

JOÃO GUSTAVO DE OLIVEIRA CLAUDINO

**UTILIZAÇÃO DO DESEMPENHO EM SALTOS VERTICAIS NA
REGULAÇÃO DA CARGA DE TREINAMENTO**

Belo Horizonte - MG

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/ UFMG

2011

JOÃO GUSTAVO DE OLIVEIRA CLAUDINO

**UTILIZAÇÃO DO DESEMPENHO EM SALTOS VERTICAIS NA
REGULAÇÃO DA CARGA DE TREINAMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências do Esporte.

Área de Concentração: Treinamento Esportivo

Orientador: Prof. Dr. Leszek Antoni Szmuchrowski

Belo Horizonte - MG

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/ UFMG

2011

Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte

Dissertação intitulada *“Utilização do desempenho em saltos verticais na regulação da carga de treinamento”*, de autoria do mestrando João Gustavo de Oliveira Claudino, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof. Dr. Leszek Antoni Szmuchrowski – Orientador
Depto de Esportes/Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

Prof. Dr. Pablo Juan Greco
Depto de Esportes/Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

Prof. Dr. Ary Gomes Filho
Universidade Federal de Pernambuco/ UFPE

Prof. Dr. Herbert Ugrinowitsch
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

Belo Horizonte, 25 de março de 2011.

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Avaliação da Carga (LAC), da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Foram concedidos auxílios financeiros pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela Coordenação de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo Ministério da Educação e pelo Ministério do Esporte.

A todos aqueles que acreditam que os sonhos podem se tornar realidade, desde que você batalhe para isso (PEREIRA, 2011).

AGRADECIMENTOS

A Deus por alimentar-me sempre nesta luta.

A D^a Piedade, a D^a Celeste, a Joyce e a Luana, que são os alicerces maiores da minha vida.

Aos parceiros Adriano Lima e Rafael Soncin por fortalecermos uns aos outros em busca do nosso sonho.

A todos os Professores que tive ao longo da minha vida.

A Prof^a. Ms. Silvia por abrir, com aquele sorriso, as portas da UFMG quando chegamos (Eu e o Rafael Soncin).

Ao Prof. Dr. Leszek Antoni Szmuchrowski pela oportunidade.

A Moçada do LAC pelos ensinamentos e convivência.

Aos voluntários do estudo pelo empenho, envolvimento e compreensão.

Aos funcionários (Colegiado, Portaria, Vigilância, Limpeza, Almoxarifados) e aos companheiros de marmita pelo carinho e apoio durante a caminhada.

E por fim, a todos aqueles que de alguma maneira contribuíram para a realização deste sonho.

Meus sinceros agradecimentos.

EPÍGRAFE

“...eu sou guerreiro, sou trabalhador
e todo dia vou encarar
com fé em Deus e na minha batalha...”

Marcelo Yuka e Falcão

RESUMO

O propósito do estudo foi verificar o efeito da regulação da carga de treinamento, a partir da realização de salto com contramovimento (SCM) no início da sessão, sobre a carga total de treinamento pliométrico e o desempenho em saltos verticais. Neste estudo 44 homens estudantes de Educação Física tiveram o desempenho em SCM e salto agachado (SA) avaliados e foram distribuídos aleatoriamente em 4 grupos: Grupo sem Regulação (GSR), Grupo com Regulação (GCR), Grupo Espelho (GE) e Grupo Controle (GC). O GSR realizou 6 semanas de treinamento pliométrico sem ajustes das cargas de treinamento. O GCR realizou o mesmo treinamento, entretanto, as cargas poderiam sofrer ajustes em função do desempenho em SCM realizados no início da sessão. O GE executou o planejamento com os mesmos ajustes realizados no GCR. Ao final do treinamento todos os participantes foram reavaliados em testes de saltos verticais. A carga total de treinamento foi significativamente inferior ($p < 0.05$; Tamanho de Efeito = 0.82) nos grupos GCR e GE (1905 \pm 37 saltos) quando comparados ao GSR (1926 \pm 0 saltos). A alteração de desempenho dos saltos verticais foi significativa para os grupos que realizaram o treinamento ($p < 0.05$). O GSR e o GCR obtiveram um tamanho de efeito (TE) grande no desempenho em saltos verticais, entretanto, o GE apresentou um TE moderado. A utilização do desempenho no SCM, realizado no início da sessão de treinamento como ferramenta de regulação das cargas, permitiu uma diminuição significativa na carga total de treinamento, sem reduzir os efeitos crônicos sobre o desempenho nos saltos verticais.

Palavras-chave: Salto com Contramovimento. Ajuste. Monitoramento. Treinamento pliométrico.

ABSTRACT

The purpose of this study was to verify the regulating effect of the training load, using the countermovement jump (CMJ) at the beginning of the session, on the total plyometric training load and the vertical jumps performance. Forty-four males were divided in four groups: No Regulation Group (nRG), Regulation Group (RG), Yoked Group (YG) and Control Group (CG). The nRG received 6 weeks of plyometric training, with no adjustment in training load. The RG underwent the same training; however, the training load was adjusted according to the CMJ performance at the beginning of each session. The YG received the same load adjustments made for the RG. At the end of the training, the CMJ and squat jump performance of all of the participants was reassessed. The total training load was significantly lower ($p = 0.036$; effect size = 0.82) in the RG and the YG (1905 ± 37 jumps) compared to the nRG (1926 ± 0 jumps). The enhancement in vertical jump performance was significant for the groups that underwent the training. The nRG and the RG exhibited a large effect size (ES) in vertical jump performance; however, the YG had a moderate ES. Using vertical jump performance, performed at the beginning of the session, as a tool to regulate the training load resulted in a decrease of the total training load, without decreasing the long-term effects on vertical jump performance.

Key words: Countermovement Jump. Adjustment. Monitoring. Plyometric Training.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1. Delineamento Experimental.....	17
FIGURA 2. Exemplo de análises das variações de desempenho no SCM a partir a DMI.....	20
FIGURA 3. Número de saltos realizados por cada grupo durante o treinamento.....	24
FIGURA 4. Altura do salto com contramovimento (SCM) em cada grupo antes e depois do treinamento.....	25
FIGURA 5. Altura do salto agachado (SA) em cada grupo antes e depois do treinamento.....	26

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Planejamento das 6 semanas de treinamento pliométrico..... 21

TABELA 2. Alterações de desempenho em saltos verticais na reavaliação.....25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

cm - centímetros

DMI - Diferença mínima individual

DP - Desvio padrão

EPM - Erro padrão de medida

FC - Frequência cardíaca

GC - Grupo Controle

GE - Grupo Espelho

GCR - Grupo com Regulação

GSR - Grupo sem Regulação

h - hora

Hz - Hertz

ICC - Índice de correlação intraclasse

IJSM - International Journal of Sports Medicine

kg - Quilogramas

m - metros

n - número de voluntários

N - newton

PSE - Percepção subjetiva do esforço

QM_{erro} - Quadrado médio do erro

rpm - rotações por minuto

SA - Salto Agachado

SCM - Salto com Contramovimento

SP - Saltos em Profundidade

SVM - Saltos Verticais Múltiplos

TE - Tamanho do efeito

VO₂ - Consumo de oxigênio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	MÉTODOS	16
2.1	Participantes	16
2.2	Delineamento Experimental.....	16
2.3	Protocolos de Testes	17
2.3.1	<i>Familiarização</i>	17
2.3.2	<i>Confiabilidade</i>	17
2.3.3	<i>Testes de Saltos Verticais</i>	18
2.3.4	<i>Antropometria</i>	18
2.4	Monitoramento e Regulação.....	19
2.5	Protocolos de Treinamento	21
2.5.1	<i>Grupo sem Regulação (GSR)</i>	21
2.5.2	<i>Grupo com Regulação (GCR)</i>	22
2.5.3	<i>Grupo Espelho (GE)</i>	22
2.5.4	<i>Grupo Controle (GC)</i>	22
2.6	Análise Estatística.....	22
3	RESULTADOS	24
4	DISCUSSÃO	27
	REFERÊNCIAS	32
	ANEXOS	35

1 INTRODUÇÃO

Segundo Gabbett [13], o monitoramento e a regulação das cargas de treinamento são determinantes para assegurar que os atletas recebam a devida progressão de sobrecarga e garantir uma adequada recuperação entre sessões de treinamento. Para que um indivíduo alcance um elevado nível de desempenho esportivo é necessário submetê-lo a situações rigorosas de treino, através de um processo cíclico de treinamento-fadiga-adaptação. No entanto esta adequada recuperação entre as sessões deve ser respeitada, pois caso isso não ocorra, o processo pode tornar-se imperfeito, com atletas treinando fadigados [12].

A regulação implica no monitoramento das respostas ao treinamento e no ajuste das cargas planejadas em função destas respostas. Uma aplicação inadequada das cargas de treinamento pode trazer prejuízos como o aumento da probabilidade de lesão [14, 15]. Estas consequências negativas podem ser minimizadas a partir da identificação do estado do indivíduo e conseqüente diminuição da sobrecarga. Por outro lado, o aumento da sobrecarga se faz necessário quando ocorrem respostas positivas ao treinamento [22, 25]. Um desafio para os treinadores é determinar o momento em que o treino pode tornar-se inadequado e realizar os devidos ajustes, sendo estes os respectivos objetivos do monitoramento [9,10] e da regulação [5, 13].

Diferentes variáveis são utilizadas para monitorar as respostas às cargas de treinamento, como a frequência cardíaca (FC) [2, 29], a percepção subjetiva de esforço (PSE) [11, 30], a percepção da qualidade de recuperação [4, 22], a percepção à dor muscular de início tardio [18, 21], os marcadores de dano muscular [3, 23], a velocidade de corrida [9, 10] e o desempenho em saltos verticais [7, 8, 32] e horizontais [10]. As informações obtidas no monitoramento, a partir da utilização destas variáveis, poderiam ser utilizadas também na regulação das cargas. Contudo, entre os estudos analisados, somente a FC [5] e a PSE [5, 13] foram utilizadas como ferramenta de regulação das cargas. Céline et al. [5] utilizaram a PSE e a FC para regulação das cargas durante 6 semanas de treinamento de ciclismo para jovens

mulheres. Quando, ao final do treino, a PSE ou FC indicavam uma exigência menor que na sessão anterior eram realizados incrementos na carga para a próxima sessão. A PSE também foi utilizada na regulação das cargas aplicadas em atletas de rúgbi. Neste caso, a carga de treinamento era quantificada através da PSE e do tempo de treino. Estas informações eram utilizadas para determinação de um limiar de carga de treinamento e a regulação acontecia na próxima sessão, quando este limiar era ultrapassado [13].

Nos trabalhos encontrados, em que foram investigados os efeitos da regulação das cargas de treinamento, o desempenho em testes funcionais não foi utilizado como parâmetro de ajuste. O desempenho no salto com contramovimento (SCM) já se mostrou uma ferramenta sensível tanto para verificação do aumento do rendimento esportivo [14, 21, 28, 33], quanto para a verificação da condição de fadiga [7, 8, 26, 32]. Assim, talvez este teste possa ser uma eficiente ferramenta para regulação das cargas de treinamento. Além disso, também não foram encontrados estudos em que a regulação proposta permitisse a verificação da condição do indivíduo no início da sessão de treinamento. Esta proximidade entre os momentos de verificação da condição do indivíduo e de aplicação das cargas pode potencializar os efeitos da regulação. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito da regulação da carga de treinamento, a partir da realização de SCM no início da sessão, sobre a carga total de treinamento pliométrico e o desempenho em saltos verticais.

2 MÉTODOS

2.1 Participantes

Participaram do estudo 44 homens estudantes de Educação Física e sem histórico de lesão em membros inferiores. Este estudo foi executado em acordo com os padrões éticos do IJSM [16] e aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisa em Humanos da Universidade FUMEC com protocolo 523/2010. Os voluntários não realizaram nenhum outro tipo de treinamento de força para os membros inferiores durante a realização do estudo.

2.2 Delineamento Experimental

Após os processos de familiarização e confiabilidade os voluntários realizaram testes de saltos verticais e foram distribuídos de maneira aleatória em 4 grupos: Grupo sem Regulação (GSR), Grupo com Regulação (GCR), Grupo Espelho (GE) e Grupo Controle (GC). Os participantes do GSR ($n = 11$; idade 23.9 ± 4.0 anos; estatura 1.77 ± 0.05 m; massa corporal 74.4 ± 9.1 kg) realizaram 6 semanas de Treinamento Pliométrico, sem ajustes das cargas de treinamento. Os participantes do GCR ($n = 11$; idade 22.4 ± 3.4 anos; estatura 1.76 ± 0.06 m; massa corporal 74.7 ± 8.6 kg) realizaram o mesmo treinamento, entretanto, as cargas de treinamento poderiam sofrer ajustes em função do desempenho em saltos verticais realizados no início de cada sessão. Os participantes do GE ($n = 11$; idade 23.0 ± 3.1 anos; estatura 1.80 ± 0.09 m; massa corporal 72.7 ± 10.5 kg) executaram o planejamento de treinamento pliométrico com os mesmos ajustes realizados no GCR, não levando em consideração a sua condição no início de cada sessão. Os participantes do GC ($n = 11$; idade 24.2 ± 2.1 anos; estatura 1.74 ± 0.05 m; massa corporal 72.8 ± 6.8 kg) (média \pm DP) não realizaram nenhum tipo de treinamento durante a pesquisa. Ao final do treinamento todos os participantes foram reavaliados em testes de saltos verticais (Figura 1).

Familiarização			Confiabilidade		Pré teste	Treinamento Pliométrico:	Pós teste		
Sessão 1	Sessão 2	...	Sessão 1	Sessão 2	Sessão 3	<ul style="list-style-type: none"> • GSR – treinamento sem regulação • GCR – treinamento com regulação • GE – treinamento espelho • GC – sem treinamento //	Sessão 1
1 semana			1 semana			3 sessões de treino por semana		1 semana	
						6 semanas			

FIGURA 1. Delineamento Experimental

2.3 Protocolos de Testes

2.3.1 Familiarização

Inicialmente todos os voluntários participaram de um processo de familiarização com saltos verticais. Os procedimentos iniciais foram realizados no tapete de contato Jumptest (Hidrofit Ltda; Belo Horizonte, Brasil, com precisão de 0.1cm), conectado ao software Multisprint (Hidrofit Ltda; Belo Horizonte, Brasil). No início de cada sessão de familiarização foi realizado um aquecimento padrão no qual o indivíduo pedalava no ciclo ergômetro por 3 minutos com carga de 0.5 Kg a 60 rpm e, em seguida, realizava 3 séries de 3 saltos com contramovimento (SCM). Foram respeitados intervalos de 30 segundos entre as séries. Após o aquecimento padrão foi realizada uma sequência de SCM com intervalo de 1 minuto entre as tentativas, até que o desempenho estabilizasse. O desempenho era considerado estabilizado quando uma sequência de 8 saltos fosse equivalente ao desempenho obtido com a sequência de 8 saltos realizados anteriormente. Após 30 minutos os voluntários realizavam o mesmo procedimento com o salto agachado (SA). Esta sessão de familiarização se repetia com intervalo de 48h e o indivíduo era considerado familiarizado quando o desempenho se mantivesse estável entre duas sessões consecutivas.

2.3.2 Confiabilidade

Na semana seguinte foram realizadas 2 sessões de confiabilidade, também com aproximadamente 48h de intervalo, nas quais os voluntários realizaram 8 SA e 8 SCM em cada dia. Os desempenhos nos testes foram utilizados para a determinação

do índice de correlação intraclasse (ICC) e do erro padrão de medida (EPM) da amostra. Para evitar que a sequência das tarefas influenciasse nos resultados, as sequências de saltos (SA e SCM) foram executadas com ordem aleatória.

2.3.3 Testes de Saltos Verticais

Nas etapas de familiarização, confiabilidade, avaliações pré e pós-treinamento pliométrico os voluntários realizaram o SCM e o SA. No SCM a ação concêntrica foi precedida por um movimento preparatório constituído de uma ação excêntrica, até aproximadamente 90° de flexão de joelhos. O SA foi realizado a partir de uma ação concêntrica máxima, partindo da posição inicial de aproximadamente 90° de flexão de joelhos. Em ambas as técnicas os voluntários foram orientados a realizar um esforço máximo e manter as mãos na cintura durante todo o salto [17]. Nas etapas pré e pós-treinamento os saltos foram realizados após o aquecimento padrão, e foram executados 8 SCM e 8 SA, com intervalo de 1 minuto entre cada salto. Os saltos foram aplicados, em ordem aleatória, sobre uma plataforma de força bipodal PLA3-1D-7KN/JBA Zb (Staniak; Varsóvia, Polônia, com precisão de 1 N). Os dados foram tratados no *software* Matlab versão 9.7.0 (MathWorks; Natick, EUA), com filtro *low-pass, butterworth* de 4ª. ordem com frequência de corte de 90Hz. Para a análise dos dados foi utilizada a média dos 8 saltos em cada técnica. A partir dos resultados obtidos no SCM os voluntários foram classificados, de acordo com os quartis do desempenho, em quartil 1 (100 - 75.1%), quartil 2 (75 - 50.1%), quartil 3 (50 - 25.1%) e quartil 4 (25 - 0%). Em seguida, os voluntários foram distribuídos de maneira aleatória, em função dos quartis, nos 4 grupos (GSR, GCR, GE e GC). A reavaliação foi realizada no intervalo de 48 a 72h após a última sessão de treinamento.

2.3.4 Antropometria

A massa corporal foi avaliada no início de cada sessão de treinamento e nas etapas de pré e pós-treinamento. A avaliação da estatura (m) e da massa corporal (kg) foi

realizada na balança com estadiômetro (Filizola; São Paulo, Brasil, precisão de 0.01 m e 0.1 kg).

2.4 Monitoramento e Regulação

O monitoramento das cargas aplicadas foi realizado em todas as sessões de treinamento, através da mensuração da altura e do tempo de contato dos saltos verticais. Para que o desempenho em saltos verticais pudesse ser utilizado como ferramenta de regulação das cargas de treinamento, foi determinada a diferença mínima individual (DMI). Segundo Weir [31], a diferença mínima representa a variação máxima de erros aleatórios. Assim, somente foi considerada uma alteração real de desempenho quando observada uma diferença modular, entre duas medidas, superior ao valor DMI (Equação 1). A DMI foi obtida com os valores de SCM realizados nas sessões de confiabilidade.

$$DMI = EPM \times 2.145 \times \sqrt{2} \quad (1)$$

$$EPM = \sqrt{\text{quadrado médio do erro (QM}_{\text{erro}})}$$

$$2.145 = t(14) \text{ com } p < 0.05 \text{ (Intervalo de Confiança de 95\%)}$$

A regulação, composta pelo monitoramento e consequente ajustes das cargas, era realizada no início da sessão de treinamento. Para tal, os voluntários realizavam um seqüência de 8 SCM, precedidos pelo aquecimento padrão. O desempenho médio dos SCM realizados na primeira sessão de cada semana foi utilizado como referência para as demais sessões da mesma semana e para a primeira sessão da semana seguinte. Conforme ilustrado na figura 2, a evolução do desempenho somente era considerada real quando a diferença entre o desempenho obtido no início da sessão (média \pm desvio padrão) e o desempenho na primeira sessão da semana fosse positiva e superior ao valor da DMI (e.g.: desempenho do início da sessão = 32.8 \pm 0.6 cm; desempenho na primeira sessão semanal = 30 cm; DMI = 2.0 cm). Caso esta diferença fosse inferior ao valor de DMI, o desempenho seria considerado estável (e.g.: desempenho do início da sessão = 32.2 \pm 0.6 cm; desempenho na primeira sessão

semanal = 30 cm; DMI = 2.0 cm). O indivíduo era considerado fadigado quando a diferença entre o desempenho obtido no início da sessão (média \pm desvio padrão) e o desempenho na primeira sessão da semana fosse negativa e superior ao valor da DMI (e.g.: desempenho do início da sessão = 27.0 ± 0.6 cm; desempenho na primeira sessão semanal = 30 cm; DMI = 2.0 cm).

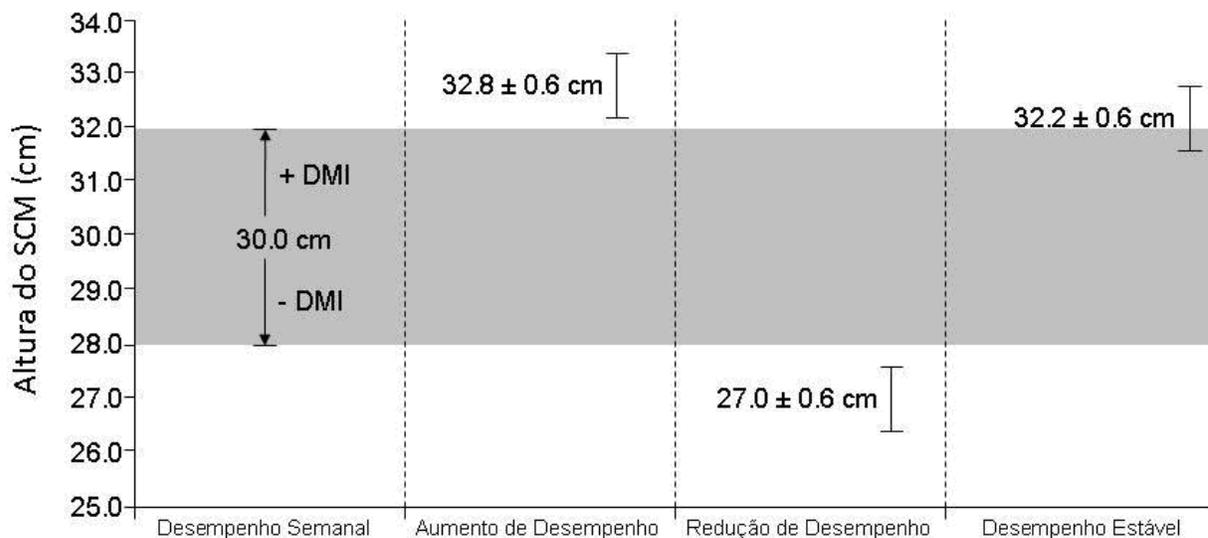


FIGURA 2. Exemplo de análises das variações de desempenho no SCM a partir da DMI.

Caso, no início da sessão, o indivíduo apresentasse evolução no desempenho ou condição de fadiga, em desacordo com o planejamento, era efetuado um ajuste das cargas. Quando o indivíduo se apresentava em condição de fadiga, a carga era ajustada a partir da redução de uma série de cada exercício ou da interrupção do mesmo, quando não realizado conforme prescrito.

2.5 Protocolos de Treinamento

2.5.1 Grupo sem Regulação (GSR)

Os participantes do GSR realizaram 6 semanas de treinamento pliométrico, com 3 sessões semanais e intervalos de 48 a 72h entre as mesmas. As cargas de treinamento foram realizadas exatamente conforme planejadas, ou seja, sem regulação. O treinamento pliométrico foi realizado sobre o tapete de contato. Mesmo o GSR não tendo sofrido regulação das cargas, todos os seus voluntários executaram o procedimento inicial (aquecimento padrão e 8 SCM) equivalente aos dos grupos que sofreram regulação. As cargas das 6 semanas de treinamento estão apresentadas na tabela 1.

TABELA 1.
Planejamento das 6 semanas de Treinamento Pliométrico

Semana	Sessões	Exercício	Séries x Repetições	Altura de SCM (% do máximo)	Tempo Máximo de Contato (ms)	Altura de Queda (cm)
1	1 – 3	SAU	3 x 5	100%	-	-
		SCM	3 x 30	60 – 70%	-	-
2	4 – 6	SCMU	3 x 5	100%	-	-
		SCM	3 x 30	70 – 80%	-	-
3	7 – 9	SCM	3 x 30	80 – 90%	-	-
		SVM	3 x 30	80 – 90 %	200	-
4	10 – 12	SVM	3 x 30	80 – 90%	200	-
		SCM	3 x 12	90 - 100%	-	-
5	13 – 15	SP	3 x 10	100%	200	45
		SCM	4 x 6	100%	-	-
6	16 – 18	SP	3 x 10	100%	200	45
		SCM	3 x 4	100%	-	-

SAU = Salto Agachado Unilateral; SCM = Salto com Contramovimento; SCMU = Salto com Contramovimento Unilateral; SVM = Saltos Verticais Múltiplos; SP = Saltos em Profundidade [33].

2.5.2 Grupo com Regulação (GCR)

O GCR realizou o mesmo treinamento aplicado ao GSR, entretanto, as cargas de treinamento sofreram ajustes em função do desempenho apresentado nos SCM realizados no início de cada sessão. Desta forma, a regulação era efetuada imediatamente antes da aplicação das cargas.

2.5.3 Grupo Espelho (GE)

Os participantes do GE também realizaram o mesmo treinamento, contudo, os ajustes sofridos pelo GCR foram replicados nos voluntários do quartil correspondente no GE. Assim, qualquer ajuste no número de saltos realizado em algum voluntário do GCR repercutia em uma alteração de mesma magnitude em seu correspondente do GE, independentemente da sua condição no início da sessão. Para que isso fosse possível, o GE iniciou o treinamento uma semana após o GCR e o GSR. Este grupo foi utilizado com o intuito de verificar se o efeito da regulação no GCR foi devido ao adequado ajustes das cargas (momento e indivíduo dependente) ou à simples alteração do número de saltos.

2.5.4 Grupo Controle (GC)

Os participantes do GC não executaram o treinamento planejado, somente participaram das etapas pré e pós-treinamento.

2.6 Análise Estatística

A normalidade dos dados foi verificada através do teste de *Kolmogorov-Smirnov*. Para avaliar a diferença de desempenho e alterações de massa corporal entre os grupos foi realizada ANOVA *two-way* com medidas repetidas e *post hoc* de *Tuckey*. A carga total de treinamento foi comparada a partir da ANOVA *one-way* de *Kruskal-Wallis* e *post hoc* de *Tuckey*. A análise do efeito da carga total de treinamento em cada um dos grupos foi realizada a partir do Tamanho do Efeito de *Cohen* (TE). Este

parâmetro também foi utilizado para verificar o efeito da regulação sobre a carga total de treinamento. O TE foi interpretado como pequeno quando igual ou inferior a 0.2, moderado quando maior que 0.2 e menor que 0.8 e grande quando igual ou superior a 0.8 [6]. O Teste Z, com intervalo de confiança de 95%, foi utilizado para verificar o nível de estabilização do desempenho em cada técnica nas sessões de familiarização [27]. Além da estatística inferencial, foi realizada a análise descritiva dos dados. A significância foi estabelecida com $p < 0.05$. Para a análise estatística dos dados foi utilizado o *software Sigma Stat 3.5*.

3 RESULTADOS

Os valores de consistência relativa (ICC, 3.1) e absoluta (EPM) dos saltos verticais realizados na etapa de confiabilidade foram respectivamente, 0.98 e 2.5% no SCM; 0.98 e 3.0% no SA.

Não houve alteração na massa corporal antes e após o treinamento pliométrico e durante as 18 sessões de treinamento. O treinamento pliométrico foi iniciado sem diferença significativa entre os grupos no desempenho no SCM ($p = 0.701$) e no SA ($p = 0.261$). A carga total de treinamento, representada pelo número de saltos realizados durante as 6 semanas, foi significativamente inferior ($p = 0.036$; $TE = 0.82$) nos grupos GCR e GE (1905 \pm 37 saltos) quando comparados ao GSR (1926 \pm 0) (Figura 3).

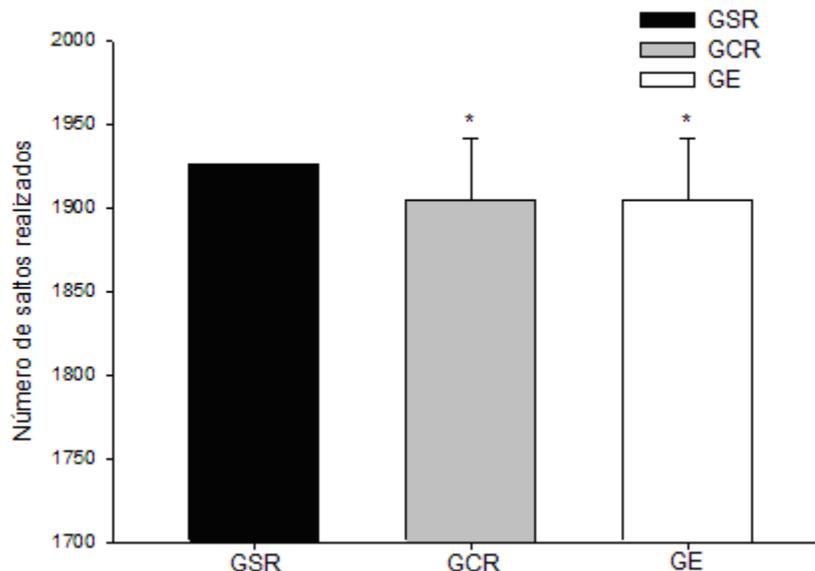


FIGURA 3. Número de saltos realizados por cada grupo durante o treinamento
* indica que o número de saltos foi significativamente menor em relação ao GSR.
* = $p < 0.05$. Os valores são média e desvio padrão.

Foi encontrado um aumento significativo no desempenho nas duas técnicas de saltos nos grupos GSR, GCR e GE, após as 6 semanas de treinamento (Figuras 4 e 5).

Além disso, conforme demonstrado na tabela 2, o TE dos grupos GSR e GCR foram grandes no SCM e SA. Já o TE do GE foi moderado para os dois testes realizados.

TABELA 2.
Alterações de desempenho em saltos verticais na reavaliação.

Grupo	Salto com Contramovimento (SCM)			Salto Agachado (SA)		
	Variação	Valor de p	TE	Variação	Valor de p	TE
GSR	9.2%	< 0.001	1.05	13.0%	< 0.001	1.21
GCR	13.4%	< 0.001	1.01	17.2%	< 0.001	0.99
GE	8.9%	< 0.001	0.52	8.1%	0.003	0.43
GC	-0.6%	0.757	-0.06	-1.4%	0.553	-0.13

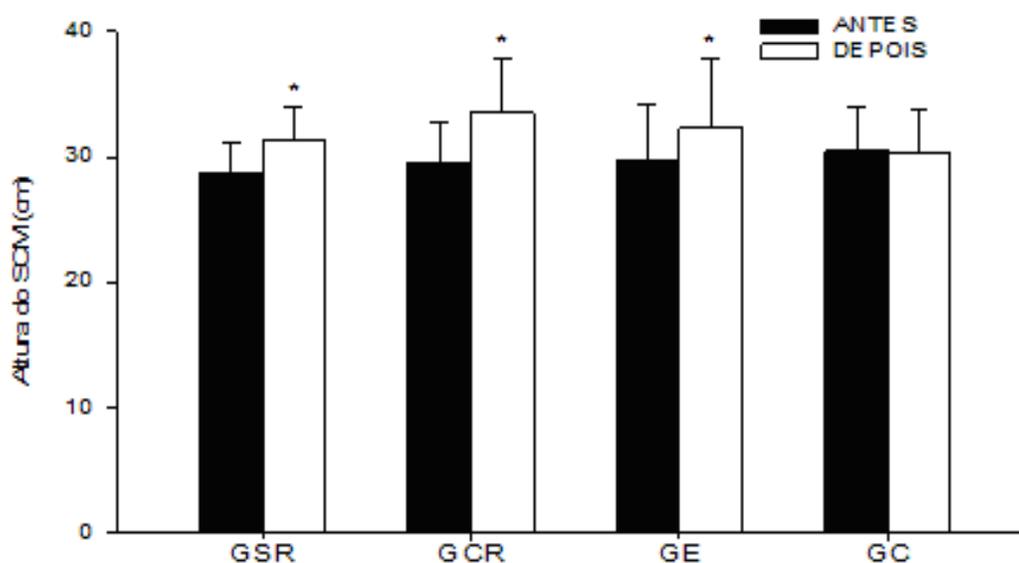


FIGURA 4. Altura do salto com contramovimento (SCM) em cada grupo antes e depois do treinamento. * indica que a altura do salto foi significativamente maior do que antes do treinamento. * = $p < 0.05$. Os valores são média e desvio padrão.

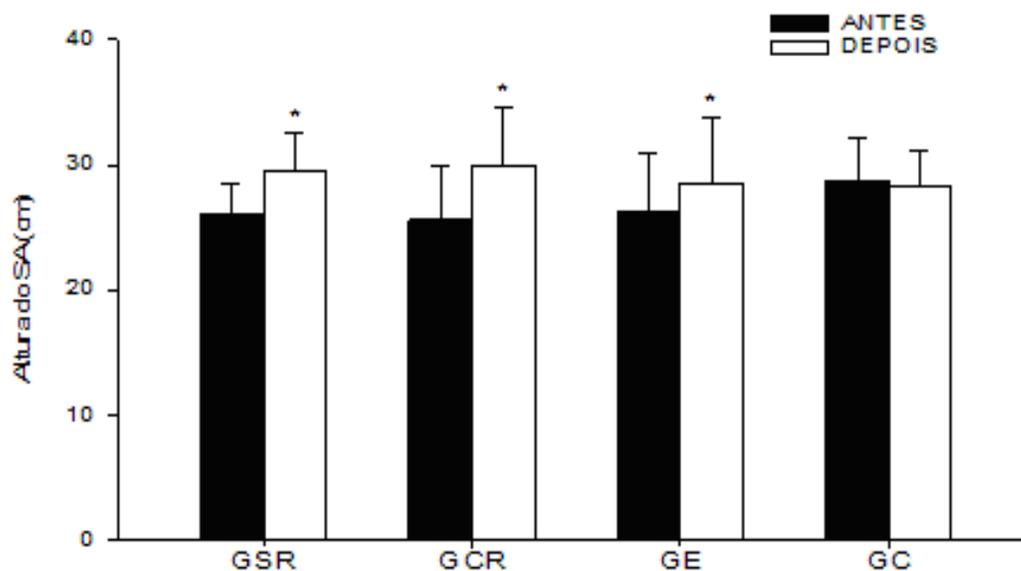


FIGURA 5. Altura do salto agachado (SA) em cada grupo antes e depois do treinamento. * indica que a altura do salto foi significativamente maior do que antes do treinamento. * = $p < 0.05$. Os valores são média e desvio padrão.

4 DISCUSSÃO

A utilização do desempenho em saltos verticais, realizados no início da sessão, como ferramenta de regulação da carga de treinamento repercutiu em uma diminuição da carga total de treinamento, sem comprometer os ganhos de desempenho. Os aumentos de desempenho no SCM encontrados no GSR (9.2%; TE = 1.05), no GCR (13.4%; TE = 1.01) e no GE (8.9%; TE = 0.52) estão próximos dos valores geralmente encontrados em estudos que investigam os efeitos crônicos do treinamento pliométrico (entre 7.0 e 10.4%; TE entre 0.64 e 1.11) [24]. Este fato também ocorreu nos resultados obtidos no teste de SA no GSR (13.0%; TE = 1.21), no GCR (17.2%; TE = 0.99) e no GE (8.1%; TE = 0.43) que geralmente se encontram entre 1.8 e 7.6% e TE entre 0.15 e 0.72 [24].

É bastante difundida na literatura a utilização de diferentes variáveis para monitorar as respostas ao treinamento, como a FC [2, 29], a PSE [11, 30], a percepção da qualidade de recuperação [4, 22], a percepção à dor muscular de início tardio [18, 21], os marcadores de dano muscular [3, 23], a velocidade de corrida [9, 10] e o desempenho em saltos verticais [7, 8, 32] e horizontais [10]. No presente trabalho optou-se pela utilização do desempenho em SCM para monitoramento das respostas ao treinamento. A utilização deste parâmetro é justificada pelo fato de ter se mostrado sensível na verificação do aumento do rendimento esportivo [14, 21, 28, 33] e na verificação da condição de fadiga [7, 8, 26, 32]. No presente estudo, além de possibilitar a verificação da melhora crônica do rendimento, o desempenho no SCM também possibilitou a identificação da fadiga gerada pelas cargas aplicadas. A melhora no desempenho no SCM pode ser explicada por alguns mecanismos como, a potencialização do reflexo miotático, o aumento da rigidez do tendão e a maior utilização de energia elástica na unidade músculo-tendínea [33]. Segundo Nicol, Avelar e Komi [26] o desempenho do SCM pode ser utilizado na identificação da fadiga pelo fato de que a eficiência do ciclo alongamento-encurtamento (CAE), manifestado durante este salto, pode ser afetada pelo estado de fadiga. O padrão

básico das respostas de fadiga do CAE mostra uma bimodalidade com uma imediata redução no desempenho durante o exercício, uma rápida recuperação dentro de 1-2 horas, seguida de uma redução secundária, que muitas vezes pode mostrar os valores mais baixos no segundo dia após o exercício, quando os sintomas de dor/danos musculares são maiores também. Esta observação de redução tardia do desempenho pode estar relacionada com a resposta do Reflexo H, que tem sido claramente demonstrada pela amplitude pico a pico deste reflexo, que diminuiu significativamente imediatamente após e 48 horas pós-exercício pliométrico [26]. A utilização do desempenho no SCM para verificação do estado de fadiga já foi testada e recomenda em estudos anteriores [7, 8, 32]. Cormack, Newton e McGuigan [7] verificaram uma redução significativa no desempenho do SCM após uma partida de futebol. O desempenho se manteve reduzido até 48h após o término da atividade. Welsh et al. [32] verificaram redução significativa na altura do SCM de fuzileiros navais submetidos a 8 dias de treinamento militar. No estudo de Coutts et al. [8], o desempenho no salto vertical foi sensível à fadiga gerada por 6 semanas de treinamento de atletas de rúgbi. O treinamento foi composto por atividades de elevada intensidade e intervalos insuficientes de recuperação. A redução no desempenho foi associada ao aumento do dano muscular e ao desequilíbrio anabólico-catabólico. Estas alterações foram verificadas a partir dos aumentos de creatina quinase sanguínea, da redução na relação testosterona/cortisol, dos aumentos das concentrações plasmáticas de glutamato e da diminuição na relação glutamina/glutamato.

O processo de regulação das cargas exige, além do monitoramento das respostas ao treinamento, o ajuste dos estímulos planejados, quando necessário. Gabbett [13] desenvolveu um modelo de previsão de lesão que foi aplicado em jogadores de rúgbi profissionais. O modelo permitia o monitoramento e a regulação das cargas, através de um limiar de carga de treinamento, determinado pelo tamanho do efeito. Foi demonstrado estatisticamente que, caso o atleta ultrapassasse este limiar, existia uma probabilidade 70 vezes maior de ocorrência de lesões em tecidos moles. Neste caso, as cargas eram reduzidas ou eram incrementados intervalos adicionais de

recuperação. Ainda segundo Gabbett [13], alguns treinadores dos atletas envolvidos no estudo, negligenciavam estas informações, optando pela sua capacidade intuitiva de manipular as cargas de treinamento. O efeito da regulação das cargas de treinamento também foi estudado a partir da utilização da PSE e da FC em jovens mulheres. A regulação ocorria quando o esforço percebido era fraco ao final da sessão de treinamento, ocorrendo incrementos da carga na próxima sessão. Este incremento de carga também ocorria em outro grupo quando a FC ao final da sessão obtinha 10 bpm a menos que na sessão anterior. Os resultados apresentados por Céline et al. [5] apontaram que as duas variáveis foram eficazes para regular a carga de treinamento. Assim, foi possível identificar os momentos necessários para incremento da carga, possibilitando melhora da potência máxima tolerada e do VO_2 de pico ao final de 6 semanas de treinamento de ciclismo.

Durante as 6 semanas do experimento a carga total de treinamento, representada pelo número de saltos realizados, foi significativamente menor nos grupos GCR e GE em comparação com o GSR (TE = 0.82). Esta diferença ocorreu devido à regulação da carga no GCR e no GE. Mesmo assim, a carga total de treinamento do GCR e GE (1905 ± 37 saltos) ficou compatível com as cargas de treinamento com saltos verticais geralmente encontradas na literatura (entre 540 e 2600 saltos) [24]. Mesmo com a redução da carga total, o grupo que sofreu regulação (GCR) obteve um TE grande na alteração de desempenho, assim como o grupo que não sofreu regulação (GSR). Entretanto, o GE, que treinou com a mesma carga total de treinamento do GCR, obteve um TE moderado. Isso significa que a redução aleatória das cargas diminuiu os efeitos do treinamento. Já a adequada redução das cargas no GCR, que levou em consideração o momento e as respostas individuais, não comprometeu os efeitos crônicos do treinamento.

Nos estudos encontrados que aplicaram métodos de regulação das cargas de treinamento [5, 13] não foi utilizado o desempenho em testes funcionais como parâmetro de regulação. No presente trabalho o parâmetro utilizado foi o desempenho no SCM, que foi sensível às respostas do treinamento e permitiu os

ajustes necessários. No entanto, este parâmetro é específico para o treinamento realizado, neste caso, o treinamento pliométrico. Assim, ainda é necessária a investigação de sua eficácia em outros tipos de treinamento. Outro aspecto importante da regulação é o momento da realização do monitoramento. Este monitoramento pode ser realizado durante ou no final da sessão de treinamento, para permitir o ajuste das cargas da sessão seguinte [5, 13]. No presente estudo foi proposta a realização do monitoramento no início da sessão de treinamento. Desta forma, o ajuste das cargas se baseava na condição atual do indivíduo imediatamente antes do treino.

O aumento no desempenho esportivo pode ocorrer quando o atleta se adapta às cargas aplicadas, sendo necessária uma adequada progressão do treinamento [22, 25]. Além disso, quando existe uma fadiga acumulada o rendimento pode diminuir e, por consequência, as cargas planejadas podem se tornar inadequadas e aumentar a probabilidade de lesão [15, 16]. Assim, estas variações de desempenho precisam ser detectadas, para que os devidos ajustes sejam realizados. No entanto, as variações detectadas podem ser variações típicas do indivíduo, não necessitando de ajustes nas cargas. Em contra partida, pequenas variações de desempenho, que poderiam ser negligenciadas pelos treinadores, podem ser significativas e merecer uma progressão ou diminuição das cargas de treinamento [19]. No presente estudo os ajustes somente eram realizados quando as alterações no desempenho no SCM eram superiores a DMI. Os SCM utilizados para o cálculo da DMI foram realizados após um processo de familiarização que resultou em bons valores de consistência (ICC, 3.1 = 0.98 e EPM = 2.5%), permitindo sua aplicação com maior precisão. A determinação da variação intra-sujeito é imprescindível no monitoramento de desempenho, sendo o tipo mais importante de confiabilidade de medida para pesquisadores, pois afeta a precisão da estimativa de mudança na variável de um estudo experimental [1, 20]. Para Coutts et al. [8], quando ocorrem variações superiores à variação típica do indivíduo, mesmo que não sejam estatisticamente significativas ($p > 0.05$), existem implicações práticas que devem ser levadas em consideração pelo treinador.

Concluindo, a utilização do desempenho no SCM, realizado no início da sessão de treinamento como ferramenta de regulação das cargas, permitiu uma diminuição significativa na carga total de treinamento, sem reduzir os efeitos crônicos sobre o desempenho nos saltos verticais. Ressalta-se a importância da determinação da variação típica do indivíduo para a adequada utilização desta ferramenta.

REFERÊNCIAS

- 1 ATKINSON G., NEVILL A.M. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to Sports Medicine. **Sports Med**, v.26, p. 217-238, 1998.
- 2 BANISTER E.W., CALVERT T.W., SAVAGE M.V., BACH T.M. A systems model of training for athletic performance. **Aust J Sports Med**, v.7, p. 57-61, 1975.
- 3 BRANCACCIO P., MAFFULLI N., LIMONGELLI F.M. Creatine kinase monitoring in sport medicine. **Br Med Bull**, v.81-82, p. 209-230, 2007.
- 4 BRINK M.S., NEDERHOF E., VISSCHER C., SCHMIKLI S.L., LEMMINK K.A.P.M. Monitoring load, recovery, and performance in young elite soccer players. **J Strength Cond Res**, v.24, p. 597-603, 2010.
- 5 CÉLINE C.G., MONNIER-BENOIT P., GROSLAMBERT A., TORDI N., PERREY S., ROUILLON J.D. The perceived exertion to regulate a training program in young women. **J Strength Cond Res**, v.25, p.220-224, 2011.
- 6 COHEN J. **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences** (2nd ed.). E. ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1988: 567p.
- 7 CORMACK S.J., NEWTON R.U., MCGUIGAN M.R. Neuromuscular and endocrine responses of elite players to an australian rules football match. **Int J Sports Physiol Perform**, v.3, p. 359-374, 2008.
- 8 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 Med**, v.28, p. 116-124, 2007.
- 9 COUTTS A.J., WALLACE L.K., SLATTERY K.M. Monitoring changes in performance, physiology, biochemistry, and psychology during overreaching and recovery in triathletes. **Int J Sports Med**, v.28, p. 125-134, 2007.
- 10 COUTTS A.J., WALLACE L.K., SLATTERY K.M. Practical tests for monitoring performance, fatigue and recovery in triathletes. **J Sci Med Sport**, v.10, p. 372-381, 2007.

- 11 FOSTER C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. **Med Sci Sports Exerc**, v.30, p. 1164-1168, 1998.
- 12 FOWLES J.R. Technical issues in quantifying low-frequency fatigue in athletes. **Int J Sports Physiol Perform**, v.1, p. 169-171, 2006.
- 13 GABBETT T.J. The development and application of an injury prediction model for noncontact, soft-tissue injuries in elite collision sports athletes. **J Strength Cond Res**, v.24, p. 2593-2603, 2010.
- 14 GABBETT T.J., DOMROW N. Relationship between training load, injury, and fitness in sub-elite collision sport athletes. **J Sports Sci**, v.25, p. 1507-1519, 2007.
- 15 GABBETT T.J., JENKINS D.G. Relationship between training load and injury in professional rugby league players. **J Sci Med Sport**, v.14, p. 204-209, 2011.
- 16 HARRIS D.J., ATKINSON G. International Journal of Sports Medicine - Ethical Standards in Sport and Exercise Science Research. **Int J Sports Med**, v.30, p. 701-702, 2009.
- 17 HERRERO J.A., IZQUIERDO M., MAFFIULETTI N.A., GARCIA-LÓPEZ J. Electromyostimulation and plyometric training effects on jumping and sprint time. **Int J Sports Med**, v.27, p. 533-539, 2006.
- 18 HOOPER S.L., MACKINNON L.T., HOWARD A., GORDON R.D., BACHMANN, A.W. Markers for monitoring overtraining and recovery. **Med Sci Sports Exerc**, v.27, p. 106-112, 1995.
- 19 HOPKINS W.G. How to interpret changes in an athletic performance test. **Sportsci**, v.8, p. 1-7, 2004.
- 20 HOPKINS W.G. Measures of reliability in sports medicine and science. **Sports Med**, v.30, p. 1-15, 2000.
- 21 IMPELLIZZERI F.M., RAMPININI E., CASTAGNA C., MARTINO F., FIORINI S., WISLOFF U. Effect of plyometric training on sand versus grass on muscle soreness and jumping and sprinting ability in soccer players. **Br J Sports Med**, v.42, p. 42-46, 2008.
- 22 KENTTÄ G., HASSMÉN P. Overtraining and recovery. A conceptual model. **Sports Med**, v.26, p. 1-16, 1998.

- 23 LAZARIM F.L., ANTUNES-NETO J.M., DA SILVA F.O., NUNES L.A., BASSINI-CAMERON A., CAMERON L.C., ALVES A.A., BREZIKOFER R., DE MACEDO D.V. The upper values of plasma creatine kinase of professional soccer players during the Brazilian National Championship. **J Sci Med Sport**, v.12, p. 85-90, 2009.
- 24 MARKOVIC G. Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. **Br J Sports Med**, v.41, p. 349-355, 2007.
- 25 MORTON R.H. Modeling training and overtraining. **J Sports Sci**, v.15, p. 335-340, 1997.
- 26 NICOL C., AVELA J., KOMI P.V. The stretch-shortening cycle a model to study naturally occurring neuromuscular fatigue. **Sports Med**, v.36, p. 977-999, 2006.
- 27 ROGERS J.L., HOWARD K.I., VESSEY J.T. Using Significance Tests to Evaluate Equivalence Between Two Experimental Groups. **Psychol Bull**, v.113, p. 553-565, 1993.
- 28 SKURVYDAS A., BRAZAITIS M., STRECKIS V., RUDAS E. The effect of plyometric training on central and peripheral fatigue in boys. **Int J Sports Med**, v.31, p. 451-457, 2010.
- 29 STAGNO K.M., THATCHER R., SOMEREN K.A.V. A modified TRIMP to quantify the in-season training load of team sport players. **J Sports Sci**, v.25, p. 629-634, 2007.
- 30 WALLACE L.K., SLATTERY K.M., COUTTS A.J. The ecological validity and application of the session-RPE method for quantifying training loads in swimming. **J Strength Cond Res**, v.23, p. 33-38, 2009.
- 31 WEIR J.P. Quantifying test-retest reliability using ICC and the SEM. **J Strength Cond Res**, v.19, p. 231-240, 2005.
- 32 WELSH T.T., ALEMANY J.A., MONTAIN S.J., FRYKMAN P.N., TUCKOW A.P., YOUNG A.J., NINDL B.C. Effects of intensified military field training on jumping performance. **Int J Sports Med**, v.29, p. 45-52, 2008.
- 33 WU Y.K., LIEN Y.H., LIN K.H., SHIH T.T., WANG T.G., WANG H.K. Relationships between three potentiation effects of plyometric training and performance. **Scand J Med Sci Sports**, v.20, p. 80-86, 2010.

ANEXOS

ANEXO A
Parecer do Comitê de Ética



OF. Reitoria / Nº 523/2010

Belo Horizonte, 15 de Junho de 2010.

REF.: APRECIÇÃO DE PROJETO DE PESQUISA PELO CEP/
PROTOCOLO CEP Nº 8 VERSÃO Nº 2010

“Efeito do Uso de um Método Para o controle Operacional sobre o Desempenho do Salto Vertical e Marcadores de Dano Muscular.”

Bruno Pena Couto - Doutor

Prezado pesquisador,

Comunico-lhe que o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade FUMEC, em reunião no dia 11/06/2010, avaliou o seu projeto de pesquisa identificado acima, e o considerou **APROVADO**, em decisão plenária, conforme parecer do relator:

ADENDO AO PARECER CONSUBSTANCIADO

I. IDENTIFICAÇÃO
Título do projeto: Efeito do Uso de um Método Para o controle Operacional sobre o Desempenho do Salto Vertical e Marcadores de Dano Muscular
Protocolo CEP-FUMEC número: 08/2010
Data da apresentação ao CEP-FUMEC: 22/02/2010
Data de reapresentação ao CEP-FUMRC: Não consta
Pesquisador(es) responsável(is): Bruno Pena Couto
Instituição onde se realizará a pesquisa: FCS – FUMEC
OBJETIVOS ✓ Avaliar o efeito do treinamento pliométrico com e sem controle operacional no desempenho do salto vertical e nos níveis de marcadores de dano muscular (CK, LDH e PCR) comparado a um grupo controle sem treinamento.
PARECER (Ver “Categorias” do Regulamento) O pesquisador reenviou o projeto com as correções sugeridas no parecer anterior: substituir os unitermos, detalhar o cronograma e explicitar no corpo do projeto o encaminhamento que será dado em caso de efeitos adversos diretamente ligados à pesquisa. Pelo exposto, salvo melhor juízo, consideramos o projeto aprovado .

ANEXO B

TCLE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(TERMINOLOGIA OBRIGATÓRIO EM ATENDIMENTO A RESOLUÇÃO 196/96 - CNS-MS)

Fui informado a respeito dos procedimentos deste projeto que os participantes realizarão seis semanas de Treinamento Pliométrico (somente com saltos verticais), com três unidades semanais e intervalo de 48 horas entre elas. Anteriormente ao treinamento será realizado um processo para familiarização do Salto Agachado (SA) e do Salto Contra Movimento (SCM) em duas sessões com intervalo de 48 horas entre elas, onde na primeira saltarei no tapete de contato em uma quantidade necessária para se estabilizar o desempenho, com intervalo de 60 segundos entre cada salto, passando para o outro tipo de salto vertical após intervalo de 30 minutos. A segunda sessão de familiarização será realizada 48 horas após a primeira familiarização, como descrito acima e, se necessário será realizada outra sessão de familiarização, caso não estabilize o desempenho, após um novo intervalo de 48 horas. Dando sequência, com um procedimento para a determinação do Erro Padrão de Medida (EPM) dos saltos, também com duas sessões com intervalo de 48 horas entre elas, onde serão realizados somente 8 saltos de cada tipo, com intervalo de 60 segundos entre eles. Na Avaliação Pré-Treinamento Pliométrico será realizada uma caracterização antropométrica (estatura, massa corporal, percentual de gordura e perímetros proximal e distal da coxa), em seguida será realizada por equipe treinada, da Faculdade de Biomedicina da Universidade FUMEC, uma Avaliação Bioquímica, onde o sangue será coletado pela veia antecubital diretamente em tubo de coleta a vácuo, finalizando com a execução de 8 SA's e 8 SCM's, com intervalo de 60 segundos entre eles na plataforma de força. Sendo realizada a Avaliação Pós-Treinamento Pliométrico 48 horas após a última unidade de treinamento, com os mesmos procedimentos da avaliação pré-treino.

Os resultados obtidos serão apresentados tanto aos participantes quanto para a comunidade científica, e no caso desta última, sempre serão resguardados os nomes dos voluntários.

Eu discuti os riscos e benefícios da minha participação neste estudo com os pesquisadores envolvidos. Eu li e compreendi todos os procedimentos que envolvem esta pesquisa e tive tempo suficiente para considerar a minha participação. Eu perguntei e obtive as respostas para todas as minhas dúvidas. Eu sei que posso me recusar a participar deste estudo ou que posso abandoná-lo a qualquer momento sem qualquer tipo de constrangimento. Eu também compreendo que os pesquisadores podem decidir a minha exclusão do estudo por razões científicas, sobre as quais eu serei devidamente informado.

Portanto, aqui forneço o meu consentimento para participar do estudo intitulado: *"O efeito do Controle Operacional no desempenho de saltos verticais."*

O presente termo de consentimento é feito de livre e espontânea vontade, sendo que o mesmo é assinado nesta data, em duas vias (sendo uma via minha) para que produza seus efeitos éticos, jurídicos e legais.

Belo Horizonte, ____ de _____ de 2010.

Assinatura do Voluntário

Declaro que expliquei os objetivos desse estudo, dentro dos limites dos meus conhecimentos científicos.

Assinatura do pesquisador responsável

Pesquisador:
João Gustavo de Oliveira Claudino
Av. Presidente Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Belo Horizonte – MG
CEP: 31270-901
Tel: 3409-2326
joaogustavoclaudino@gmail.com

Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade FUMEC

Protocolo: 523/2010

Campus Cruzeiro
Rua Cobre, 200 - Bairro Cruzeiro
30310-190 - Belo Horizonte/MG
Tel.: 31 3228-3000
Tel: COEP (31) 3269-5263

ANEXO C

Article

Vertical Jump Performance to Regulate the Training Load

João Gustavo de Oliveira Claudino
Bruno Mezêncio
Rafael Soncin
Jaciele Carolina Ferreira
Bruno Pena Couto
Leszek Antoni Szmuchowski

Abstract

The purpose of this study was to verify the regulating effect of the training load, using the countermovement jump (CMJ) at the beginning of the session, on the total plyometric training load and the vertical jumps performance. Forty-four males were divided in four groups: No Regulation Group (nRG), Regulation Group (RG), Yoked Group (YG) and Control Group (CG). The nRG received 6 weeks of plyometric training, with no adjustment in training load. The RG underwent the same training; however, the training load was adjusted according to the CMJ performance at the beginning of each session. The YG received the same load adjustments made for the RG. At the end of the training, the CMJ and squat jump performance of all of the participants was reassessed. The total training load was significantly lower ($p = 0.036$; effect size = 0.82) in the RG and the YG (1905 ± 37 jumps) compared to the nRG (1926 ± 0). The enhancement in vertical jump performance was significant for the groups that underwent the training. The nRG and the RG exhibited a large effect size (ES) in vertical jump performance; however, the YG had a moderate ES. Using vertical jump performance, performed at the beginning of the session, as a tool to regulate the training load resulted in a decrease of the total training load, without decreasing the long-term effects on vertical jump performance.

Key words: countermovement jump, adjustment, monitoring, plyometric training.

Introduction

To achieve a high level of athletic performance, it is necessary to subject the individual to stringent training situations, through a cyclic process of training-fatigue-adaptation [12]. According to Gabbett [13], it is necessary to monitor and regulate training loads to ensure that the athletes receive the correct overload progression and to guarantee a proper recovery between training sessions. Without such measures, the training-fatigue-adaptation process may be imperfect, and athletes may train while fatigued, without proper recovery [12].

Regulation involves monitoring the training responses and appropriately adjusting the planning loads. Use of an inappropriate training load may increase the probability of injury [14, 15]. These negative consequences can be minimized by identifying the individual's fitness condition and consequently decreasing the load as necessary. However, a load increase is necessary when there is a positive response to the training [22, 25]. The challenge for coaches is to define the moment that the training may become inappropriate and then make the necessary changes using effective monitoring [9, 10] and regulation [5, 13].

Different variables are used to monitor training loads, such as heart rate (HR) [2, 29], rating of perceived exertion (RPE) [11, 30], perception of recovery quality [4, 22], perception of delayed onset muscle soreness [18,21], muscle damage markers [3, 23], running speed [9, 10], vertical jump [7, 8, 32] and horizontal jump [10]. The information obtained from monitoring, using these variables, could also be used for load regulation. However, among previous studies, only HR [5] and RPE [5, 13] have been used as load-regulating tools. Céline et al. [5] used RPE and HR to regulate loads among young women during 6 weeks of bike training. When, at the end of the training, the RPE or the HR indicated a lower training load than the previous session, the load was increased for the next session. The RPE has also been used in regulating the training loads of rugby athletes. In this case, the training load was measured by the RPE and the training time. This information was used to determine the training load threshold for regulation during the next session, when the threshold was exceeded [13].

In studies that researched the effects of training load regulation, the performance on functional tests was not used as an adjusting parameter. The countermovement jump (CMJ) performance has already proven to be a sensitive tool with which to verify improved athletic performance [14, 21, 28, 33] so as to evaluate the fatigue condition [7, 8, 26, 32]. This test can be an efficient tool to regulate the training load. No previous study has proposed regulation that allows verification of the individual's condition at the beginning of the training session. This close relationship between the moment of verification of the individual's condition and the application of the loads can potentiate the regulating effect. The purpose of this study was to verify the regulating effect of the training load achieved by using the CMJ at the beginning of the session on the total plyometric training load and the performance in vertical jumps.

Methods

Participants

Forty-four male physical education students with no history of injury to the lower limbs took part in this study. The study was performed according to the ethical standards of IJMS [16] and approved by the Ethical Committee of Human Research at the university. The volunteers did not engage in any other type of strength training of the lower limbs during the study period.

Experimental Design

After the familiarization and reliability processes, the volunteers participated in the vertical jump tests and were distributed randomly among 4 groups: the No Regulation group (nRG), the Regulation group (RG), the Yoked Group (YG) and the Control Group (CG). The nRG group ($n = 11$; age 23.9 ± 4.0 years; height 1.77 ± 0.05 m; body mass 74.4 ± 9.1 kg) (means \pm SD) performed 6 weeks of plyometric training, without adjustment in the training load. The RG group ($n = 11$; age 22.4 ± 3.4 years; height 1.76 ± 0.05 m; body mass 74.7 ± 8.6 kg) performed the same training; however, the training load was adjusted according to the vertical jump performance at the beginning of each session. The YG group ($n = 11$; age 23.0 ± 3.1 years; height 1.80 ± 0.09 m; body mass 72.7 ± 10.5 kg) performed the plyometric training with the same adjustment made by the RG group, without consideration for the individual's condition at the beginning of the session. The CG group ($n = 11$; age 24.2 ± 2.1 years; height 1.74 ± 0.05 m; body mass 72.8 ± 6.8 kg) did not engage in any type of training during the research. At the end of the training, all the participants were reevaluated in vertical jump tests (Figure 1).

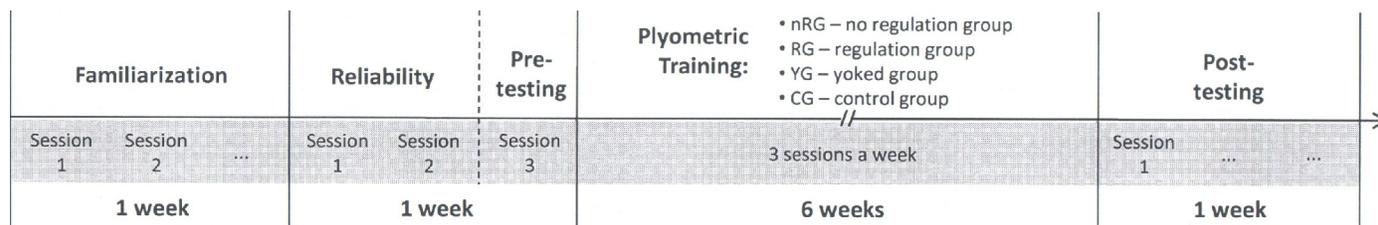


Fig. 1 Experimental Design

Test Protocols

Familiarization

At the beginning of the study, the volunteers participated in the familiarization process with vertical jumps. The initial procedures were performed on the Jumptest vertical jump mat (Hidrofit Ltda; Belo Horizonte, Brazil, precision of 0.1 cm), connected to Multisprint software (Hidrofit Ltda; Belo Horizonte, Brazil). A standard warm-up session was performed at the beginning of each familiarization session, during which

the individual rode on a cycle ergometer for 3 minutes with 0.5 kg of load at 60 rpm and then performed 3 series of 3 CMJs. A 30-second break was allowed between the series. After the standard warm-up, a CMJ series was performed, with 1-minute breaks between the attempts, until the performance stabilized. The performance was considered stabilized when a sequence of 8 jumps was similar to the performance achieved previously with a sequence of 8 jumps. After 30 minutes, the volunteers performed the same procedures but with squat jump (SJ). This familiarization session was repeated at 48 hours, and the individual was considered familiarized when the performance remained stabilized between two consecutive sessions.

Reliability

The next week involved 2 sessions of reliability, with a 48-hour break, during which the volunteers performed 8 SJs and 8 CMJs each day. Performance on the test was used to determine the intraclass correlation coefficient (ICC) and the standard error of measurement (SEM) of the sample. To avoid any effect of the sequence of the tasks on the results, the jump (SJ and CMJ) sequences were assigned randomly.

Vertical Jump Tests

The volunteers used the CMJ and SJ in stages such as familiarization, reliability and pre- and postplyometric training assessment. For the CMJ, the concentric action was preceded by a preparatory movement that constituted eccentric action, until approximately 90° of knee flexion. The SJ was made from a maximal concentric action starting from an initial position at approximately 90° of knee flexion. For both techniques, the volunteers were oriented to make the maximal effort and instructed to keep the hands on the waist at all times [17]. During the pre- and post training stages, the jumps were made after the standard warm-up: 8 CMJs and 8 SJs, with 1-minute breaks between jumps. The jumps were applied randomly on a bipedal force platform PLA3-1D-7KN/JBA Zb (Staniak; Warsaw, Poland, precision of 1 N). The data were manipulated using Matlab software version 9.7.0 (MathWorks; Natick, EUA), with a low-pass filter, a 4^a Butterworth filter and an ordinance with a cut-off frequency of 90 Hz. To analyze the data, we used an average of 8 jumps for each technique. Based on the results achieved from CMJ, the volunteers were organized into quartiles according to their performance: quartile 1 (100% – 75.1%), quartile 2 (75% – 50.1%), quartile 3 (50% – 25.1%) and quartile 4 (25% – 0%). The volunteers were then distributed randomly, according to their quartile, among the four groups of participants (nRG, RG, YG and CG). The reassessment was performed between 48 to 72 hours after the last training session.

Anthropometry

Body mass was assessed at the beginning of each session, as well as pre- and post training. Height (m) and body mass (kg) were measured using the weight-scale balance with a stadiometer (Filizola; São Paulo, Brazil, precision of 0.01 m and 0.1 kg).

Monitoring and Regulation

The applied loads were measured during every session of training, through measurement of the height and the contact time of the vertical jumps. Therefore, vertical jump performance could be used as a tool to regulate training loads and

determine the minimal individual difference (MID). According to Weir [31], the minimal difference represents the maximal variation of random error. A real alteration of performance was considered when a modular difference between two measures was observed to be superior to the MID value (Equation 1). The MID was determined from CMJ values obtained during the reliability sessions.

$$MID = SEM \times 2.145 \times \sqrt{2} \quad (1)$$

$$SEM = \sqrt{\text{mean square of error (MS}_{\text{error}})}$$

$$2.145 = t(14) \text{ as } p < 0.05 \text{ (Confidence Interval of 95\%)}$$

Regulation, which involved monitoring and consequent adjustments of the load, was performed at the beginning of the training sessions. The volunteers performed a sequence of 8 CMJs, in addition to the standard warm-up. The average CMJ performance in the first session of each week was used as a reference for the upcoming sessions in the same week and for the first session of the next week. As illustrated in Figure 2, the performance enhancement was only considered real when the difference between the performance at the beginning of the session (mean \pm SD) and the performance of the first session of the week was positive and superior to the MID (e.g., the performance at the beginning of the session = 32.8 \pm 0.6 cm; performance in the first week session = 30 cm; MID = 2.0 cm). For cases in which this difference was lower than the MID value, the performance was considered stable (e.g., performance at the beginning of the session = 32.2 \pm 0.6 cm; performance during the first week's session = 30 cm; MID = 2.0 cm). The individual was considered fatigued when the difference between the performance at the beginning of the session (mean \pm SD) and the performance during the first session of the week was negative and superior to the MID (e.g., performance at the beginning of the session = 27.0 \pm 0.6 cm; performance during the first week's session = 30 cm; MID = 2.0 cm).

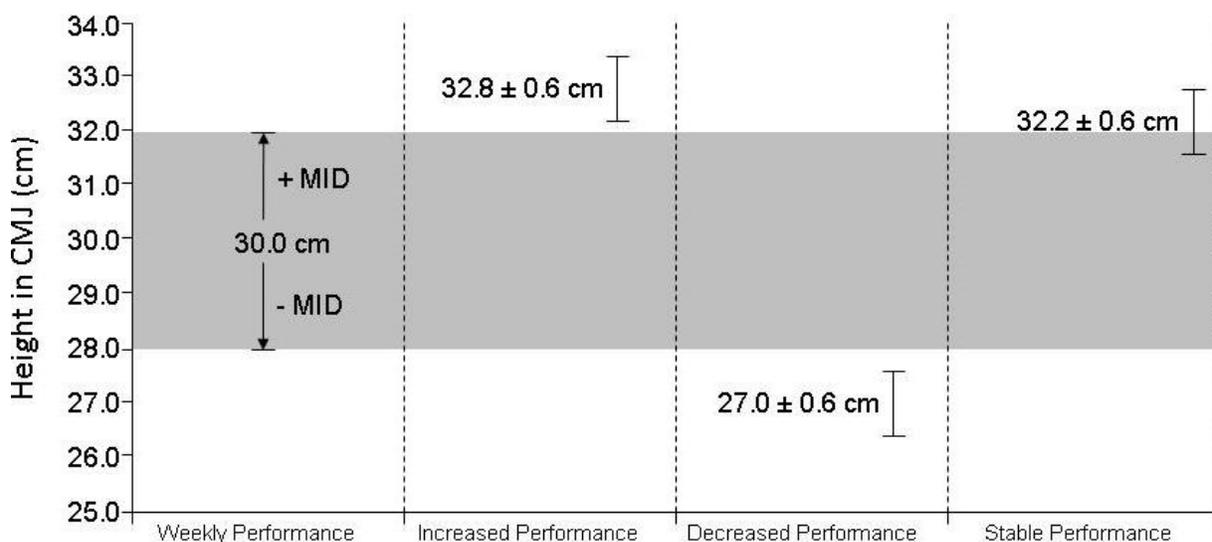


Fig. 2 Example of an analysis of the performance variations in the CMJ compared with the MID

If, at the beginning of the session, the individual demonstrated fatigue or an unexpected improvement in performance, the load was adjusted as appropriate. When the individual presented with fatigue, the load was adjusted by dropping a set from each exercise or interrupting the exercise.

Training Protocols

No Regulation group (nRG)

The nRG participants engaged in 6 weeks of plyometric training, with 3 sessions a week and breaks of 48 to 72 hours between sessions. The training load was followed as planned, without regulation. Plyometric training was performed on the jump mat. The nRG did not undergo load regulation; every volunteer followed the same initial procedure (standard warm-up and 8 CMJs) used in the group that underwent regulation. The six-week training loads are presented in Table 1.

Table 1 Plan for the 6 weeks of plyometric training.

Week	Session	Exercise	Set x Repetition	Height of CMJ, (% of maximum)	Maximum Contact Time (ms)	Box Height (cm)
1	1 – 3	USJ	3 x 5	100%	-	-
		CMJ	3 x 30	60 - 70%	-	-
2	4 – 6	UCMJ	3 x 5	100%	-	-
		CMJ	3 x 30	70 - 80%	-	-
3	7 – 9	CMJ	3 x 30	80 - 90%	-	-
		RB	3 x 30	80 - 90 %	200	-
4	10 – 12	RB	3 x 30	80 - 90%	200	-
		CMJ	3 x 12	90 - 100%	-	-
5	13 – 15	DJ	3 x 10	100%	200	45
		CMJ	4 x 6	100%	-	-
6	16 – 18	DJ	3 x 10	100%	200	45
		CMJ	3 x 4	100%	-	-

USJ = Unilateral Squat Jump; CMJ = Countermovement Jump; UCMJ = Unilateral Countermovement Jump; RB = Rebounds; DJ = Drop Jump [33].

Regulation group (RG)

The RG underwent the same training applied to the nRG; however, the training loads were adjusted according to the performance presented in the CMJ at the beginning of each session. Thus, regulation was performed immediately before load application.

Yoked Group (YG)

The YG underwent the same training; however, the adjustment made by RG was replicated for the volunteers from the corresponding quartile in the YG. The adjustment in the number of jumps made for a given individual in the RG was also

applied to the corresponding YG participant, with no consideration given to the YG participant's condition at the beginning of his session. For this to be possible, the YG began the training one week after the RG and the nRG. This group was used to verify whether the effect of regulation in the RG was related to the correct load adjustment (dependent on the moment and on the individual) or just to the increase or decrease in the number of jumps.

Control Group (CG)

The control group did not undergo training; they participated only in the pre- and post training stages.

Statistical Analysis

Data normality was verified by the Kolmogorov-Smirnov test. Two-way ANOVA with repeated measures and Tukey's post-hoc test were used to assess the performance difference and body mass modification between groups. The total amount of training load was compared by a Kruskal-Wallis one-way ANOVA and by Tukey's post-hoc test. The effect of the total training load in each group was determined by Cohen's effect size (ES). These parameters were also used to verify the effect of regulation on the total training load. The ES was interpreted as small when it was equal to or lower than 0.2, moderate when higher than 0.2 and lower than 0.8 and large when equal to or higher than 0.8 [6]. The Z-test, with a confidence interval of 95%, was used to verify the stabilization level of the performance for each technique used during the familiarization process [27]. Inferential statistics were used for the descriptive analysis of the data. The significance was established with $p < 0.05$. Sigma Stat 3.5 software was used for the statistical analysis.

Results

The values of the relative consistency (ICC, 3.1) and the absolute SEM of the vertical jumps performed during the reliability stage were 0.98 and 2.5% in the CMJ and 0.98 and 3.0% in the SJ, respectively. There was no change in body mass before or after the plyometric training or during the 18 sessions of training. Plyometric training began without a significant difference between the groups in their CMJ ($p = 0.701$) or SJ performance ($p = 0.261$). The total training load, represented by the total number of jumps made in 6 weeks, was significantly lower ($p = 0.036$; ES = 0.82) in the RG and the YG (1905 ± 37 jumps) when compared with the nRG (1926 ± 0) (Figure 3).

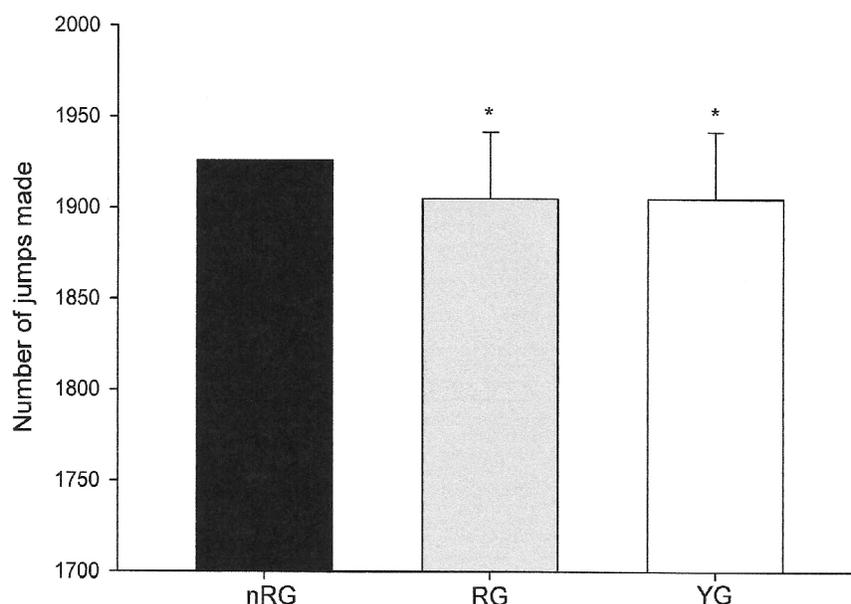


Fig. 3 Number of jumps made by members of each group during training. * indicates that the number of jumps was significantly lower than in the nRG. * = $p < 0.05$. The values are the mean and the standard deviation.

Significant performance enhancements were observed with both jumping techniques in the nRG, the RG and the YG after 6 weeks of training (Figures 4 and 5). Further, as demonstrated by Table 2, the ES were large for the CMJ and the SJ in the RG and the nRG. The ES was moderate for both tests in the YG group.

Table 2 Changes in vertical jump performance in the reassessment.

Group	Countermovement Jump (CMJ)			Squat Jump (SJ)		
	Variation	p Value	ES	Variation	p Value	ES
nRG	9.2%	< 0.001	1.05	13.0%	< 0.001	1.21
RG	13.4%	< 0.001	1.01	17.2%	< 0.001	0.99
MG	8.9%	< 0.001	0.52	8.1%	0.003	0.43
CG	-0.6%	0.757	-0.06	-1.4%	0.553	-0.13

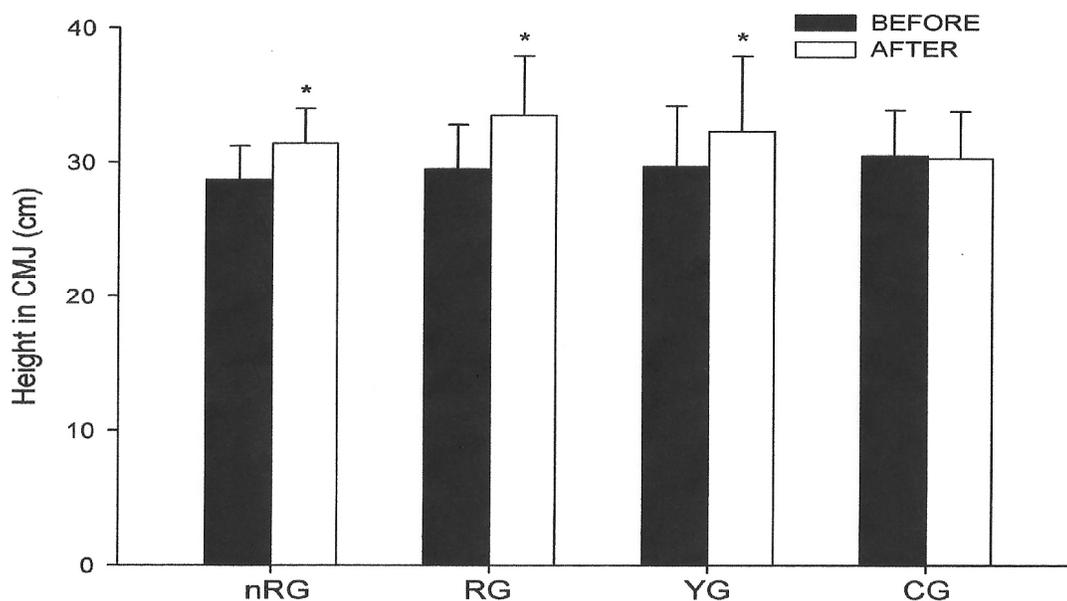


Fig. 4 Vertical jump height for the countermovement jump (CMJ) in each group before and after training. * indicates that the jump height was significantly higher than before training. * = $p < 0.05$. The values are the mean and the standard deviation.

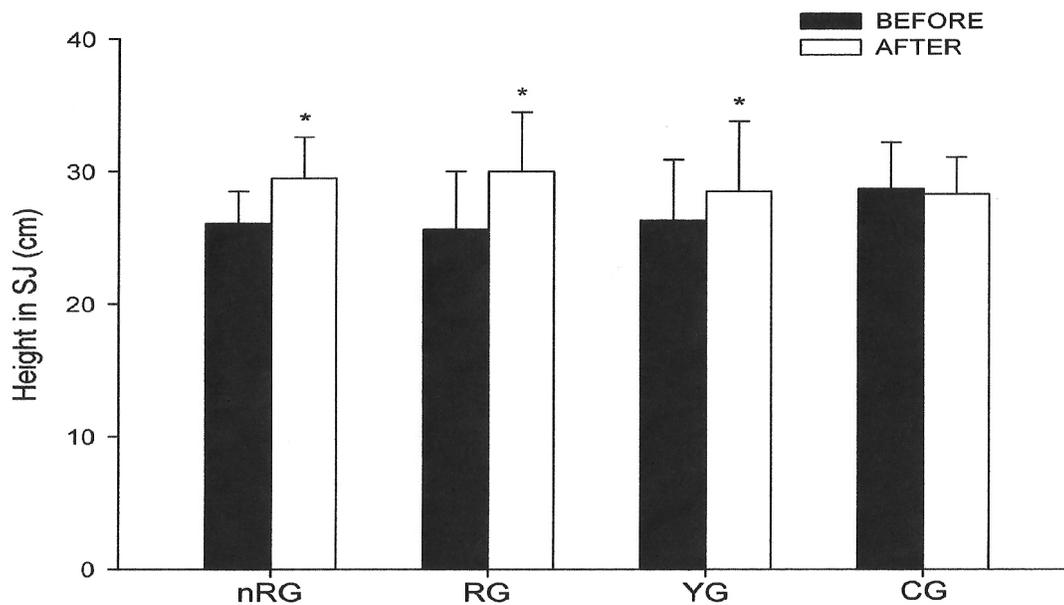


Fig. 5 Vertical jump height for the squat jump (SJ) in each group before and after training. * indicates that the jump height was significantly higher than before training. * = $p < 0.05$. The values are the mean and the standard deviation.

Discussion

Using the CMJ performance at the beginning of a session as a tool to regulate the training load resulted in a decrease in the total training load, without disturbing the performance enhancement. The performance enhancements in the CMJ found in the nRG (9.2%; ES = 1.05), in the RG (13.4%; ES = 1.01) and in the YG (8.9%; ES = 0.52) were close to the values reported by studies on the long-term effect of plyometric training (between 7.0 and 10.4%; ES between 0.64 and 1.11) [24]. This also occurred in the SJ results for the nRG (13.0%; ES = 1.21), the RG (17.2%; ES = 0.99) and the YG (8.1%; ES = 0.43) (typical values of 1.8%–7.6%, ES 0.15–1.72 [24]).

The use of different variables to monitor training responses has been well established. These include HR [2, 29], RPE [11, 30], perception of recovery quality [4, 22], perception of delayed onset of muscle soreness [18, 21], muscle damage markers [3, 23], running speed [9, 10], vertical jump [7, 8, 32] and horizontal jump [10]. The present study chose to use the CMJ performance to monitor the training responses. Using this parameter is justified because it has proven to be sensitive in verifying the enhancement in athletic performance [14, 21, 28, 33] and in verifying the level of fatigue [7, 8, 26, 32]. In addition to verifying the long-term enhancement in performance from completing the plyometric training, the CMJ performance also identifies fatigue generated by the applied loads. The performance enhance in the CMJ can be explained by some mechanisms such as potentiation of myotatic reflex, increases of tendon stiffness and higher elastic energy utilization in the myotendinous complex [33]. As Nicol, Avelar and Komi [26] reported, the CMJ performance can be used to identify the level of fatigue because the efficiency of the stretch-shortening cycle (SSC), expressed during this jump, can be affected by fatigue. The basic pattern of SSC fatigue response is the bimodality showing an immediate reduction in performance during exercise, quick recovery within 1-2 hours, followed by a secondary reduction, which may often show the lowest values on the second day post-exercise when the symptoms of muscle soreness/damage are also greatest. This observation of delayed depression of the performance may be related to the H-reflex response has been clearly demonstrated by H-reflex peak-to-peak amplitude which decreased significantly after and 48 hours post-plyometric exercise [26]. Use of CMJ performance to verify the fatigue condition has already been tested and recommended in previous studies [7, 8, 32]. Cormack, Newton and McGuigan [7] verified a significant decrease of CMJ performance after a soccer game. The performance remained lower even 48 hours after the end of the activity. Welsh et al. [32] verified a significant decrease in CMJ height among Marines subjected to 8 days of military training. According to Coutts et al. [8], the vertical jump performance was sensitive to fatigue generated by 6 weeks of training among rugby athletes. Training involved high-intensity activities, separated by intervals that were not sufficient for recovery. The performance decrease was associated with increased muscle damage and anabolic-catabolic imbalance. This modification was verified by an increase in creatine kinase levels in the blood, a decrease in the testosterone/cortisol ratio, an

increase in the glutamate concentration in the blood and a decrease in the glutamine/glutamate ratio.

The process of regulating the load demand, rather than monitoring the training responses, allows for adjustment of the planned stimulus, when necessary. Gabbett [13] developed an injury prediction model that was applied in professional rugby athletes. The model allowed for the monitoring and regulation of loads through a threshold of training load, which was calibrated for the size of the effect. If the athlete passes this threshold, there is a 70-times higher probability of a soft tissues injury. In this case, the loads were reduced or additional intervals were required to recover. According to Gabbett [13], some coaches neglected the information, trusting their intuitive ability to adjust the training loads. The effects of training load regulation were also studied using the RPE and the HR in young women. Regulation occurred when the perceived effort was weak at the end of the training session because of the load increase that would be experienced during the next session. This load increase also occurred in the other group when the HR at the end of the session was 10 bpm less than the previous session. The results presented by Céline et al. [5] showed that both variables were able to regulate the load training. It was possible to identify the necessary increase in the load, which enhanced the maximal tolerated power and Vo_2 peak at the end of 6 weeks of cycling training.

For the 6 weeks of training, the number of jumps made was significantly lower in the RG and the YG compared with the nRG ($ES = 0.82$). This difference occurred because of regulation of the load in the RG and the YG. However, the total training loads of the RG and the YG (1905 ± 37 jumps) were compatible with the training loads typically used for vertical jumps (between 540 and 2600 jumps) [24]. Even with the reduced total load, the group that was regulated (RG) exhibited a large ES in performance modification, similar to the group that was not regulated (nRG). However, the YG, which trained with the same total load as the RG, exhibited a moderate ES. This means that random decreases in the loads reduced the effect of training. The appropriate decreases to the loads experienced by the RG group, as determined by timing and individual responses, did not disturb the long-term effects of the training.

In studies that regulated the training loads [5, 13], the performance on functional tests was not used as a parameter of regulation. The present study used the CMJ performance, which is sensitive to the responses of training and allows for the necessary adjustments. However, this parameter is specific to the proposed plyometric training. Further research will be necessary to verify the efficiency of this parameter in other types of training. Another important aspect of regulation is the moment of monitoring. Monitoring can be performed during or at the end of the training session, which allows for adjustment of the next session's load [5, 13]. In this study, monitoring was performed at the beginning of the training session. In this way, the load adjustment was based on the condition of the individual immediately before the training.

Improved athletic performance can occur when the athlete adapts to applied loads, although the correct training progression is necessary [22, 25]. Furthermore, accumulated fatigue can reduce performance, and consequently, the planned loads may be inappropriate and increase the probability of injury [15, 16]. These variations in performance need to be detected, so the proper adjustment can be applied. However, the variation detected can be typical of an individual and may not require an adjustment. However, small variations in performance, which could be overlooked by the coaches, can be significant and necessitate an increase or decrease in training loads [19]. In the present study, adjustments were only made when the variation in the CMJ performance was higher than the MID. The CMJ used to calculate the MID were made after the familiarization process, which yielded high-quality, consistent values (ICC, 3.1 = 0.98 and SEM = 2.5%). The determination of intraindividual variation is invaluable for monitoring the performance, which is the most important measure of reliability, because it affects the accuracy of the estimation of the change in a given variable [1, 20]. Coutts et al. [8] report that there are practical implications that must be considered by the coach when there are variations higher than the typical individual variation, even if not statistically significant ($p > 0.05$).

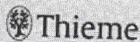
In conclusion, using the CMJ performance obtained at the beginning of the training session as a tool to regulate loads allowed for a significant decrease in total training load, without decreasing the long-term improvements in the vertical jump performance. These findings highlight the importance of determining the extent of individual variation for proper utilization of this tool.

ANEXO D

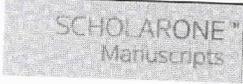
Comprovante de Submissão

3/31/2011

ScholarOne Manuscripts

International Journal of Sports Medicine 

[Edit Account](#) | [Instructions & Forms](#) | [Log Out](#) | [Get Help Now](#)



[Main Menu](#) → [Corresponding Author Dashboard](#) → Submission Confirmation

You are logged in as Leszek Szmuchrowski

Submission Confirmation

Thank you for submitting your manuscript to *International Journal of Sports Medicine*.

Manuscript ID: IJSM-03-2011-2127-tt

Title: Vertical Jump Performance to Regulate the Training Load

Authors: Claudino, João
Mezêncio, Bruno
Soncin, Rafael
Ferreira, Jacielle
Couto, Bruno
Szmuchrowski, Leszek

Date Submitted: 31-Mar-2011

 Print  Return to Dashboard

ScholarOne Manuscripts™ v4.6.0 (patent #7,257,767 and #7,263,655). © ScholarOne, Inc., 2011. All Rights Reserved.
ScholarOne Manuscripts is a trademark of ScholarOne, Inc. ScholarOne is a registered trademark of ScholarOne, Inc.

 Follow ScholarOne on Twitter

[Terms and Conditions of Use](#) - [ScholarOne Privacy Policy](#) - [Get Help Now](#)

<http://mc.manuscriptcentral.com/ijism>