFBP-2) e IL-1ra e diminuição do IGF-1 total e livre. Contudo, os autores evidenciaram um efeito rebote após o período competitivo, com os níveis séricos das substâncias catabólicas e anabólicas retornando aos valores basais. Os autores concluíram que o treinamento físico pode promover alterações significantes nos mediadores anabólicos e catabólicos durante uma temporada esportiva, evidenciados de acordo com o predomínio da carga de cada etapa da periodização.

Visto que as alterações nas cargas de treinamento durante os períodos de uma temporada esportiva podem acarretar mudanças nos parâmetros imunológicos e hormonais e estes podem gerar consequências ao desempenho e a saúde de atletas, independente de sua faixa etária, o acompanhamento destas variáveis durante os períodos de uma temporada esportiva torna-se fundamental. Não foram evidenciados estudos que realizaram o acompanhamento destas variáveis em atletas adolescentes engajados em esportes coletivos e/ou times esportivos, muito populares nesta faixa etária (ELIAKIM et al., 2009). Assim, o presente estudo teve como objetivo monitorar as respostas imunológicas, hormonais e a incidência de ITRS de atletas adolescentes de basquetebol durante duas temporadas esportivas. Neste contexto, temos como hipóteses: 1) Modulações semanais nas cargas de treinamento e suas variáveis irão se correlacionar as ocorrências semanais de ITRS; 2) O período competitivo pode induzir um maior estresse fisiológico e aumentar a resposta imune e a incidência de ITRS quando comparado ao período preparatório da temporada.

2. OBJETIVO

2.1. Geral

Monitorar as respostas imunológicas, hormonais e a incidência de ITRS de atletas adolescentes de basquetebol durante duas temporadas esportivas.

2.2. Específico

1. Monitorar as contagens leucocitárias, concentrações hormonais e de biomarcadores inflamatórios durante as diferentes etapas da temporada esportiva;
2. Verificar as ocorrências semanais de ITRS durante as etapas da temporada;
3. Verificar possíveis correlações entre as cargas de treino e suas variáveis com as ocorrências semanais de ITRS;
4. Comparar as respostas imunes e hormonais após as etapas preparatória e competitiva da temporada esportiva;
5. Buscar parâmetros decorrentes dos programas de treino periodizado que possam auxiliar no controle das cargas internas e externas de jovens atletas.

3. METODOLOGIA

3.1. Casuística

Participaram deste estudo 12 atletas adolescentes do sexo masculino ($12,7 \pm 0,6$ anos, 170 ± 10 cm, $57,6 \pm 12,6$ kg, $18,7 \pm 5,9$ % de gordura), participantes da categoria Sub-14 da Liga Regional de Basquetebol do Estado de São Paulo. Como critérios de exclusão foram adotados os seguintes pontos: interrupção total dos treinamentos; lesões que impediram o prosseguimento dos treinamentos; frequência aos treinamentos menores que 80%; uso de medicamentos que podem interferir nos parâmetros imunológicos; e outros fatores de riscos. Nenhum voluntário foi excluído do estudo. Todos os selecionados possuíam um mínimo de dois anos na referida equipe, assim como já possuíam prévia experiência com os testes físicos realizados no presente estudo. Os voluntários foram classificados como púberes ($3,4 \pm 0,5$), segundo auto-avaliação (MATSUDO, MATSUDO, 1994), de acordo com os estágios de características sexuais secundárias, propostos por Tanner (1962).

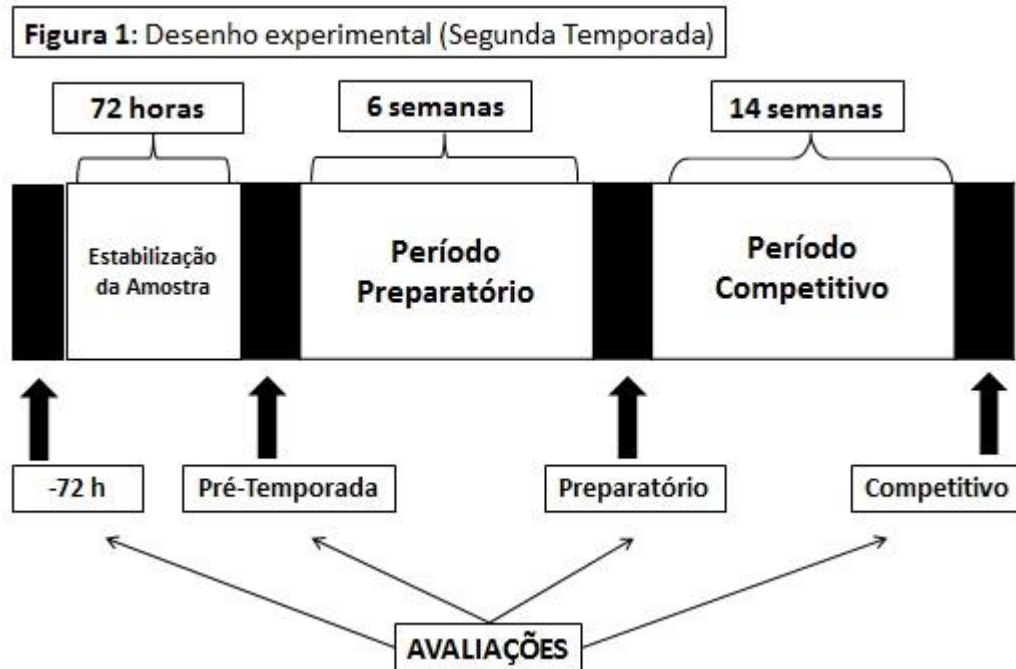
O pesquisador responsável fez a explicação do projeto para os responsáveis aos voluntários, bem como informou que a sua participação no projeto não acarretaria em despesas pessoais e compensação financeira. Todos os voluntários foram orientados a manterem seus hábitos alimentares durante toda a temporada, podendo assim evitar alterações imunológicas decorrentes da alimentação. O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, (parecer 072/2009; 072/2011), e um termo de consentimento livre e esclarecido foi assinado pelos responsáveis aos voluntários.

3.2. Desenho experimental

O presente estudo foi realizado dentro de 2 temporadas (2010/2011) de uma equipe de basquetebol da categoria Sub-14, participante da Liga Regional de Basquetebol do Estado de São Paulo/Brasil. Todos os voluntários foram orientados a manterem seus hábitos alimentares durante ambas as temporadas, podendo assim evitar alterações imunológicas decorrentes da alimentação.

Na primeira temporada, as avaliações antropométricas (estatura, massa corporal e dobras cutâneas), bioquímicas (IL-6 e TNF- α) e hemograma completo foram realizadas antes (M1) e após 8 semanas (M2), ao final do período preparatório da temporada esportiva.

Na segunda temporada, foi realizado um acompanhamento durante um macrociclo de treinamento, composto por 20 semanas de treino, avaliações e jogos. Este foi dividido de acordo com as etapas da temporada esportiva, onde o período preparatório foi composto por 6 semanas e o competitivo por 14 semanas. As avaliações antropométricas (estatura, massa corporal e dobras cutâneas), bioquímicas (IL-6, IL-10, TNF- α , PCR, testosterona total e cortisol), neuromusculares (força explosiva de membros inferiores e agilidade), funcionais (VO_{2máx} estimado) e hemograma completo foram realizadas: 72 horas antes do início da temporada, como medida de estabilização da amostra (-72h); antes do início da temporada (Pré-Temporada); após 6 semanas, ao final do período preparatório (Preparatório) e após 20 semanas, ao final do período competitivo (Competitivo) (Figura 1).



3.3. Conteúdos e carga do treino

Todos os conteúdos das sessões de treino foram descritos pelos profissionais que planejaram e desenvolveram os trabalhos com os atletas, sem qualquer interferência do pesquisador, com a finalidade de evitar influências nas sessões ou no planejamento e periodização previamente desenvolvidas e preservar as características de atuação da comissão técnica. Para a classificação dos conteúdos a partir da descrição dos treinamentos, adotou-se o proposto por Bompa e Half (2009), conforme predominância da habilidade técnica ou capacidade funcional, de acordo com os objetivos do treino.

O treinamento da equipe de basquetebol foi realizado três vezes por semana, com duração aproximada de 120 minutos cada sessão e por um profissional não vinculado a pesquisa. A percepção subjetiva de esforço da sessão (FOSTER, 1998) e o volume de exercícios físicos diários (em minutos) foram coletados 30 minutos após o final de cada sessão, obtendo-se assim os indicadores de cargas: Carga diária = PSE x duração da sessão diária; Carga semanal total = soma (Σ) Cargas diárias; Carga semanal média = Σ cargas diárias / Σ dias de treinamento; Monotonia = carga semanal média / desvio padrão das cargas diárias; Strain = Monotonia x carga semanal total, sendo a carga e suas variações representadas por meio de unidades arbitrárias (u.a.) (FOSTER, 1998).

3.4. Avaliação antropométrica

A massa corporal (kg) foi mensurada através de uma balança manual calibrada (Filizola®) em kg, com precisão de 100 gramas. A estatura (m) foi coletada através de um estadiômetro de parede em cm, com precisão de 0,1 cm. A composição corporal foi avaliada através da técnica de espessura do tecido celular subcutâneo (dobras subescapular e tricipital) com um adipômetro científico (Lange, Cambridge Scientific Industries, Cambridge, MD, EUA), de acordo com o protocolo sugerido por Slaughter et al. (1998). A gordura corporal relativa (% gordura) foi calculada (SIRI, 1993) a partir da estimativa da densidade corporal (SLAUGHTER et al., 1998).

3.5. Avaliação maturacional

Para avaliar o índice de maturação biológica dos indivíduos participantes do estudo foi utilizado o critério da maturação sexual através do método da auto-avaliação das características sexuais secundárias (desenvolvimento de genitais externos, glândulas mamárias e pelos púbicos), caracterizado pela seleção do próprio avaliado do estágio de desenvolvimento dos seus caracteres sexuais, por meio da visualização de fotos nas pranchas de Tanner (1962) de cada um dos 5 níveis de maturação pilosa e genital (MATSUDO, MATSUDO, 1994).

3.6. Avaliações neuromusculares

Para avaliação da força explosiva de membros inferiores utilizou-se a técnica de *Counter Movement Jump* (CMJ) com auxílio dos braços, conforme protocolo proposto por Bosco (2007), em que o atleta fica em pé com o tronco ereto e joelhos em extensão a 180°, realizando o salto vertical com o contra movimento. A flexão do joelho acontece aproximadamente no ângulo de 120°, em seguida o executante faz a extensão do joelho, procurando impulsionar o corpo para o alto e na vertical. Os joelhos devem permanecer em extensão durante a fase de voo e o intervalo entre tentativas é de dez segundos. Três tentativas foram realizadas, sendo considerada a melhor marca e, para análise dos saltos, foi utilizada plataforma de contato CEFISE[®], conectada ao sistema para medida de salto *Jump System*[®].

Para a determinação do $VO_{2máx}$ estimado (em ml/kg/min) foi utilizado o Yo-Yo endurance test (nível 1), de acordo com as descrições de Bangsbo et al. (2008). Para tal, o atleta deveria executar uma corrida de vai vem entre as linhas demarcadas e separadas por uma distância de 20 metros, de acordo com o ritmo (bip) sonoro emitido pelo cd, o qual acelera gradativamente. O teste é interrompido por desistência ou quando se atrasar ao bip por duas vezes seguidas, sendo considerado o último estágio completado corretamente, onde a distância total percorrida é utilizada para a determinação desta variável através da fórmula proposta por Bangsbo et al. (2008): $VO_{2max} \text{ (mL/min/kg)} = \text{distância (m)} \times 0,0084 + 36,4$.

A agilidade foi avaliada pelo teste de *Shuttle Run* ou Corrida de Vai-e-vem (JOHNSON, NELSON, 1979). Após o sinal, o atleta sai de uma linha A e corre o mais rápido possível até a linha B (distancia entre estas de 9,14 metros), onde pega um bloco (5cm x 5cm x 10cm) e retorna

a linha A de partida colocando o bloco no chão, e após realiza novamente o mesmo procedimento. O cronômetro é parado quando o atleta cruzar a linha de início com o segundo bloco. Os atletas realizaram três tentativas, sendo considerado como resultado o menor tempo gasto na execução do teste. Utilizou-se um cronometro de mão digital Technos® para aferir o tempo.

3.7. Sintomas de infecções do trato respiratório superior

A ocorrência de sintomas de ITRS foi coletada através de um recordatório semanal de cada indivíduo, sendo então transferidos em planilha específica pelo responsável ao estudo. As ITRS foram definidas como sintomas de coriza, resfriados, otite, dor de cabeça, dor de garganta, febre, e outros sintomas por pelo menos dois dias consecutivos, assim como proposto por Tsai et al. (2011). Apenas os relatos de dois ou mais sintomas que tenham perdurado pelo menos dois dias consecutivos e separados por mais de uma semana foram considerados como indicativos da ocorrência de um episódio de ITRS. Para verificar a frequência percentual de ocorrências de ITRS entre os períodos (Preparatório e Competitivo), foi calculado, através da multiplicação do número de sujeitos pelo número de semanas dentro de cada período, o número total de possibilidades de ocorrências de ITRS em cada período. Em seguida, foram calculados os percentuais de ocorrências de ITRS em cada período com base no número de ocorrências de ITRS em cada período e no número total de possibilidades de ocorrências de ITRS em cada período. Com isso, foi possível obter os percentuais de ocorrência de ITRS para cada período avaliado. Posteriormente, foi realizado o teste qui-quadrado para verificar possíveis diferenças entre os percentuais de ITRS de cada período.

3.8. Coletas e análises sanguíneas

Amostras de sangue (6 ml) foram obtidas por punção venosa em tubos a vácuo seco e com anticoagulante (EDTA) em todos os momentos de avaliação, sempre no mesmo horário (entre 7:00h e 8:00h da manhã) e após período de abstinência de exercício superior a 72 horas e jejum de 12 horas. Estas foram coletadas, processadas e centrifugadas (20 minutos em 1400 RPM a

18°C) para a obtenção do plasma e o soro, estocando-os em biofreezer -80° C e posteriormente realizando as análises bioquímicas.

O hemograma completo foi mensurado através da utilização de uma contadora automática de células (BX Micros 60 – CT; ABX Diagnostics, Irvine, CA), e os resultados foram apresentados em número de células X MM³.

3.9. Análises bioquímicas

As concentrações séricas de IL-6, IL-10, TNF- α , PCR e cortisol foram determinadas em duplicata pelo método ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) de acordo com as especificações dos kits de alta sensibilidade (Quantikine High Sensitivity Kit; R&D Systems, Minneapolis, MN, USA). O coeficiente de variação pela- e entre- as amostras e a sensibilidade foram: 7,8%, 7,2% e 0,039 pg/ml para IL-6; 5%, 7,3% e 3,9 pg/ml para IL-10; 5,2%, 7,4% e 1,6 pg/ml para TNF- α ; 4,4%, 6% e 0,00001 mg/L para PCR; 6,3%, 10,4% e 0,071 ng/ml para cortisol. Com relação aos resultados, IL-6, IL-10 e TNF- α foram apresentados em pg/ml, a PCR em mg/L e o cortisol em nmol/L.

As dosagens séricas de testosterona total foram determinadas em duplicata pelo método de quimiluminescência, de acordo com as especificações dos kits (Roche Diagnostics, Burgess Hill, West Sussex, UK). O coeficiente de variação intra- e inter-amostras e a sensibilidade foram: 9,3%, 14% e 8 ng/dL. Os resultados foram apresentados em nmol/L.

3.10. Análises estatísticas

Artigo 1: Inicialmente, foram realizados o teste de normalidade de Shapiro-Wilk e o teste de homocedasticidade de Bartlett. Todas as variáveis apresentaram distribuição normal e homocedasticidade, aplicando-se assim a ANOVA de medidas repetidas, seguido do teste de *post hoc* de Tukey para comparações múltiplas quando diferenças significativas foram encontradas. Para verificar possíveis correlações entre ocorrências de sintomas de ITRS e carga semanal, ocorrências de sintomas de ITRS e monotonia e ocorrências de sintomas de ITRS e strain utilizou-se do teste de correlação de Spearman. Todos os dados foram analisados no software

SPSS® (Versão 16, SPSS Lead Technologies Inc., Chicago, IL). Os resultados foram apresentados em média \pm desvio padrão (DP). O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

Artigo 2: A normalidade da distribuição dos dados foi determinada utilizando o teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade da variância dos dados foi avaliada usando o teste de Levene. Como medida de estabilização da medida das variáveis imunológicas e hormonais nos momentos antes da temporada (-72h e Pré-Temporada), foi aplicado o teste *t* de *student* pra medidas repetidas. Para determinar as diferenças entre os pontos de análise no grupo, utilizou-se o teste ANOVA de medidas repetidas. Quando demonstrado diferenças significantes pela ANOVA, foi aplicado o teste de *Post-Hoc* de *Tukey*. A incidência semanal de ocorrências de ITRS foi expressa pela porcentagem (%) de indivíduos apresentando ocorrência de ITRS na semana e por 95% de intervalo de confiança (95%CI). Diferenças na ocorrência de ITRS entre os períodos avaliados foram determinadas pelo teste de qui-quadrado. O Coeficiente de correlação de Pearson foi usado para determinar possíveis relações entre a carga de treino e suas variações e a incidência de IRTS. Todos os dados foram expressos em média \pm desvio padrão da média. Todas as análises foram realizadas utilizando o software Statistica® Versão 6.0. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

4. RESULTADOS

ARTIGO 1: Open Access Journal of Sports Medicine, v.3, p.43-49, 2012

Original Research

Immune Responses, Upper Respiratory Illness symptoms and Load Changes in Young Athletes during the Preparatory Period of the Training Periodization

Diego Trevisan Brunelli¹, João Paulo Borin¹, Ariel Rodrigues¹, Valéria Bonganha¹, Jonato Prestes², Paulo César Montagner¹, Cláudia R. Cavaglieri¹

1. Faculty of Physical Education, University of Campinas (UNICAMP), Campinas, São Paulo, Brazil

2. Graduate Program of Physical Education and Health, Catholic University of Brasilia, Brasilia, Distrito Federal, Brazil.

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to investigate the immunological responses and the association between variation in exercise load and self-reported occurrence of upper respiratory illness (URI) symptoms in young basketball athletes.

Materials and methods: The sample was composed of twelve young male athletes aged 12.7 ± 0.6 years, with a height of 170 ± 10 cm, body mass of 57.6 ± 12.6 kg, and fat-free mass of $18.7 \pm 5.9\%$. Daily training and occurrences of URI symptoms were recorded. Blood samples were collected at baseline (M1) and after 8 weeks (M2) of the preparatory period of periodization training to measure total and differential leukocyte counts, serum interleukin-6 (IL-6), and tumor necrosis factor- α (TNF- α).

Results: There was a significant decrease in monocytes at M2 compared to M1 ($P = 0.004$). There were no significant alterations in total leukocytes ($P = 0.07$), neutrophils ($P = 0.07$), or lymphocytes ($P = 0.09$). No significant changes in plasma concentrations of TNF- α ($P = 0.30$) or IL-6 ($P = 0.90$) were found. The weekly load from week 6 was higher when compared with weeks 1, 2, 4, and 8 ($P < 0.05$), and week 8 was the lowest when compared with week 5 ($P < 0.05$). Self-reported URI incidences were highest at weeks 1 and 2.

Conclusion: Variations in weekly training load during the preparatory period were not correlated with changes in self-reported occurrence of URI incidences, suggesting that young athletes may have an attenuated response to exercise-induced perturbations to the immune system.

Keywords: immune system, upper respiratory illness, young athletes, cytokines

INTRODUCTION

The theory of training highlights the importance of development of strong basic skills during the sports initiation process with the view to increase the work capacity, skill effectiveness and psychological qualities required to improve their athletic performance and achieve a specific goal in competitions.^{1,2} Throughout training, human physiological and psychological functions are modeled to respond to the demands of the tasks involved.³

When physical demands outweigh the body's ability to fully recover between training sessions and competitions, athletes can be more susceptible to URI, injury or both to occur.⁴ In this context, it is fundamental that training programs for young athletes in any field of physical activity should take into account the physiological effects brought on by different training interventions. In particular, the immunological system can influence the development process and the good health of young athletes, as well as reduce the performance level.⁵

It has been suggested that the relationship between exercise and URI follows a “*J-curve hypothesis*”,⁶ with moderate and intermittent levels of exercise improving the immune function and reducing susceptibility to URI.⁷⁻⁹

On the other hand, intense exercise has been shown to temporarily alter and/or suppress some immune parameters including the number of circulating leukocytes, plasma cytokine concentrations, neutrophil and macrophage phagocytic activity,⁷⁻¹⁰ and furthermore are associated with an increased susceptibility to URI.^{7, 8, 11} In addition, studies have shown a positive correlation between exercise workload and URI.^{9, 12}

While these observations hold true for adults, similar understanding of interactions between exercise workload, occurrence of URI incidences and the immune system in young individuals is deficient.⁵ Thus, the aim of this study was to investigate the immune responses, occurrence of URI symptoms and training load changes during the preparatory period of the training periodization in young basketball athletes.

MATERIALS AND METHODS

Subjects

Twelve young male basketball athletes (12.7 ± 0.6 years; 57.6 ± 12.6 kg; 18.7 ± 5.9 fat free mass; 170 ± 10 cm) playing in the São Paulo State Regional Basketball League, Brazil, were recruited. The inclusion criteria were a minimum of two years' experience of basketball training

on a team. Exclusion criteria included: use of medication that could affect the immune parameters, diseases or joint/muscle problems, and less than 80% of frequency and/or interruption during the training period. Participants with heart, pulmonary or orthopedic complications, as well as diabetes and severe muscle injuries were excluded from the study. All the participants were classified as stage III or IV as regards secondary sexual characteristics, in accordance with the descriptions proposed by Tanner.¹³

Training experience and habitual physical activity were determined by the use of a questionnaire and interview. All subjects had experience of the exercises used during the preparatory period of the training periodization. Each individual responsible for the participant was informed of the potential risks associated with the study and signed an informed consent before participation. The experimental methods and procedures were approved by the Research Ethics Committee of the University of Campinas, Brazil.

Procedures

Upon return from off-season training (three months after the last sport season), all subjects had their baseline measures collected. These included: 12-hour fasting blood draw, the Tanner stages of secondary sexual characteristics, and anthropometric measures. Anthropometric measurements collected included body composition, height and weight.

The preparatory period of the training periodization³ comprised three weekly sessions with 94.3 ± 8.1 min duration each one performed for eight weeks. Both training sessions were divided into technical or functional skills according to the objectives of training³ (Table 1). The duration (in minutes) and the rating of perceived exertion (RPE)⁴ were collected 30 minutes after the end of each session to evaluate the training load. The occurrence of URI symptoms was recorded weekly during the entire period of the study. Blood samples (10ml) were collected before (M1) and after 8 weeks, at the end of the preparatory period (M2), and all blood analyses were performed successively.

Anthropometry

Height was measured using a wall-mounted stadiometer, and weight was taken using a calibrated manual scale. Body composition was determined using skinfold thickness with a Lange skinfold caliper. The equation of Slaughter¹⁴ for children and youths was used to estimate body

density using the triceps and subscapular skinfolds. Body fat percentage was estimated by Siri's¹⁵ equation and used to estimate fat mass (kilogram) and fat-free mass (kilogram). The same investigators performed all tests.

Training load indicators

After each training session the duration in minutes was recorded and was defined as the training volume. In addition to this procedure, the RPE proposed by Foster⁴ was presented to the athletes to calculate the load of each session. The participant was addressed the following question: "What was the intensity of the training in regard to the scale?" The daily training load is defined as the relationship between effort quality (intensity) and volume of training. Thus, training load indicators were obtained:⁴ Daily load (DL) = RPE x daily session training duration in minutes; weekly mean load (WML) sum of DL; and total weekly load (WL=sum of DL/number of training days) were determined in arbitrary units.⁴ Monotony was calculated by dividing the daily mean load over each week by the standard deviation of load, and strain was calculated by the weekly load x monotony.⁴

Table I Schematic evaluation of the load, monotony, strain, and self-reported occurrence of URI symptoms throughout the preparatory period of the training periodization in young basketball players (n = 12)

Weeks	Objectives of the training (%)		Weekly training duration (min)	Sessional RPE	Weekly load	Strain	Monotony	Self-reported URI symptoms (%)
	Technical	Functional						
1	25.5	74.5	98.0 ± 2.8	4.1 ± 1.4	867*	1712	1.97	50
2	15.5	84.5	92.5 ± 4.9	3.9 ± 2.3	739*	1561	2.11	50
3	18.3	81.7	94.7 ± 6.1	3.5 ± 2.4	1046	1728	1.65	33
4	27.0	73.0	91.0 ± 8.5	3.5 ± 2.3	1032*	1747	1.69	42
5	19.0	81.0	99.3 ± 0.6	4.1 ± 3.3	1233 [#]	2132	1.73	25
6	33.0	67.0	98.0 ± 8.5	4.4 ± 4.2	1753	3431	1.96	42
7	17.5	82.5	88.5 ± 19.1	4.4 ± 1.9	820	1841	2.25	33
8	17.5	82.5	87.5 ± 10.6	3.9 ± 1.8	707*	1801	2.55	33

Notes: *Significant difference as compared to week 6 ($P < 0.05$); [#]significant difference as compared to week 8 ($P < 0.05$).

Abbreviations: URI, upper respiratory illness; RPE, rating of perceived exertion.

Symptoms of upper respiratory illness

At the beginning of each training week athletes were asked about the occurrence of URI symptoms experienced in the previous week, and the number of symptoms was recorded. The URI were defined by symptoms of runny nose, cold, otitis, headache, sore throat, fever, and other symptoms for at least two consecutive days as described by Tsai et al.¹⁶ To minimize over reporting and exclude trivial symptoms, only reports of 2 or more symptoms that lasted for more

than 1 day were regarded as indicative of the existence of an URI. Results are presented as percentage (%) of individuals presenting occurrence of URI symptoms for each week.

Blood collection and analysis

Fasting blood samples were obtained from the antecubital vein into Vacutainer tubes (Becton Dickinson Ltd, Oxford, UK) containing anticoagulant (EDTA) between 8-9 hours in the morning at baseline (M1) and after 8 weeks (M2), with the individuals at rest (72 hours after the last training session). All blood was collected, processed and centrifuged (20 minutes at 1400 RPM at 18° C). Plasma aliquots were stored at -70°C for subsequent cytokine analysis.

Total leukocyte counts and leukocyte subsets were measured using an automated Cell Counter (BX Micros 60 – CT, ABX Diagnostics, Irvine, CA), and the results were presented in terms of cell number X mm³.

Tumor necrosis factor alpha (TNF- α) and interleukin-6 (IL-6) were determined in duplicate by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), following the specifications of the manufacturer (Quantikine High Sensitivity Kit, R&D Systems, Minneapolis, MN). The results for TNF- α and IL-6 are presented in terms of picograms per milliliter (pg/mL). The sensitivity, intra-assay and inter-assay were as follows: 0.106 pg/mL, 4.3% and 7.3% for TNF- α ; 0.039 pg/mL, 7.8% and 7.2% for IL-6.

Statistical analyses

Initially, the Shapiro-Wilk test of normality and the homoscedasticity test (Bartlett criterion) were evaluated. Since all variables presented a normal distribution and homoscedasticity ($p < 0.05$), a one-way repeated-measures analysis of variance (ANOVA) was used, and when the difference was significant, the Tukey *post hoc* test for multiple comparisons was applied. Spearman correlation test was used to determine possible correlations between occurrence of URI symptoms and weekly load, occurrence of URI symptoms and monotony, occurrence of URI symptoms and strain, strain and monotony. All the data were evaluated using the SPSS® software (Version 16, SPSS Lead Technologies Inc., Chicago, IL). All results are presented as mean \pm standard error of the mean (SEM). The threshold for significance was set at $p < 0.05$.

RESULTS

Post hoc tests revealed significant decreases in monocytes in M2 when compared with M1 ($p = 0.004$). There were no significant alterations in total leukocytes, neutrophils and lymphocytes after the preparatory period of the training periodization (Figure 1).

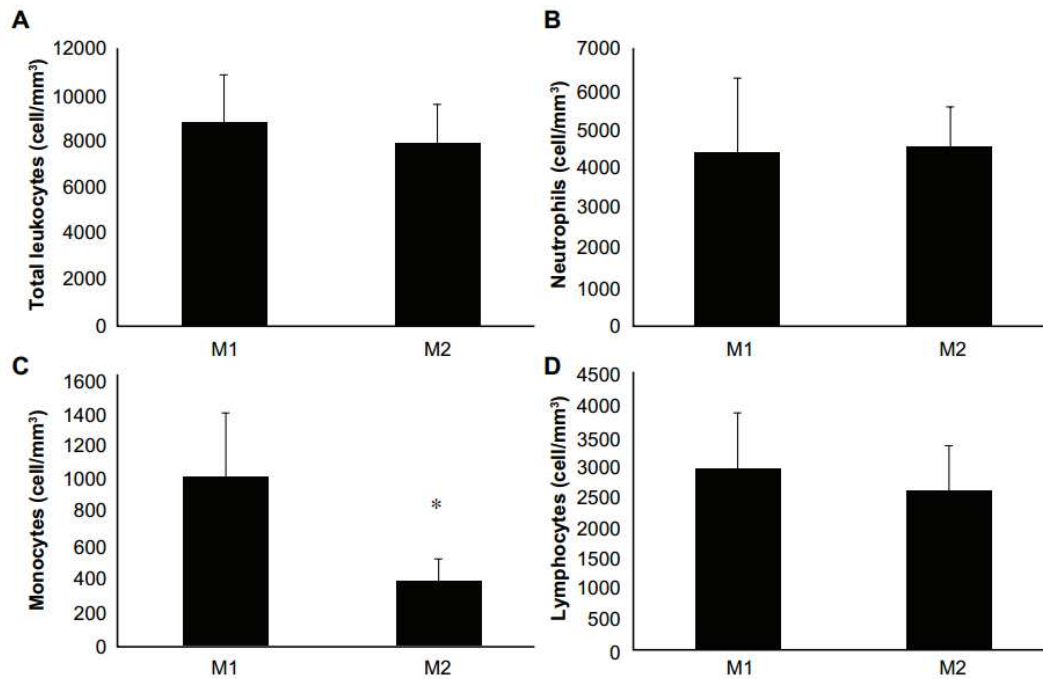


Figure 1 Total leukocytes (A), neutrophils (B), monocytes (C), and lymphocytes (D) at baseline (M1) and after 8 weeks (M2).
Notes: Values are presented as mean \pm SD. *Significantly different from M1 ($P < 0.05$).

There were no significant differences in plasma concentrations of TNF- α and IL-6 at M2 when compared with M1 (Table 2).

Table 2 Serum TNF- α and IL-6 at baseline (M1) and after 8 weeks (M2)

Variable	M1	M2
TNF- α	1.13 \pm 0.27	1.21 \pm 0.32
IL-6	1.16 \pm 0.13	1.10 \pm 0.16

Notes: Values are presented in pictograms per milliliter (pg/mL). Mean \pm SD ($P < 0.05$).

There was a significant difference in weekly load at week six compared with weeks one, two, four and eight ($p < 0.05$). It was also found that weekly load for week eight was lowest as compared with week 5 ($p < 0.05$) (Table 1).

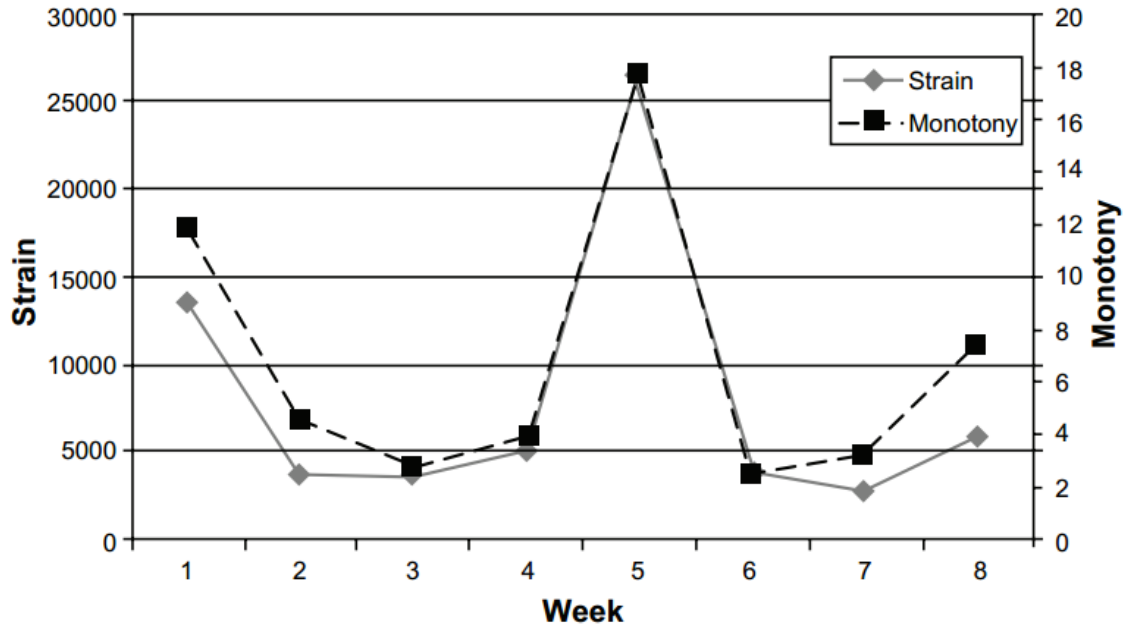


Figure 2 Correlations between strain and monotony throughout the preparatory period of the periodization ($P < 0.05$).

Self-reported occurrence of URI symptoms were highest at weeks 1 and 2 as compared to others (Table 1). No significant correlations were found between self-reported occurrence of URI symptoms and weekly load, self-reported occurrence of URI symptoms and strain, and self-reported occurrence of URI symptoms and monotony during the experimental protocol (Table 3). Significant correlation was found between strain and monotony in all the experimental weeks ($p < 0.05$) (Table 3).

Table 3 Spearman correlation between self-reported upper respiratory illness (URI) symptoms and weekly load, strain, and monotony during the preparatory period of the training periodization in 12 young male basketball athletes

Week	URI × weekly load		URI × monotony		URI × strain		Strain × monotony	
	r	P	r	P	r	P	r	P
1	0.30	0.336	0.10	0.751	0.00	0.990	0.97*	0.00
2	0.22	0.484	0.05	0.885	0.07	0.812	0.99*	0.00
3	0.18	0.568	0.04	0.912	0.04	0.891	0.96*	0.00
4	0.41	0.180	0.45	0.146	0.39	0.204	0.83*	0.00
5	0.41	1.180	0.44	0.153	0.49	0.099	0.98*	0.00
6	0.02	0.939	0.27	0.397	-0.17	0.594	0.90*	0.00
7	0.07	0.812	0.13	0.686	0.18	0.577	0.63*	0.03
8	0.02	0.936	0.18	0.570	0.18	0.576	0.95*	0.00

Note: *Significant correlation ($P < 0.05$).

DISCUSSION

Athletes commonly experience a variety of injuries and illnesses throughout a competitive season, impacting the performance of a team and the success of a coach.⁹ Although there is adequate data for adults, similar understanding of interactions between exercise workload and the immune system in young individuals is deficient.⁵ The objective of the present study was to investigate the immune responses, occurrence of URI symptoms and training load recorded weekly throughout the preparatory period of the training periodization in young basketball males who are involved in competitive athletics. Results from our study revealed a decrease for monocytes in M2 as compared to M1, but no alterations for total leukocytes, monocytes, lymphocytes, IL-6 and TNF- α at the time when measures were taken. Moreover, there were no correlations between training load, strain and monotony with URI-recorded incidences during the experimental protocol.

Studies have found immune modulations in leukocyte counts throughout a season of training and competition.¹⁷⁻²¹ Benoni et al²¹ found an increase in total leukocytes, monocytes, neutrophils, eosinophils and lymphocytes in basketball players after a sports season, with the values returning to the pre-start levels 3 weeks after the end of the championship. In addition, increased total leukocytes, monocytes and neutrophils, without modification in eosinophils and lymphocytes were reported in soccer players,¹⁹ and elevation in neutrophils accompanied by a reduction in lymphocytes have been found in football players throughout the sports season.²⁰ Meanwhile, the present study revealed a decrease in monocytes and no significant alterations in total leukocytes, neutrophils and lymphocytes after the end of the preparatory stage of the periodization (8 weeks), suggesting that young athletes tend to be more resistant to exercise-

induced perturbations to the immune system, since changes in IL-6 and TNF- α in response to exercise tend to be smaller as compared to adults.

Concomitantly, the preparatory period of a season is frequently the most difficult and physically demanding series of practices of the season.³ This regimen is often believed to be necessary in order to reach their “optimal” level of training as the season proceeds.²² Modified muscle use during this stage can produce a stereotypic inflammatory response in the muscle tissue, in which neutrophils rapidly invade, followed by monocytes/macrophages, which are closely involved in tissue damage, repair and remodeling.^{23, 24} A likely role of neutrophils in muscle repair or remodeling is the oxidative or proteolytic modification of damaged tissue, to allow phagocytosis of debris by neutrophils or macrophages.²³ In humans, monocytes represent immune effector cells, equipped with chemokine receptors and adhesion receptors that mediate migration from blood to tissues in response to inflammation.²⁵ Monocytes are derived and differentiated from precursor cells in the bone marrow in response to cytokines such as IL-3, granulocyte–macrophage colony stimulating factor (GM-CSF), macrophage colony stimulating factor (M-CSF), IL-1, IL-6, and TNF- α among others.^{25, 26} The blood concentrations of these cytokines increases during inflammation, thus promoting monocyte efflux from the marrow to the blood with concurrent maturation.²⁶ Related to a season of training and/or competition, we have recently observed that professional athletes (19.47 ± 2.49 years) did not show changes in IL-2, IL-6 and TNF- α during and after a volleyball season, even with the highest training load and number of URI incidences.²⁷ Concomitantly, Suzui et al²⁸ found no alterations in monocyte counts, IL-6, INF- γ and TNF- α during and after one month of intensive volleyball training in fifteen university studies. On the other hand, Nemet and colleagues²⁹ demonstrated a catabolic-type hormonal environment during a wrestling season in 13 healthy adolescent boys, marked by a decrease in IGF-1 with increased IL-6 and IL-1ra. However, the authors observed a significant increase in fitness level during this seemingly catabolic hormonal environment, suggesting that proinflammatory cytokines at lower levels may actually promote growth of muscle blood vessels and serve as a beneficial response to exercise.²⁹

Although we have demonstrated a significant decrease for monocytes in M2 as compared to M1, no significant alteration were found for systemic IL-6 and TNF- α at the same time, despite the changes in weekly training load during the preparatory period. These results suggest an associated muscle tissue remodeling due to possible damage caused by the training load applied

during the preparatory period, regarding the highest training load of this period during a sports season, and monocyte recruitment from local muscle inflammation to repair the damaged tissue, once the systemic proinflammatory cytokines were not altered.

In conclusion, considering that training load can be associated with environmental and psychological aspects, as well as the modulation induced by stress and the neuroendocrine system,^{30, 31} our results suggest that variations in weekly training load during the preparatory period were not correlated with changes in self-reported occurrence of URI symptoms and did not promote chronic alterations able to negatively impair the immune system, since the systemic proinflammatory cytokines were not altered and the number of individuals with URI incidences were higher during the first two weeks. This suggests that coaches and physiologists monitor athlete's immunological markers during all the stages of periodization training to have a better understanding of individual changes that can occur throughout a sports season. Other aspects not controlled in this investigation, such as salivary-IgA, could also play an important role in the complex relationship between training, immunity and occurrence of URI symptoms. However, there are few investigations relating to the immune system, training load, and seasonal training in young athletes during the sports season to compare. Thus, the accumulated effect of sport-specific training loads on chronic immune modulations of young athletes warrants further investigation.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank the National Council of Technological and Scientific Development (CNPq), Brazil, for financial support.

REFERENCES

1. Issurin VB. New horizons for the methodology and physiology of training periodization. *Sports Med.* Mar 1 2010;40(3):189-206.
2. Bompa T. *Total Training four Young Champions.*; 2000.
3. Bompa T, Haff GG. *Periodization 5th edition: Theory and Methodology of Training.* 5th ed: Human Kinetics; 2009.
4. Foster C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Med Sci Sports Exerc.* Jul 1998;30(7):1164-1168.
5. Timmons BW. Exercise and Immune Function in Children. *American Journal of Lifestyle Medicine.* 2010;1(1):59-66.

6. Heat GW, Macera CA, Nieman DC. Exercise and upper respiratory tract infections. Is there a relationship? . *Sports Med.* 1992;14:353-365.
7. Moreira A, Delgado L, Moreira P, et al. Does exercise increase the risk of upper respiratory tract infections? *Br Med Bull.* 2009;90(1):111-131.
8. Gleeson M. Immune function in sport and exercise. *J Appl Physiol.* Aug 2007;103(2):693-699.
9. Plutur P, Foster C, Miskowski JA, et al. Alteration of immune function in women collegiate soccer layers and college students. *Journal of Sports Science and Medicine.* 2004;3:234-243.
10. Mackinnon LT. Immunity in athletes. *Int J Sports Med.* Mar 1997;18 Suppl 1:S62-68.
11. Nieman DC. Is infection risk linked to exercise workload? *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(7):S406-411.
12. Gleeson M, Pyne DB. Special feature for the Olympics: effects of exercise on the immune system: exercise effects on mucosal immunity. *Immunol Cell Biol.* Oct 2000;78(5):536-544.
13. Tanner JM. *Growth at Adolescence.* 2th ed. Oxford, United Kingdon: Blackwell Scientific Publications; 1962.
14. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol.* Oct 1988;60(5):709-723.
15. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. 1961. *Nutrition.* Sep-Oct 1993;9(5):480-491; discussion 480, 492.
16. Tsai ML, Chou KM, Chang CK, et al. Changes of mucosal immunity and antioxidation activity in elite male Taiwanese taekwondo athletes associated with intensive training and rapid weight loss. *Br J Sports Med.* Jul 2011;45(9):729-734.
17. Cordova A, Sureda A, Tur JA, et al. Immune response to exercise in elite sportsmen during the competitive season. *J Physiol Biochem.* Mar 2010;66(1):1-6.
18. Novas AM, Rowbottom DG, Jenkins DG. Tennis, incidence of URTI and salivary IgA. *Int J Sports Med.* Apr 2003;24(3):223-229.
19. Rebelo AN, Candeias JR, Fraga MM, et al. The impact of soccer training on the immune system. *J Sports Med Phys Fitness.* Sep 1998;38(3):258-261.
20. Bury T, Marechal R, Mahieu P, et al. Immunological status of competitive football players during the training season. *Int J Sports Med.* Jul 1998;19(5):364-368.
21. Benoni G, Bellavite P, Adami A, et al. Changes in several neutrophil functions in basketball players before, during and after the sports season. *Int J Sports Med.* 1995;16(1):34-37.
22. Anderson L, Triplett-McBride T, Foster C, et al. Impact of training patterns on incidence of illness and injury during a women's collegiate basketball season. *J Strength Cond Res.* Nov 2003;17(4):734-738.
23. Tidball JG. Inflammatory processes in muscle injury and repair. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* Feb 2005;288(2):R345-353.
24. Walsh NP, Gleeson M, Shephard RJ, et al. Position statement. Part one: Immune function and exercise. *Exerc Immunol Rev.* 2011;17:6-63.
25. Geissmann F, Manz MG, Jung S, et al. Development of monocytes, macrophages, and dendritic cells. *Science.* Feb 5 2010;327(5966):656-661.
26. Woods J, Lu Q, Ceddia MA, et al. Special feature for the Olympics: effects of exercise on the immune system: exercise-induced modulation of macrophage function. *Immunol Cell Biol.* Oct 2000;78(5):545-553.

27. Dias R, Frollini AB, Brunelli DT, et al. Immune parameters, symptoms of upper respiratory tract infections, and training-load indicators in volleyball athletes. *International Journal of General Medicine*. 2011;4:837-844.
28. Suzui M, Kawai T, Kimura H, et al. Natural killer cell lytic activity and CD56(dim) and CD56(bright) cell distributions during and after intensive training. *J Appl Physiol*. Jun 2004;96(6):2167-2173.
29. Nemet D, Pontello AM, Rose-Gottron C, et al. Cytokines and growth factors during and after a wrestling season in adolescent boys. *Med Sci Sports Exerc*. May 2004;36(5):794-800.
30. Pedersen BK, Toft AD. Effects of exercise on lymphocytes and cytokines. *Br J Sports Med*. Aug 2000;34(4):246-251.
31. Pedersen BK, Bruunsgaard H. How physical exercise influences the establishment of infections. *Sports Med*. Jun 1995;19(6):393-400.

ARTIGO 2:**Monitoramento de Parâmetros Imunológicos em Atletas Adolescentes de Basquetebol Durante e Após a Temporada Esportiva****RESUMO**

O objetivo do presente estudo foi investigar as respostas imunológicas, hormonais e a incidência de ITRS de atletas adolescentes de basquetebol nas diferentes etapas de uma temporada esportiva. Participaram deste estudo 11 atletas adolescentes do sexo masculino ($13,3 \pm 0,6$ anos). As ocorrências de ITRS foram coletadas semanalmente durante todo o período experimental. As avaliações antropométricas (estatura, massa corporal e dobras cutâneas), bioquímicas [interleucina (IL)-6, IL-10, fator de necrose tumoral- α (TNF- α), proteína C-Reativa (PCR), testosterona e cortisol), neuromusculares (força explosiva de membros inferiores, agilidade e $VO_{2m\acute{a}x}$ estimado) e hemograma completo foram realizadas: 72 horas antes do início da temporada e após um período fora de temporada de três meses, como medida de estabilização da amostra (-72h); antes do início da temporada (Pré-Temporada); após 6 semanas, ao final do período preparatório (Preparatório) e após 20 semanas, ao final do período competitivo (Competitivo). Foi observado aumento significativo (38%) na ocorrência de ITRS no período competitivo comparado ao preparatório. Aumentos significativos de monócitos ($p=0,0054$), cortisol ($p=0,0002$), TNF- α ($p=0,0001$) e PCR ($p=0,0017$) e diminuição da IL-10 ($p=0,0077$) foram encontrados no momento Competitivo comparado ao momento Pré-Temporada. Os resultados do presente estudo sugerem que o aumento das ocorrências de ITRS experimentadas por atletas adolescentes durante a etapa competitiva pode ser decorrente dos efeitos indesejados do processo inflamatório em resposta aos microtraumas musculares, uma vez que as respostas imunológicas destes indivíduos parecem estar adaptadas aos diferentes períodos da temporada esportiva. Ainda, o estado inflamatório e catabólico evidenciado ao final da etapa competitiva não foram capazes de prejudicar no desempenho neuromuscular e funcional de atletas adolescentes de basquetebol.

Palavras-chave: Adolescentes; Sistema imunológico; Treinamento; Citocinas; Hormônios.

INTRODUÇÃO

Atletas geralmente enfrentam períodos muito intensos de estresse físico seguidos de uma diminuição no nível desse estresse com o intuito de gerar adaptações a nível celular, portanto, a eficiência do treinamento desportivo depende da capacidade do atleta suportar determinadas cargas de treinamento (JÜRIMÄE et al., 2011, ELIAKIM et al., 2009). Por esse motivo, esforços são realizados no intuito de quantificar objetivamente o fino balanço entre a intensidade do treinamento e a capacidade de tolerância do atleta (ELIAKIM et al., 2009). Neste contexto, o monitoramento de diferentes variáveis durante uma temporada esportiva pode contribuir na modulação das cargas durante o processo de treinamento.

Dentre essas variáveis, destacam-se os parâmetros do sistema imunológico como fatores importantes na preparação do atleta durante a temporada esportiva, pois períodos intensos de treinamento com perdas transitórias do desempenho são associados com algumas depressões das funções do sistema imunológico (MORGADO et al. 2012), o que normalmente é revertido após um período de redução ou recuperação (GLEESON, BISHOP, 2005). Ainda, esta supressão temporária da resposta imune às ameaças ambientais pode levar à ocorrência de infecções do trato respiratório superior (ITRS), o que pode influenciar dramaticamente o treinamento e a capacidade competitiva de atletas (KAKANIS et al., 2010).

Estudos realizados em atletas adultos verificaram que períodos de treinamento altamente exigentes podem desencadear impactos negativos na funcionalidade das células do sistema imunológico (MORGADO et al, 2012), assim como aumentos na concentração sérica de cortisol e ocorrências de ITRS (RAMA et al.; 2012; DIAS et al., 2011; CÓRDOVA et al., 2010; GLEESON, 2007), e citocinas pró-inflamatórias como o TNF- α (RÄMSON et al., 2008). No entanto, pesquisas similares envolvendo as interações entre cargas de treinamento, marcadores inflamatórios e ocorrências de ITRS durante uma temporada esportiva em atletas adolescentes são escassas. Grande parte dos estudos que se propuseram a avaliar estes parâmetros nesta população realizaram protocolos agudos de treinamento (ELIAKIM et al., 2009; NEMET et al., 2003; CIESLAK et al., 2003; NIEMAN et al., 2000). Apenas dois estudo acompanharam as modulações do sistema imunológico desta população durante os diferentes períodos de uma temporada esportiva (NEMET et al., 2004; HENSON et al., 2001), entretanto em uma modalidade esportiva individual, sem um controle adequado das cargas de treinamento e com respostas controversas. Ainda, não foram evidenciados estudos que realizaram o acompanhamento destas

variáveis em atletas adolescentes engajados em esportes coletivos e/ou times esportivos, muito populares nesta faixa etária (ELIAKIM et al., 2009).

Assim, o presente estudo tem como objetivo monitorar as respostas imunológicas, hormonais e a incidência de ITRS de atletas adolescentes de basquetebol nas diferentes etapas de uma temporada esportiva. Neste contexto, temos como hipóteses: 1) O período competitivo induziria aumentos significantes de marcadores inflamatórios e catabólicos quando comparado ao período preparatório da temporada; 2) As cargas de treinamento e suas variáveis poderiam se relacionar as ocorrências de sintomas de ITRS.

METODOLOGIA

SUJEITOS

Participaram deste estudo 11 atletas adolescentes do sexo masculino ($13,3 \pm 0,6$ anos, $171,9 \pm 4,7$ cm, $62,96 \pm 9,7$ kg, $19,15 \pm 9,3\%$ de gordura), participantes da categoria Sub-14 da Liga Regional de Basquetebol do Estado de São Paulo. Como critérios de exclusão foram adotados os seguintes pontos: interrupção total dos treinamentos; lesões que impediram o prosseguimento dos treinamentos; frequência aos treinamentos menores que 80%; uso de medicamentos que podem interferir nos parâmetros imunológicos; e outros fatores de riscos. Todos os selecionados possuíam um mínimo de dois anos na referida equipe, assim como já possuíam prévia experiência com os testes físicos realizados no presente estudo. Os voluntários foram classificados como púberes ($3,4 \pm 0,5$) segundo auto-avaliação (MATSUDO, MATSUDO, 1991), de acordo com os estágios de características sexuais secundárias, propostos por Tanner (1962) e não apresentaram alterações significativas neste parâmetro durante a temporada.

O pesquisador responsável fez a explicação do projeto para os responsáveis aos voluntários, bem como informou que a sua participação no projeto não acarretaria em despesas pessoais e compensação financeira. Todos os voluntários foram orientados a manterem seus hábitos alimentares durante toda a temporada, podendo assim evitar alterações imunológicas decorrentes da alimentação. O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP (072/2011), e um termo de consentimento livre e esclarecido foi assinado pelos responsáveis aos voluntários.

DESENHO EXPERIMENTAL

O presente estudo foi realizado durante um macrociclo de treinamento, composto de 20 semanas de treino, avaliações e jogos de uma equipe de basquetebol da categoria Sub-14, participante da Liga Regional de Basquetebol do Estado de São Paulo/Brasil. Este foi dividido em período preparatório, composto por 6 semanas, e período competitivo, com 14 semanas de duração.

As avaliações antropométricas (estatura, massa corporal e dobras cutâneas), bioquímicas (IL-6, IL-10, TNF- α , PCR, testosterona e cortisol), neuromusculares (força explosiva de membros inferiores, agilidade), funcionais ($VO_{2m\acute{a}x}$ estimado) e hemograma completo foram realizadas: 72 horas antes do início da temporada e após um período fora de temporada de três meses, como medida de estabilização da amostra (-72h); antes do início da temporada (Pré-Temporada); após 6 semanas, ao final da etapa preparatória (Preparatório) e após 20 semanas, ao final da etapa competitiva (Competitivo) da temporada esportiva. As cargas de treino e as ocorrências de ITRS foram coletadas durante todo o período experimental.

CONTEÚDOS E CARGA DO TREINO

Todos os conteúdos das sessões de treino foram descritos pelos profissionais que planejaram e desenvolveram os trabalhos com os atletas, sem qualquer interferência do pesquisador, com a finalidade de evitar influências nas sessões ou no planejamento e periodização previamente desenvolvidas e preservar as características de atuação da comissão técnica. Para a classificação dos conteúdos a partir da descrição dos treinamentos, adotou-se o proposto por Bompa e Half (2009), conforme predominância da habilidade técnica ou capacidade funcional, de acordo com os objetivos do treino.

O treinamento da equipe de basquetebol foi realizado dentro de um macrociclo de treinamento, composto de 20 semanas de treino, avaliações e jogos. Este foi dividido em período preparatório, composto por 6 semanas, e período competitivo, composto por 14 semanas. As sessões de treino foram realizadas três vezes por semana, com duração aproximada de 120 minutos cada sessão e por um profissional não vinculado a pesquisa. Ainda, durante o período competitivo foram realizados oito jogos oficiais pela referida equipe, onde cada jogo teve a duração aproximada de 90 minutos. A percepção subjetiva de esforço da sessão (FOSTER, 1998) e o volume de exercícios físicos diários (em minutos) foram coletados 30 minutos após o término

de todas as sessões (treino e/ou jogo), obtendo-se assim os indicadores de cargas: Carga diária = PSE x duração da sessão diária; Carga semanal total = soma (Σ) Cargas diárias; Carga semanal média = Σ cargas diárias / Σ dias de treinamento; Monotonia = carga semanal média / desvio padrão das cargas diárias; *Strain* = Monotonia x carga semanal total, sendo a carga e suas variações representadas por meio de unidades arbitrárias (u. a.) (FOSTER, 1998).

AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

A massa corporal foi mensurada através de uma balança manual calibrada (Filizola®) em kg, com precisão de 100 gramas. A estatura foi coletada através de um estadiômetro de parede em cm, com precisão de 0,1 cm. A composição corporal foi avaliada através da técnica de espessura do tecido celular subcutâneo (dobras subescapular e tricipital) com um adipômetro científico (Lange, Cambridge Scientific Industries, Cambridge, MD, EUA), de acordo com o protocolo sugerido por Slaughter et al. (1998). A gordura corporal relativa (% gordura) foi calculada (SIRI, 1993) a partir da estimativa da densidade corporal (SLAUGHTER et al., 1998).

AVALIAÇÃO MATORACIONAL

Para avaliar o índice de maturação biológica dos indivíduos participantes do estudo foi utilizado o critério da maturação sexual através do método da auto-avaliação das características sexuais secundárias (desenvolvimento de genitais externos, glândulas mamárias e pelos púbicos), caracterizado pela seleção do próprio avaliado do estágio de desenvolvimento dos seus caracteres sexuais, por meio da visualização de fotos nas pranchas de Tanner (1962) de cada um dos 5 níveis de maturação pilosa e genital (MATSUDO, MATSUDO, 1994).

AVALIAÇÕES NEUROMUSCULARES

Para avaliação da força explosiva de membros inferiores utilizou-se a técnica de *Counter Movement Jump* (CMJ) com auxílio dos braços, conforme protocolo proposto por Bosco (2007), em que o atleta fica em pé com o tronco ereto e joelhos em extensão a 180°, realizando o salto vertical com o contra movimento. A flexão do joelho acontece aproximadamente no ângulo de 120°, em seguida o executante faz a extensão do joelho, procurando impulsionar o corpo para o alto e na vertical. Os joelhos devem permanecer em extensão durante a fase de voo e o intervalo entre tentativas é de dez segundos. Três tentativas foram realizadas, sendo considerada a melhor

marca e, para análise dos saltos, foi utilizada plataforma de contato CEFISE[®], conectada ao sistema para medida de salto *Jump System*[®].

A agilidade foi avaliada pelo teste de *Shuttle Run* ou Corrida de Vai-e-Vem (JOHNSON, NELSON, 1979). Após o sinal, o atleta sai de uma linha A e corre o mais rápido possível até a linha B (distancia entre estas de 9,14 metros), onde pega um bloco (5cm x 5cm x 10cm) e retorna a linha A de partida colocando o bloco no chão, e após realiza novamente o mesmo procedimento. O cronômetro é parado quando o atleta cruzar a linha de início com o segundo bloco. Os atletas realizaram três tentativas, sendo considerado como resultado o menor tempo gasto na execução do teste. Utilizou-se um cronometro de mão digital Technos[®] para aferir o tempo.

AVALIAÇÃO FUNCIONAL

Para a determinação do VO₂máx estimado (em ml/kg/min) foi utilizado o Yo-Yo endurance test (nível 1), de acordo com as descrições de Bangsbo et al. (2008). Para tal, o atleta deveria executar uma corrida de vai vem entre as linhas demarcadas e separadas por uma distância de 20 metros, de acordo com o ritmo (bip) sonoro emitido pelo cd, o qual acelera gradativamente. O teste é interrompido por desistência ou quando se atrasar ao bip por duas vezes seguidas, sendo considerado o último estágio completado corretamente, onde a distância total percorrida é utilizada para a determinação desta variável através da fórmula proposta por Bangsbo et al. (2008): $VO_{2max} (mL/min/kg) = \text{distância (m)} \times 0,0084 + 36,4$.

SINTOMAS DE INFECÇÕES DO TRATO RESPIRATÓRIO SUPERIOR

A ocorrência de sintomas de ITRS foi coletada através de um recordatório semanal de cada indivíduo, sendo então transferidos em planilha específica pelo responsável ao estudo. As ITRS foram definidas como sintomas de coriza, resfriados, otite, dor de cabeça, dor de garganta, febre, e outros sintomas por pelo menos dois dias consecutivos, assim como proposto por Tsai et al. (2011) e Peters et al. (2010). Apenas os relatos de dois ou mais sintomas que tenham perdurado pelo menos dois dias consecutivos e separados por mais de uma semana foram considerados como indicativos da ocorrência de um episódio de ITRS. Para verificar a frequência percentual de ocorrências de ITRS entre os períodos (Preparatório e Competitivo), foi calculado, através da multiplicação do número de sujeitos pelo número de semanas dentro de cada período,

o número total de possibilidades de ocorrências de ITRS em cada período. Em seguida, foram calculados os percentuais de ocorrências de ITRS em cada período com base no número de ocorrências de ITRS em cada período e no número total de possibilidades de ocorrências de ITRS em cada período. Com isso, foi possível obter os percentuais de ocorrência de ITRS para cada período avaliado. Posteriormente, foi realizado o teste qui-quadrado para verificar possíveis diferenças entre os percentuais de ITRS de cada período.

COLETAS E ANÁLISES SANGUÍNEAS

Amostras de sangue (6 mL) foram obtidas por punção venosa em tubos a vácuo seco e com anticoagulante (EDTA) em todos os momentos da avaliação, sempre no mesmo horário (entre 7:00h e 8:00h da manhã), após período de abstinência de exercício superior a 72 horas e jejum de 12 horas. Estas foram realizadas seis semanas após a inicial, antes do início da etapa competitiva, e após 20 semanas da inicial, 72 horas após a última partida realizada. Essas foram coletadas, processadas e centrifugadas (20 minutos em 1400 RPM a 18°C) para a obtenção do plasma e o soro, estocando-os em freezer -80° para posteriores análises bioquímicas.

O hemograma completo foi mensurado através da utilização de uma contadora automática de células (BX Micros 60 – CT; ABX Diagnostics, Irvine, CA), e os resultados foram apresentados em número de células X mm³.

ANÁLISES BIOQUÍMICAS

As concentrações séricas de IL-6, IL-10, TNF- α , PCR e cortisol foram determinadas em duplicata pelo método ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) de acordo com as especificações dos kits de alta sensibilidade (Quantikine High Sensitivity Kit; R&D Systems, Minneapolis, MN, USA). O coeficiente de variação intra- e inter-amostras e a sensibilidade foram: 7,8%, 7,2% e 0,039 pg/ml para IL-6; 5%, 7,3% e 3,9 pg/ml para IL-10; 5,2%, 7,4% e 1,6 pg/ml para TNF- α ; 4,4%, 6% e 0,00001 mg/L para PCR; 6,3%, 10,4% e 0,071 ng/ml para cortisol. Com relação aos resultados, IL-6, IL-10 e TNF- α foram apresentados em pg/ml, a PCR em mg/L e o cortisol em nmol/L.

As dosagens séricas de testosterona total foram determinadas em duplicata pelo método de quimiluminescência, de acordo com as especificações dos kits (Roche Diagnostics, Burgess

Hill, West Sussex, UK). O coeficiente de variação intra- e inter-amostras e a sensibilidade foram: 9,3%, 14% e 8 ng/dL. Os resultados foram apresentados em nmol/L.

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A normalidade da distribuição dos dados foi determinada utilizando o teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade da variância dos dados foi avaliada usando o teste de Levene. Como medida de estabilização da medida das variáveis imunológicas e hormonais nos momentos antes da temporada (-72h e Pré-Temporada), foi aplicado o teste *t* de *student* pra medidas repetidas. Para determinar as diferenças entre os pontos de análise no grupo, utilizou-se o teste ANOVA de medidas repetidas. Quando demonstrado diferenças significantes pela ANOVA, foi aplicado o teste de *Post-Hoc* de *Tukey*. A incidência semanal de ocorrências de ITRS foi expressa em porcentagem (%) da média de ocorrências de ITRS durante os períodos e por 95% de intervalo de confiança (95%CI). Diferenças na ocorrência de ITRS entre os períodos avaliados foram determinadas pelo teste de qui-quadrado. O Coeficiente de correlação de Pearson foi usado para determinar possíveis relações entre a carga de treino e suas variações e a incidência de ITRS. Todos os dados foram expressos em média \pm desvio padrão da média. Todas as análises foram realizadas utilizando o software Statistica® Versão 6.0. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Tabela 1. Caracterização das cargas de treinamento de atletas adolescentes de basquetebol durante os momentos da temporada esportiva.

PERÍODO	SEMANAS	OBJETIVOS DO TREINAMENTO (%)		CARGA MÉDIA SEMANAL (u. a.)	STRAIN (u. a.)	MONOTONIA (u. a.)
		TÉCNICA	FUNCIONAL			
PREPARATÓRIO	1	38.0	62.0	631	6021	3.18
	2	30.0	70.0	529	4331	2.73
	3	27.0	73.0	631	6028	3.18
	4	25.0	75.0	674	6154	3.04
	5	37.0	63.0	397	3360	2.82
	6	16.0	84.0	660	5261	3.99
COMPETITIVO	7	31.0	69.0	768	6685	2.90
	8	23.0	77.0	645	5961	3.08
	9	19.0	81.0	651	7270	3.72
	10	20.0	80.0	636	8181	4.29
	11	18.0	82.0	740	9324	4.20
	12	16.0	84.0	607	3570	2.94
	13	17.0	83.0	611	8700	3.56
	14	19.0	81.0	333	1505	1.51
	15	20.0	80.0	649	8888	4.57
	16	21.0	79.0	447	5359	4.00
	17	27.0	73.0	650	6406	3.28
	18	24.0	76.0	811	12860	5.28
	19	25.0	75.0	644	8246	4.27
	20	23.0	77.0	569	6406	3.75

A tabela 2 apresenta a comparação das variáveis imunológicas e dos hormônios sistêmicos nos períodos -72h e Pré-Temporada. Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes nos períodos avaliados ($p < 0,05$).

Tabela 2. Comparação entre as variáveis imunológicas e hormônios sistêmicos nos momentos -72h e Pré-Temporada de adolescentes atletas de basquetebol.

VARIÁVEL	-72h	Pré-Temporada	<i>p</i>
Cortisol (nmol/L)	213,35 ± 81,82	187,04 ± 71,20	0,2477
Testosterona (nmol/L)	15,99 ± 4,64	14,96 ± 4,27	0,1823
IL-6 (pg/ml)	1,90 ± 0,33	1,68 ± 1,01	0,3739
IL-10 (pg/ml)	11,88 ± 6,68	11,02 ± 7,06	0,4769
TNF- α (pg/ml)	5,68 ± 3,09	4,84 ± 2,67	0,4235
PCR (mg/L)	0,66 ± 0,87	0,74 ± 0,87	0,9998
Leucócitos (cel/mm ³)	7054,55 ± 1320,12	6518,18 ± 1129,44	0,3983
Neutrófilos (cel/mm ³)	3615,64 ± 551,26	3485,55 ± 776,99	0,7896
Monócitos (cel/mm ³)	443,00 ± 67,61	413,55 ± 80,65	0,4235
Linfócitos (cel/mm ³)	2868,18 ± 827,99	2564,00 ± 660,82	0,7221

Legenda: IL-6= interleucina 6, IL-10= interleucina 10, PCR= proteína C-reativa. Não foram observadas diferenças significantes durante as avaliações -72h e Pré-Temporada ($p < 0,05$).

A tabela 3 apresenta os valores antropométricos, funcionais e neuromusculares na pré-temporada (Pré-Temporada), ao final do período preparatório (Preparatório) e ao final do período competitivo (Competitivo). Houve diferença estatística significativa na agilidade ($F=3,33$, $p=0,049$) e no VO_{2max} estimado ($F=5,99$, $p=0,006$). O teste *post-hoc* de *Tukey* indicou diferença na agilidade no momento Competitivo quando comparado ao Pré-Temporada ($p=0,005$) e no VO_{2max} estimado no momento Preparatório comparado ao Pré-Temporada ($p=0,044$).

Tabela 3. Variáveis antropométricas, funcionais e neuromusculares durante a temporada esportiva de adolescentes atletas de basquetebol.

VARIÁVEL	Pré-Temporada	Preparatório	Competitivo
Idade (anos)	13,32 ± 0,60	13,63 ± 0,60	13,95 ± 0,40
Massa Corporal (kg)	62,96 ± 9,70	63,21 ± 9,40	63,24 ± 8,20
Estatura (cm)	171,90 ± 4,70	172,50 ± 9,40	174,18 ± 4,50
Gordura corporal (%)	19,15 ± 9,30	17,46 ± 8,20	15,35 ± 6,50
CMJ (cm)	34,10 ± 5,00	39,24 ± 6,50	40,30 ± 6,30
Agilidade (seg)	11,13 ± 0,70	10,51 ± 0,70	10,25 ± 0,30 ^a
VO _{2max} estimado (ml/kg/min)	34,84 ± 6,10	40,80 ± 6,00 ^a	40,50 ± 4,60

Legenda: ^a diferença significativa em relação á Pré-Temporada. CMJ= counter movement jump, VO_{2max} = consumo máximo de oxigênio. Valores apresentados em média ± desvio padrão (p<0,05).

Foi observada diferença significativa na média de ocorrências de sintomas de ITRS no período Preparatório (28,8% [IC95% 19,3-40,5%]) quando comparado ao Competitivo (61,7%, [IC95% 53,8-68,9%]) ($\chi^2= 20,03$, p<0,0001) (Figura 1).

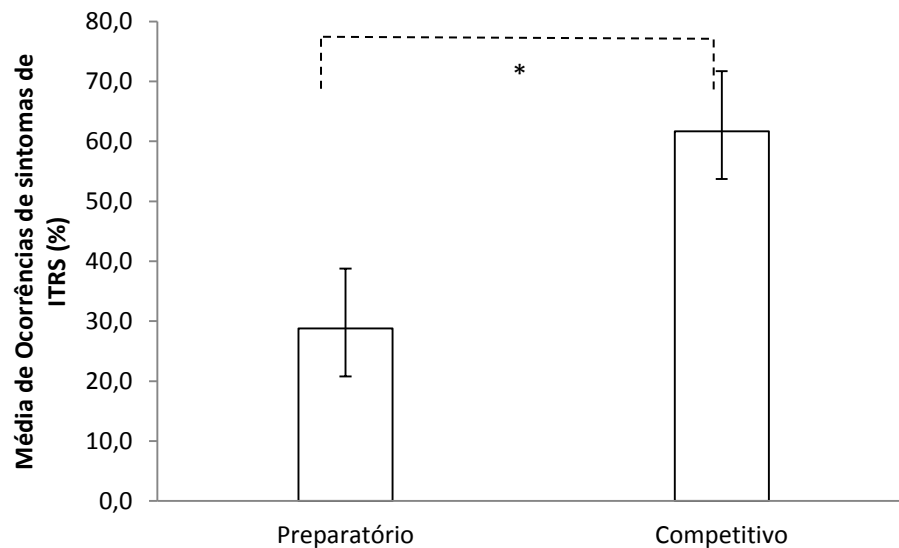


Figura 1. Média de ocorrências de sintomas de ITRS nos períodos Preparatório e Competitivo (% e Intervalo de Confiança 95% (IC95%)). n=11.

Na tabela 4 encontram-se as contagens de leucócitos circulantes. Houve aumento estatisticamente significativo no número de neutrófilos ($F=3,52$, $p=0,0042$) e monócitos ($F=5,79$, $p=0,0075$). O teste *post-hoc* de *Tukey* indicou aumentos significativos de neutrófilos no período Competitivo quando comparado ao Preparatório ($p=0,0490$) e de monócitos no período Competitivo comparado ao momento Pré-Temporada ($p=0,0054$).

Tabela 4. Leucograma total e diferencial de atletas adolescentes nos momentos Pré-Temporada, Preparatório e Competitivo.

VÁRIAVEL	Pré-Temporada	Preparatório	Competitivo
Leucócitos (cel/mm ³)	6518,18 ± 1129,44	6327,27 ± 1107,33	8154,54 ± 2785,45
Neutrófilos (cel/mm ³)	3485,54 ± 776,99	3256,64 ± 628,38	4649,18 ± 2055,50 ^b
Monócitos (cel/mm ³)	413,55 ± 80,66	517,73 ± 136,33	610,36 ± 173,70 ^a
Linfócitos (cel/mm ³)	2564,00 ± 660,82	2425,00 ± 640,84	2720,64 ± 747,62

Legenda: ^a diferença significativa em relação à Pré-Temporada, ^b diferença significativa em relação ao Preparatório. Valores apresentados em média ± desvio padrão ($p < 0,05$).

Foram observadas diferenças significativas nas concentrações séricas de cortisol ($F=11,72$, $p=0,0001$), IL-6 ($F=7,66$, $p=0,0020$), IL-10 ($F=5,63$, $p=0,0084$) e TNF- α ($F=22,32$, $p=0,0000$) ($F=8,28$, $p=0,0014$). O teste *post-hoc* de *Tukey* indicou aumento significativo das concentrações séricas do cortisol, TNF- α e PCR na comparação entre os momentos Pré-Temporada e Competitivo ($p=0,0002$, $p=0,0001$, $p=0,0017$, respectivamente), e Preparatório e Competitivo ($p=0,0425$, $p=0,0001$, $p=0,0119$, respectivamente) (Tabela 5).

A concentração sérica da IL-6 se mostrou aumentada no momento Preparatório quando comparado ao Competitivo ($p=0,0015$). Ainda, foi observada uma diminuição significativa na concentração sérica da IL-10 no momento Competitivo quando comparado ao Pré-Temporada ($p=0,0077$) (Tabela 5).

Tabela 5. Hormônios e citocinas circulantes durante os períodos Pré-Temporada, Preparatório e Competitivo em adolescentes atletas de basquetebol.

VARIÁVEL	Pré-Temporada	Preparatório	Competitivo
Cortisol (nmol/L)	187,04 ± 71,20	239,48 ± 49,95	297,42 ± 15,48 ^{a,b}
Testosterona (nmol/L)	14,96 ± 4,27	17,48 ± 7,40	17,98 ± 6,13
IL-6 (pg/ml)	1,68 ± 1,01	0,53 ± 0,46	3,21 ± 2,55 ^b
IL-10 (pg/ml)	11,02 ± 7,06	6,41 ± 3,11	4,53 ± 2,42 ^a
TNF- α (pg/ml)	4,84 ± 2,67	4,70 ± 1,88	11,11 ± 3,03 ^{a,b}
PCR (mg/L)	0,74 ± 0,87	1,09 ± 1,21	2,54 ± 1,18 ^{a,b}

Legenda: ^a diferença significativa em relação á Pré-Temporada, ^b diferença significativa em relação ao Preparatório. IL-6= interleucina 6; IL-10= interleucina 10; PCR= proteína C-reativa; TNF- α = fator de necrose tumoral- α . Valores apresentados em média \pm desvio padrão (p<0,05).

Foi encontrada uma correlação significativa entre monotonia e ocorrência de sintomas de ITRS ($r=0,48$, $p<0,05$) (Figura 2). Não foram observadas correlações significativas entre incidência de ITRS e carga média semanal ($r=0,20$) e ocorrência de sintomas de ITRS e *strain* ($r=0,40$).

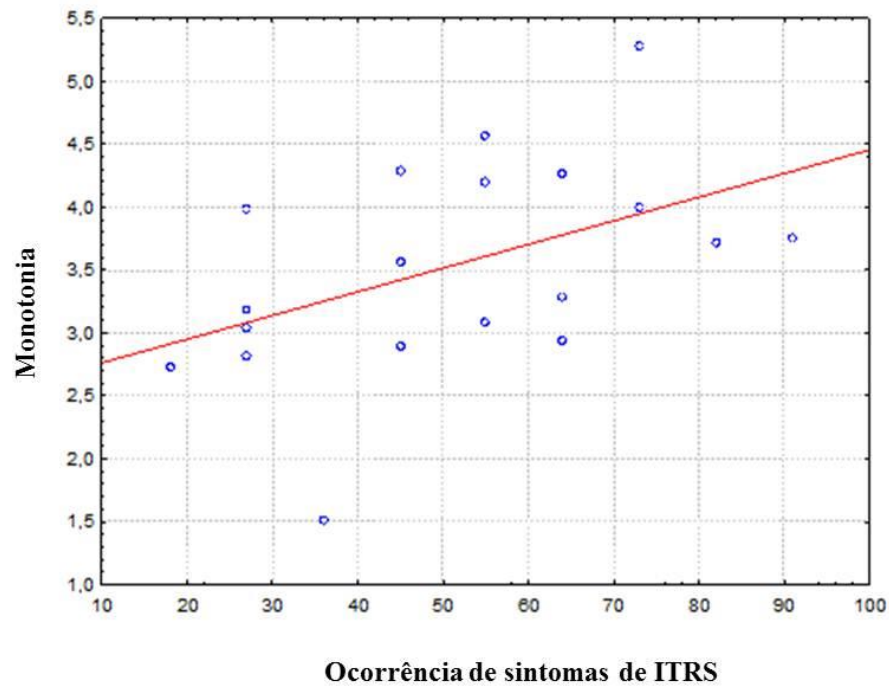


Figura 2: Correlações entre monotonia e ocorrência de sintomas de ITRS durante a temporada esportiva de adolescentes atletas ($r=0.48$, $p<0.0001$).

DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi monitorar as respostas imunológicas e hormonais e a incidência de ITRS de atletas adolescentes de basquetebol em diferentes etapas da temporada esportiva. Nossos achados sugerem que o período competitivo pode induzir aumentos nas concentrações séricas de marcadores pró-inflamatórios e catabólicos como TNF- α , PCR e cortisol, confirmando assim nossa hipótese inicial. Ainda, foi observado um aumento significativo nas ocorrências de ITRS no período competitivo quando comparado ao período preparatório da temporada esportiva. Conclui-se assim que as ocorrências de ITRS experimentadas por atletas adolescentes podem ser decorrentes dos efeitos indesejados do processo inflamatório, uma vez que as respostas imunológicas destes indivíduos parecem estar adaptadas aos diferentes períodos

da temporada esportiva. Ainda, o estado inflamatório e catabólico evidenciado ao final da etapa competitiva não foram capazes de prejudicar o desempenho neuromuscular e funcional.

As ITRS são geralmente aceitas como sintomas de maior prevalência em atletas de elite submetidos a períodos extenuantes de treinamento e competição (GLEESON, 2007; NIEMAN, 1994; HEAT et al., 1992). Pouco se sabe sobre a susceptibilidade a ITRS em atletas adolescentes durante uma temporada esportiva, principalmente em esportes coletivos. Henson et al. (2001) demonstraram que atletas adolescentes de elite do tênis (14 a 18 anos) não apresentaram aumentos na susceptibilidade as ITRS durante um período de treinamento intenso quando comparados a um grupo controle não atleta ($4,2 \pm 1,2$ e $6,6 \pm 1,1$, respectivamente). Entretanto, os autores acompanharam apenas um período de dois meses e 15 dias da temporada esportiva e não especificaram em qual momento da periodização os atletas se encontravam. Por outro lado, Novas et al. (2003) observaram altas incidências de sintomas de ITRS em tenistas adolescentes e jovens (14-21 anos) durante um período intenso de treinamento e competição. O presente estudo encontrou um aumento significativo (38%) na ocorrência de sintomas de ITRS de adolescentes atletas durante o período competitivo de uma temporada esportiva, corroborando com os resultados observados por Novas et al. (2003) e com outros estudos realizados em jovens atletas de voleibol (DIAS et al, 2011) e natação (RAMA et al., 2012), que demonstraram que períodos de treinamento intenso e/ou estresse competitivo podem aumentar a ocorrência de sintomas de ITRS quando comparado ao momento preparatório da temporada esportiva. Outro resultado encontrado em nosso estudo foi uma correlação significativa entre a monotonia (entendida como o índice de variabilidade semanal do treinamento) e a incidência de ITRS ($r=0,48$, $p<0,05$) durante toda a temporada esportiva. A monotonia, entendida como um índice de demonstração da variabilidade do treinamento durante os diferentes períodos de uma temporada (FOSTER, 1998), também se mostrou moderadamente correlacionada aos casos de doenças no estudo de Plutur et al. (2004), onde segundo os autores 53-64% dos casos de doenças foram associados com aumentos anteriores na monotonia. Neste contexto, o achado do presente estudo poderia reforçar a utilidade desta variável como um instrumento para detectar quais os atletas adolescentes que podem estar mais propensos a ocorrências de ITRS durante a temporada esportiva.

Nieman (1994) sugere que esforços intensos aumentam o risco de ocorrências de ITRS em atletas devido a mudanças negativas na função imune e elevação dos hormônios do estresse, como o cortisol. Agregando esta hipótese, Morgado et al. (2012) observaram que as modulações

nas cargas decorrente dos períodos de treinamento intensivo a longo prazo em jovens atletas de elite da natação, pode contribuir para diminuições tanto na contagem total de monócitos, neutrófilos e células dendríticas quanto na secreção de marcadores inflamatórios como IL-6 e TNF- α , diminuindo a capacidade das células da imunidade inata em responderem a estímulos agudos. De fato, para neutralizar os efeitos indesejados de um processo inflamatório, o sistema imune produz fatores anti-inflamatórios como a IL-10, onde esta em resposta a inflamação excessiva persiste por longos períodos de tempo e pode resultar em imunossupressão. (DINARELLO 1997; FISCHER, HASSELGREN, 1991). Em nosso estudo, as concentrações séricas de cortisol, TNF- α , PCR e as contagens de neutrófilos e monócitos circulantes e se apresentaram elevadas após o final do período competitivo. Entretanto, as concentrações de IL-10 diminuíram no término do período competitivo, sugerindo assim que o aumento na ocorrência de ITRS observado nos atletas adolescentes possa ser decorrente dos efeitos indesejados do processo inflamatório, uma vez que as respostas imunológicas destes indivíduos parecem estar adaptadas frente às cargas de treino e competição da temporada esportiva. Adicionalmente, períodos de treino e competição podem agir como situações estressantes adicionais e podem colaborar no aumento da secreção plasmática de cortisol (MORGADO et al., 2012; NIEMAN, PEDERSEN, 1999).

Sabe-se que um descanso inadequado durante períodos de treinamento de grande volume/intensidade e/ou competições podem produzir traumas musculares e/ou esqueléticos e/ou articulares, onde monócitos circulantes são ativados por citocinas relacionadas ao dano, e, por sua vez, produzem uma inflamação sistêmica através da liberação de grandes quantidades de citocinas pró-inflamatórias como IL-6, TNF- α e IL-1 β (SMITH, 2000). Este estado pró-inflamatório e catabólico observado após estes períodos pode desencadear processos de desadaptação ao treinamento, *overload* e *overtraining* nos atletas, prejudicando o seu desempenho (JÜRIMÄE et al., 2011). Por outro lado, o estado catabólico e pró-inflamatório observado no presente estudo após o período competitivo não comprometeu o desempenho dos atletas adolescentes nos testes de avaliação de suas capacidades físicas realizadas no mesmo dia da coleta de sangue. Adicionalmente, algumas publicações sugerem que aumentos nas concentrações plasmáticas de citocinas pró-inflamatórias como IL-6 e TNF- α decorrentes do exercício podem ser uma resposta benéfica do processo de adaptação, pois podem contribuir para a capacidade do organismo de responder eficazmente a uma variedade de agentes estressores,

como a lesão tecidual (ZALDIVAR et al., 2006), podendo promover o crescimento dos vasos sanguíneos e do músculo (PEDERSEN et al., 2003; MCCOURT et al., 1999).

Paradoxalmente, o TNF- α é conhecido por estimular a lipólise nos adipócitos e inibir a ação da insulina no transporte de glicose (STEINACKER et al., 2004), onde aumentos observados após períodos de treinamento podem indicar maior estresse no metabolismo lipídico, devido às condições de déficit de energia mais alto (RÄMSON et al., 2008). Nosso estudo tem como limitação não ter observado possíveis correlações entre o balanço energético dos atletas adolescentes e alterações nos marcadores hormonais e catabólicos, uma vez que não foi possível acompanharmos a ingesta alimentar e a composição da dieta dos atletas. Entretanto, alterações nestes marcadores sistêmicos foram observados durante o período preparatório de uma temporada esportiva de atletas adolescentes de luta livre, mesmo sem alterações significantes na composição alimentar, ingesta calórica e perda de peso evidenciada (NEMET et al., 2004).

O presente estudo também apresenta outra limitação de não possuir um grupo controle, que não praticasse nenhum tipo de atividade esportiva, para comparação das variáveis analisadas durante o período experimental. Devido à especificidade da população estudada (adolescentes atletas), assim como à dificuldade de controle das atividades físicas diárias e evitando possíveis resultados discrepantes decorrentes de um grupo controle não homogêneo, optamos pela realização de uma coleta sanguínea 72 horas antes do início da temporada, como medida de estabilização das variáveis bioquímicas. Desta maneira, acreditamos estar apresentando os valores basais dos atletas adolescentes para estes marcadores, uma vez que os voluntários não realizaram nenhum tipo de atividade física no período entre as coletas -72h e Pré-Temporada, assim como não apresentaram nenhuma ocorrência de ITRS neste período. Outro estudo (NEMET et al., 2004), que acompanhou a mesma população de atletas sem a presença de um grupo controle, também observou mudanças em alguns marcadores inflamatórios e hormonais sistêmicos decorrentes das cargas de treino e períodos de competição similares aos usados no presente estudo. Ainda, trabalhos que acompanharam as alterações do sistema imunológico e incidências de ITRS durante períodos relativos ou maiores que o presente estudo observaram que o grupo controle não apresentou alterações e/ou aumentada ocorrência de ITRS durante o período experimental (RAMA et al., 2012; MORGADO et al., 2012; HENSON et al., 2001).

Em conclusão, os resultados do presente estudo sugerem que o aumento das ocorrências de ITRS experimentadas por atletas adolescentes durante a etapa competitiva pode ser decorrente

dos efeitos indesejados do processo inflamatório, uma vez que as respostas imunológicas destes indivíduos parecem estar adaptadas aos diferentes períodos da temporada esportiva. Ainda, o estado inflamatório e catabólico evidenciado ao final da etapa competitiva não foram capazes de prejudicar no desempenho neuromuscular e funcional. No entanto, saber se isto é um processo necessário de adaptação ao aumentado estresse fisiológico ou decorrente de uma depressão de algumas funcionalidades da resposta imune ainda é inconclusivo.

REFERÊNCIAS

- BANGSBO, F.; IAIA, M.; KRUSTRUP, P. The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: A Useful Tool for Evaluation of Physical Performance in Intermittent Sports. **Sports Medicine**, v.38, n.1, p.37-51, 2008.
- BOSCO, C.; LUHTANEN, P.; KOMI, P.V. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v.50, n.2, p.273-282, 1983.
- BOMPA, T.; HALF, G.G. **Periodization: Theory and Methodology of Training**. 5th ed., Human Kinetics, 2009.
- CIESLAK, T.J.; FROST, G.; KLENTROU, P. Effects of physical activity, body fat, and salivary cortisol on mucosal immunity in children. **J Appl Physiol**, v.95, p.2315–2320, 2003.
- CÓRDOVA, A.; SUREDA, A.; TUR, J.A.; PONS, A. Immune response to exercise in elite sportsmen during the competitive season. **J Physiol Biochem**, v.66, p.1–6, 2010.
- DIAS, R.; FROLLINI, A.B.; BRUNELLI, D.T. et al. Immune parameters, symptoms of upper respiratory tract infections, and training-load indicators in volleyball athletes. **International Journal of General Medicine**, v.4, p.837-844, 2011.
- DINARELLO, C. Interleukin-1 and tumor necrosis factor: effector cytokines in autoimmune diseases. **Semin Immunol**, v.4, n.3, p.133–145, 1992.
- ELIAKIM, A.; PORTAL, S.; ZADIK, Z.; RABINOWITZ, J.; ADLER-PORTAL, D. et al. The effect of a volleyball practice on anabolic hormones and inflammatory markers in elite male and female adolescent players. **J Strength Cond Res**, v.23, n.5, p.1553-1559, 2009.
- FISCHER, J.; HASSELGREN, P. Cytokines and glucocorticoids in the regulation of the “hepato-skeletal muscle axis” in sepsis. **Am J Surg**, v.161, n.2, p.266–271, 1991.
- FOSTER, C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. **Med Sci Sports Exerc**, v.30, n.7, p.1164-1168, 1998.
- GLEESON, M.; BISHOP, N.C. The T cell and NK cell immune response to exercise. **Ann Transplant**, v.10, n.4, p.43–48, 2005.

- GLEESON, M. Immune function in sport and exercise. **J Appl Physiol.**, v.103, n.2, p.693-699, 2007.
- HEATH, G.W.; MACERA, C.A.; NIEMAN, D.C. Exercise and upper respiratory tract infection: is there a relationship? **Sports Med**, v.14, n.6, p.353-365, 1992.
- HENSON, A.; NIEMAN, D.C.; KERNODLE, M.W. Immune function in adolescent tennis athletes and controls. **Sports Med, Training and Rehab.**, v.10, p.235-246, 2001.
- JOHNSON, B.L.; NELSON, J.K. **Practical measurements for evaluation in physical education**. Minnesota: Burgess, 1979.
- JÜRIMÄE, J.; MÄESTU, J.; JÜRIMÄE, T.; MANGUS, B.; VON DUVILLARD, S.P. Peripheral signals of energy homeostasis as possible markers of training stress in athletes: a review. **Metabolism Clinical and Experimental**, v.60, p.335-350, 2011.
- KAKANIS, M.W.; PEAKE, J.; BRENU, E.W.; SIMMONDS, M.; GRAY, B. et al. The open window of susceptibility to infection after acute exercise in healthy young male elite athletes. **Exerc Immunol Rev.**, v.16, p.119-37, 2010.
- MATSUDO, S.M.M.; MATSUDO, V.K.R. Self-assessment and physician assessment of sexual maturation in Brazilian boys and girls: concordance and reproducibility. **American Journal of Human Biology**, v.6, n.4, p.451-456, 1994.
- MCCOURT, M.J.; WANG, H.; SOOKHAI, S.; REDMOND, H.P. Proinflammatory mediators stimulate neutrophil-directed angiogenesis. **Arch. Surg.**, v.134, p.1325-1331, 1999.
- MORGADO, J.M.; RAMA, L.; SILVA, I.; INÁCIO, M.J.; HENRIQUES, A. et al. Cytokine production by monocytes, neutrophils, and dendritic cells is hampered by long-term intensive training in elite swimmers. **Eur J Appl Physiol**, v.112, n.2, p.471-482, 2012.
- NEMET, D.; ROSE-GOTTRON, C.M.; MILLS, P.J.; COOPER, D.M. Effect of water polo practice on cytokines, growth mediators, and leukocytes in girls. **Med Sci Sports Exerc.**, v.35, n.2, p.356-363, 2003.
- NEMET, D.; PONTELLO, A.M.; ROSE-GOTTRON, C.; COOPER, D.M. Cytokines and growth factors during and after a wrestling season in adolescent boys. **Med Sci Sports Exerc.**, v.36, n.5, p.794-800, 2004.
- NIEMAN, D. Exercise, upper respiratory tract infection, and the immune system. **Med Sci Sports Exerc**, v.26, n.2, p.128-139, 1994.
- NIEMAN, D.; PEDERSEN, B. Exercise and immune function: recent developments. **Sports Med**, v.27, n.2, p.73-80, 1999.
- NIEMAN, D.C.; KERNODLE, M.W.; HENSON, D.A.; SONNENFELD, G.; MORTON, D.S. The acute response of the immune system to tennis drills in adolescent athletes. **Res Q Exerc Sport.**, v.71, n.4, p.403-408, 2000.

- NOVAS, A.M.; ROWBOTTOM, D.G.; JENKINS, D.G. Tennis, incidence of URTI and salivary IgA. **Int J Sports Med.**, v.24, n.3, p.223-229, 2003.
- PEDERSEN, B. K., A. STEENSBERG, P. KELLER, et al. Muscle-derived interleukin-6: lipolytic, anti-inflammatory and immune regulatory effects. **Pflugers Arch.**, v.446, n.1, p.9-16, 2003.
- PETERS, E.M.; SHAIK, J.; KLEINVELDT, N. Upper respiratory tract infection symptoms in ultramarathon runners not related to immunoglobulin status. **Clin J Sport Med**, v.20, p.39-46, 2010.
- PLUTUR P., FOSTER C., MISKOWSKI J.A., et al. Alteration of immune function in women collegiate soccer layers and college students. **J Sports Sci Med**, v.3, p.234-243, 2004.
- RAMA, L.; TEIXEIRA, A.M.. MATOS, A.; BORGES, G.; HENRIQUES, A. et al. Changes in natural killer cell subpopulations over a winter training season in elite swimmers. **Eur J Appl Physiol**, Epub ahead of print, 2012.
- RÄMSON, R.; JÜRIMÄE, J.; JÜRIMÄE, T.; MÄESTU, J. The influence of increased training volume on cytokines and ghrelin concentration in college level male rowers. **Eur J Appl Physiol.**, v.104, p.839-846, 2008.
- SIRI, W.E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. **Nutrition**, v.9, n.5, p.480-91, 1993.
- SLAUGHTER, M.H.; LOHMAN, T.G.; BOILEAU, R.A.; HORSWILL, C.A.; STILLMAN, R.J. et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. **Human Biology**, v.60, n.5, p.709-723, 1988.
- SMITH, L.L. Cytokine hypothesis of overtraining: a physiological adaptation to excessive stress? **Med Sci Sports Exerc**, v.32, p.317-31, 2000.
- STEINACKER, J.M.; LORMES, W.; REISSNECKER, S.; LIU, Y. New aspects of the hormone and cytokine response to training. **Eur J Appl Physiol**, v.91, p.382-391, 2004.
- TANNER, J.N. **Growth at Adolescence**. Oxford, England: Blackwell Scientific Publications, 1962.
- TSAI, M.L.; CHOU, K.M.; CHANG, C.K.; FANG, S.H. Changes of mucosal immunity and antioxidation activity in elite male Taiwanese taekwondo athletes associated with intensive training and rapid weight loss. **Br J Sports Med.**, v.45, n.9, p.729-734, 2011.
- ZALDIVAR, F.; WANG-RODRIGUEZ, J.; NEMET, D.; SCHWINDT, C.; GALASSETTI, P. et al. Constitutive pro- and anti-inflammatory cytokine and growth factor response to exercise in leukocytes. **J Appl Physiol.**, v.100, p.1124-1133, 2006.

5. CONCLUSÕES GERAIS

A partir dos resultados do presente estudo, podemos concluir que:

- As ocorrências semanais de sintomas de ITRS não foram correlacionadas com as variações semanais das cargas de treinamento durante as etapas da temporada esportiva;
- períodos de competição podem agir como situações estressoras adicionais ao sistema imunológico e podem induzir um estado inflamatório e catabólico em adolescentes atletas;
- Mesmo com as alterações nas contagens celulares, todos os valores permaneceram dentro dos valores de referência observados na literatura;
- A monotonia apresentou uma correlação moderada com as ocorrências semanais de ITRS, podendo assim reforçar a utilidade desta variável como um instrumento para detectar quais os atletas adolescentes que podem estar mais propensos a episódios de ITRS durante a temporada esportiva ;
- A média de ocorrências de sintomas de ITRS foi maior na etapa competitiva quando comparada a etapa preparatória da temporada, entretanto, não foram suficientes para prejudicar o desempenho neuromuscular e funcional.
- O aumento das ocorrências de ITRS experimentadas por atletas adolescentes durante a etapa competitiva pode ser decorrente dos efeitos indesejados do processo inflamatório, uma vez que as respostas imunológicas destes indivíduos parecem estar adaptadas aos diferentes períodos da temporada esportiva.

REFÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABBAS, A.K.; LITCHMAN, A.H. **Imunologia básica: Funções e Distúrbios do Sistema Imunológico**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

BANGSBO, J. **Yo-yo Tests**. Dinamarca: Krogh Institute, 1996.

BOMPA, T. **Total Training four Young Champions**. Champaign, I L: Human Kinetics, 2000.

BOMPA, T.; HALF, G.G. **Periodization: Theory and Methodology of Training**. 5th ed., Human Kinetics, 2009.

BOSCO, C.; LUHTANEN, P.; KOMI, P.V. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v.50, n.2, p.273-282,1983.

BRUNELLI, D. T.; LOPES, W. A; CAVAGLIERI, C. R. **Utilização de biomarcadores do sistema imune para avaliação e acompanhamento da saúde do atleta**. In: Wagner Wey Moreira. (Org.). **Ciência do Esporte: Educação, Desempenho e Saúde**. Uberaba: Editora UFTM, 2012, p.165-174.

CAFRUNI, C.; MARQUES, A.; GAYA, A. Análise da carreira desportiva de atletas das regiões sul e sudeste do Brasil. Estudo dos resultados desportivos nas etapas de formação. **Rev Port Cien Desp**, v.6, n.1, p.55-64, 2006.

CIESLAK, T.J.; FROST, G.; KLENTROU, P. Effects of physical activity, body fat, and salivary cortisol on mucosal immunity in children. **J Appl Physiol**, v.95, p.2315-2320, 2003.

DIAS, R. et al. Efeito do exercício agudo de curta duração em leucócitos circulantes e linfócitos teciduais de ratos. **Rev Bras Educ Fís Esp**, v.21, n.3, p.229-43, 2007.

DIAS, R. et al. Immune parameters, symptoms of upper respiratory tract infections, and training-load indicators in volleyball athletes. **Int J Gen Med**, v.4, p.837-844, 2011.

ELIAKIM, A. et al. The effect of a volleyball practice on anabolic hormones and inflammatory markers in elite male and female adolescent players. **J Strength Cond Res**, v.23, n.5, p.1553-1559, 2009.

FOSTER, C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. **Med Sci Sports Exerc**, v.30, n.7, p.1164-1168, 1998.

FRY, R.W. et al. Biological responses to overload training in endurance sports. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol.**, v.64, n.4, p.335-344, 1992.

GLEESON, M. Immune function in sport and exercise. **J Appl Physiol.** v.103, n.2, p.693-699, 2007.

HALSON S.L. et al. Time course of performance changes and fatigue markers during intensified training in trained cyclists. **J Appl Physiol**, v.93, n.3, p.947-956, 2002.

HALSON, S.L.; JEUKENDRUP, A.E. Does overtraining exist? An analysis of overreaching and overtraining research. **Sports Med**, v.34, p.967–981, 2004.

JOHNSON, B.L.; NELSON, J.K. **Practical measurements for evaluation in physical education.** Minnesota: Burgess, 1979.

MACKINNON, L.T. Immunity in athletes. **Int J Sports Med**, v.18, p.562-568, 1997.

MARIN, D. P. et al. Cytokines and oxidative stress status following handball game in Elite Male Players. **Oxi Med Cell Longev**, 2011.

MATSUDO, S.M.M.; MATSUDO, V.K.R. Self-assessment and physician assessment of sexual maturation in Brazilian boys and girls: concordance and reproducibility. **Am J Hum Biol**, v.6, n.4, p.451-456, 1994.

MEEUSEN, R. et al. A. Prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome. **Eur J Sport Sci**, v.6, p.1–14, 2006.

MOREIRA A. et al. Does exercise increase the risk of upper respiratory tract infections? **Br Med Bull**, v.90, n.1, p.111-131, 2009.

NEMET, D. et al. Effect of water polo practice on cytokines, growth mediators, and leukocytes in girls. **Med Sci Sports Exerc**, v.35, n.2, p.356-363, 2003.

NEMET, D. et al. Cytokines and growth factors during and after a wrestling season in adolescent boys. **Med Sci Sports Exerc**, v.36, n.5, p.794-800, 2004.

NIEMAN, D. Exercise, upper respiratory tract infection, and the immune system. **Med Sci Sports Exerc**, v.26, n.2, p.128–139, 1994.

NIEMAN, D.C. et al. The acute response of the immune system to tennis drills in adolescent athletes. **Res Q Exerc Sport**, v.71, n.4, p.403-408, 2000.

PEDERSEN, B.K.; HOFFMAN-GOETZ, L. Exercise and the immune system: regulation, integration, and adaptation. **Physiol Rev**, Bethesda, v.80, n.3, p.1055-81, 2000.

PLUTUR P. et al. Alteration of immune function in women collegiate soccer layers and college students. **J Sports Sci Med**, v.3, p.234-243, 2004.

RAMA, L. et al. Changes in natural killer cell subpopulations over a winter training season in elite swimmers. **Eur J Appl Physiol**, Epub ahead of print, 2012.

SIFF, M.; VERKHOSHANSKI, Y. **Supertraining**. University of the Witwatersrand, Johannesburg, 1998.

SIRI, W.E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. **Nutrition**, v.9, n.5, p.480-91, 1993.

SLAUGHTER, M.H. et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. **Hum Biol**, v.60, n.5, p.709-723, 1988.

TANNER, J.N. **Growth at Adolescence**. Oxford, England: Blackwell Scientific Publications, 1962.

TIMMONS, B.W. Exercise and Immune Function in Children. **Am J Lifestyle Med**, v.1, n.1, p.59–66, 2010.

TSAI, M.L. et al. Changes of mucosal immunity and antioxidation activity in elite male Taiwanese taekwondo athletes associated with intensive training and rapid weight loss. **Br J Sports Med**, v.45, n.9, p.729-734, 2011.

VERKHOSANSKY, Y.V. **Força: treinamento da potência muscular**. Londrina: Centro de Informações Desportivas, 1996.

WALSH N.P. et al. Position statement. Part one: Immune function and exercise. **Exerc Immunol Rev**, v.17, p.6-63, 2011.

WARBUTON, D.E. et al. Biochemical changes as a result of prolonged strenuous exercise. **Br J Sports Med**, v.36, n.4, p.301-303, 2002.

ANEXOS

1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Título do projeto: ANÁLISE DAS CARGAS E EFEITOS DO TREINAMENTO DE JOVENS BASQUETEBOLISTAS

Justificativa: São escassos na literatura, trabalhos que retratem sobre algumas variáveis do treinamento para jovens praticantes de basquetebol como o volume, intensidade e a disposição dos conteúdos, sendo assim alguns objetivos desse trabalho são analisar essas variáveis citadas, juntamente com análises bioquímicas e das capacidades físicas que são indicadores essenciais do treinamento, podendo entender as respostas fisiológicas individuais, decorrentes dos estímulos realizados. E assim através dessas análises é possível entender o processo de treinamento, fornecendo parâmetros para poder otimizar os resultados.

Objetivos: Quantificar as cargas de treino e jogo; caracterizar os conteúdos do treino; analisar as alterações das capacidades físicas; analisar as alterações na maturação sexual; e analisar as alterações bioquímicas de jovens praticantes de basquetebol.

Metodologia: A realização dos treinamentos, assim como as avaliações gerais serão realizadas no mesmo local (Clube de Campo de Piracicaba).

A quantificação das cargas e a coleta dos conteúdos do treino serão feitas diariamente pelo treinador.

Os atletas voluntários serão submetidos a avaliações gerais com:

-Antropometria: peso e estatura medidos em uma balança;

-Composição corporal: avaliada através das espessuras de dobras cutâneas com adipômetro. As dobras cutâneas medidas serão: a tricipital e subescapular (Slaughter, 1998);

-Capacidades Físicas, avaliadas através dos testes: Arremesso de Bola Medicinal de 3kg (força explosiva de membros superiores), Salto Vertical e Horizontal (força explosiva de membros inferiores), Corrida de 20metros (velocidade), Shuttle run (agilidade), RAST (resistência anaeróbia) e Yo-Yo endurance test (resistência aeróbia).

-Maturação Sexual: avaliada através do PVC e das escalas sugeridas por TANER (1962) para características sexuais secundárias, o qual os indivíduos irão se auto-avaliar através das fotografias dos diferentes estágios de maturação.

-Análises Bioquímicas: serão coletadas amostras de sangue para este tipo de análise.

Benefícios esperados: Espera-se que essa pesquisa auxilie na melhora do rendimento dos voluntários, otimizando os resultados dos mesmos e da equipe, e também forneça dados para entender todo o processo.

Acompanhamento e assistência: Os atletas voluntários serão acompanhados pelos responsáveis da pesquisa (Ariel Rodrigues, Paulo Cesar Montagner), sendo que Ariel Rodrigues fará a apresentação da mesma, sendo o pesquisador responsável pelo contato com os voluntários. Qualquer dúvida sobre o projeto poderá ser esclarecida através do telefone (19) 81346904 ou e-mail: ariel_rodrigues@hotmail.com, em qualquer momento.

Despesas e Indenização: Não há despesas pessoais para participar deste estudo, assim como não há compensação financeira. Lembrando que as despesas referentes a locomoção ao local da pesquisa acontecerá mesmo não participando da mesma.

Riscos previstos: Os riscos previstos são os mesmos para os atletas que participarem ou não da pesquisa, pelo motivo de que os testes e os treinamentos correspondem as particularidades da modalidade. E os mesmos participarão dos treinamentos independente da realização pesquisa.

Sigilo e utilização dos dados coletados: É garantido ao participante o segredo das informações confidenciais obtidas durante o trabalho, sendo que sempre que os dados forem publicados os nomes dos participantes nunca serão citados.

Desistência: Os voluntários do projeto terão liberdade de desistir da participação na pesquisa em qualquer momento, sem prejuízo de sua ausência no Projeto.

Queixas e esclarecimentos: Entrar em contato com o Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp pelo telefone (19) 35218936 ou pelo e-mail cep@fcm.unicamp.br

Este documento será feito em duas vias (uma que ficará com o voluntário e outra com o pesquisador responsável).

Devido às informações que me foram apresentadas e esclarecidas referentes aos procedimentos da pesquisa:

Eu _____, RG _____, residente no endereço: _____, nº _____, SP, autorizo meu filho _____, RG _____, nascido em ___/___/_____, para participar como voluntário no projeto, que por sua vez como

atleta, garante o compromisso de enquanto estiver participando do trabalho, seguir as orientações recebidas e assim garantir a confiabilidade dos resultados da pesquisa.

Piracicaba, _____, _____ de 2011.

Assinatura do responsável: _____

Assinatura do voluntário: _____

Assinatura do responsável pela pesquisa:

Ariel Rodrigues

Telefone: (19) 81346904

e-mail: ariel_rodrigues@hotmail.com

2. Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa



**FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**

www.fcm.unicamp.br/pesquisa/etica/index.html

CEP, 05/03/09.
(Grupo III)

PARECER CEP: N° 072/2009 (Este n° deve ser citado nas correspondências referente a este projeto)
CAAE: 0054.0.146.000-09

I - IDENTIFICAÇÃO:

PROJETO: “ANALISE DAS CARGAS E EFEITOS DO TREINAMENTO DE JOVENS BASQUETEBOLISTAS”.

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Paulo César Montagner.

INSTITUIÇÃO: Clube de Campo de Piracicaba

APRESENTAÇÃO AO CEP: 10/02/2009

APRESENTAR RELATÓRIO EM: 05/03/10 (O formulário encontra-se no *site* acima)

II - OBJETIVOS

Analisar a dinâmica das alterações das diferentes capacidades físicas e dos volumes de preparação específica, e também quantificar as cargas de treino e competição de jovens atletas de basquetebol do sexo masculino.

III - SUMÁRIO

O pesquisador faz um relato sobre as características do treinamento desportivo e seus objetivos na adolescência. Os estímulos fornecidos pelo treinamento e pela preparação em longo prazo é entendida por diferentes etapas. Uma das características é o aumento da carga ao longo do tempo de treinamento. No basquetebol a melhora das características técnicas e das táticas está diretamente ligada aos aspectos funcionais e na sua capacidade de manter níveis elevados de capacidade motora em fadiga crescente como em outras atividades intensas. Os participantes do projeto passarão inicialmente por uma avaliação antropométrica e composição corporal. As capacidades físicas estão previstas com exercícios simples e a aplicação dos testes será diária por um período proposto de 60 dias. Serão 20 participantes adolescentes.

IV - COMENTÁRIOS DOS RELATORES

Após respostas às pendências, o projeto encontra-se adequadamente redigido e de acordo com a Resolução CNS/MS 196/96 e suas complementares, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

V - PARECER DO CEP

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, após acatar os pareceres dos membros-relatores previamente designados para o presente caso e atendendo todos os dispositivos das Resoluções 196/96 e complementares, resolve aprovar sem



restrições o Protocolo de Pesquisa, bem como ter aprovado o Termo do Consentimento Livre e Esclarecido, assim como todos os anexos incluídos na Pesquisa supracitada.

O conteúdo e as conclusões aqui apresentados são de responsabilidade exclusiva do CEP/FCM/UNICAMP e não representam a opinião da Universidade Estadual de Campinas nem a comprometem.

VI - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).

Pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.1.z), exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade do regime oferecido a um dos grupos de pesquisa (Item V.3.).

O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4.). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projeto do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, Item III.2.e)

Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, de acordo com os prazos estabelecidos na Resolução CNS-MS 196/96.

VII - DATA DA REUNIÃO

Homologado na II Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 17 de fevereiro de 2009.


Profa. Dra. Carmen Sílvia Bertuzzo
PRESIDENTE DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FCM/UNICAMP



CEP, 26/07/11.
(PARECER CEP: Nº 072/2009)

FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

www.fcm.unicamp.br/fcm/pesquisa

PARECER

I - IDENTIFICAÇÃO:

PROJETO: "ANALISE DAS CARGAS E EFEITOS DO TREINAMENTO DE JOVENS BASQUETEBOLISTAS".

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Paulo César Montagner

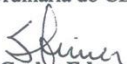
II – PARECER DO CEP.

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP tomou ciência e aprovou o Cronograma e a Avaliação da Resistência Anaeróbia e Aeróbia, referente ao protocolo de pesquisa supracitado.

O conteúdo e as conclusões aqui apresentados são de responsabilidade exclusiva do CEP/FCM/UNICAMP e não representam a opinião da Universidade Estadual de Campinas nem a comprometem.

III – DATA DA REUNIÃO.

Homologado na VII Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 26 de julho de 2011.


Prof. Dr. Carlos Eduardo Steiner
PRESIDENTE do COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FCM / UNICAMP

Comitê de Ética em Pesquisa - UNICAMP
Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126
Caixa Postal 6111
13083-887 Campinas - SP

FONE (019) 3521-8936
FAX (019) 3521-7187
cep@fcm.unicamp.br