

**QUANTIFICAÇÃO DA CARGA DE TREINAMENTO EM JOVENS ATLETAS:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**Julia Zoccolaro Durigan¹Eduardo Chagas¹Jorge Proença¹**RESUMO**

O objetivo do presente estudo foi apresentar uma revisão geral da literatura sobre os diferentes métodos de quantificação do controle da carga interna de treino em jovens atletas do sexo masculino. As bases de dados utilizadas foram SportDiscus, PubMed, LILACS, Google Acadêmico e Research Gate, com pesquisa entre Julho de 2016 e Janeiro de 2017, tendo os resultados limitados a jovens atletas de modalidades de esportes de raquete e voleibol, de alta competição, do sexo masculino, selecionados artigos publicados entre o ano de 2002 e 2016, em português (Brasil ou Portugal) e/ou inglês. Foram usadas as palavras-chave: (young tennis players OR young badminton players OR young volleyball players) AND (training load OR monitoring training) AND (stress OR strain) AND (perceived exertion) AND (creatine kinase OR blood creatine kinase). Foram encontrados 3.281 na análise preliminar. No entanto, 3231 foram excluídos após a leitura dos títulos e abstracts. Desses, selecionaram-se 21 artigos para leitura na íntegra, no entanto 14 artigos foram excluídos, pois não atenderam os critérios de elegibilidade descritos no método, sendo selecionados 7 artigos para compor a presente revisão de literatura. Parece existir evidência científica de que a intensidade, frequência e duração do treino influenciam nas respostas psicológicas e físicas de jovens atletas de tênis e voleibol, onde, quanto maior a carga externa de treino (período), a intensidade do treino, maiores são os sinais e sintomas de estresses psicológicos, e mais elevadas são as respostas bioquímicas referentes ao estresse muscular.

Palavras-chave: Carga de treinamento. Jovens atletas. Alta competição. Estresse.

1-Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina-PR, Brasil.

ABSTRACT

The quantification of training load in young athletes: a systematic review

The present study aimed to carry out a literature review the quantification of internal training load in young male athletes. The studies were identified using SportDiscus, PubMed, LILACS, Google Acadêmico e Research Gate databases, accessed during July 2016 until January 2017, considering articles published between 2002 and 2016 in Portuguese (Brazil and Portugal), English and Spanish. In the search strategy were used the descriptors: (young tennis players OR young badminton players OR young volleyball players) AND (training load OR monitoring training) AND (stress OR strain) AND (perceived exertion) AND (creatine kinase OR blood creatine kinase). Were found 3.281 studies for preliminary analysis. After reading titles and abstracts, 3.260 papers were excluded. A total of 21 papers were included for full-text review, but 14 articles were excluded as they did not fulfill the eligibility criteria described in methods. Consequently, only 7 articles were selected based on relevance to review. There is scientific evidence that intensity, frequency and duration of training effects of psychological and physical responses of young tennis and volleyball players, where, high intensity training results in increases of both, signs and symptoms of stress, and biochemical markers of muscular damage.

Key words: Training load. Young athletes. High level athletes. Stress.

E-mails dos autores:

julinhazd@yahoo.com.br

efbchagas@hotmail.com

jpmdesp@gmail.com

INTRODUÇÃO

O treinamento impõe ao atleta situações de estresse físico, psicológico e fisiológico. Segundo Hynynen e colaboradores (2008), o treinamento esportivo é definido como um estímulo funcional capaz de provocar distúrbios na homeostase das células, dos tecidos e dos órgãos, causando adaptações físicas e/ou psicológicas no atleta. No esporte de alto rendimento, o alcance das adaptações biológicas, e consequente melhoria do desempenho, estão diretamente relacionados com a prescrição eficiente da carga de treinamento (Nederhof e colaboradores, 2006).

Para haver a melhora do nível de rendimento esportivo, Smith (2003) afirma que o atleta deve treinar com alta carga de treino. No entanto, está bem estabelecido que a variação diária da carga de treino maximiza positivamente as adaptações relacionadas ao desempenho do atleta, diminuindo a probabilidade de lesões, sinais e sintomas de estresse psíquico, e a síndrome do overtraining (Brink e colaboradores, 2010; Coutts e colaboradores, 2007; Fahlman e Engels, 2005). Mesmo assim, ainda há debates sobre como os atletas devem treinar para induzir adaptações positivas e como essas adaptações podem influenciar na melhora do desempenho. Esteve-Lanao e colaboradores (2007) relataram que o foco desse debate está em como a intensidade do treinamento diário deve ser distribuída.

Em esportes contínuos há um grande número de estudos que investigam a distribuição da carga de treino, apresentando bons métodos de quantificação (Esteve-Lanao e colaboradores, 2005, 2007; Seiler e Kjerland, 2006). Porém, esses métodos muitas vezes não têm a mesma eficiência quando aplicado em esportes intermitentes, devido às características específicas (sistema energético e padrões de movimentos) de cada modalidade. Mesmo assim, recentemente Algroy e colaboradores (2011) investigou uma equipe de futebol e comparou com atletas de resistência. O resultado sugeriu que os atletas de resistência adotassem padrões de treinamento abaixo do limiar de lactato na maior parte do tempo (75%), e apenas 15-20% acima do limiar (Seiler e Tonnessen, 2009).

Ainda quando em esportes intermitentes, notou-se que pesquisas com

análise da carga de jogo e com população de atletas adultos são encontradas com maior frequência na literatura, conforme observado nos estudos analisados para compor os critérios da presente revisão sistemática. No entanto, quantificar e controlar a carga de treino em atletas jovens de modalidades intermitentes é fundamental para que, desde o início da carreira competitiva, eles estejam com condições físicas, fisiológicas e psicológicas ideais a fim de evitar qualquer sinal ou sintoma de estresse e, conseqüentemente, overreaching, overtraining e lesões. Sendo assim, DiFiori e colaboradores (2014) afirma que a monitoração do treinamento é importante para garantir que o efeito do treino provoque melhora no rendimento do atleta. Para isso, diferentes métodos se fazem importantes para fundamentar melhor o controle do treinamento, sendo esses testes neuromusculares, psicológicos, de análise subjetiva, bioquímicos e fisiológicos.

Nesse sentido, a presente revisão sistemática teve como objetivo fornecer uma revisão geral da literatura existente sobre os diferentes métodos de quantificação do controle da carga de treino em jovens atletas do sexo masculino.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido seguindo as diretrizes do guia de revisão e meta-análise Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses - PRISMA (Moher e colaboradores, 2009).

Estratégia de Pesquisa

A busca de artigos para o referencial teórico iniciou em julho de 2016 e finalizou em janeiro de 2017, com resultados limitados a atletas de modalidades de esportes de raquete e voleibol, de alta competição, do sexo masculino, com faixa etária entre 16 e 25 anos. Durante as buscas nas bases de dados citadas, foi utilizado filtro referente ao ano de publicação (2002-2016), para as línguas inglesa e portuguesa (Portugal e Brasil), o que gerou um total de 3.281 artigos encontrados.

Foram utilizadas para busca, por meio de pesquisa eletrônica, as seguintes bases de dados: SportDiscus, PubMed, LILACS, Google Acadêmico e Research Gate. As combinações

executadas das palavras-chave foram: (young tennis players OR young badminton players OR young volleyball players) AND (training load OR monitoring training) AND (stress OR strain) AND (perceived exertion) AND (creatine kinase OR blood creatine kinase.)

Critério de Elegibilidade

Como critério de inclusão, foram instituídos, nessa revisão sistemática, artigos completos, teses e dissertações, com jovens atletas do sexo masculino de modalidades que não apresentam contato físico com o adversário, mais especificamente, esportes de raquete e voleibol, tendo, os estudos, como variável independente a carga de treino. Estudos que apresentavam população do sexo feminino, atletas adultos maiores de 22 anos, não atletas, praticantes de modalidades de contato, e que analisavam somente carga interna de jogos oficiais, foram excluídos. Por fim, apenas estudos que quantificavam as cargas de treino por meio de variáveis neuromusculares e/ou bioquímicas e/ou psicológicas, foram considerados para a presente revisão.

Carga de treino

Segundo Impellizzeri e colaboradores (2005), o conceito de cargas de treino no processo de treinamento esportivo é baseado na carga externa de treino (CET), a qual é influenciada por componentes qualitativos (intensidade) e quantitativos (volume, duração e frequência), bem como pela periodização do treinamento. Os estímulos externos associados às características individuais de cada jovem atleta promovem diversas alterações no nível de estresse imposto ao organismo. Essa associação entre a CET e as características individuais de cada indivíduo é definida como carga interna de treinamento (CIT).

A CET é entendida como a quantidade de trabalho desenvolvida por um período de tempo, ou seja, como a planificação do treinamento com base em um modelo que tenta explicar o complexo processo do treinamento esportivo visando à melhora do desempenho (Impellizzeri e colaboradores, 2005).

A periodização do treinamento é baseada na repetição sistemática do exercício

físico (carga externa) imposto aos atletas, que induz o organismo há adaptações e ajustes fisiológicos (carga interna), os quais devem estar relacionados com a melhora do desempenho (Borresen e Lambert, 2009; Coyle, 2000; Impellizzeri e colaboradores, 2005). Sendo assim, a quantificação da CIT é um passo fundamental para o processo de planejamento do treinamento desportivo (Borresen e Lambert, 2009).

Diante do apresentado, estudos relativos à monitoração da carga de treino são de fundamental importância para o crescimento técnico/científico da modalidade, além do controle do rendimento e suas possíveis adaptações, decorrentes do processo de um treinamento sistematizado.

Risco de viés

A triagem para leitura dos abstracts foi realizada por três revisores experts em pesquisas na área da educação física e do esporte, de maneira independente, obedecendo critérios de elegibilidade pré-estabelecidos. As diferentes escolhas na leitura dos abstracts foram discutidas antes de passar para a próxima etapa. Já a triagem de leitura do artigo na íntegra, bastou apenas um revisor para julgar o artigo elegível, evitando assim discordância sobre o julgamento da elegibilidade, segundos as diretrizes metodológicas de elaboração de revisão de literatura e metanálise de ensaios clínicos randomizados.

RESULTADOS

Pesquisa da literatura

Foi encontrado um total de 3281 artigos através do sistema eletrônico de pesquisa. No entanto, 3231 foram excluídos depois da leitura dos títulos, resultando em 50 artigos. Desses, 29 foram excluídos após a leitura dos abstracts, pois não atenderam aos critérios de inclusão do estudo, como faixa etária, sexo e modalidade. Resultando assim em 21 artigos selecionados para leitura na íntegra. Por fim, foi realizada a leitura dos 21 artigos na íntegra, sendo excluídos 14 artigos, os quais apresentaram tipo de estudo longitudinal, ou um estudo de caso, além de não apresentarem "carga de treino" como variável independente. Uma visão geral da

seleção completa está apresentada na figura 1. Sete artigos foram incluídos na presente revisão sistemática (tabela 1).

A análise e a seleção dos artigos foram realizadas por dois investigadores sob a supervisão de um terceiro investigador, que reanalisou as publicações excluídas. Eventuais discrepâncias relacionadas às exclusões foram solucionadas por consenso dos três investigadores.

Os resultados dos artigos selecionados foram analisados com considerações da análise da carga de treino (interna e externa), por diferentes métodos (psicológicos, fisiológicos e bioquímicos), e pelas ca da população (modalidade, sexo e faixa etária).

Amostra

Foram apresentados estudos com população de jovens atletas do sexo masculino das modalidades de tênis de campo e voleibol. O número mínimo de atletas apresentado em um estudo foi de 8 e o máximo de 18.

Categorias

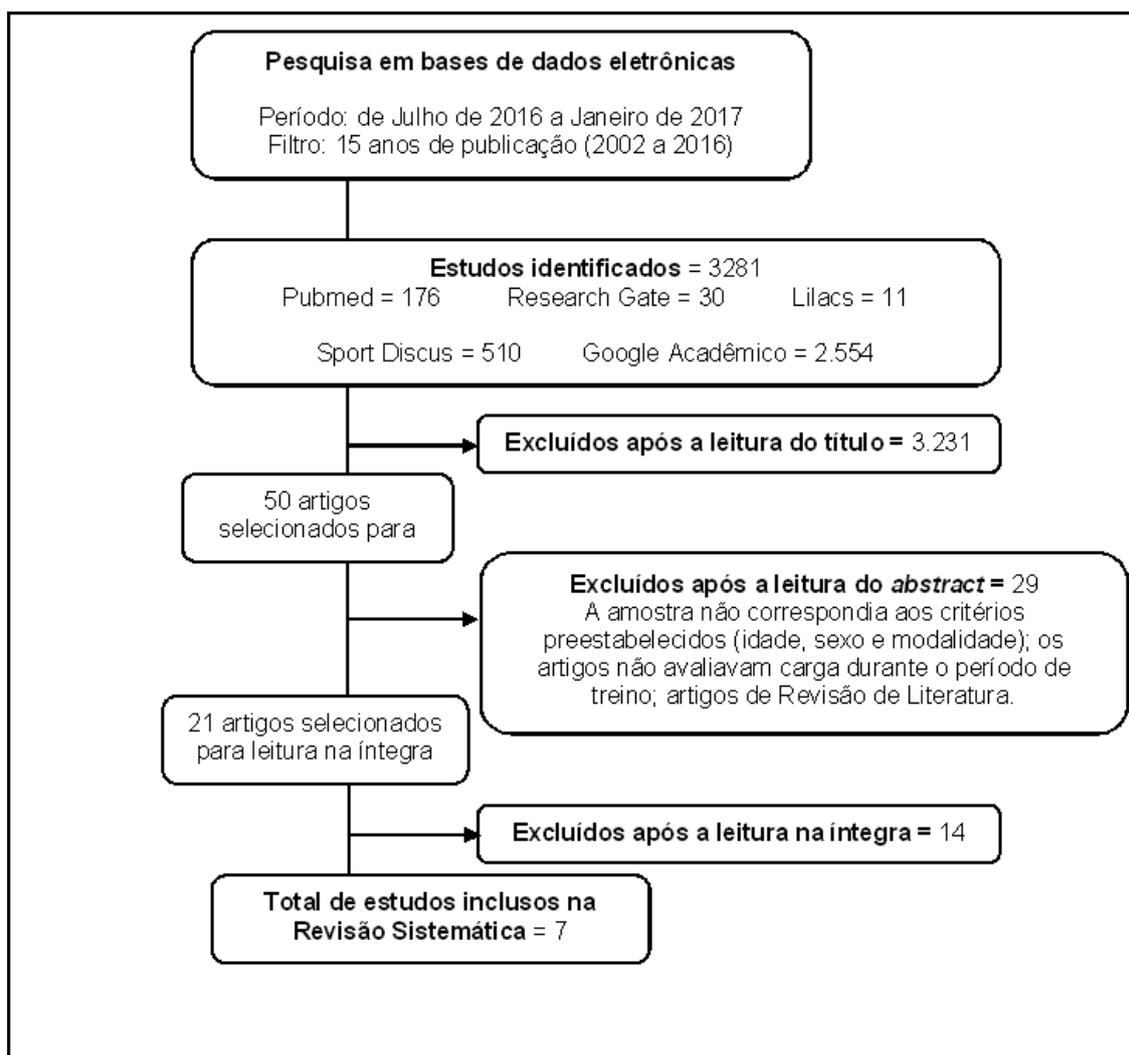


Figura 1 - Organograma das etapas transcorridas para a realização da revisão de literatura.

Tabela 1 - Descrição dos artigos selecionados.

Estudo	Amostra	Variáveis	Desenho do Estudo	Objetivo Principal	Resultados
Freitas e colaboradores (2014)	8 atletas de voleibol. 19,75 ± 1,48 anos; 77,52 ± 11,5Kg; 1,88 ± 0,07m; GC: 9,07 ± 2,71%	CMJ, RESTQ-sport, CK – analisadas em 3 momentos. Primeiro dia de treino, 1º período (11 dias de treino) 2º período (14 dias após o 1º período). PSE diária; monotonia; strain TQR- pré e pós.	25 dias de treinamento no plano habitual de treino.	Testar a sensibilidade do desempenho do CMJ, RESTQ-sport, TQR e CK à intensificação da carga durante um período pré-competitivo de atletas de voleibol de alto rendimento.	Os valores de CK aumentaram ao longo dos treinos. Primeiro dia (158,14 ± 56,12U/L), 1º período (288,71 ± 105,05) e 2º período (1º período). Na variável CMJ houve melhora, porém não significativa ao longo dos treinos. Na variável PSE, o 1º período apresentou uma carga total maior que no 2º período, consequentemente a monotonia e o estresse de treino foram maiores no 1º período. Na variável RESTQ-Sport os tópicos de fadiga e sucesso aumentaram com o passar dos treinos, e os tópicos de estresse permaneceram equilibrados. O estado de recuperação (escala TQR) não se diferenciou ao longo dos momentos analisados.
Gomes e colaboradores (2013)	10 jovens tenistas 18,5 ± 0,4 anos; 72,4 ± 6Kg; 178 ± 4cm;	PSE diária; monotonia; strain DALDA - semanalmente IgA salivar –semanalmente Cortisol –semanalmente Testosterona –semanalmente Pré e pós: 1RM no supino reto e leg press; teste T; YoYo IE; SJ e CMJ.	5 semanas de treinamento, sendo as 4 primeiras semanas com aumento de carga e a última semana tamponamento.	Investigar o efeito da periodização das cargas de treinamento sobre a carga interna de treino, a tolerância ao estresse, às repostas endócrinas e o desempenho físico em tenistas.	A monotonia se mantém estável em toda semana e diminui significativamente na última semana (Fase de tamponamento). A força nos testes de 1RM, a resistência no teste de YoYo IE e o tempo no teste de agilidade melhoraram significativamente do pré para o pós teste. Já para o SJ e CMJ não apresentaram diferença significativa. Na variável sintoma de estresse teve aumento significativo na 3ª semana e diminuição na 5ª semana. O cortisol salivar aumentou significativamente na 4ª semana, retornando aos valores iniciais na 5ª semana. Já a relação testosterona-cortisol diminuíram significativamente nas semanas 3 e 4, e a concentração de imunoglobulina não mudou durante o período de treino.
Ziemann e colaboradores (2013)	15 jovens tenistas 16 anos 1,79 ± 0,08cm 67,8 ± 12,7Kg 9,4 ± 2,5%	Análise dos marcadores proteicos de estresse (Hsp27 e Hsp70), do peróxido de hidrogênio, das Interleucinas 1β, 6 e 10, do TNF e da CK em 3 momentos. No 1º dia, 4º dia e último dia de treino, sempre antes do início dos treinos. Escala de percepção de recuperação após o término do treinamento.	13 dias de treinamento, sendo os 3 primeiros dias de recuperação ativa (treino baixa intensidade), e os demais em média à alta intensidade.	Avaliar o nível sanguíneo de Hsp 27 e Hsp 70, bem como sua relação com os danos musculares e a inflamação em jogadores de tênis.	O peróxido de hidrogênio diminuiu significativamente com o passar dos treinos. As citocinas 1β e fator de necrose muscular (TNF) também diminuíram significativamente (40%) até o final dos treinos. Em contrapartida, a interleucina IL6 e IL10 aumentaram após a recuperação ativa e após os 13 dias de treinamento. O Hps 27 aumentou uma semana após a recuperação ativa e mais ainda no final do treino. Já o Hps 70 diminuíram conforme passaram os treinos. A enzima CK aumentou no 3º dia e no final da semana de treino, assim como as citocinas IL 6, IL 10 e Hsp 27. O nível de recuperação aumentou no final dos 13 dias de treino.
Freitas e colaboradores (2015)	10 atletas de voleibol. 15,8 ± 0,5 anos; 75,9 ± 1,8Kg; 186 ± 6,6m;	CMJ e resistência de salto de 15 segundos analisadas em 3 momentos. No primeiro dia de treino, no 1º período (11 dias de treino) e no 2º período (14 dias após o 1º período). PSE diária; monotonia; strain RESTQ Sport – analisado no 1º dia, antes de começar os treinos, e nos últimos dias de treino da semana.	25 dias de treinamento físico, técnico e tático. As 2 primeiras semanas consistiram em 3 dias de treino, com descanso de 48h entre eles. As outras 2 semanas, com 4 treinos semanais, sendo 48h de descanso entre o 1º e o 2º dia, e 24h de descanso entre o 3º e o 4º. Treino habitual.	Descrever o efeito do treinamento físico no período pré-competitivo sobre a potência e a resistência de força explosiva dos membros inferiores, estresse e recuperação em jovens atletas de voleibol.	Para a carga interna total de treino da semana, monotonia e estresse de treino (strain), não foram apresentadas diferenças significativas quando comparadas as semanas de treino. Para o CMJ, os atletas apresentaram melhora significativa (p<0.05) após a quarta semana, quando comparado com a primeira e segunda semana. No teste de resistência de salto, os resultados melhoraram progressivamente do primeiro para o terceiro momento (último dia de treino). Segundo o questionário REST Q-Sport, os valores referentes à fadiga foram significativamente mais altos após a 2ª e a 4ª semana (p<0.05), quando comparado com o primeiro dia, e para apontamento de lesão, após a 4ª semana.
Gomes e colaboradores (2015)	12 tenistas profissionais. 18,5 ± 0,4 anos; 72,4 ± 6Kg; 178 ± 4cm;	Frequência cardíaca mensurada durante todo o treino (breath by breath de 5 segundos) somente nos treinos e jogos simulados) PSE diária e somatório da carga semanal.	7 semanas de análise de treino. Totalizando 384 sessões de treino específico na quadra, 23 simulações de jogos e 13 jogos oficiais.	Verificar a validade do método da PSE da sessão de treino para quantificar a carga interna de treino em tenistas competitivos.	Os valores de PSE de treino foi de 4.8±1.1; de jogos simulados foi 7.1±1.2; e jogos oficiais foi de 7.9±1.0. O método de Edwards para análise da CIT teve como base os valores de FC semanais, o qual apresentou correlação muito alta com o método de PSE de treino, moderada nos jogos simulados e quase perfeita em jogos oficiais.
Moreira e colaboradores (2016)	12 tenistas profissionais. 18,5 ± 0,4 anos; 72,4 ± 6Kg; 178 ± 4cm;	Frequência cardíaca (FC) mensurada durante todo o treino (breath by breath de 5 segundos), somente nos treinos e jogos simulados. PSE diária, inclusive em jogos oficiais.	7 semanas de análise de treino. Totalizando 384 sessões de treino específico na quadra, 23 simulações de jogos e 13 jogos oficiais. A FC e a PSE foram distribuídas em zonas para quantificar a CT.	Descrever a distribuição da intensidade do treino de um grupo de tenistas profissionais durante a pré-temporada e o início do período competitivo através da PSE e FC.	O tempo total dos treinos se manteve 52% em baixa intensidade (FC<70% máx), 37.1% em intensidade moderada (70≤FC<80% máx) e 10.9% em alta intensidade (FC>80% máx), valores esses significativos. Para a variável PSE, o tempo total dos treinos (excluiu-se os jogos oficiais) apresentaram 42% em baixa intensidade (PSE≤4), 47.5% em intensidade moderada (4<PSE<7) e 10.5% em alta intensidade (PSE≥7). Nos jogos oficiais, a PSE se manteve na maior parte do tempo, 89.2% do tempo total, em alta intensidade e 10.8% em intensidade moderada, não havendo nenhuma percepção subjetiva para baixa intensidade (0%).
Aoki e colaboradores (2016)	18 atletas jovens de voleibol. N=9 (15,2 ± 0,83 anos; 76,7 ± 8,2Kg; 191 ± 7,9cm) N=9 (17,4 ± 1,2 anos; 82,5 ± 7,1Kg; 190 ± 6,1cm)	PSE diária para as sessões de treino técnico/tático e para os treinos físicos separadamente; monotonia; BRUMS (questionário de estado de humor) semanal Salto vertical (squat jump; counter movement jump, salto livre) – pré e pós	9 semanas de treinamento físico, técnico e tático. Mesociclo preparatório: 5 semanas de treino técnico/tático e físico. Mesociclo competitivo: 4 semanas de treino técnico/tático e físico, com jogos oficiais. Os atletas mais novos não fizeram treino físico de levantamento de peso.	Verificar o efeito da periodização do treinamento a partir da carga interna de treino, estados de humor e capacidade de salto vertical em jovens atletas de voleibol.	A média de treino diário foi de 63±17.9 min. O grupo sub 16 completaram 29 sessões de treino, e o sub 19 completaram 35, durante todo o período de treinamento. Para a variável estado de humor, não houve diferença estatística entre os mesociclos para ambos os grupos. Houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos sub 16 e o sub 19 para as variáveis de tensão, depressão, raiva, fadiga, e estado total de alteração de humor. O grupo sub 16 apresentou aumento de todos os estados de humor no período competitivo, no entanto, o grupo sub 19 só apresentou aumento do estado de depressão nesse mesmo período, quando comparado com o período preparatório. Para o salto vertical, houve aumento significativo nos 3 tipos de saltos para ambos os grupos, quando comparado pré e pós teste. Sendo o grupo sub 19 que apresentou maior eficiência dos saltos. Quando comparado os mesociclos, o mesociclo de treino preparatório apresentou maior carga interna de treino quando comparado ao período competitivo. A média total da carga interna de treino do grupo sub 19 foi melhor do que o grupo sub 16.

Legenda: PSE- Percepção Subjetiva de Esforço (escala de Borg de 0-10); TQR – Escala de Recuperação; CK – Creatina Quinase; CMJ – Counter Moviment Jump; SJ – Squat Jump; Strain – estresse devido ao esforço; RESTQ Sport – questionário de recuperação ao estresse em atletas; DALDA - Daily Analysis of Life Demands for Athletes; YoYo IE – YoYo Intermitent Endurance Test.

Variáveis encontradas

Quatro artigos utilizaram variáveis neuromusculares e questionários psicológicos, três artigos apresentaram análises bioquímicas, dois artigos utilizaram a frequência cardíaca, e seis, dos sete, utilizaram o método de Percepção Subjetiva de Esforço (PSE), para mensurar a carga interna de treino imposta aos atletas.

Nos quatro estudos (Aoki e colaboradores, 2016; Freitas e colaboradores, 2014, 2015; Gomes e colaboradores, 2013) que utilizaram, periodicamente, as variáveis neuromusculares de saltos verticais para controle da carga de treino, apresentaram melhora ao longo das semanas de treino, apesar de não serem melhoras significativas em alguns casos. No estudo de Freitas e colaboradores (2015), também foi realizado o teste de resistência de salto (4 saltos de 15 segundos cada), e para essa variável houve melhora progressiva durante os 25 dias de treinamento. No estudo de Gomes e colaboradores (2013), além dos saltos verticais (SJ e CMJ), foram avaliadas a força (teste de 1RM), agilidade (teste T) e resistência (YoYo Intermittent Endurance Test), para todas essas variáveis o pós-teste apresentou melhora significativa quando comparado ao pré-teste.

O questionário RESTQ-Sport para análise da recuperação do estresse em atletas foi utilizado em dois estudos (Freitas e colaboradores, 2014, 2015), e em ambos pôde-se observar que os tópicos de fadiga e sucesso aumentaram com o passar dos treinos, e os tópicos de estresse permaneceram equilibrados. O questionário DALDA para análise dos sinais e sintomas de estresse, no estudo de Gomes e colaboradores (2015), foi analisado semanalmente, apresentando um aumento significativo na 3ª semana de treino, e diminuindo na 5ª e última semana (fase de tamponamento do treinamento).

Apenas no estudo de Aoki e colaboradores (2016), da presente revisão, foi utilizado o questionário de POMS para analisar o estado de humor semanal de jovens atletas, sendo que para o grupo sub 16 todos os estados de humor aumentaram do período preparatório para o período competitivo, já no grupo sub 19, apenas o estado de depressão que apresentou aumento entre os períodos.

Ziemann e colaboradores (2013) e Freitas e colaboradores (2014) aplicaram a escala de percepção de recuperação após o término do treinamento. No estudo de Freitas e colaboradores, com 25 dias de treinamento habitual, não houve melhora para a percepção de recuperação pré e pós-teste, no entanto, no estudo de Ziemann e colaboradores com 13 dias de treinamento, com aumento progressivo da intensidade, apresentou uma melhora na recuperação no pós-teste.

A enzima creatina quinase (CK) foi utilizada como método de quantificação da carga de treino em dois estudos da presente revisão sistemática, sendo ela analisada periodicamente durante as semanas de treino, Freitas e colaboradores (2014) e Ziemann e colaboradores (2013), e ambos os estudos apresentaram que os valores de CK aumentam ao longo das semanas de treinamento, principalmente quando nesse período há um jogo amistoso, ou aumento da carga de treino. Gomes e colaboradores (2015) analisaram o cortisol salivar semanal, e obtiveram que ele aumentou significativamente na penúltima semana de treino (4ª semana), retornando aos valores iniciais na última semana (tamponamento). Já a relação testosterona-cortisol, também medida semanalmente, diminuíram significativamente nas semanas 3 e 4, semanas essas que houve aumento da intensidade do treino, e a concentração de imunoglobulina não mudou durante todo o período de treino.

Em dois estudos utilizaram a frequência cardíaca para quantificar a carga de treino. O estudo de Gomes e colaboradores (2015) que teve como objetivo validar o método da PSE como controle da carga interna de treino em jovens tenistas à partir da frequência cardíaca de treino (método de Edwards), e o estudo de Moreira e colaboradores (2016) que monitorou todos os treinos e jogos simulados, notando que os treinos se mantinham 52% do tempo total em baixa intensidade ($FC < 70\% \text{máx}$), 37.1% em intensidade moderada ($70 \leq FC < 80\% \text{máx}$) e 10.9% em alta intensidade ($FC > 80\% \text{máx}$).

A percepção subjetiva de esforço (PSE), a monotonia e o strain (estresse devido ao esforço) foram utilizados como variáveis para quantificar a carga de treino em todos os artigos da presente revisão, exceto o de Ziemann e colaboradores (2013). No entanto, para todos os artigos, a carga diária de treino

(PSE da sessão) variava conforme o tipo e a intensidade do treino, porém quando analisado semanalmente, a carga total de treino da semana, a monotonia e o strain não apresentaram diferenças significativas entre as semanas. Considerando assim que essas variáveis não se alteram muito durante um período de treinamento.

A maioria dos estudos avaliaram mais de 25 dias, sendo apenas o estudo de Ziemann e colaboradores (2013) que analisaram durante um período de 13 dias de treinamento, no entanto, pôde-se observar que independente do período, todos os estudos avaliaram as cargas semanais de treino.

DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi fornecer uma revisão geral da literatura existente sobre os diferentes métodos de quantificação do controle da carga de treino em jovens atletas do sexo masculino. De maneira geral, a maioria dos estudos inclusos nessa revisão sistemática sugere as medidas bioquímicas e psicológicas (subjetivas) serem os métodos mais utilizados e fidedignos para quantificar a carga de treino de jovens atletas. Em particular, as medidas bioquímicas de creatina quinase, cortisol e testosterona, e as medidas subjetivas, PSE, questionário de sinais e sintomas de estresse (DALDA), questionário de estado de humor dos atletas (POMS), e questionário de estresse e recuperação (RESTQ-Sport).

Segundo Kellmann (2010), as mudanças de humor, as variações da concentração da enzima creatina quinase, e as oscilações no desempenho esportivo, influenciam no sucesso do treino. Nesse sentido, o monitoramento do treinamento de atletas de elite deve envolver uma avaliação multivariada para mensurar a adaptação das cargas de treino (Purge e colaboradores, 2006).

Os marcadores bioquímicos são considerados potentes parâmetros de avaliação do overtraining, o qual é ocasionado por estresse oxidativo das células, devido ao desequilíbrio das cargas de treino, excesso de competições e período inadequado de recuperação (Kellmann, 2010).

A creatina quinase (CK) é uma enzima amplamente utilizada como um biomarcador de estresse muscular. O aumento dos valores

séricos de CK está atribuído aos danos teciduais decorrentes do treinamento (Araujo e colaboradores, 2008).

Segundo Hartmann e Mester (2000), a determinação da CK parece ser um parâmetro sensível e confiável para avaliar qualquer aumento no estresse muscular ou a tolerância individual ao exercício muscular. Apesar de ser um método indireto e invasivo, este se mostra como o parâmetro mais acessível e com menor custo para controle da carga de treino por profissionais da área.

Investigadores também propõem a utilização da medida do cortisol no sangue ou salivar como uma resposta do organismo, frente a estímulos estressores, como o exercício físico (Bozovic e colaboradores, 2013; Hellhammer e colaboradores, 2009; Papacosta e Nassis, 2011). Esse método é comumente utilizado para identificar níveis de estresse físico em equipes de alto rendimento, tendo um efeito catabólico no tecido muscular dos atletas quando encontrado em alta concentração, situações de overreaching e/ou overtraining, no plasma sanguíneo (Antunes e colaboradores, 2011; Wilmore e Costill, 2001). Os níveis de cortisol permanecem elevados por até 2 horas após o exercício intenso (McArdle e colaboradores, 2003). No entanto, o estudo de Hakkinen e colaboradores (2000) afirma que atletas altamente treinados mantêm um estado de hiper-cortisolismo, ou seja, mantêm um estado de alto teor de glicocorticóides, especialmente o cortisol, no corpo.

A testosterona tem efeito contrário ao cortisol, porém também é um hormônio capaz de identificar o estresse muscular em atletas. Esse hormônio apresenta um papel importante em muitos processos metabólicos, tal como o aumento da síntese de glicogênio muscular e proteção contra o efeito proteolítico de glicocorticóides, aumentando a síntese de proteínas musculares (Hoogeveen e Zonderland, 1996).

O equilíbrio entre a atividade anabólica e catabólica é representado pela razão entre a testosterona e o cortisol, que é conhecida como testosterona / cortisol. Baseado na premissa de que a testosterona tem efeitos anabólicos e o cortisol catabólicos, a razão e testosterona/cortisol tem sido proposta como um grande marcador de overtraining. (Budgett e colaboradores, 1998). Nesse sentido, a intensidade, duração e tipo de exercício

influenciam na alteração dos valores séricos de creatina quinase, cortisol e testosterona.

As medidas psicológicas (subjetivas) identificaram consistentemente a queda do bem-estar físico com o aumento agudo da intensidade do treino, e quando da diminuição da intensidade, os sinais e sintomas de estresse melhoraram (Coutts, Wallace e Slattery, 2007; Halson e colaboradores, 2002; Jürimäe e colaboradores, 2004; Mäestu e colaboradores, 2006; Main e colaboradores, 2009).

Segundo Kazdin (1974), as medidas subjetivas, por refletirem tanto aumentos agudos como diminuição da carga de treino, são de fato responsivas às cargas de treino. Além disso, Raglin e colaboradores (1996) e O'Connor e colaboradores (1989) afirmam que as medidas subjetivas identificam, também, a fadiga do atleta em resposta à carga crônica de treinamento.

Particularmente, as medidas subjetivas apresentam grande sensibilidade às respostas do estado de humor, da fadiga, sinais e sintomas de estresse e do processo de recuperação. Nos estudos da presente revisão, todos os artigos apresentaram pelo menos um método subjetivo para controle da carga de treinamento, podendo ser por questionários de sinais e sintomas de estresse, percepção subjetiva de esforço, ou questionário de recuperação ao estado de estresse, mostrando assim a consistência dessas variáveis para controle da carga de treino.

O potencial de eficácia das medidas subjetivas (questionários) para monitorização de atletas vem sendo padronizado, no entanto implementações práticas ideais ainda estão por serem determinadas (Saw e colaboradores, 2015). Grove e colaboradores (2014), sugerem que as medidas subjetivas em atletas englobem construções múltiplas para refletir melhor a capacidade de desempenho.

Recomenda-se que uma monitorização frequente das medidas subjetivas seja feita para controlar melhor as cargas de treino, e para isso, os questionários POMS e BRUMS, instrumentos que enfatizam a importância de informações sobre o estado de humor, e RESTQ-Sport, o qual reporta estresse e recuperação dos atletas em respostas à carga de treino aguda e crônica, além da análise da Percepção Subjetiva de

Esforço diária, são os métodos mais utilizados nos estudos. Além desses, o questionário DALDA apresenta consistentes fatores que também influenciam nos sinais e sintomas de estresse, complementando os dois questionários acima.

Limitações do estudo

Foram inclusos na presente revisão sistemática, estudos com análises objetivas e subjetivas de controle da carga de treino, o que permitiu uma percepção da relação entre estas variáveis. No entanto, dentro dos critérios de inclusão, diferentes métodos objetivos e subjetivos de quantificação foram apresentados quando analisados os estudos da presente revisão, o que reduz a associação entre estes tipos de medidas, além da diferença de atletas que compunham as amostras, fatores esses, limitantes na presente revisão.

CONCLUSÃO

Os resultados apresentados na presente revisão da literatura sugeriram que a intensidade, frequência e duração do treino influenciam nas respostas psicológicas e físicas dos jovens atletas de tênis e voleibol, onde, quanto maior o período de análise do treinamento, e quanto maior a intensidade do treino, maiores são os sinais e sintomas de estresses psicológicos, e mais elevadas são as respostas bioquímicas referentes ao estresse muscular. Já para as variáveis motoras de saltos verticais, os resultados do presente estudo, após um determinado período de treinamento, apresentaram melhora do desempenho dos atletas, o que sugere não ser uma variável confiável para ser utilizada sozinha como controle da carga de treino.

Nesse sentido, a monitoração da carga de treino tem grande importância nas equipes esportivas, tanto em modalidades individuais como coletivas, para o controle do rendimento e suas possíveis adaptações decorrentes do processo de treinamento sistematizado, além do crescimento científico da modalidade.

Sendo as medidas mais confiáveis para controle da carga interna de treino de atletas competitivos, a partir da carga externa aplicada, as medidas bioquímicas de creatina

quinase, cortisol, testosterona, imunoglobulina, marcadores proteicos e interleucinas; e as medidas subjetivas (psicológicas), por meio de questionários de sinais e sintomas de estresse (DALDA), de estado de humor dos atletas (POMS), e de estresse e recuperação (RESTQ-Sport), apresentando alta correlação entre si.

REFERÊNCIAS

- 1-Algroy, E.A.; Hetlelid, K.J.; Seiler, S.; Stray Pedersen, J.I. Quantifying training intensity distribution in a group of Norwegian professional soccer players. *Int J Sports Physiol Perform.* Vol. 6. Num. 1. p. 70-81. 2011.
- 2-Antunes, H.K.M.; Terrão, F.L.; Mello, M.T. Efeitos e sintomas da privação do exercício físico – revisão. *Revista Bras Cien Med Saúde.* Vol. 1. Num. 1. p. 53-61. 2011.
- 3-Aoki, M.S.; Arruda, A.F.S.; Freitas, C.G.; Miloski, B.; Marcelino, P.R.; Drago, G.; Drago, M.; Moreira, A. Monitoring training loads, mood states and jump performance over two periodized training mesocycles in elite young volleyball players. *International Journal of Sports Science & Coaching.* Vol. 12. Num. 1. p. 130-137. 2016.
- 4-Araujo, G.G.; Gobatto, C.A.; Hirata, R.D.C.; Hirata, M.H.; Cavaglieri, C.R.; Verlengia, R. Respostas fisiológicas para detectar o overtraining. Vol. 19. Num. 2. p. 275-289. 2008.
- 5-Borresen, J.; Lambert, M.I. The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Medicine.* Vol. 39. Num. 9. p. 779-795. 2009.
- 6-Bozovic, D.; Racic, M.; Ivkovic, N. Salivary cortisol levels as a biological marker of stress reaction. *Med Arch.* Vol. 67. Num. 5. p. 374-377. 2013.
- 7-Brink, M.S.; Visscher, C.; Arends, S., Zwerver, J.; Post, W.J.; Lemmink, K.A. Monitoring stress and recovery: new insights for the prevention of injuries and illnesses in elite youth soccer players. *Br J Sports Med.* Vol. 44. Num. 11. p. 809-815. 2010.
- 8-Budgett, R.; Castell, L.; Newsholme, E.A. The overtraining. In Harries M; Willians C; Stanish WD; Micheli LJ. Ed Oxford textbook of sports medicine. New York, 2ªed: p. 367-677. 1998.
- 9-Coutts, A.; Reaburn, P.; Piva, T.J.; Murphy, A. Changes in selected biochemical, muscular strength, power, and endurance measures during deliberate overreaching and tapering in rugby league players. *Int J Sports Medicine.* Vol. 28. Num. 2. p. 116-124. 2007.
- 10-Coutts, A.J.; Wallace, L.K.; Slattery, K.M. Monitoring changes in performance, physiology, biochemistry, and psychology during overreaching and recovery in triathletes. *International Journal of Sports Medicine.* Vol. 28. Num. 2. p. 125-134. 2007.
- 11-Coyle, E. F. Physical activity as a metabolic stressor. *American Journal of Clinical Nutrition.* Vol. 72. Num. 2. p. 512S-520S. 2000.
- 12-DiFiori, J.P.; Benjamin, H.J.; Brenner, J.S.; Gregory, A.; Jayanthi, N.; Landry, G.L.; Luke, A. Overuse injuries and burnout in youth sports: a position statement from the American Medical Society for Sports Medicine. *Clinical Journal of Sport Medicine.* Vol. 24. Num. 1. p. 3-20. 2014.
- 13-Esteve-Lanao, J.; Foster, C.; Seile, S.; Lucia, A. Impact of training intensity distribution on performance in endurance athletes. *J Strength Cond Research.* Vol. 21. Num. 3. p. 943-949. 2007.
- 14-Esteve-Lanao, J.; San Juan, A.F.; Earnest, C.P.; Foster, C.; Lucia, A. How do endurance runners actually train? Relationship with competition performance. *Med Sci Sports Exercise.* Vol. 37. Num. 3. p. 496-504. 2005.
- 15-Fahlman, M.M.; Engels, H.J. Mucosal IgA and URTI in american college football players: a year longitudinal study. *Med Sci Sports Exercise.* Vol. 37. Num. 3. p. 374-380. 2005.
- 16-Freitas V.H.; Nakamura, F.Y.; Miloski, B.; Samulski, D.; Bara-Filho, M.G. Sensitivity of Physiological and Psychological Markers to Training Load Intensification in Volleyball Players. *Journal of Sports Science & Medicine.* Vol. 13. Num. 3. p. 571-579. 2014.

- 17-Freitas, V.H.; Nakamura, F.Y.; Andrade, F.C.; Pereira, L.A.; Coimbra, D.R.; Bara Filho, M.G. Pre competitive physical training and markers of performance, stress and recovery in young volleyball athletes. *Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum.* Vol. 17. Num. 1. p. 31-40. 2015.
- 18-Gomes, R.V.; Moreira, A.; Lodo, L.; Capitani, C.D.; Aoki, M.S. Ecological Validity of Session RPE Method for Quantifying Internal Training Load in Tennis. *International Journal of Sports Science & Coaching.* Vol. 10. Num. 4. 2015,
- 19-Gomes, R.V.; Moreira, A.; Lodo, L.; Nosaka, K.; Coutts, A.J.; Aoki, M.S. Monitoring Training Loads, Stress, Immune Endocrine Responses and Performance in Tennis Players. *Biology of Sport.* Vol. 30. Num. 3. p. 173-180. 2013.
- 20-Grove, J.R.; Main, L.C.; Partridge, K.; Bishop, D.J.; Russell, S.; Shepherdson, A.; Ferguson, L. Training distress and performance readiness: laboratory and field validation of a brief self-report measure. *Scand J Med Sci Sports.* Vol. 24. Num. 6. p. 483-490. 2014.
- 21-Hakkinen, K.; Pakarinen, A.; Kraemer, W.J.; Newton, R.U.; Alen M. Basal concentrations and acute responses of serum hormones and strength development during heavy resistance training in middle-aged and elderly men and women. *J Gerontol a Biol Sci Med Sci.* Vol. 55. Num. 2. p. 95-105. 2000.
- 22-Halson, S.L.; Bridge, M.W.; Meeusen, R.; Busschaert, B.; Gleeson, M.; Jones, D.A.; Jeukendrup, A.E. Time course of performance changes and fatigue markers during intensified training in trained cyclists. *Journal of Applied Physiology.* Vol. 93. Num. 3. p. 947-956. 2002.
- 23-Hartmann, U.; Mester, J. Training and overtraining markers in selected sport events. *Med Sci Sports Exerc.* Vol. 32. Num. 1. p. 209-215. 2000.
- 24-Hellhammer, D.H.; Wüst, S.; Kudielka, B.M. Salivary cortisol as a biomarker in stress research. *Psychoneuroendocrinology.* Vol. 34. Num. 2. p. 163-171. 2009.
- 25-Hoogeveen, A.R.; Zonderland, M.L. Relationships between testosterone, cortisol and performance in professional cyclists. *International Journal of Sports Medicine.* Vol. 17. Num. 6. p. 423-428. 1996.
- 26-Hynynen, E.; Uusitalo, A.; Kontinen, N.; Rusko, H. Cardiac autonomic responses to standing up and cognitive task in overtrained athletes. *Int J Sports Med.* Vol. 29. Num. 7. p. 552-558. 2008.
- 27-Impellizzeri, F.M.; Rampinini, E.; Marcora, S.M. Physiological assessment of aerobic training in soccer. *Journal of Sports Science.* Vol. 23. Num. 6. p. 583-592. 2005.
- 28-Jürimäe, J.; Mäestu, J.; Purge P. I.; Jürimäe, T. Changes in stress and recovery after heavy training in rowers. *Journal of Science and Medicine in Sport.* Vol. 7. Num. 3. p. 335-339. 2004.
- 29-Kazdin, A.E. Reactive self-monitoring: the effects of response desirability, goal setting, and feedback. *Journal of Consulting Clinical Psychology.* Vol. 42. Num. 5. p. 704-716. 1974.
- 30-Kellmann, M. Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. *Scand J Med Sci Sports.* Vol. 20. Num. 2. p. 95-102. 2010
- 31-Mäestu, J.; Jürimäe, J.; Kreegipuu, K.; Jürimäe, T. Changes in perceived stress and recovery during heavy training in highly trained male rowers. *Sport Psychologist.* Vol. 20. Num. 1. p. 24-39. 2006.
- 32-Main, L.C.; Dawson, B.; Grove, J.R.; Landers, G.J.; Goodman, C. Impact of training on changes in perceived stress and cytokine production. *Research of Sports Medicine.* Vol. 17. Num. 2. p. 121-132. 2009.
- 33-Mcardle, W.D.; Katch, F.I.; Katch, V.L. *Fisiologia do exercício – energia, nutrição e desempenho humano.* 5ª Edição, Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. 2003.
- 34-Moher, D.; Liberati, A.; Tetzlaff, J.; Altman, D. G.; Prisma Group. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: the PRISMA Statement. *BMJ*

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpfex.com.br

(Clinical Research ed.). Vol. 6. Num. 7. p. 339:b2535. 2009.

35-Moreira, A.; Gomes, R.V.; Capitani, C.D.; Lopes, C.R.; Santos, A.R.; Aoki, M.S. Training intensity distribution in young tennis players. *International Journal of Sports Science & Coaching*. Vol. 11. Num. 6. p. 1-24. 2016.

36-Nederhof, E.; Lemmink, K. A.; Visscher, C.; Meeusen, R.; Mulder, T. Psychomotor speed: possibly a new marker for overtraining syndrome. *Sports Med*. Vol. 36. Num. 10. p. 817-828. 2006.

37-O'Connor, P. J.; Morgan, W. P.; Raglin, J. S.; Barksdale, C. M.; Kalin, N. H. Mood state and salivary cortisol levels following overtraining in female swimmers. *Psychoneuroendocrinology*. Vol. 14. Num. 4. p. 303-310. 1989.

38-Papacosta, E.; Nassis, G.P. Saliva as a tool for monitoring steroid, peptide and immune markers in sport and exercise science. *Journal of Science and Medicine in Sport*. Vol. 14. Num. 5. p. 424-434. 2011.

39-Purge, P.; Jurimae, J.; Jurimae, T. Hormonal and psychological adaptation in elite male rowers during prolonged training. *J Sports Sci*. Vol. 24. Num. 10. p. 1075-1082. 2006.

40-Raglin, J.S.; Koceja, D.M.; Stager, J.M.; Harms, C.A. Mood, neuromuscular function, and performance during training in female swimmers. *Medicine Science of Sports Exercise*. Vol. 28. Num. 3. p. 372-377. 1996.

41-Saw, A.E.; Main, L.C.; Gastin, P.B. Monitoring the athlete training response: subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*. p. 1-13. 2015.

42-Seiler, K.S.; Kjerland, G.Ø. Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an "optimal" distribution? *Scand J Med Sci Sports*. Vol. 16. Num. 1. p. 49-56. 2006.

43-Seiler, S.; Tonnessen, E. Intervals, thresholds, and long slow distance: the role of

intensity and duration in endurance training. *Sportscience*. Vol. 13. p. 32-53. 2009.

44-Smith, D.J. A framework for understanding the training process leading to elite performance. *Sports Medicine*. Vol. 33. Num. 15. p. 1103-1126. 2003.

45-Willmore, J.H.; Costill, D.L. *Fisiologia do Esporte e do Exercício*. 2ª edição. São Paulo: Manole. 2001.

46-Ziemann, E.; Zembroń-Lacny, A.; Kasperska, A.; Antosiewicz, J.; Grzywacz, T.; Garszka, T.; Laskowski, R. Exercise Training-Induced Changes in Inflammatory Mediators and Heat Shock Proteins in Young Tennis Players. *Journal of Sports Science and Medicine*. Vol. 12. Num. 2. p. 282-289. 2013.

Recebido para publicação 02/05/2017

Aceito em 24/08/2017