UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

CONTROLE DE CARGA DE TREINAMENTO: UMA ABORDAGEM
BIOMECÂNICA

JOÃO GUSTAVO DE OLIVEIRA CLAUDINO

São Paulo
2016

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

CONTROLE DE CARGA DE TREINAMENTO: UMA ABORDAGEM
BIOMECÂNICA

JOÃO GUSTAVO DE OLIVEIRA CLAUDINO

São Paulo
2016

JOÃO GUSTAVO DE OLIVEIRA CLAUDINO

CONTROLE DE CARGA DE TREINAMENTO: UMA ABORDAGEM
BIOMECÂNICA

Tese apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para obtenção do título Doutor em Ciências.

Área de Concentração:
Biodinâmica do Movimento do Corpo Humano.

Orientador:
Prof. Dr. Julio Cerca Serrão.

São Paulo

2016

Catálogo da Publicação
Serviço de Biblioteca
Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo

Claudino, João Gustavo de Oliveira
Controle de carga de treinamento: uma abordagem
biomecânica / João Gustavo de Oliveira Claudino. – São
Paulo :[s.n.], 2016.
107p.

Tese (Doutorado) - Escola de Educação Física e
Esporte da Universidade de São Paulo.
Orientador: Prof. Dr. Júlio Cerca Serrão.

1. Biomecânica 2. Treinamento esportivo I. Título.

Universidade de São Paulo

ATA DE DEFESA

Aluno: 39132 - 8120371 - 1 / Página 1 de 1

Ata de defesa pública de Tese do(a) Senhor(a) João Gustavo de Oliveira Claudino no Programa: Educação Física, do(a) Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

Aos 27 dias do mês de junho de 2016, no(a) Auditório EEFE - USP realizou-se a Defesa da Tese do(a) Senhor(a) João Gustavo de Oliveira Claudino, apresentada para a obtenção do título de Doutor intitulada:

"Controle de carga de treinamento: uma abordagem biomecânica"

Após declarada aberta a sessão, o(a) Sr(a) Presidente passa a palavra ao candidato para exposição e a seguir aos examinadores para as devidas arguições que se desenvolvem nos termos regimentais. Em seguida, a Comissão Julgadora proclama o resultado:

Nome dos Participantes da Banca	Função	Sigla da CPG	Resultado
Julio Cerca Serrão	Presidente	EEFE - USP	<u>APROVADO</u>
Alberto Carlos Amadio	Titular	EEFE - USP	<u>APROVADO</u>
Hamilton Augusto Roschel da Silva	Titular	EEFE - USP	<u>APROVADO</u>
Martim Francisco Bottaro Marques	Titular	UB - Externo	<u>APROVADO</u>
João Paulo Borin	Titular	UNICAMP - Externo	<u>APROVADO</u>

Resultado Final: APROVADO

Parecer da Comissão Julgadora *

Eu, Cláudia Lima Cláudia Lima, lavrei a presente ata, que assino juntamente com os(as) Senhores(as). São Paulo, aos 27 dias do mês de junho de 2016.

Alberto Carlos Amadio

Hamilton Augusto Roschel da Silva

Martim Francisco Bottaro Marques

João Paulo Borin

Julio Cerca Serrão
Presidente da Comissão Julgadora

* Obs: Se o candidato for reprovado por algum dos membros, o preenchimento do parecer é obrigatório.

A defesa foi homologada pela Comissão de Pós-Graduação em 30/06/2016 e, portanto, o(a) aluno(a) faz jus ao título de Doutor em Ciências obtido no Programa Educação Física - Área de concentração: Biodinâmica do Movimento Humano.

Prof. Dr. Umberto Cesar Corrêa
Presidente da Comissão de Pós-Graduação

Prof. Dr. Umberto Cesar Corrêa
Comissão de Pós - Graduação
- Presidente Suplente -

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 e a São Miguel Arcanjo junto com a Nossa Senhora Aparecida pela proteção diária.

O meu agradecimento especial para a minha Mãezona Maria Celeste, aquela que me ensinou, ensina e ensinará a ser a pessoa que sou; um bom ser humano. Além é claro da minha Vozinha D^a Piedade, e das minhas irmãs Joyce e Luana, que juntas formam o alicerce maior da minha vida.

Aos amigos e amigas que a vida me deu, pessoas especiais na minha caminhada e irmãos(ãs) verdadeiros(as): my *English Teacher* Diego Luiz, Jacielle Carolina, Pablo Teixeira, Julio Bernardes, Rodrigo Alberto, Miranne Cardoso, Douglas Luiz, Palonde Teixeira, Katiúcia Erica, Márcio Oliveira, Emerson Guimarães, Gilson Costa, Gladson Guilherme, Fabiana Carvalho, Marcio Vinícius, Roberto Chiari, Rodrigo Gianoni, Vanessa Cruz, Anderson Moura, Jeferson Rogério, André Luiz, Carolina Regis, Juliano Cesar, Tamara Gomes, Rodrigo Gianoni, Juliano Publio, Rodolfo Fazoli, Cibele Sayuri, Keliane Pinheiro, Ionete Pinheiro, Jaqueline Nunes, Raoni Mendes, Dalmo Ferreira, Leonardo Soares, Ramon Rocha, André Rodrigo, André Vianna, Ramon Lino, Monique Oliveira, Mário Simim, Felipe Araújo, Prof(a). Silvia, Mar. Fábio e Eduardo Ferreira (representando todos os voluntários do Mestrado)... OBRIGADO por vocês existirem...

Aos familiares que sempre me apoiaram: Claudino, Tia Glória (in memoriam), Irmão Daniel (in memoriam), Fernando, Leo, Du, Sônia, Bete, Carlos Eduardo, Rafael Martins, Marisa, Argemiro, Célia, Alzira, Geralda, Conceição, Sabrina, Elisangela, Renan, Carla, Daise, Saionara, Sarah, Elias, Shirley, Carlinhos, Luciano, Luana, Vó Ilda (in memoriam), Tia Luzia (in memoriam), Fátima Teixeira, Érica Teixeira, Érico Teixeira, Tio João (in memoriam), Marta, Roberta, Luciana, Robim, Alexandre, Boi, Kiko, Anny, Karla... meuMUITO OBRIGADO.

Ao Prof. Julio Cerca Serrão pela oportunidade, amizade, apoio e carinho incondicionais desde o primeiro momento. Professor Julio, se cheguei até aqui foi porque me apoiei nos ombros de gigantes como você, que confiou na palavra do meu Irmão Bruno Mezêncio e me deu uma oportunidade. Esse é outro gigante, na acepção da palavra, muito obrigado por tudo, além de me acolher na sua casa prestes a se casar com a Lígia Mezêncio, e esses me bancaram literalmente desde a

palavra dada ao Prof. Julio até o dia que fosse necessário. Ainda falta um gigante, meu outro Irmão Rafael Soncin que desde o 5º. Período da Graduação já sonhávamos em estudar Biomecânica, e depois de várias tentativas, estamos juntos aqui no Laboratório de Biomecânica da Escola de Educação Física e Esporte (EEFE) da Universidade de São Paulo (USP), Brasil. Sou muito grato a Deus por me permitir caminhar junto com gigantes como vocês.

Laboratório criado pelo “fundador” da Biomecânica no Brasil, Prof. Amadio sou eternamente grato pela oportunidade de ter o Sr. como exemplo de ser humano, profissional, professor e amigo. Ademais, muitas vezes me pego pensando de onde vim e hoje tenho o Prof. Amadio na minha lista de amigos, PUTZ...

Prof. John Cronin... I am eternally grateful for the opportunity to have studied with you in the Sports Performance Research Institute New Zealand (SPRINZ) an institute of Auckland University of Technology (AUT). It has been a privilege and honor. Thank you so much for ALL as well as to my friends: Guilherme Andrello, Frank Thebigchief Bourgeois, Shankaralingam Ramalingam and Richard Ajee é nois... I could not fail to thank my Family of Brazilians by support and friendship during my internship in Auckland/New Zealand. In this Brazilian Family should be included several Kiwi People as well. #ProudToBeBrazilian #CsF #intercambioSPRINZ THANK YOU SPRINZ; THANK YOU NEW ZEALAND; THANK YOU GOD...

Ao Prof. Valmor Tricoli primeiramente pelo exemplo de ser humano, profissional, professor e amigo. Além disso, por ter executado com brilhantismo todo o meio-de-campo para que eu pudesse realizar o intercâmbio no SPRINZ/AUT. Prof. Valmor sou ETERNAMENTE GRATO...

Ao Laboratório de Biomecânica... esse que me acolheu super bem desde o dia 12/09/2011, meu MUITO OBRIGADO: Jaqueea, João Pinho, Prof. Mochizuki, Ana Paula, Raísa, Russo, Luizão, Paulão, Vini, Renata, Pedrão, Wellington, Juliana, Eduardo, Leonardo, Giovanna, Eric, Robertão, Carina, Fernanda, Murilo, Pollyana, Alex Bruno, Aline Faquin, Alex Sandra, Renato, Sandra, Jessica, Jhonata, Daniel, Lucas, Rodolfão, João Boccato, João Martins, Marcelão, Carlos, Thiago... Se não fosse esse time não teria dado nem o primeiro passo da Tese.

Ao Futsal do Clube Esportivo da Penha, na pessoa do Treinador Bruno Roberto, do Preparador Físico Conrado Costa, do Preparador de Goleiros André Romano, da

Supervisora Andreia Lapo e dos atletas (não podemos citar os nomes) que foram voluntários na coleta oficial da Tese; o meuMUITO OBRIGADO, sem vocês a execução do Projeto de Pesquisa não seria possível...

A equipe de futebol Sub20 do Red Bull Brasil, na pessoa do Coordenador Vinicius Zanetti, do Preparador Físico Sérgio Amaral e dos atletas (não podemos citar os nomes) que foram voluntários no Projeto Piloto da Tese; o meuMUITO OBRIGADO...

Voltando, gostaria de agradecer a todos os Professores e Professoras que me ensinaram desde o Instituto Elizabeth Kalil, a Escola Municipal Professora Maria Olintha, o SESI e o SENAI Alvimar Carneiro de Rezende, a Universidade de Itaúna, a Universidade Federal de Minas Gerais, a *Auckland University of Technology* até agora na Universidade de São Paulo. Em especial aos meus Professores de Educação Física Escolar; Prof(a). Lúcia Helena, Prof. Rui, Prof. João, Prof. Diógenes, Prof(a). Cleusa, Prof. Emerson, Prof(a). Lilia que me direcionaram para essa profissão que AMO. Sem os meus Professores eu não chegaria até aqui.

Aos amigos da minha primeira grande escola da vida, que me ensinaram muito mais do que imaginam durante o meu primeiro emprego como Estagiário, passando por Auxiliar Técnico e chegando ao cargo de Técnico de Eletrônica na Diebold Procomp. O meuMUITO OBRIGADO: Luizão, Rozembergue (me pergunto direto, se não fosse a sua orientação para ir para o curso em SP na segunda-feira e fazer o vestibular em Itaúna no sábado e domingo, qual caminho eu seguiria???), Jander, Pascini, Cledimar, Viana, Goulart, Fhilemon, Fatinha, Cris, Ju, Adriano, Azevedo, Eduardo Henrique, Frederico, Luiz Cláudio, Igor, Ramon, Campos, Heleno, Gustavo, Eduardo, Luiz Eduardo, Souza (OBRIGADO Prof. Eliane Almeida por TUDO, em especial pela Palestra “Empregabilidade e Perfil Profissional”), Otávio, Rogério, Butina, Rafael, Eloisa, Renato Nunes, Wemerson, Lincoln, Laurindo, Sérgio, Bartolomeu, Waldir, Bruno, Rodrigo, Juliana, Jonathas, Paulão, Jarrão....

Aos *Brothers* e *Sisters* da Faculdade de Educação Física da Universidade de Itaúna, que sempre me apoiaram nessa caminhada: Marques (parceria na primeira Iniciação Científica), Gilmarzim (voluntário na coleta do Mestrado e tudo mais...), Filipera (voluntário na coleta do Mestrado e tudo mais...), Arismar (quem nos estendeu a mão para pagar a 1ª. mensalidade), Adriano Lima (referência e estamos juntos nessa luta da Pós-graduação), Chaveirim (referência e estamos juntos nessa luta da Pós-graduação), Titi Beija-flor (junto com os *broda* do Vale; Rafael, Dione, Vinícius e

Neguim), Emilia, Danuza, Luara, Mariana Machado, Fred, Ceará, Gustavo, Natália Souza, Barrão, Leandro, Daniel, Bezerrão, Beto, Otoniel, Flávio, Derik, Dayse, Taís, Ricardim, Angelo, Angela, Cleberson, Lecy, Fabrício, Fernanda, Andreza, Gomes, Ariane, Natália, Julia, Leo, Lu, Ju, Rafael Santos, Mariana Rosa, Danielle Goullart, Reinaldo Neber, Robson Leopoldino, Deivid Caires, Fabio Rubio, Ícaro Stangherlim... *together forever...*

Aos funcionários (Bandeijão, Biblioteca, CPG, Limpeza, Portaria, Serviços Gerais, Vigilância) e aos Professores Hamilton Roschel e Bruno Gualano pelo carinho e apoio durante a caminhada. Meu MUITO OBRIGADO à EEFE/USP por me fazer sentir super bem acolhido e filho da casa... Hoje tenho orgulho de dizer que sou aluno da Universidade de Itaúna e da USP.

Ao Povo Brasileiro que financiou as minhas bolsas de estudo (Programa USP Olimpíadas 2016; CAPES e Programa Ciências sem Fronteiras pelo CNPq). MUITO OBRIGADO meu POVO BRASILEIRO, eu tenho orgulho de ser BRASILEIRO assim como vocês são... Um povo que “não foge à luta” e que mesmo “nos momentos de festa ou de dor” é “brava gente brasileira...”.

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

“If I have seen farther, it is by standing on the shoulders of giants,”

(Sir Isaac Newton 1643-1727)

RESUMO

CLAUDINO, JGO. **Controle de carga de treinamento: uma abordagem biomecânica**. 2016. 107 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2016.

O controle da carga de treinamento é apontado como um desafio na atualidade, principalmente no esporte coletivo, onde existe uma busca pelo avanço nessa área de conhecimento em diferentes centros de pesquisa no mundo. Esses pesquisadores se utilizam da aplicação de ferramentas biomecânicas, fisiológicas, bioquímicas, imunológicas e psicobiológicas para visando esse controle, apesar de pouco entendimento efetivo ter sido alcançado até o presente momento, justificando a continuidade dessa busca. Baseando-se nessa lacuna presente no estado da arte traçamos uma estratégia onde inicialmente devido à existência de pontos conflitantes na literatura em relação ao uso do salto com contramovimento (SCM), foi realizada uma meta-análise para verificar qual deveria ser a estratégia para aplicação dessa ferramenta biomecânica. A partir desse ponto, os demais estudos experimentais da presente tese foram conduzidos com o objetivo de verificar as possibilidades da aplicação de ferramentas biomecânicas para o controle de carga de treinamento em atletas. Os três experimentos foram realizados com a participação de atletas de futsal ($n = 18$; idade: $15,2 \pm 0,9$ anos; massa corporal: $62,3 \pm 13,1$ kg; estatura: $1,71 \pm 0,1$ m). Os voluntários realizaram o processo de familiarização com o SCM e, em seguida, foi verificada a confiabilidade do desempenho, utilizada para determinar a diferença mínima individual (DMI) do mesmo. Todos os voluntários realizaram as coletas iniciais (T0), avaliando o desempenho do SCM, por intermédio de medidas cinemáticas (tapete de contato e câmeras optoeletrônicas), dinâmicas (plataforma de força), além das antropométricas (balança com estadiômetro e antropômetros). Após a primeira etapa experimental, os voluntários foram distribuídos de maneira aleatória em dois grupos: Grupo Regulação (GR; $n = 9$) e Grupo Controle (GC; $n = 9$). Os voluntários realizaram quatro semanas de intensificação do treinamento, logo em seguida foi realizada a avaliação intermediária (T1), com mais duas semanas para o *tapering* e a reavaliação (T2). O monitoramento semanal ocorreu no início de cada microciclo a partir da DMI do SCM com o tapete de contato, assim todos os

voluntários eram avaliados, mas os ajustes ocorriam somente para o GR. A meta-análise revelou que altura média do SCM foi a variável mais sensível e adequada para acompanhar os efeitos da fadiga e supercompensação. Para o experimento 01, o treinamento autorregulado no GR resultou em uma carga de treinamento significativamente mais elevada na semana 3 (tamanho de efeito “TE” = 0,6) e semana 4 (TE = 2,3) comparando com o GC. Entretanto, a carga de treinamento final não foi significativamente diferente entre os grupos ($p = 0,082$). Como resultado do aumento de carga durante a indução ao *overreaching*, o GR reduziu a altura do SCM entre T0-T1 (TE = -0,31). Entre T1-T2, o GR teve um aumento significativo na altura do SCM (TE = 0,61), e da mesma forma, outro aumento significativo na altura do SCM entre T0-T2 foi observado (TE = 0,30). As alterações na altura do SCM para o GC não foram significativas: T0-T1 (TE = -0,19); T1-T2 (TE = 0,41) e T0-T2 (TE = 0,07). No experimento 02, as alterações na altura do SCM foram acompanhadas pelas seguintes alterações nos parâmetros dinâmicos; durante a redução de desempenho ocorreu um aumento do momento de quadril na rotação externa/interna e durante o aumento de desempenho ocorreu um aumento da energia e do momento de quadril na flexão/extensão. Quanto ao experimento 03, durante a flexão/extensão; a energia de quadril ($r^2 = 56\%$), o pico de potência de quadril ($r^2 = 46\%$), a média do momento de joelho ($r^2 = 50\%$) e o pico de potência de joelho ($r^2 = 43\%$) foram correlacionados significativamente com as alterações na altura do SCM. Com esses achados, podemos concluir que o uso de ferramentas biomecânicas permitiu o controle de carga de treinamento de atletas de futsal, utilizando a altura média do SCM com a DMI para regular o treino e alcançar o *overreaching* funcional. Além disso, as alterações ocorridas nos parâmetros dinâmicos do SCM respaldam a utilização dessa abordagem.

Palavras-chave: ajustes; carga de treinamento; monitoramento; regulação.

ABSTRACT

CLAUDINO, JGO. **Training load control: a biomechanical approach**. 2016. 107 p. Thesis (Doctorate in Science) - School of Physical Education and Sports, University of São Paulo, São Paulo. 2016.

The training load control is identified as a challenge today, especially in team sports, where there is a search for the breakthrough in the area of knowledge in different research centers in the world. These researchers are using biomechanical markers, physiological markers, biochemical markers, immunological markers and psychobiological markers for its implementation, although little understanding and effectiveness be achieved to date. Thus we performed a strategy which initially due to the existence of conflicting points in the literature regarding the use of the countermovement jump (CMJ), a meta-analysis was performed to determine which should be the approach to application of biomechanical markers: From that point, the experimental studies of this thesis were conducted in order to verify the possibilities of application of biomechanical markers for training load control in athletes. The three experiments were carried out with the participation of futsal athletes ($n = 18$; age: 15.2 ± 0.9 years; body mass: 62.3 ± 13.1 kg; height: 1.71 ± 0.1 m). The volunteers perform the familiarization process with the CMJ and then its reliability was verified and used to determine the minimal individual differences (MID). All volunteers performed the initial assessment (T0) for evaluating the performance of CMJ, through kinematic measurements (contact mat and optoelectronic cameras), dynamic (force plate), and anthropometric (scale with stadiometer and anthropometers). After the first experimental stage, volunteers were randomly distributed into two groups: regulated group (RG; $n = 9$) and control group (CG, $n = 9$). The volunteers performed four weeks of intensified training, an intermediate evaluation (T1), then two weeks for tapering and finally the reassessed (T2). The weekly monitoring occurred at the beginning of each microcycle from the MID of CMJ with the jump mat, all volunteers performed this assessment, but the adjustments were performed just for RG. The meta-analysis showed that average of CMJ height was the most sensitive and appropriate variable to monitor the effects of fatigue and supercompensation. For the experiment 01, the auto-regulated training in RG resulted in a significantly higher

training load at week 3 (effect size "ES" = 0.6) and week 4 (ES = 2.3) compared to the CG. However, the final training load was not significantly different between the groups ($p = 0.082$). As a result of the increased load during the induction overreaching, RG reduced CMJ height between T0-T1 (ES = -0.31). Between T1-T2, RG had a significant increase in the CMJ height (ES = 0.61), and similarly, another significant increase in the CMJ height between T0-T2 was observed (ES = 0.30). Changes in the height of the CMJ for CG were not significant: T0-T1 (ES = -0.19); T1-T2 (ES = 0.41) and T0-T2 (ES = 0.07). In the experiment 02, we found that changes in the CMJ height were followed by the following changes in dynamic parameters; reduction performance by increasing the hip moment (external/internal rotation) and increase performance by increasing hip energy and moment (flexion/extension). For experiment 03, during flexion/extension; hip energy ($r^2 = 56\%$), peak hip power ($r^2 = 46\%$), mean knee moment ($r^2 = 50\%$) and peak knee power ($r^2 = 43\%$) were correlated significantly with changes in the CMJ height. With these findings, we conclude that the use of biomechanical markers allowed the training load control of the futsal players using the average of CMJ height with MID to regulate the training and achieve functional overreaching. Moreover, the changes in the dynamic parameters of the CMJ support the use of this approach.

Keywords: adjustments; training load; monitoring; regulation.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 Objetivos.....	19
1.1.1 <i>Objetivo Geral</i>	19
1.1.2 <i>Objetivos Específicos</i>	19
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	20
2.1 O salto com contramovimento (SCM) como ferramenta de monitoramento da carga de treinamento.....	23
2.2 A diferença mínima individual (DMI) do SCM para monitorar e regular a carga de treinamento.....	25
2.3 O treinamento autorregulado pelo SCM com a DMI para induzir overreaching funcional.....	28
2.4 Overreaching funcional: alterações em parâmetros dinâmicos e na altura do SCM.....	30
2.5 Monitoramento do treinamento: associações entre as alterações nos parâmetros dinâmicos e nas altura do SCM.....	31
3 MÉTODOS	33
3.1 Panorama Geral da Tese	33
3.2 Cuidados Éticos	34
3.3 Amostra	34
3.4 Instrumentos de Pesquisa.....	34
3.4.1 <i>Revisão Sistemática com Meta-análise</i>	34
3.4.2 <i>Antropometria</i>	36
3.4.3 <i>Cinemetria</i>	37
3.4.4 <i>Dinamometria</i>	38
3.4.4.1 <i>Forças Externas</i>	38
3.4.4.2 <i>Forças Internas</i>	38
3.5 Procedimentos Experimentais.....	39
3.5.1 <i>Desenho Experimental</i>	39

3.5.2 Familiarização	40
3.5.3 Confiabilidade.....	41
3.5.4 Monitoramento e Regulação pela DMI do SCM	43
3.5.5 Quantificação da Carga de Treinamento.....	44
3.6 Análise Estatística	45
4 RESULTADOS	47
4.1 Meta-análise.....	47
4.2 Experimento 01	55
4.3 Experimento 02	61
4.4 Experimento 03	63
5 DISCUSSÃO	64
5.1 O SCM como uma ferramenta de monitoramento da carga de treinamento	64
5.2 O treinamento autorregulado pelo SCM com a DMI para induzir overreaching funcional.....	68
5.3 Overreaching funcional: alterações em parâmetros dinâmicos e na altura do SCM.....	72
5.4 Monitoramento do treinamento: associações entre as alterações nos parâmetros dinâmicos e na altura do SCM.....	73
5.5 Limitações da Tese.....	75
6 CONCLUSÃO.....	76
REFERÊNCIAS	77
ANEXO A	92

1 INTRODUÇÃO

O processo de treinamento é caracterizado por ser sistêmico e de longo prazo. Sendo que as decisões tomadas na prática pelos treinadores e demais membros da comissão técnica devem se fundamentar em informações objetivas, pois elas podem afetar todo o processo (BORIN, GOMES & LEITE, 2007). Para isso trabalham as disciplinas que compõem as Ciências do Esporte, na busca por informações que permitam um melhor direcionamento do processo de treinamento. Sendo assim, essa obtenção da informação se torna ponto fundamental do processo, pois é ela que permite o controle de carga de treinamento; ao conhecer o estado atual do atleta, bem como, ao fazer prognósticos de rendimento e ao ajustar o programa de treino (BORIN, GOMES & LEITE, 2007).

Esse controle de carga vem sendo realizado por uma análise integrada de monitoramento (AKENHEAD & NASSIS, 2015), regulação (SIFF, 2000) e quantificação (BORRESEN & LAMBERT, 2009) da carga de treinamento. O monitoramento visa verificar as respostas do atleta as cargas de treino executadas e que foram previamente planejadas pelo treinador (AKENHEAD & NASSIS, 2015). A regulação ocorre durante o processo de treinamento, por meio de ajustes nas cargas em relação às respostas do atleta. Sendo a regulação executada quando o atleta responde em desacordo com o planejamento prévio do treinador (SIFF, 2000). Além disso, a quantificação é o somatório do registro da carga de treinamento que foi planejado e aplicado pelo treinador e efetivamente executado pelo atleta. Esse registro é comumente realizado por meio de questionários, diários, marcadores fisiológicos, mecânicos e observação direta (BORRESEN & LAMBERT, 2009).

Atualmente a importância da individualização no controle de carga de treinamento é inquestionável, apesar de uma abordagem individualizada ser um desafio para os treinadores, principalmente em esportes coletivos (GABBETT, 2016; HALSON, 2014), pois com o controle de carga sendo realizado de forma efetiva, ocorrem maiores probabilidades de otimizar o rendimento e de reduzir o risco de lesão (GABBETT & DOMROW, 2007; GABBETT & JENKINS, 2011; ISSURIN, 2010; KENTTA & HASSINEN, 1998). Por isso, a necessidade da busca por ferramentas que permitam esse controle se faz importante para o avanço na área de conhecimento, pois a otimização do rendimento é obtida devido a possibilidade de identificação dos momentos adequados para ajustes na carga de treino, permitindo

assim a devida progressão de treinamento, resultando na melhora do desempenho (ISSURIN, 2010; KENTTA & HASSINEN, 1998). Por outro lado, quando aplicações inadequadas das cargas de treinamento ocorrem aumenta-se a probabilidade de ocorrência de lesões (GABBETT & DOMROW, 2007; GABBETT & JENKINS, 2011). Basicamente devido à lesão musculoesquelética resultar de um somatório de cargas que geram uma força que ultrapassa o limite do tecido biológico (ZERNICKE & WHITING, 2008). Essa perspectiva de controle de carga esta perfeitamente integrada aos tradicionais objetivos da Biomecânica do Esporte que são melhorar o desempenho e reduzir o número de lesões (ELLIOTT, 1999).

Visando um efetivo controle de carga, pesquisadores utilizam uma variedade de ferramentas biomecânicas (TAYLOR, CRONIN, GILL, CHAPMAN & SHEPPARD, 2010), fisiológicas (ALVES, GARCIA, MORANDI, CLAUDINO, PIMENTA & SOARES, 2015), bioquímicas (COUTTS, REABURN, PIVA & ROWSELL, 2007b), imunológicas (MOREIRA, ARSATI, LIMA-ARSATI, DE FREITAS & DE ARAUJO, 2011) e psicobiológicas (BRINK, VISSCHER, COUTTS & LEMMINK, 2012) para a prevenção e diagnóstico de sintomas de má adaptação ao treinamento. Essa variedade de dados obtidos junto aos atletas fornecem informações decisivas para execução do planejamento pelo treinador (AKENHEAD & NASSIS, 2015; BORRESEN & LAMBERT, 2009). Um consenso do Colégio Americano de Medicina do Esporte e do Colégio Europeu de Ciências do Esporte aponta que atualmente não existe a ferramenta ideal para se identificar um estado de má adaptação ao treinamento. Além disso, o mesmo consenso sugere diretrizes para a realização de novos estudos, como: marcadores testados em sujeitos bem treinados e com número amostral representativo; determinação da variabilidade de desempenho por meio de intervalos de confiança individuais; realização de medidas de redução de desempenho específicas do esporte; inclusão de marcadores de medida em repouso e/ou em exercício submáximo; e ainda, testes com intervalos de recuperação adequados. (MEEUSEN, DUCLOS, FOSTER, FRY, GLEESON, NIEMAN, RAGLIN, RIETJENS, STEINACKER & URHAUSEN, 2013a; MEEUSEN, DUCLOS, FOSTER, FRY, GLEESON, NIEMAN, RAGLIN, RIETJENS, STEINACKER & URHAUSEN, 2013b).

Dentre os parâmetros biomecânicos, fisiológicos, bioquímicos, imunológicos e psicobiológicos supracitados, poucos permitem atender as recomendações desse consenso (MEEUSEN et al., 2013a; MEEUSEN et al., 2013b). No entanto,

parâmetros biomecânicos, como a altura do salto com contramovimento (SCM) que permite uma aplicação no dia-a-dia do treinamento de atletas de alto rendimento, verificando o desempenho envolvendo movimentos multi-articulares complexos, permitindo uma maior proximidade com a modalidade, pode atender esta demanda (TAYLOR et al., 2010). Diante dessa lacuna verificada na literatura, a aplicação de ferramentas biomecânicas para controlar a carga de treinamento emerge como uma estratégia potencialmente profícua. Sendo assim, esta Tese foi organizada com 4 objetivos específicos, nos quais pretendemos iniciar uma discussão na busca de estratégias a serem inseridas no dia-a-dia do treinamento esportivo. E ao final desta etapa, o objetivo principal será verificar se as ferramentas biomecânicas foram efetivas para controlar individualmente as cargas de treinamento no esporte coletivo. Fato apontado como um dos grandes desafios das Ciências do Esporte atualmente.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo do presente estudo foi verificar a efetividade do uso de ferramentas biomecânicas para controlar as cargas de treinamento no esporte coletivo.

1.1.2 Objetivos Específicos

Verificar se existem diferenças significativas entre os métodos em que o salto com contramovimento é utilizado para o monitoramento da carga de treinamento.

Verificar se o salto com contramovimento e a diferença mínima individual permitem o monitoramento e a regulação da carga de treinamento.

Verificar como ocorrem as alterações na altura do salto com contramovimento, em função de alterações no torque, na potência e na energia nas articulações do tornozelo, joelho e quadril.

Verificar o nível de associação entre as alterações nesses parâmetros dinâmicos e na altura do salto com contramovimento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

No esporte a partir da década de 50 do século passado alguns modelos de organização da carga de treinamento, como os de Matveev, Verkhoshansky, Navarro e Forteza ganharam popularidade (ROSCHEL, TRICOLI & UGRINOWITSCH, 2011). No entanto, a verificação da efetividade desses modelos no cenário científico é escassa e complexa, devido à necessidade da utilização de atletas bom nível competitivo e que possam treinar de diferentes formas, dentro do mesmo período de tempo o que compromete o controle experimental (ROSCHEL, TRICOLI & UGRINOWITSCH, 2011), sendo mais comum, modelos experimentais testarem apenas a manipulação dos componentes da carga de treinamento: intensidade, volume e frequência (SMITH, 2003). Isso ocorre dentro do esporte de uma forma mais aplicada em estudos que visam indução ao *overreaching* (COUTTS, REABURN, PIVA & MURPHY, 2007a; COUTTS, et al., 2007b; MOORE & FRY, 2007) e/ou ao *tapering* (COUTTS et al., 2007a; COUTTS et al., 2007b; DE LACEY, BRUGHELLI, MCGUIGAN, HANSEN, SAMOZINO & MORIN, 2014; REBAI, CHTOUROU, ZARROUK, HARZALLAH, KANOUN, DOGUI, SOUISSI & TABKA, 2014).

O *overreaching* pode ser definido por uma organização da carga de treinamento a fim de acumular estresse resultando em uma redução de curto prazo no desempenho, geralmente acompanhada de alterações em sinais biomecânicos, fisiológicos e psicológicos. Normalmente, a redução do desempenho é alcançada pelo aumento do volume da carga de treinamento (BOSQUET, MONTPETIT, ARVISAIS & MUJICA, 2007). Assim, no treinamento esportivo esse processo de aplicação de carga é utilizado para perturbar a homeostase, levando de uma fadiga aguda, para uma possível melhora do desempenho posteriormente. Quando esse processo de curta redução de desempenho leva para uma melhora do rendimento após a recuperação é denominado de *overreaching* funcional. No entanto, quando isso não ocorre e o atleta passa por um desequilíbrio entre o treinamento e a recuperação, um processo definido como *overreaching* não funcional pode estar ocorrendo. A continuidade deste desequilíbrio pode levar a um prolongado período de redução de desempenho, sendo relatados ou não sintomas fisiológicos e psicológicos de má adaptação, com a restauração do desempenho podendo levar

meses, situação esta definida como síndrome do *overtraining* (MEEUSEN et al., 2013a; MEEUSEN et al., 2013b).

Por outro lado, o *tapering* pode ser definido como uma redução não linear da carga de treinamento de forma individualizada, em um período de 4 a 28 dias, com o objetivo de reduzir o estresse fisiológico, biomecânico e psicológico do treino diário para otimizar o desempenho esportivo. Sendo o principal objetivo do *tapering* minimizar a fadiga acumulada sem comprometer as adaptações do treinamento e melhorar o desempenho em aproximadamente 3% com uma variação típica entre 0.5 – 6% (MUJICA & PADILLA, 2003).

Durante o *tapering* a manipulação da intensidade, volume e frequência enquanto expressões dos componentes da carga de treinamento é comumente realizada (BOSQUET et al., 2007; MUJICA, 2010; MUJICA & PADILLA, 2003). A manipulação das variáveis sugere uma manutenção da intensidade e uma frequência do treinamento entre 80% e 100% em relação ao período anterior ao *tapering* associada a uma redução de 60-90% do volume de treinamento (MUJICA & PADILLA, 2003). Adicionalmente, uma meta-análise verificou que um período de 2 semanas de duração do *tapering*, com redução exponencial do volume de 41-60%, sem qualquer alteração na intensidade ou frequência seriam as diretrizes mais eficientes para a estratégia maximizar os ganhos de desempenho (BOSQUET et al., 2007), ainda que a aplicação de alta intensidade seja determinante para o sucesso do *tapering* (MUJICA, 2010). Portanto, os estudos aqui conduzidos utilizaram do *overreaching* e do *tapering* para verificar a efetividade das ferramentas biomecânicas no controle da carga de treinamento.

Nessa busca por ferramentas que permitem a prevenção e o diagnóstico de sintomas de má adaptação ao treinamento, o SCM é comumente utilizado para monitorar os efeitos da fadiga e/ou supercompensação (TAYLOR, CHAPMAN, CRONIN, NEWTON & GILL, 2012). Com algumas variáveis do SCM sendo utilizadas com sucesso para identificar a fadiga em esportes coletivos, como por exemplo, no futebol australiano pela relação do tempo de voo e tempo de contração (MOONEY, CORMACK, O'BRIEN B, MORGAN & MCGUIGAN, 2013) e no rúgbi pelo tempo de voo e pela potência relativa (MCLEAN, COUTTS, KELLY, MCGUIGAN & CORMACK, 2010). Apesar do mesmo grupo de pesquisa apresentar resultados controversos para variáveis cinemáticas (altura, tempo de voo) e dinâmicas (pico de

potência, média de potência, pico de força) do SCM utilizadas para monitorar atletas de futebol australiano (CORMACK, NEWTON & MCGUIGAN, 2008).

Sendo também de interesse o desenvolvimento de ferramentas para o diagnóstico da fadiga, a utilização de outras variáveis que possam ser facilmente calculadas e administradas sem o uso de equipamentos sofisticados de pesquisa. Para isso a altura do SCM foi utilizada para detectar a fadiga durante um período de treinamento visando acúmulo de carga (FREITAS, NAKAMURA, MILOSKI, SAMULSKI & BARA-FILHO, 2014a) ou depois das sessões de treino (MALONE, MURTAGH, MORGANS, BURGESS, MORTON & DRUST, 2015) ou jogos (MOHR & KRUSTRUP, 2013). Estudos que investigaram a fadiga em jogadores de futebol depois dos treinos (MALONE et al., 2015) e de voleibol após período de intensificação (FREITAS et al., 2014a) encontraram a altura do SCM como insensível a fadiga quando a intensidade do treino foi aumentada. Em ambos os estudos, o maior salto foi selecionado para análise, além disso, o maior salto foi insensível para detecção de fadiga após partidas oficiais de futebol de elite, enquanto que para o mesmo estudo a altura média do SCM foi sensível (MOHR & KRUSTRUP, 2013). Esses achados mostram que a utilização da média ou do maior salto pode impactar na interpretação dos resultados, além do grande número de variáveis oriundas do SCM poder ser outro complicador na interpretação.

Portanto visando o controle de carga de treinamento, se faz necessária à verificação de pontos conflitantes na literatura relacionados ao SCM, além da compreensão do próprio salto por outros parâmetros biomecânicos que dotam a resposta de precisão necessária para respaldar a sua aplicabilidade, tais como:

- verificar com o tamanho do efeito por uma meta-análise; a) qual deve ser a estratégia para aplicação dos resultados: o uso da média de múltiplas tentativas ou o uso do maior valor (HARVILL, 1991; PEREIRA, DE FREITAS, BARELA, UGRINOWITSCH, RODACKI, KOKUBUN & FOWLER, 2014); b) quais são as variáveis mais sensíveis a fadiga e/ou supercompensação (MCLEAN et al., 2010; MOONEY et al., 2013);
- verificar se as ferramentas biomecânicas permitem a o monitoramento e regulação da carga de treinamento no esporte coletivo (MANN, THYFAULT, IVEY & SAYERS, 2010; SIFF, 2000);

- buscar o entendimento das variações de desempenho no SCM a partir de parâmetros dinâmicos (i.e. torque, potência e energia) (HUBLEY & WELLS, 1983; MACKALA, STODOLKA, SIEMIENSKI & COH, 2013);
- verificar quantitativamente as contribuições relativas dos parâmetros dinâmicos nas articulações dos membros inferiores (i.e. tornozelo, joelho e quadril) com o desempenho no SCM por meio da determinação dos seus respectivos níveis de correlação (DOMIRE & CHALLIS, 2010; MCERLAIN-NAYLOR, KING & PAIN, 2014).

Serão abordados na revisão tópicos de interesse para fundamentar as investigações propostas. Inicialmente analisaremos as possibilidades de utilização do SCM e da DMI como ferramentas de monitoramento da carga de treinamento. Analisadas as ferramentas passaremos a discutir o seu papel na autorregulação do treinamento objetivando a consecução do *overreaching* funcional. A influência deste fenômeno em parâmetros dinâmicos relacionados ao SCM também constitui tema a ser abordado nesta revisão. Finalmente serão apresentadas as possíveis associações entre os parâmetros dinâmicos e a altura do SCM, com o objetivo de subsidiar a discussão acerca do uso de ferramentas biomecânicas para o monitoramento do treinamento.

2.1 O salto com contramovimento (SCM) como ferramenta de monitoramento da carga de treinamento

O SCM é uma das ferramentas mais utilizadas para o monitoramento do estado neuromuscular em esportes individuais (BALSALOBRE-FERNANDEZ, TEJERO-GONZALEZ & DEL CAMPO-VECINO, 2014a; BALSALOBRE-FERNANDEZ, TEJERO-GONZALEZ & DEL CAMPO-VECINO, 2014b; GATHERCOLE, STELLINGWERFF & SPORER, 2015; JIMÉNEZ-REYES & GONZÁLEZ-BADILLO, 2011; LOTURCO, D'ANGELO, FERNANDES, GIL, KOBAL, CAL ABAD, KITAMURA & NAKAMURA, 2015; TAYLOR et al., 2012), coletivos (FREITAS et al., 2014a; MCLEAN et al., 2010; MOONEY et al., 2013; OLIVER, ARMSTRONG & WILLIAMS, 2008; TAYLOR et al., 2012; TWIST & HIGHTON, 2013), bem como em militares (FORTES, DIMENT, GREEVES, CASEY, IZARD & WALSH, 2011; HOFFMAN, LANDAU, STOUT, DABORA, MORAN, SHARVIT, HOFFMAN, BEN MOSHE, MCCORMACK, HIRSCHHORN & OSTFELD, 2014; LOTURCO, UGRINOWITSCH, ROSCHEL, LOPES MELLINGER, GOMES, TRICOLI

& GONZALES-BADILLO, 2013; NINDL, BARNES, ALEMANY, FRYKMAN, SHIPPEE & FRIEDL, 2007; WELSH, ALEMANY, MONTAIN, FRYKMAN, TUCKOW, YOUNG & NINDL, 2008). Alguns pesquisadores utilizaram o desempenho do SCM para ser um marcador objetivo de fadiga e supercompensação (BALSALOBRE-FERNANDEZ, TEJERO-GONZALEZ & DEL CAMPO-VECINO, 2014b; CORMIE, MCBRIDE & MCCAULLEY, 2009; COUTTS et al., 2007b; JIMÉNEZ-REYES & GONZÁLEZ-BADILLO, 2011); no entanto, outros obtiveram resultados inconsistentes quando utilizaram medidas do SCM (COUTTS et al., 2007a; FREITAS et al., 2014a; GATHERCOLE, STELLINGWERFF & SPORER, 2015; MALONE et al., 2015). Esta disparidade de resultados poderia ser atribuída ao grande número de diferentes variáveis cinemáticas e cinéticas que têm sido utilizadas para monitorar o desempenho do SCM (e.g. altura do salto, pico de potência, pico de potência relativo, potência relativa, média de potência, pico de velocidade, pico de força, média de força, taxa de desenvolvimento de força, duração da excêntrica/duração da concêntrica, tempo de voo/duração da excêntrica, tempo de voo/tempo de contração no SCM sem carga e/ou com carga) (CORMACK, NEWTON, MCGUIGAN & DOYLE, 2008; MCLEAN et al., 2010; MOONEY et al., 2013; TAYLOR et al., 2012; TAYLOR et al., 2010). Além disso, verifica-se que, algumas variáveis são mais sensíveis do que outras para determinar o estado neuromuscular do atleta (MCLEAN et al., 2010; MOONEY et al., 2013).

A utilização do maior salto ou da média para avaliar e monitorar o desempenho do SCM já foi apontada como outro fator de confusão na presente tese. Estatisticamente, o investigador ou profissional tem uma probabilidade muito mais elevada (~10:1) de encontrar o valor "real" quando o valor médio é usado em comparação ao maior valor (HARVILL, 1991; PEREIRA et al., 2014). Encontrar o valor verdadeiro é essencial quando se monitora a "real" mudança de desempenho de um atleta (ATKINSON & NEVILL, 1998; HOPKINS, 2000; WEIR, 2005). Existe um número mínimo de estudos investigando os benefícios e limitações do maior vs. média durante a avaliação e monitoramento com o SCM (AL HADDAD, SIMPSON & BUCHHEIT, 2015) ou com outros testes de desempenho (HETHERINGTON, 1973), a limitação de ambas as pesquisas foram não quantificar a magnitude das diferenças (e.g. o tamanho do efeito sintetizado por uma meta-análise). Portanto, a diferença de sensibilidade do maior SCM ou da média do SCM para o monitoramento do estado neuromuscular poderia ser obtida por um indicador objetivo. Dadas às limitações

identificadas, uma meta-análise poderia comparar o desempenho do SCM para monitorar o estado neuromuscular em estudos que reportaram o maior valor em oposição aos estudos que reportaram o valor médio. Além disso, determinar a variável dependente do SCM mais sensível à fadiga e/ou supercompensação.

2.2 A diferença mínima individual (DMI) do SCM para monitorar e regular a carga de treinamento

A altura do SCM é uma das medidas mais utilizadas para o monitoramento do estado neuromuscular em atletas de alto rendimento (AL HADDAD, SIMPSON & BUCHHEIT, 2015; BALSALOBRE-FERNANDEZ, TEJERO-GONZALEZ & DEL CAMPO-VECINO, 2014a; BALSALOBRE-FERNANDEZ, TEJERO-GONZALEZ & DEL CAMPO-VECINO, 2014b; CASTAGNA, IMPELLIZZERI, RAMPININI, D'OTTAVIO & MANZI, 2008; COUTTS et al., 2007a; COUTTS et al., 2007b; FREITAS et al., 2014a; FREITAS, SOUZA, OLIVEIRA, PEREIRA & NAKAMURA, 2014b; HAMMAMI, BEN ABDERRAHMANE, NEBIGH, LE MOAL, BEN OUNIS, TABKA & ZOUHAL, 2013; IMPELLIZZERI, RAMPININI, CASTAGNA, MARTINO, FIORINI & WISLOFF, 2008; JENSEN, SCOTT, KRUSTRUP & MOHR, 2013; JIMÉNEZ-REYES & GONZÁLEZ-BADILLO, 2011; KAMANDULIS, SKURVYDAS, BRAZAITIS, STANISLOVAITIS, DUCHATEAU & STANISLOVAITIENĖ, 2012; KYRIAZIS, TERZIS, BOUDOLOS & GEORGIADIS, 2009; MALONE et al., 2015; MCLEAN et al., 2010; MCMILLAN, HELGERUD, MACDONALD & HOFF, 2005; MOHR & KRUSTRUP, 2013; OLIVER, ARMSTRONG & WILLIAMS, 2008; PAPACOSTA, GLEESON & NASSIS, 2013; SPURRS, MURPHY & WATSFORD, 2003; TWIST & HIGHTON, 2013; WEST, COOK, STOKES, ATKINSON, DRAWER, BRACKEN & KILDUFF, 2014).

Usualmente o mais alto salto de três SCMs têm sido utilizado para monitorar as respostas das cargas de treino (AL HADDAD, SIMPSON & BUCHHEIT, 2015). No entanto, o mais alto salto não foi sensível para detectar fadiga durante a fase de competição enquanto que a média de altura do SCM foi sensível (MOHR & KRUSTRUP, 2013). Tornando-se importante então para o monitoramento do desempenho o fato da utilização do melhor desempenho ou da média. Hetherington (1973) discutiu a seguinte questão: os pesquisadores devem utilizar o melhor resultado ou a média na determinação de desempenho físico? Ele concluiu que quando os erros de medição eram pequenos em comparação com a variação

intrassujeito, pode ser um caso para a utilização do maior resultado de desempenho, uma vez que pode prever o valor verdadeiro. Caso contrário, quando não se pode garantir esse pressuposto, o mesmo sugere o uso da média de múltiplas tentativas. A mesma pergunta recebeu recentemente interesse de pesquisa por Al Haddad, Simpson e Buchheit (2015), os autores concluíram a partir dos dados investigados em 102 jogadores de futebol (Sub13 e Sub17), que a utilização da média ou do melhor resultado de desempenho "provavelmente" fornecem achados semelhantes. Mesmo com esse breve tratado da literatura, parece não ser claro, se a média ou o melhor resultado de desempenho representa verdadeiramente o estado neuromuscular do atleta.

Baseando-se em fundamentos estatísticos o uso da média deveria ser o método preferido para monitorar o desempenho, pois o uso do maior salto teria algumas limitações. Por exemplo, o maior resultado de desempenho não permite calcular o erro típico de medida individual e o seu respectivo intervalo de confiança, daqui em diante será chamado de diferença mínima individual (DMI) (MEEUSEN et al., 2013a; MEEUSEN et al., 2013b). Além disso, usando o maior salto para monitorar o estado neuromuscular reduz as chances de encontrar o valor verdadeiro, porque, cada valor observado é composto pelo valor verdadeiro e o erro (HETHERINGTON, 1973; HOPKINS, 2000; WEIR, 2005). Deve ser lembrado que as fontes de erro incluem variabilidade biológica (e.g. indivíduo ou testador) e variabilidade tecnológica (e.g. instrumentação) (HETHERINGTON, 1973; HOPKINS, 2000; WEIR, 2005). Independentemente da fonte de erro, utilizar o maior salto parece problemático, como investigadores afirmaram que a altura média do CMJ deve ser utilizada, porque os humanos são capazes de atingir a máxima potência/força em apenas 5% das suas tentativas (PEREIRA et al., 2014). Usando a altura média para monitorar o estado neuromuscular aumenta as chances de encontrar o valor verdadeiro para aproximadamente 50% e quando a média mais um desvio padrão são usados, as chances de encontrar o valor verdadeiro são aumentadas para 68% (HARVILL, 1991).

O entendimento e a determinação do erro típico associado com o movimento são fundamentais, particularmente quando se pretende verificar a "real" alteração de desempenho, i.e., maior que o erro típico associado a medida (ATKINSON & NEVILL, 1998; HOPKINS, 2000). O cálculo do erro típico de medida individual e o seu respectivo intervalo de confiança, denominado DMI, pode fornecer uma maior

sensibilidade (i.e. com 95% de probabilidade) para detectar o "real" desempenho do atleta (CLAUDINO, MEZENCIO, SONCIN, FERREIRA, COUTO & SZMUCHROWSKI, 2012). Apesar das probabilidades estatísticas para encontrar o “verdadeiro valor” serem aumentadas quando a média e desvio padrão ou a DMI são usados para monitorar as respostas as carga de treinamento, como discutido, anteriormente, muitos estudos têm utilizado o “maior” salto para análise (CASTAGNA et al., 2008; FREITAS et al., 2014a; FREITAS et al., 2014b; HAMMAMI et al., 2013; IMPELLIZZERI et al., 2008; JENSEN et al., 2013; KAMANDULIS et al., 2012; KYRIAZIS et al., 2009; MALONE et al., 2015; MCMILLAN et al., 2005; PAPACOSTA, GLEESON & NASSIS, 2013; SPURRS, MURPHY & WATSFORD, 2003; WEST et al., 2014), sendo questionável essa estratégia para monitorar o desempenho. Por exemplo, dois estudos utilizando jogadores de rúgbi *league* têm usado a altura do SCM para monitorar 6 semanas de intensificação da carga de treinamento de forma progressiva e uma semana de *tapering*. A altura do SCM foi utilizada de maneira diferente nesses estudos, o estudo que utilizou o maior SCM para monitorar o desempenho, não encontrou diferença significativa entre as diferentes fases da intervenção, ou seja, pré, pós-intervenção e *tapering* ($p > 0,05$) (COUTTS et al., 2007a). Por outro lado, quando se utilizou a média da altura do SCM, foram encontradas diferenças significativas entre as avaliações pré-intervenção e meio em comparação com a pós-intervenção (COUTTS et al., 2007b). Quando o “maior” e a “média” da altura do SCM foram aplicadas no mesmo estudo, a média era CMJ ainda mais sensível de acordo com os resultados de tamanho de efeito de Hedges (ES_g) (HEDGES, 1981). Por exemplo, Mohr e Krustup (2013) não encontraram redução significativa na altura do maior SCM [$ES_g = -0.19 (-0.82 - 0.44)$], mas encontraram redução na altura média do SCM [$ES_g = -0.50 (-1.12 - -0.12)$] durante os jogos de qualificação para a UEFA *Champions League*. Aplicar uma única repetição para representar estado neuromuscular parece problemático, a média de 6 (TAYLOR et al., 2010), 8 (CLAUDINO et al., 2012) e 12 repetições (RODANO & SQUADRONE, 2002) têm sido recomendadas para melhor representar o desempenho do SCM e monitorar o *status* neuromuscular.

A média da altura da SCM foi utilizada como ferramenta para monitorar (BALSALOBRE-FERNANDEZ, TEJERO-GONZALEZ & DEL CAMPO-VECINO, 2014b; JIMÉNEZ-REYES & GONZÁLEZ-BADILLO, 2011) e regular (CLAUDINO et al., 2012) a carga de treinamento. Atletas do atletismo (saltadores e velocistas

(JIMÉNEZ-REYES & GONZÁLEZ-BADILLO, 2011); corredores de média e longa distância (BALSALOBRE-FERNANDEZ, TEJERO-GONZALEZ & DEL CAMPO-VECINO, 2014b)) foram monitorados semanalmente, de forma a identificar durante a temporada as alterações de desempenho (i.e. picos de desempenho). Além disso, a altura média do SCM associada com a DMI foram aplicadas para regular o volume do treinamento pliométrico ao longo de 6 semanas de treinamento. A altura do SCM foi verificada no início de cada sessão de treino para monitorar a resposta individual às cargas aplicadas e, posteriormente, permitiram a regulação da carga (CLAUDINO et al., 2012). No sentido de garantir que a medida seja sensível às mudanças, é necessário que os atletas sejam bem familiarizados com o SCM, pois a DMI e os intervalos de confiança são calculados a partir do erro típico de medida do indivíduo. Sendo anteriormente verificado que o indivíduo reduz esses erros depois de aplicado um processo de familiarização (CLAUDINO, MEZENCIO, SONCIN, FERREIRA, VALADAO, TAKAO, BIANCO, ROSCHEL, AMADIO & SERRAO, 2013). Apesar dessa necessidade, a DMI do SCM possibilita uma aplicação de forma a atender os pré-requisitos colocados pelo consenso Colégio Americano de Medicina do Esporte e do Colégio Europeu de Ciências do Esporte para ferramentas que visam identificar o *overreaching/overtraining* (MEEUSEN et al., 2013a; MEEUSEN et al., 2013b). Atende-se aos pré-requisitos a medida que a DMI do SCM permite que a determinação da variabilidade de desempenho por meio de intervalos de confiança individuais seja testada em sujeitos bem treinados e com número amostral representativo, com medidas de redução de desempenho similares às específicas do esporte, e ainda, a realização dos testes com intervalos de recuperação adequados.

Com esta afirmação metodológica em mente, iremos descrever no Método como a DMI pode ser calculada e aplicada pelos pesquisadores e profissionais para que o treino possa ser autorregulado.

2.3 O treinamento autorregulado pelo SCM com a DMI para induzir *overreaching* funcional

O treinamento de atletas necessita de uma adequação ótima da carga de treino, a fim de melhorar o desempenho eficazmente (HALSON & JEUKENDRUP, 2004; KENTTA & HASSINEN, 1998; SMITH, 2003). A autorregulação é uma forma de planejamento de carga em que se ajusta às adaptações dos atletas de forma individual, baseando-se em informações obtidas de forma diária ou semanal (SIFF,

2000). Por exemplo, os autorregulados exercícios de resistência progressiva (APRE) requerem ajustes na carga de treinamento dos atletas de acordo com o número de repetições máximas (RM) realizadas, sendo aplicado com sucesso em atletas de esportes coletivos (MANN et al., 2010). O APRE resultou em melhor desempenho no agachamento e supino (i.e. 1 RM) em um grupo de jogadores de futebol americano universitário, em comparação a um grupo que usou periodização linear tradicional durante 6 semanas de treinamento na pré-temporada. Com essa estratégia, os objetivos pré-determinados podem ser verificados regularmente e as correções do planejamento executadas concorrentemente, a fim de otimizar o desempenho e/ou evitar um indesejado acúmulo de carga de treinamento.

Um desejado acúmulo de carga de treinamento, visando alcançar um *overreaching* funcional, é comumente seguido de um período de recuperação definido como *tapering*. O *tapering* é amplamente utilizado por atletas que participam de uma grande variedade de esportes que diferem em suas demandas biomecânicas e fisiológicas, para ganhar uma vantagem de desempenho sobre os concorrentes (BOSQUET et al., 2007). É um elemento fundamental na preparação física dos atletas nas semanas antes de uma competição e geralmente aplicado em esportes de resistência/longa duração (PYNE, MUJICA & REILLY, 2009). No entanto, para esportes coletivos o *tapering* é utilizado na pré-temporada (MUJICA, 2007), depois de deliberado *overreaching* (COUTTS et al., 2007a; COUTTS et al., 2007b) para enfrentar uma temporada competitiva na melhor condição possível (MUJICA, 2007; MUJICA & PADILLA, 2003). Esta fase necessita de um manuseio preciso da carga de treinamento e como discutido acima, o treino autorregulado pelo SCM com a DMI pode fornecer um meio de otimizar o desempenho de forma satisfatória durante essa fase de redução gradual da carga de treinamento. No entanto, essa tal alegação precisa ser testada. Pois assim, poderíamos determinar se o treino autorregulado pela altura do SCM associada à DMI, regularia uma fase de treinamento, que provoque *overreaching* funcional após o *tapering* em atletas de esporte coletivo.

No melhor do nosso conhecimento, não foram encontrados estudos na literatura que verificaram o efeito do treino autorregulado para induzir um *overreaching* funcional. Adicionalmente, a verificação dos fatores que levam ao estado de *overreaching* é tradicionalmente realizada por intermédio do uso de parâmetros fisiológicos, bioquímicos e psicológicos (AUBRY, HAUSSWIRTH,

LOUIS, COUTTS & LE MUER, 2014; COUTTS et al., 2007a; COUTTS et al., 2007b), sendo encontrados poucos estudos que utilizaram parâmetros biomecânicos e por muitas vezes sem a precisão necessária.

2.4 *Overreaching* funcional: alterações em parâmetros dinâmicos e na altura do SCM

A estratégia de indução ao *overreaching* funcional após o *tapering* é majoritariamente realizada em atletas de esportes individuais, onde ainda existe diferença na melhora de desempenho de acordo com a especificidade do movimento que é executado (BOSQUET et al., 2007) ou até mesmo de acordo com o tipo de *overreaching* que é aplicado (AUBRY et al., 2014). Por exemplo, um maior efeito de supercompensação depois do *tapering* foi encontrado em triatletas que não vivenciaram um *overreaching* funcional em relação aos que vivenciaram. No entanto, dois pontos podem ser destacados neste estudo: a carga de treinamento não foi ajustada individualmente durante o processo de intensificação e de *tapering*, e a verificação do *overreaching* foi realizada somente por meio de parâmetros fisiológicos e psicológicos (AUBRY et al., 2014).

Por outro lado em esportes coletivos, com base no exposto nessa Revisão até aqui, as ferramentas biomecânicas podem ser utilizadas e devem ser testadas para monitorar e regular a carga de treinamento durante as fases de *overreaching* funcional e *tapering*, com a DMI do SCM sendo sensível para detectar mudanças no desempenho e propiciar um apropriado manuseio carga de treinamento. Assim essas alterações negativas, como a fadiga e as positivas, como a supercompensação na altura do SCM que são determinadas por alterações inter-articulares (BOBBERT, MACKAY, SCHINKELSHOEK, HUIJING & VAN INGEN SCHENAU, 1986; FUKASHIRO & KOMI, 1987; MCERLAIN-NAYLOR, KING & PAIN, 2014; NAGANO, ISHIGE & FUKASHIRO, 1998; VANEZIS & LEES, 2005) poderiam ser verificadas. É bem aceita na literatura essa relação entre o desempenho do SCM e a magnitude de torques de tornozelo, joelho e quadril, bem como a de potência e energia (HUBLEY & WELLS, 1983; MACKALA et al., 2013; NAGANO, KOMURA, FUKASHIRO & HIMENO, 2005; VAN SOEST, ROEBROECK, BOBBERT, HUIJING & VAN INGEN SCHENAU, 1985), apesar desse tema de pesquisa ser recente (i.e. próximo de 30 anos), com os primeiros pesquisadores demonstrando, por exemplo; uma maior contribuição de energia do joelho para a altura do SCM (HUBLEY &

WELLS, 1983; VAN SOEST et al., 1985) sendo que os últimos apresentam uma maior contribuição de energia do quadril (NAGANO, ISHIGE & FUKASHIRO, 1998; NAGANO et al., 2005). Portanto, essas e outras variáveis dinâmicas poderiam ser analisadas para verificar a sua contribuição nas alterações da altura do SCM. Assim, esses parâmetros biomecânicos, em adição aos já verificados parâmetros fisiológicos e psicológicos (AUBRY et al., 2014), também poderiam ser usados para uma melhor compreensão das fases de indução ao *overreaching* e ao *tapering*.

Acreditamos, no entanto, que os métodos de intensificação de carga individuais, como a autorregulação pela altura do SCM associada à DMI, constituem uma boa estratégia para otimizar os resultados. Com base no trabalho anterior de Thomas e Busso (2005), a intensificação da carga de treinamento anteriormente ao *tapering* permitiria aumentar o desempenho em atletas de esportes coletivos que foram submetidos ao *overreaching* funcional. Ressaltando a importância de identificar os parâmetros biomecânicos que poderiam explicar tais mudanças, para respaldar a utilização da altura do SCM como parâmetro biomecânico com aplicabilidade e efetividade, frente aos marcadores fisiológicos, bioquímicos e psicológicos que são encontrados na literatura. Além disso, na sequência apresentaremos como seria o comportamento desses parâmetros em relação às alterações ocorridas na altura do SCM em resposta ao treinamento.

2.5 Monitoramento do treinamento: associações entre as alterações nos parâmetros dinâmicos e na altura do SCM.

Pesquisadores verificaram que a altura do SCM foi eficiente para monitorar as respostas ao treinamento em esportes coletivos, como o futebol (OLIVER, ARMSTRONG & WILLIAMS, 2008) e o rúgbi (TWIST & HIGHTON, 2013) e em esportes individuais, como as modalidades do atletismo em provas de salto e velocidade (JIMÉNEZ-REYES & GONZÁLEZ-BADILLO, 2011) e corrida de média e longa distância (BALSALOBRE-FERNANDEZ, TEJERO-GONZALEZ & DEL CAMPO-VECINO, 2014b). Além disso, uma análise quantitativa das contribuições relativas de variáveis dinâmicas para este movimento tem sido apontada como necessária (DOMIRE & CHALLIS, 2010; MCERLAIN-NAYLOR, KING & PAIN, 2014). Para isso, nos baseamos na já bem aceita relação entre o desempenho do SCM e magnitudes de torque, potência e energia nas articulações dos membros inferiores

(HUBLEY & WELLS, 1983; MACKALA et al., 2013; NAGANO et al., 2005; VAN SOEST et al., 1985).

Considerando que alguns pesquisadores encontraram evidências de que alterações interarticulares determinam as mudanças positivas e negativas no desempenho do salto vertical (BOBBERT et al., 1986; FELTNER, FRASCHETTI & CRISP, 1999; FUKASHIRO & KOMI, 1987; VANEZIS & LEES, 2005; VOIGT, SIMONSEN, DYHRE-POULSEN & KLAUSEN, 1995). Na análise conjunta do que deveria ser o mais importante para o desempenho do salto vertical tem sido encontrado um resultado inconsistente, por exemplo; alguns resultados apontam a articulação do joelho (HUBLEY & WELLS, 1983; VAN SOEST et al., 1985) e outros, o quadril (NAGANO, ISHIGE & FUKASHIRO, 1998; NAGANO et al., 2005) como fator preponderante.

Ainda sobre os fatores determinantes para o desempenho do SCM. Recentemente, a potência de pico de joelho, o pico de energia de tornozelo e o ângulo de descolagem de ombro em conjunto explicaram 74% da variação comum (i.e. coeficiente de determinação; r^2) com a altura do SCM (MCERLAIN-NAYLOR, KING & PAIN, 2014). Este estudo verificou os fatores determinantes do desempenho do SCM utilizando o balanço dos membros superiores, uma situação que não é recomendada ao monitorar o estado neuromuscular dos membros inferiores durante o processo de treinamento (BALSALOBRE-FERNANDEZ, TEJERO-GONZALEZ & DEL CAMPO-VECINO, 2014b; JIMÉNEZ-REYES & GONZÁLEZ-BADILLO, 2011; OLIVER, ARMSTRONG & WILLIAMS, 2008).

Além disso, as pesquisas de determinantes dinâmicos do SCM (i.e. por dinâmica inversa) foram realizadas em estudos transversais (BOBBERT et al., 1986; FUKASHIRO & KOMI, 1987; HUBLEY & WELLS, 1983; MACKALA et al., 2013; MCERLAIN-NAYLOR, KING & PAIN, 2014; NAGANO et al., 2005; VAN SOEST et al., 1985; VANEZIS & LEES, 2005). No entanto, uma análise quantitativa das contribuições relativas de parâmetros dinâmicos do SCM em resposta ao treinamento contribuiria para a compreensão dos profissionais e pesquisadores durante a prescrição do treinamento e/ou pesquisas aplicadas (MIZUGUCHI, SANDS, WASSINGER, LAMONT & STONE, 2015). Face a esta lacuna da literatura, pretendemos verificar o nível de correlação entre o momento, a potência e a energia articulares e as alterações de desempenho do SCM durante o processo de treinamento.

3 MÉTODOS

3.1 Panorama Geral da Tese

Para a consecução dos objetivos traçados realizamos uma revisão sistemática com meta-análise, além de outros 3 estudos experimentais, cujas características básicas são descritas no fluxograma apresentado na Figura 1.

Figura 1. Fluxograma ilustrativo do delineamento experimental básico proposto no presente trabalho

3.2 Cuidados Éticos

Este Projeto de Pesquisa foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo com número CAAE: 05890212.0.0000.5391 (Aprovado em: 20/12/2012).

Ao se apresentarem como voluntários, os atletas foram informados pelos pesquisadores quanto aos objetivos e aos procedimentos metodológicos do estudo e quanto aos possíveis riscos e desconfortos relacionados à participação nos experimentos. Após os esclarecimentos, o voluntário e o responsável, pois os mesmos eram menores de 18 anos, assinavam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), caso o atleta aceitasse participar como voluntário da pesquisa.

3.3 Amostra

Nos experimentos 01 e 02 participaram atletas de futsal do sexo masculino, da categoria Sub 17 e que disputavam as principais competições da categoria no país ($n = 18$; idade: $15,2 \pm 0,9$ anos; faixa etária: mínima de 14 anos e máxima de 17 anos; massa corporal: $62,3 \pm 13,1$ kg; estatura: $1,71 \pm 0,1$ m; pico de velocidade de crescimento = $0,8 \pm 0,7$ anos). Os voluntários foram distribuídos de maneira aleatória nos GR ($n = 9$; idade: $15,2 \pm 0,8$ anos; massa corporal: $58,2 \pm 6,6$ kg; estatura: $1,69 \pm 0,1$ m; pico de velocidade de crescimento = $0,7 \pm 0,8$ anos) e GC ($n = 9$; idade: $15,1 \pm 0,9$ anos; massa corporal: $66,3 \pm 16,9$ kg; estatura: $1,72 \pm 0,1$ m; pico de velocidade de crescimento = $0,9 \pm 0,7$ anos). No experimento 03, dentre os atletas de futsal descritos anteriormente participaram somente os que faziam parte do GR ($n = 9$; idade: $15,2 \pm 0,8$ anos; massa corporal: $58,2 \pm 6,6$ kg; estatura: $1,69 \pm 0,1$ m; pico de velocidade de crescimento = $0,7 \pm 0,8$ anos).

3.4 Instrumentos de Pesquisa

3.4.1 Revisão Sistemática com Meta-análise

As seguintes palavras-chave foram utilizadas na busca eletrônica: “countermovement jump” ou “vertical jump”. As seguintes bases de dados foram pesquisadas: “PubMed”, “Scopus”, e “Web of Science” (Figure 2). Todos os artigos incluídos na análise inicial foram de periódicos revisados por pares que usaram o CMJ para monitorar o status neuromuscular (i.e. fadiga e/ou supercompensação) na sequência de uma intervenção crônica (i.e. ≥ 3 semanas). As análises de fadiga e supercompensação foram realizadas de acordo com o propósito inicial de cada

estudo. Sendo fadiga definida como a incapacidade de manter o desempenho no nível requerido (MOONEY et al., 2013; TWIST & HIGHTON, 2013), bem como, a supercompensação sendo uma superação do seu desempenho prévio com uma recuperação adequada após um período de sobrecarga (SMITH, 2003). A pesquisa não se limitou a anos específicos. A estratégia de busca incluiu estudos que investigam todas as modalidades de treinamento e todas as variáveis cinéticas e cinemáticas utilizados para avaliar o desempenho do SCM.

Figura 2. Estratégia de busca dos artigos a serem incluídos na Meta-análise.

Os critérios de inclusão foram os seguintes: i) estudos escritos em Inglês; ii) estudos onde o SCM foi testado no início do estudo e pós-intervenção e os resultados representados em média, mediana e desvio padrão; iii) o mais alto score e/ou média (de todas as repetições disponíveis (KROLL, 1967)) de variáveis cinemáticas (e.g. altura do salto, velocidade e variáveis tempo-dependentes) e/ou cinéticas (e.g. força, potência e taxa de desenvolvimento de força); iv) a duração da

intervenção ser maior ou igual a três semanas; e, v) os participantes serem saudáveis do sexo masculino e/ou feminino e divididos em grupos distintos (LAFFAYE, WAGNER & TOMBLESON, 2014; LOTURCO et al., 2015). Os artigos que envolviam desempenho do SCM com o movimento dos braços (DOMIRE & CHALLIS, 2010; LEES, VANRENTERGHEM & DE CLERCQ, 2004), com efeitos de maturação/tempo (QUATMAN, FORD, MYER & HEWETT, 2006; SAHROM, CRONIN & HARRIS, 2013), administração de eletroestimulação (MAFFIULETTI, COMETTI, AMIRIDIS, MARTIN, POUSSON & CHATARD, 2000; MAFFIULETTI, DUGNANI, FOLZ, DI PIERNO & MAURO, 2002) e/ou proporcionaram suplementação nutricional (CLAUDINO, MEZENCIO, AMARAL, ZANETTI, BENATTI, ROSCHEL, GUALANO, AMADIO & SERRAO, 2014; FORTES et al., 2011) foram excluídos. Se os dados pertinentes estavam ausentes, os autores foram contatados e as informações necessárias foram solicitadas via e-mail. Se os dados originais não fossem fornecidos pelos autores, as médias e desvios-padrão foram extraídos da representação gráfica utilizando a ferramenta *ycasd* (GROSS, SCHIRM & SCHOLZ, 2014) ou estimada a partir da mediana, faixa e tamanho da amostra (HOZO, DJULBEGOVIC & HOZO, 2005).

A qualidade dos estudos foi verificada pelo “Consolidated Standards of Reporting Trials” (CONSORT) (BEGG, CHO, EASTWOOD, HORTON, MOHER, OLKIN, PITKIN, RENNIE, SCHULZ, SIMEL & STROUP, 1996). Os 25 itens identificados nos critérios do CONSORT poderiam alcançar uma pontuação máxima de 37. Os itens são distribuídos em secções e temas como: "Título e resumo"; "Introdução" (Justificativa e objetivo); "Métodos" (desenho do estudo, os participantes, intervenções, respostas, tamanho da amostra, blindagem, métodos estatísticos); "Resultados" (fluxo de participantes, dados de recrutamento, linha de base, números analisados, resultados e estimativas, análises complementares, danos); "Discussão" (limitações, generalização, interpretação); "Outras informações" (registro, protocolo, financiamento).

3.4.2 Antropometria

No início da coleta, a massa corporal e a estatura foram mensuradas utilizando procedimentos padronizados, com uma balança calibrada e um estadiômetro. Para verificar o nível de maturidade entre grupos, o comprimento da perna foi mensurado como a diferença entre a estatura e altura sentada e foi utilizado para calcular o pico de velocidade do crescimento (PVC) dos voluntários

(MIRWALD, BAXTER-JONES, BAILEY & BEUNEN, 2002). As medidas antropométricas foram realizadas em T0 e T2.

Além disso, as medidas de massa corporal, estatura, comprimento de membros inferiores e diâmetros de joelhos e tornozelos foram utilizadas para os cálculos da dinâmica inversa.

Para essas avaliações foram utilizados uma balança e um estadiômetro (Filizola, São Paulo, Brasil), um antropômetro 1500 mm (Cescorf, Porto Alegre, Brasil) e um antropômetro 300 mm modelo 01291 (Lafayette Instrument, Indiana, EUA).

3.4.3 Cinemetria

Para mensuração instantânea da altura do SCM, tanto no laboratório como no campo, foi utilizado o tapete de contato Multisprint com o software Multisprint Full 2010 (Hidrofit, Belo Horizonte, Brasil) com retardo de ligação/desligamento de 0,001s.

Para os demais dados cinemáticos, uma calibração prévia foi realizada todos os dias de coleta no laboratório com o calibrador modelo 5 *Marker Wand*. Inicialmente o calibrador era mantido estático para calcular a localização e orientação de todas as câmeras. Em seguida era realizada a calibração dinâmica do volume de coleta e posteriormente o calibrador era utilizado para determinar as coordenadas de referência global. A calibração só era validada quando os erros de calibração estimados para interpolação dos pontos era inferior a 0,2 pixels seguindo recomendações do fabricante (vicon.com). Os dados cinemáticos do SCM foram adquiridos utilizando um sistema Vicon composto por 5 câmeras MX3+ (Oxford, Reino Unido) com resolução de 0.3 Mpixels e uma taxa de amostragem de 200 Hz. As câmeras foram conectadas ao módulo Vicon MX Ultramet HD e o registro realizado pelo software Vicon Nexus 1.8.5 o que permitia a sincronização dos dados cinemáticos com os dados de FRS.

Para a análise cinemática, os marcadores refletivos ($\varnothing=14\text{mm}$) foram posicionados nos seguintes pontos anatômicos de hemisférios direito e esquerdo dos voluntários: base do 2º. metatarso, maléolo lateral, calcâneo, porção lateral da perna alinhado com a tíbia, côndilo lateral do fêmur, porção lateral da coxa alinhado com o fêmur, espinha ilíaca ântero-superior e sacro.

3.4.4 Dinamometria

3.4.4.1 Forças Externas

Os parâmetros de força de reação de solo (FRS) do SCM foram obtidos utilizando duas plataformas de força AMTI BP600900 - 2000 (Watertown, EUA) conectadas aos amplificadores AMTI MiniAmp MSA-6. A frequência de amostragem utilizada pelas plataformas foi de 2000 Hz. A saída analógica dos amplificadores foi conectada ao ADC Card Vicon (Oxford, Reino Unido), que por sua vez era conectado ao módulo Vicon MX Ultramet HD.

3.4.4.2 Forças Internas

A fundamentação teórica para determinação das forças e momentos intersegmentares consiste na utilização de equações de movimento que foram resolvidas inversamente, isto é, deduzidas as forças a partir da cinemática, uma vez que não conhecemos as expressões literais para as forças agindo sobre os segmentos do modelo. Assim, utiliza-se o diagrama de corpo livre para o modelo de um segmento qualquer do corpo humano. O processo consiste, portanto, em obter a descrição cinemática do movimento, os dados antropométricos do modelo anatômico e as medidas de forças externas ao sistema. Essa integração pode resultar em indeterminância matemática e para isso, o método de redução tem sido utilizado na determinação de forças internas no quadril, joelho e tornozelo durante o andar normal. Mas no melhor do nosso conhecimento, ainda não foi determinado esse método de forma mais precisa, para a complexa articulação do quadril durante a execução do SCM.

No entanto, atualmente busca-se minimizar essa possibilidade ao integrar os dados em softwares sofisticados que permitem uma análise em 3 dimensões (3D). Assim, as medidas antropométricas de massa corporal, estatura, comprimento de membros inferiores e diâmetros de joelhos e tornozelos foram inseridas no modelo Plug in Gait da Vicon. Por intermédio do software calculou-se a cinemática 3D de membros inferiores por rotação de Euler YXZ (flexão/extensão; abdução/adução; rotação interna/externa, respectivamente), e a dinâmica inversa seguindo a modelagem proposta por Davis, Öunpuu, Tyburski e Gage (1991), e Kadaba, Ramakrishnan e Wootten (1990). Utilizando os valores de FRS mensurados pelas plataformas de força, a distribuição de massa dos segmentos, além dos dados cinemáticos, incluindo a localização dos centros articulares. Sendo considerado que

nenhuma força externa foi aplicada, a não ser as relacionadas à gravidade e as mensuradas pelas plataformas de força. O Plug in Gait apresenta como resultados para cada segmento a posição e orientação (mm e $^{\circ}$), as forças atuantes (N/kg), os torques (Nmm/kg) e a potência (W/kg). Uma posterior análise foi realizada no software Matlab 2009b (Mathworks, Natick, EUA) para calcular a energia, como a integral da potência no tempo; além do pico e da média de torque (Nm), da potência (W) e a energia (J) para tornozelo, joelho e quadril nos 3 eixos de movimento.

3.5 Procedimentos Experimentais

3.5.1 Desenho Experimental

Uma visão geral do desenho experimental dos estudos 01, 02 e 03 é apresentada na Figura 3. Inicialmente, os voluntários foram familiarizados com o salto vertical, então a confiabilidade altura do SCM foi quantificada, para determinar o DMI. No pré-teste (T0) foram utilizadas como referência a média da altura de 8 saltos de cada voluntário. O teste foi realizado com um tapete de contato sobre as plataformas de força dentro do campo de visão de 5 câmeras, esse *set-up* foi necessário para obter as informações de torque, potência e energia das articulações dos membros inferiores durante o SCM. As características antropométricas de interesse foram a massa corporal, além da estatura e da altura sentado, que foram utilizados para calcular o PVC. Além disso, o comprimento da perna e os diâmetros de joelho e tornozelo foram mensurados para calcular os parâmetros dinâmicos por dinâmica inversa. Os voluntários foram distribuídos aleatoriamente nos grupos: grupo regulação (GR; $n = 9$) e grupo controle (GC; $n = 9$). O GC realizou 4 semanas de treinamento periodizado, com o objetivo de provocar uma diminuição ou manter o nível estável da altura do SCM nas semanas 2 a 3 semanas. Sendo que o objetivo da semana 4 era diminuir a altura do salto (induzir o *overreaching*). Para as 2 semanas de *tapering*, o objetivo foi o aumento na altura do SCM. Com relação ao GR, o monitoramento e se necessária regulação das cargas de treinamento foram realizadas a partir da avaliação semanal da altura SCM junto com a DMI. No final das 4 semanas de intensificação da carga de treinamento (T1) e, após 2 semanas de *tapering* (T2), todos os voluntários foram reavaliados. Para quantificar a carga de treinamento, foi utilizada a PSE sessão multiplicada pela duração (em minutos).

Figura 3. Desenho Experimental

3.5.2 Familiarização

Inicialmente todos os voluntários participaram do processo de familiarização com o SCM, para que a variação intrassujeito fosse reduzida, resultando em um maior poder estatístico no estudo experimental, além de uma maior sensibilidade na ferramenta de monitoramento do desempenho (CLAUDINO et al. 2013). Esse procedimento a ser descrito é necessário no método utilizado para determinar os intervalos de confiança individuais da variabilidade do desempenho no SCM conforme abordado na Revisão de Literatura. Esse e os demais procedimentos realizados no Laboratório de Biomecânica da EEFEE/USP foram utilizando o tapete de contato, equipamento que permitiu uma análise simultânea com as plataformas de força. Esta análise foi realizada com os dois equipamentos simultaneamente, pois o tapete de contato seria utilizado nas avaliações em campo. Sendo assim a DMI do SCM foi obtida pelo próprio instrumento utilizado tanto no ambiente laboratorial, quanto nas situações de campo. Evitando assim os erros de concordância, que ocorrem quando comparadas medidas com equipamentos distintos (BLAND & ALTMAN, 1986).

As medidas dos parâmetros biomecânicos do SCM foram realizadas com o voluntário iniciando o movimento a partir de uma posição de pé. Os participantes foram instruídos a manter suas mãos cruzadas sobre o peito para a influência do balanço dos braços ser minimizada. Eles também foram instruídos para estender completamente os membros inferiores na descolagem e aterrissar de modo semelhante, e livremente determinar a amplitude do contra movimento, a fim de evitar alterações na coordenação do salto (UGRINOWITSCH, TRICOLI, RODACKI, BATISTA & RICARD, 2007). A altura do SCM foi calculada pelo tempo de voo obtido com o tapete de contato (Equação 1):

$$h = \frac{100gt^2}{8} \quad (1)$$

onde: h = altura do salto (cm); g = aceleração da gravidade (9,81 m/s²); t = tempo de voo (s).

No início de cada sessão de familiarização foi realizado o aquecimento geralmente realizado pelos voluntários nos dias de treinos/jogos. O processo consiste em pelo menos duas sessões de familiarização compostas por no mínimo 16 repetições do SCM por sessão e com um intervalo de um minuto entre as repetições até que se alcançassem um nível estável de desempenho. Após 16 saltos, foi realizado um teste Z (ROGERS, HOWARD & VESSEY, 1993) para avaliar a equivalência do desempenho entre os oito primeiros e os oito últimos saltos, considerando um intervalo de confiança (IC) de 95%. Quando o nível desejado de estabilidade não fosse atingido nas primeiras 16 repetições pré-determinadas, repetições adicionais foram realizadas em sequência. Nestes casos, após cada novo salto um novo teste Z era realizado considerando os últimos 16 saltos (i.e., divididos em dois blocos de oito saltos). A sessão de familiarização era finalizada quando o nível de estabilidade desejado fosse alcançado. A sessão de familiarização também poderia ser interrompida caso o voluntário apresentasse uma redução significativa no desempenho entre os oito primeiros e os últimos oito saltos, para essa verificação foi utilizado um teste T pareado.

A segunda sessão de familiarização consiste na replicação dos procedimentos da primeira e foi realizada após um intervalo de 24 horas. A equivalência do desempenho entre sessões foi verificada com um teste Z entre os últimos 16 saltos de cada dia. Se ao final do segundo dia o desempenho intra ou entre as sessões não estivesse estável uma nova sessão de familiarização era realizada.

3.5.3 Confiabilidade

Aproximadamente 24h após o processo de familiarização, duas sessões de confiabilidade foram conduzidas. O protocolo do SCM é composto por 8 saltos com 60 segundos de descanso entre cada repetição. Os voluntários foram estimulados a saltar o mais alto possível em todas as repetições. Apesar deles e os membros da Comissão Técnica não receberem a informação da altura de salto depois de cada repetição durante todo o estudo. Fator esse que tende a aumentar a variância da

medida (KELLER, LAUBER, GOTTSCHALK & TAUBE, 2014), mas essa estratégia foi necessária para aumentar o controle experimental do estudo. A média da altura dos 8 saltos do segundo dia de confiabilidade foi considerada como linha de base de desempenho para cada voluntário.

Com os dados coletados, como descrito anteriormente, foi possível calcular o erro típico de medida individual com os seus respectivos intervalos de confiança em uma planilha do Excel. Para calcular o erro típico de medida a diferença dos escores (i.e. a diferença no desempenho entre as sessões de confiabilidade para os 8 saltos realizados no Dia 1 e Dia 2) foram usadas para cada participante. Assim, o desvio padrão da diferença dos escores (DP_{dif}) foi calculado (Tabela 1).

Tabela 1. Os dados de sessões de confiabilidade para o desempenho do SCM.

<i>Atleta X</i>	<i>Dia 1</i>	<i>Dia 2</i>	<i>Diferença dos escores</i>
Repetição 1	28.2	30.9	-2.7
Repetição 2	27.5	29.4	-1.9
Repetição 3	27.5	29.8	-2.3
Repetição 4	30.0	30.3	-0.3
Repetição 5	29.1	29.2	-0.1
Repetição 6	29.3	30.9	-1.6
Repetição 7	28.5	29.4	-0.9
Repetição 8	28.2	28.7	-0.5
DP_{dif}			1.0

Em seguida, bastou dividir o DP_{dif} por $\sqrt{2}$ para obter o erro típico de medida (ETM) (HOPKINS, 2000; HOPKINS, SCHABORT & HAWLEY, 2001; WEIR, 2005). Depois, o ETM era multiplicado por 2,145 para estabelecer os intervalos de confiança de 95%, a DMI, de acordo com a distribuição de probabilidade de t (14) com o $p < 0,05$, ou seja, os graus de liberdade (GL); $GL \Rightarrow n - 1 \Leftrightarrow 8 - 1 = 7 \times 2 \text{ dias} \Leftrightarrow t(14)$. Essas operações estão demonstradas nas Equações 2 e 3.

$$DP_{dif} \Rightarrow 1.0 \text{ cm} \div \sqrt{2} = 0.7 \text{ cm} \Leftrightarrow ETM = 0.7 \text{ cm} \quad (2)$$

$$DMI \Rightarrow 0.7 \times 2.145 = 1.5 \text{ cm} \Leftrightarrow DMI = 1.5 \text{ cm} \quad (3)$$

3.5.4 Monitoramento e Regulação pela DMI do SCM

O desempenho médio dos 8 saltos realizados na segunda sessão de confiabilidade (T0) foi definido como linha de base. Na sequência, o desempenho do SCM foi verificado semanalmente, com os voluntários realizando a sequência de 8 saltos, precedidos pelo aquecimento e utilizando o tapete de contato. Esse procedimento era realizado no início da primeira sessão de treinamento de cada microciclo. O desempenho do SCM associado a DMI foi utilizado como ferramenta de regulação das cargas de treinamento.

Assim, conforme ilustrado na figura 4, um aumento do desempenho somente era considerado real quando a diferença entre o desempenho obtido semanalmente (média $\pm$ desvio padrão) e o desempenho em T0 fosse positiva e superior ao valor da DMI (e.g.: desempenho semanal = $32,8 \pm 0,6$ cm; desempenho em T0 = 30,0 cm; DMI = 2,0 cm). Caso esta diferença fosse inferior ao valor de DMI, o desempenho seria considerado estável (e.g.: desempenho semanal = $32,2 \pm 0,6$ cm; desempenho em T0 = 30,0 cm; DMI = 2,0 cm). Uma redução do desempenho somente era considerada real quando a diferença entre o desempenho semanal (média $\pm$ desvio padrão) e o desempenho em T0 fosse negativa e superior ao valor da DMI (e.g.: desempenho semanal = $27,0 \pm 0,6$ cm; desempenho em T0 = 30,0 cm; DMI = 2,0 cm).

Figura 4. Exemplo de análises das variações de desempenho no SCM a partir da DMI.

As respostas em acordo com as cargas de treinamento que seriam aplicadas foram previamente planejadas para ambos os grupos, conforme detalhado na Tabela 2. Cada voluntário executou o SCM semanalmente, no entanto, os ajustes foram realizados somente para os integrantes do GR. Caso o desempenho do SCM do integrante do GR fosse diferente da resposta pré-planejada, então o volume do treinamento era ajustado de acordo com a necessidade (i.e., aumento ou redução). No GC o treinamento foi realizado conforme previamente planejado pela Comissão Técnica. Os voluntários e os treinadores não tinham conhecimento da altura do SCM durante o estudo.

Tabela 2. Planejamento para o nível de desempenho em resposta ao treinamento

Fase	Semana	Nível de desempenho em resposta ao treino
Indução ao <i>overreaching</i> funcional	1	-
Indução ao <i>overreaching</i> funcional	2	Redução de desempenho ou estável
Indução ao <i>overreaching</i> funcional	3	Redução de desempenho ou estável
Indução ao <i>overreaching</i> funcional	4	Redução de desempenho
<i>Tapering</i>	5	Aumento de desempenho
<i>Tapering</i>	6	Aumento de desempenho

3.5.5 Quantificação da Carga de Treinamento

A carga de treinamento foi quantificada em separado para cada tipo de treinamento (i.e. treinamento de força e treinamento técnico/tático). O treinamento de força foi determinado multiplicando a percepção subjetiva do esforço (PSE) reportado pelo voluntário até 30 minutos depois da sessão de treino utilizando a escala modificada de CR10 de Borg: PSE (PSE sessão) pelo volume de treinamento (i.e. número de séries x número de repetições) (MCGUIGAN & FOSTER, 2004). A carga do treinamento técnico/tático também foi determinada com a multiplicação da PSE sessão pelo volume de treinamento (i.e. minutos treinados) (MILANEZ, PEDRO, MOREIRA, BOULLOSA, SALLE-NETO & NAKAMURA, 2011). A carga total

de treinamento, daqui em diante chamado carga de treinamento, foi mensurada como o somatório semanal (em unidades arbitrárias; UA) da carga do treinamento de força e do técnico/tático de acordo com os critérios descritos anteriormente (CLAUDINO et al., 2014; WRIGLEY, DRUST, STRATTON, SCOTT & GREGSON, 2012). Esta carga de treinamento semanal foi utilizada para calcular a monotonia e o *strain* para cada voluntário (FOSTER, 1998). A carga média diária (i.e. o somatório da carga dos 7 dias de cada semana dividido por 7), bem como o desvio padrão (SD) da carga de treinamento semanal foram calculados, além disso, as cargas de treinamento diárias foram somadas para criar uma carga de treinamento semanal. Com a carga de treinamento média diária dividida pelo SD foi calculada a monotonia. Sendo o *strain* calculado como o produto da carga de treinamento semanal pela monotonia (FOSTER, 1998).

3.6 Análise Estatística

Na análise estatística da Meta-análise a heterogeneidade dos estudos incluídos foi avaliada examinando *forest plots*, intervalos de confiança e I^2 . Valores de I^2 , de 25, 50 e 75 indicam baixa, moderada e alta heterogeneidade, respectivamente (HIGGINS, THOMPSON, DEEKS & ALTMAN, 2003). Os efeitos aleatórios foram analisados utilizando a abordagem de DerSimonian e Laird (DERSIMONIAN & LAIRD, 1986). A meta-análise foi realizada com base no número de variáveis do SCM que têm sido utilizadas para monitorizar a fadiga e/ou supercompensação, e, quando permitido, foram realizadas comparações entre os subgrupos; mais alto SCM e média do SCM. A significância estatística foi fixada em $p \leq 0,05$ e a magnitude das diferenças de cada variável dependente e entre os subgrupos foram calculados utilizando o TE com 95%IC (DERSIMONIAN & LAIRD, 1986). A sensibilidade do SCM para monitorar a alteração do estado neuromuscular foi quantificada utilizando o TE (efeito grande $> 0,80$; efeito moderado $0,20 - 0,80$; efeito pequeno $< 0,20$) (COHEN, 1988). O coeficiente de variação (CV), i.e. (desvio padrão $\div$ média) $\times 100$ (LEWONTIN, 1966) com 95%IC (HOPKINS, HAWLEY & BURKE, 1999) de cada variável do SCM foi calculada para interpretar seu respectivo nível de instabilidade (SOKAL & BRAUMANN, 1980). Uma escala de CV foi sugerida com $CV > 30\%$ = grande e $CV < 10\%$ = pequeno (LANDE, 1977). As variáveis com uma grande CV são menos prováveis para detectar diferenças estatisticamente significativas durante medidas repetidas. (KRAUFVELIN, 1998). Todos os dados

foram analisados usando o CMA v3 (Biostat, New Jersey, USA) e planilhas do Excel 2013 (Microsoft, Washington, USA).

Para os estudos experimentais primeiramente a normalidade dos dados foi verificada através do teste de Kolmogorov-Smirnov e a esfericidade pelo teste de Mauchly. As variáveis independentes do estudo foram o protocolo de treinamento e a regulação da carga de treinamento. As variáveis dependentes foram os parâmetros biomecânicos do SCM, as medidas antropométricas e a carga de treinamento quantificada pela PSE. Quanto a variável interveniente, consumo alimentar, foi solicitado para que a mesma não fosse alterada durante o estudo. Para avaliar diferença das variáveis mensuradas nos três momentos entre os grupos foi realizada ANOVA de two-way com medidas repetidas: (2[Grupos] X 3 [Momentos]). A carga de treinamento de cada semana (i.e.: overreaching e tapering) foi analisada por uma ANOVA two-way: (2 [Grupos] X 6 [Semanas]). Enquanto que as variáveis antropométricas (i.e., massa corporal, estatura e PVC) foram analisadas por uma ANOVA two-way com medidas repetidas: (2 [Grupos] X 2 [Momentos]). O post hoc de Tukey foi utilizado quando necessário. Para verificar o nível de correlação entre a altura do SCM e o torque, potência e energia das articulações dos membros inferiores foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson. Os tamanhos de efeito (TE), ajustados para pequenas amostras, de Hedges (g) (HEDGES, 1981) e Dunlap (d) (DUNLAP, CORTINA, VASLOW & BURKE, 1996) com 95% de intervalo de confiança (BECKER, 1988) foram calculados para avaliar a magnitude das alterações na carga de treinamento e desempenho do SCM, respectivamente. O TE foi interpretado como pequeno (< 0.2), moderado ($0.2 - 0.8$) e grande (> 0.8) (COHEN, 1988). Além da estatística inferencial, foi realizada uma análise descritiva dos dados. O nível de significância adotado foi de $p \leq 0,05$. Para a análise essa estatística dos dados foi utilizado o software SigmaStat 3.5 (Systat Software, Washington, EUA) e planilhas do Excel 2013 (Microsoft, Washington, EUA).

4 RESULTADOS

4.1 Meta-análise

Os resultados da Meta-análise foram os seguintes;

Visão geral de artigos incluídos: a pesquisa inicial resultou em 7731 possíveis artigos (Figura 3). Após a aplicação dos critérios de inclusão foram incluídos 151 artigos para a análise final. Cento e vinte e nove artigos utilizaram o mais alto salto (i.e. 85%; Anexo A) 20 artigos utilizaram a média para medir, avaliar e controlar o desempenho do SCM (i.e. 13%; Anexo A) e dois artigos utilizaram ambos os métodos de análise do SCM (i.e. 1%; Anexo A).

Viés de publicação: entre os artigos incluídos, 52% dos grupos de intervenção não encontraram diferenças significativas ($P > 0,05$) em comparação com a avaliação pré-intervenção, quando todas as variáveis foram incluídas na análise, ou seja; 278 grupos de intervenção com diferenças não significativas ÷ 531 total grupos de intervenção = 52%. A mesma análise executada com os subgrupos, maior SCM e média do SCM, revelou 55% (i.e. $272 \div 491 = 55\%$) e 15% (i.e. $6 \div 40 = 15\%$) dos resultados não significativos, respectivamente.

Qualidade dos artigos: a avaliação da qualidade dos 151 artigos incluídos variou de 38% a 70% na classificação pelo CONSORT, com uma média de 51% de pontos (BEGG et al., 1996). Cinquenta e nove por cento dos estudos incluídos tiveram classificações superiores a 50%. A aprovação ética foi obtida em todos os estudos.

Características da amostra: o tamanho total das amostras reunidas para esta meta-análise foi de 4834 indivíduos, sendo que 73% desses estavam em um grupo de intervenção e os 27% restantes serviram como controle. A idade variou de 8 ± 1 (WELTMAN, JANNEY, RIAN, STRAND, BERG, TIPPITT, WISE, CAHILL & KATCH, 1986) para 82 ± 3 anos (CASEROTTI, AAGAARD, LARSEN & PUGGAARD, 2008) com a média de idade da amostra total de 23 anos. Um artigo não informou a idade dos voluntários (FORD, PUCKETT, DRUMMOND, SAWYER, GANTT & FUSSELL, 1983). A percentual de homens e mulheres foram de 80% e 20%, respectivamente. Sessenta por cento dos artigos foram realizadas com atletas.

Os atletas foram envolvidos em 21 esportes: futebol (49%), basquete (10%), atletismo (8%), voleibol (5%), handebol (5%), judô (3%), rúgbi *union* (3 %), tênis (2%) pólo aquático (2%), esqui alpino (1%), futebol americano (1%), futebol

australiano (1%), balé (1%), *beisebol* (1%), esqui *cross country* (1%), dança (1%), *lacrosse* (1%), *softball* (1%), taekwondo (1%), levantamento de peso olímpico (1%), e *wrestling* (1%). Os indivíduos não atletas foram 40%; indivíduos fisicamente ativos (37%), estudantes de educação física/ciências do esporte (32%), indivíduos sedentários (12%), idosos (9%), crianças (5%), mulheres na pós-menopausa não treinadas (3%) e trabalhadores da construção civil ou mulheres na pré-menopausa não treinadas (2%).

Métodos de treinamento: entre os artigos incluídos foram encontrados 20 métodos de treinamento (alguns estudos têm mais de um método): treinamento de força (49%), treinamento de pliométrico (27%), treinamento de corrida de longa duração (9%), treinamento de velocidade (7%), treinamento de vibração (6%), levantamento de peso olímpico (4%), equilíbrio (3%), flexibilidade (3%), programa de prevenção de lesões (3%), futebol (2%), agilidade (1%), ginástica (1%), capoeira (1%), coordenação (1%), aulas de educação física (1%), *powerlifting* (1%), *softball* (1%), natação (1%), *wrestling* (1%). O método de treinamento específicos do esporte do atleta, juntamente com uma intervenção experimental/treinamento foi realizado em 58% dos artigos. A duração do treinamento variou de 3 semanas (BROWN, MAYHEW & BOLEACH, 1986; COOK, BEAVEN & KILDUFF, 2013; HARTMAN, CLARK, BEMBENS, KILGORE & BEMBEN, 2007; KARATRANTOU, GERODIMOS, DIPLA & ZAFEIRIDIS, 2013; RANTALAINEN, RUOTSALAINEN & VIRMAVIRTA, 2012; TRZASKOMA, TIHANYI & TRZASKOMA, 2010) até 156 semanas (MCGUIGAN, CORMACK & NEWTON, 2009) com uma média geral de 13 semanas.

Variáveis do salto com contramovimento: um total de 63 variáveis do SCM foram utilizadas pelos estudos. No entanto, havia uma escassez de literatura para 73% das variáveis, sendo encontrados para essas variáveis apenas um ou dois artigos. Além disso, 35% de todas as variáveis tinha um CV (CI 95%) maior do que 30% (i.e. grande) (Tabela 3). A altura e potência de pico do SCM foram usadas para monitorar os efeitos da fadiga (3%) e todas as 63 variáveis de desempenho do SCM foram usadas para monitorar os efeitos de supercompensação (100%).

Tabela 3. Variáveis do SCM.

	(parte 1/2) Variáveis do SCM	Número de artigos [#]	CV (IC 95%)
1	Altura (h)	148 (98%)	14% (13% – 14%)
2	Pico de potência (Pp)	32 (21%)	13% (12% – 14%)
3	Média de potência (Mp)	13 (9%)	19% (18% – 21%)
4	Pico de velocidade (Pv)	12 (8%)	8% (7% – 9%)
5	Pico de força (Pf)	12 (8%)	10% (9% – 11%)
6	Deslocamento excêntrico do centro de massa (eDcm)	5 (3%)	18% (17% – 20%)
7	Máxima taxa de desenvolvimento de força (TDFmax)	5 (3%)	48% (41% – 55%)
8	Média de força (Mf)	4 (3%)	7% (6% – 8%)
9	Força no pico de potência (fPp)	3 (2%)	8% (6% – 10%)
10	Média de impulso (Mi)	3 (2%)	13% (10% – 16%)
11	Duração da fase concêntrica (Dc)	3 (2%)	14% (12% – 16%)
12	Potência calculada por equação (Peq)	3 (2%)	15% (10% – 20%)
13	Velocidade no pico de potência (vPp)	3 (2%)	15% (5% – 26%)
14	Pico negativo de velocidade (Pnv)	3 (2%)	17% (15% – 18%)
15	Deslocamento do centro de massa (Dcm)	3 (2%)	17% (12% – 21%)
16	Pico de aceleração (Pa)	3 (2%)	22% (13% – 30%)
17	Trabalho (W)	3 (2%)	22% (11% – 33%)
18	Altura com 20 kg (h20)	2 (1%)	12% (9% – 13%)
19	Tempo de contato (Ct)	2 (1%)	13% (8% – 19%)
20	Duração da fase excêntrica (De)	2 (1%)	17% (12% – 23%)
21	Altura com 40 kg (h40)	2 (1%)	16% (11% – 2%)
22	Tempo para o pico de força (tPf)	2 (1%)	21% (-1% – 43%)
23	Taxa de desenvolvimento de potência (TDP)	2 (1%)	22% (18% – 25%)
24	Relação da velocidade de saída pelo pico de velocidade na subida (Voff/Puv)	1 (1%)	1% (1% – 2%)
25	Tempo para o pico positivo de velocidade (tPpv)	1 (1%)	1% (-3% – 5%)
26	Tempo para o pico de impulso (tPi)	1 (1%)	1% (-3% – 5%)
27	Tempo para o pico de potência (tPp)	1 (1%)	2% (-6% – 10%)
28	Pico de velocidade com 40 kg (Pv40)	1 (1%)	5% (-10% – 19%)
29	Tempo entre o pico de potência e o pico de deslocamento (tPp_PD)	1 (1%)	6% (4% – 8%)
30	Relação da velocidade de saída pela máxima velocidade (Voff/Vmax)	1 (1%)	7% (5% – 10%)
31	Pico de velocidade com 30% de 1 RM (Pv30%RM)	1 (1%)	7% (-24% – 38%)
32	Velocidade de saída (Voff)	1 (1%)	8% (7% – 9%)
33	Relação da duração da fase concêntrica pela duração da mínima força vertical (Fz) até a saída (Dc/DmFz_off)	1 (1%)	8% (7% – 9%)
34	Pico de velocidade com 20 kg (Pv20)	1 (1%)	10% (-12% – 32%)
35	Pico de potência com 40 kg (Pp40)	1 (1%)	10% (-19% – 38%)

(Continuação: parte 2/2) Variáveis do SCM		Número de artigos#	CV (IC 95%)
36	Tempo para o pico negativo de velocidade (tPnv)	1 (1%)	11% (-1% – 23%)
37	Altura com 30 kg (h30)	1 (1%)	12% (7% – 17%)
38	Eficiência do salto (Je)	1 (1%)	13% (11% – 15%)
39	Índice <i>esslinger fitness</i> (Efi)	1 (1%)	13% (10% – 17%)
40	Pico de potência com 50 kg (Pp50)	1 (1%)	13% (8% – 19%)
41	Pico de força com 20 kg (Pf20)	1 (1%)	13%(-18% – 44%)
42	Força na transição (FT)	1 (1%)	14% (12% – 15%)
43	Pico de impulso (Pi)	1 (1%)	14% (5% – 23%)
44	Pico excêntrico de força (Pef)	1 (1%)	14%(-25% – 53%)
45	Altura com 50 kg (h50)	1 (1%)	16% (12% - 21%)
46	Pico de força com 30% de 1RM (Pf30%RM)	1 (1%)	16%(-29% – 61%)
47	Altura com 30% de 1RM (h30%RM)	1 (1%)	16%(-71% – 102%)
48	Duração da mínima força vertical (Fz) até a saída (DmFz_off)	1 (1%)	17% (13% – 22%)
49	Altura com 70 kg (h70)	1 (1%)	19% (15% – 24%)
50	Altura com 60 kg (h60)	1 (1%)	20% (14% – 26%)
51	Pico de potência com 20 kg (Pp20)	1 (1%)	20% (-5% – 44%)
52	Área sob o <i>loop</i> de força-velocidade (Au_f_v_loop)	1 (1%)	20% (-8% – 49%)
53	Pico de potência com 30% de 1RM (Pp30%RM)	1 (1%)	20%(-35% – 76%)
54	Força na aterrissagem (Lf)	1 (1%)	25% (11% – 40%)
55	Trabalho excêntrico (eW)	1 (1%)	30% (15% – 44%)
56	Média de potência excêntrica (eMp)	1 (1%)	32% (29% – 35%)
57	Pico de desaceleração (Pd)	1 (1%)	34% (25% – 44%)
58	Mínima força vertical (mFz)	1 (1%)	38% (21% – 55%)
59	Taxa de desenvolvimento de força excêntrica (eTDF)	1 (1%)	47% (25% – 68%)
60	Tempo entre o pico de potência e o pico de velocidade (tPp_Pv)	1 (1%)	70%(-311% – 451%)
61	Tempo entre o pico de força e o pico de velocidade (tPf_Pv)	1 (1%)	88%(45% – 130%)
62	Tempo entre o pico de potência e o pico de força (tPp_Pf)	1 (1%)	137%(-247% – 520%)
63	Relação do tempo de voo pelo tempo de contato (Ft/Ct)	1 (1%)	-

número de artigos (percentual do total de artigos incluídos)

Alguns dados não puderam ser obtidos junto aos autores para quatro estudos. Os investigadores de um artigo não apresentaram a média e desvio padrão para 10 de suas variáveis CMJ (i.e. relação entre o tempo de voo pelo tempo de contato; média de impulso; altura; deslocamento do centro de massa; pico de velocidade; média de força; média de potência; força máxima; pico de potência, e máxima taxa

de desenvolvimento de força) (NEWTON, KRAEMER & HAKKINEN, 1999) e dois outros artigos não forneceram os valores de altura do SCM (CHAOUACHI, HAMMAMI, KAABI, CHAMARI, DRINKWATER & BEHM, 2014; DIALLO, DORE, DUCHE & VAN PRAAGH, 2001). Finalmente, em um artigo foi impossível verificar a velocidade no pico de potência (CASEROTTI, AAGAARD & PUGGAARD, 2008).

Trinta e cinco meta-análises com quatro comparações entre os subgrupos maior SCM e média do SCM foram realizadas. A sensibilidade de cada variável foi determinada estabelecendo a significância ($P < 0,05$) do TE para cada variável do SCM. A altura do SCM foi sensível à fadiga, com 14 TEs calculados para os grupos de intervenção [Total: TE = -0,27 (-0,48 – -0,05); $p = 0,01$; $I^2 = 39,8$; $p = 0,06$], porém para o subgrupo “maior altura” não foi sensível, com 9 TEs [Maior: TE = -0,04 (-0,33 – 0,24); $p = 0,76$; $I^2 = 33,5$; $p = 0,15$]. Por outro lado, no subgrupo “média da altura” foi sensível, com 5 TEs [Média: TE = -0,56 (-0,89 – -0,24); $p < 0,01$; $I^2 = 00,0$; $p = 0,50$] (Figura 5).

Figura 5. Meta-análise do SCM para as variáveis que apresentaram significância estatística.

A sensibilidade do SCM para determinar efeitos de supercompensação foi significativa em mais 7 variáveis. A seguir, um resumo desses resultados: altura do SCM com 208 TEs para os grupos de intervenção no subgrupo “Maior” e 30 TEs para os grupos de intervenção no subgrupo “Média” [Total: TE = 0,37 (0,32 – 0,43); $p = 0,00$; $I^2 = 25,8$; $p < 0,01$; Maior: TE = 0,33 (0,27 – 0,38); $p < 0,01$; $I^2 = 20,0$; $p = 0,01$; Média: TE = 0,74 (0,58 – 0,90); $p < 0,01$; $I^2 = 15,8$; $p = 0,224$] (Figura 5). No pico de potência as análises foram com 59 TEs no subgrupo “Maior” e 3 TEs no subgrupo “Média” [Total: TE = 0,46 (0,32 – 0,59); $p < 0,01$; $I^2 = 45,9$; $p < 0,01$; Maior: TE = 0,44 (0,30 – 0,58); $p < 0,01$; $I^2 = 44,2$; $p < 0,01$; Média: TE = 0,83 (0,19 – 1,47); $p = 0,011$; $I^2 = 54,1$; $p = 0,11$] (Figura 5). As demais variáveis que apresentaram diferença significativa somente para o subgrupo “Maior”; foram a média de potência [$n = 27$; Maior: TE = 0,30 (0,15 – 0,44); $p < 0,01$; $I^2 = 00,0$; $p = 0,92$] (Figura 5); o pico de velocidade [$n = 17$; Maior: TE = 0,53 (0,17 – 0,89), $p < 0,01$; $I^2 = 70,1$; $p < 0,01$] (Figura 5); o pico de força [$n = 20$; Maior: TE = 0,66 (0,31 – 1,02); $p < 0,01$; $I^2 = 75,6$; $p < 0,01$] (Figura 5); a média de impulso [$n = 2$; Maior: TE = 0,52 (0,00 – 1,04), $p = 0,05$; $I^2 = 00,0$; $p = 0,89$] (Figura 5); e, a média de potência excêntrica [$n = 2$; Maior: TE = 1,01 (0,37 – 1,65); $p < 0,01$; $I^2 = 00,0$; $p = 0,40$] (Figura 5).

Outra variável do SCM, a potência calculada por equação (i.e. utilizando a altura do salto e a massa corporal do sujeito) foi sensível à supercompensação [Total: TE = 0,52 (0,08 – 0,97); $p = 0,02$; $I^2 = 15,0$; $p = 0,32$]. No entanto, na análise de subgrupos, o subgrupo Maior não foi sensível [$n = 2$; Maior: TE = -0,04 (-0,78 – 0,71); $p = 0,92$; $I^2 = 00,0$; $p = 0,86$] enquanto que no subgrupo Média, a potência calculada por equação foi sensível [$n = 2$; Média: TE = 0,83 (0,28 – 1,38), $p < 0,01$; $I^2 = 00,0$; $p = 0,74$] (Figura 5).

Além disso, 24 variáveis do SCM com somente o subgrupo “Maior” não foram sensíveis para determinar os efeitos de supercompensação; deslocamento excêntrico do centro de massa corporal [$n = 10$; Maior: TE = 0,49 (-0,07 – 1,06); $p = 0,09$; $I^2 = 81,9$; $p < 0,01$], taxa máxima de desenvolvimento de força [$n = 7$; Maior: TE = 0,22 (-0,41 – 0,85); $p = 0,49$; $I^2 = 77,2$; $p < 0,01$], média de força [$n = 6$; Maior: TE = 0,21 (-0,14 – 0,56); $p = 0,24$; $I^2 = 18,0$; $p = 0,30$], força no pico de potência [$n = 4$; Maior: TE = 0,13 (-0,22 – 0,48); $p = 0,46$; $I^2 = 00,0$; $p = 0,96$], duração da fase concêntrica [$n = 9$; Maior: TE = 0,31 (-0,14 – 0,77); $p = 0,18$; $I^2 = 66,7$; $p < 0,01$], velocidade no pico de potência [$n = 3$; Maior: TE = 0,73 (-0,31 – 1,76); $p = 0,17$; $I^2 = 82,2$; $p < 0,01$], pico de velocidade negativa [Maior: TE = -0,04 (-0,78 – 0,71); $p =$

0,92; $I^2 = 00,0$; $p = 0,86$], deslocamento do centro de massa corporal [$n = 2$; Maior: TE = 0,49 (-0,42 – 1,41); $p = 0,29$; $I^2 = 64,6$; $p = 0,09$], pico de aceleração [$n = 4$; Maior: TE = 0,18 (-0,23 – 0,58); $p = 0,39$; $I^2 = 41,9$; $p = 0,16$], trabalho [$n = 3$; Maior: TE = 0,35 (-0,06 – 0,76); $p = 0,10$; $I^2 = 00,0$; $p = 0,69$], altura do SCM com 20 kg [$n = 2$; Maior: TE = 0,55 (-0,09 – 1,19); $p = 0,09$; $I^2 = 00,0$; $p = 0,39$], tempo de contato [$n = 2$; Maior: TE = -0,10 (-0,65 – 0,45); $p = 0,72$; $I^2 = 00,0$; $p = 0,75$], duração da fase excêntrica [$n = 8$; Maior: TE = 0,17 (-0,17 – 0,51); $p = 0,33$; $I^2 = 30,9$; $p = 0,18$], altura do SCM com 40 kg [$n = 2$; Maior: TE = 0,43 (-0,17 – 1,02); $p = 0,16$; $I^2 = 00,0$; $p = 0,75$], tempo para atingir o pico de força [$n = 2$; Maior: TE = -0,14 (-0,93 – 0,65); $p = 0,73$; $I^2 = 57,8$; $p = 0,12$], taxa de desenvolvimento de potência [$n = 5$; Maior: TE = 0,06 (-0,41 – 0,53); $p = 0,79$; $I^2 = 36,8$; $p = 0,18$], relação da velocidade de saída pelo pico de velocidade na subida [$n = 4$; Maior: TE = 0,27 (-0,15 – 0,69); $p = 0,21$; $I^2 = 00,0$; $p = 0,43$], relação da velocidade de saída pela máxima velocidade [$n = 2$; Maior: TE = 0,28 (-0,19 – 0,76); $p = 0,25$; $I^2 = 00,0$; $p = 0,75$], relação da duração da fase concêntrica pela duração da mínima força vertical (Fz) até a saída [$n = 4$; Maior: TE = 0,25 (-0,35 – 0,85); $p = 0,41$; $I^2 = 50,0$; $p = 0,11$], eficiência do salto [$n = 2$; Maior: TE = -0,18 (-0,62 – 0,27); $p = 0,43$; $I^2 = 33,0$; $p = 0,22$], índice *esslinger fitness* [$n = 2$; Maior: TE = 0,11 (-0,26 – 0,48); $p = 0,56$; $I^2 = 00,0$; $p = 0,50$], potência de pico com 50 kg [$n = 2$; Maior: TE = 0,45 (-0,17 – 1,07); $p = 0,16$; $I^2 = 00,0$; $p = 0,94$], força na transição [$n = 4$; Maior: TE = -0,11 (-0,49 – 0,27); $p = 0,57$; $I^2 = 00,0$; $p = 0,95$], duração da força vertical mínima até a saída [$n = 4$; Maior: TE = -0,20 (-0,73 – 0,34); $p = 0,47$; $I^2 = 40,7$; $p = 0,17$].

As 32 variáveis restantes do SCM foram testadas apenas em um grupo de intervenção (Tabela 4). Apenas seis dessas variáveis dependentes foram sensíveis à detecção de efeitos supercompensação. Assim, o percentual de variáveis sensíveis para determinar supercompensação foi de 22% ($8 + 6 = 14$, isto é, 22%), enquanto que 78% das variáveis de desempenho CMJ não foram suficientemente sensíveis para determinar a fadiga ou supercompensação (total de não-sensível: $25 + 24 = 49$, isto é, 78%).

Tabela 4. Variáveis do SCM com um grupo intervenção

Estudo (1º Autor)	Variável do SCM	TE (IC95%)
2009 Chaouachi	Pp (F)	-0.14 (-0.82 – 0.54)
1999 Newton	Ft/Ct (S)	-
2004 Gorostiaga	h30 (S)	1.05 (0.10 – 2.00)*
2004 Gorostiaga	h50 (S)	0.41 (-0.50 – 1.33)
2004 Gorostiaga	h60 (S)	0.54 (-0.39 – 1.46)
2004 Gorostiaga	h70 (S)	0.35 (-0.56 – 1.27)
2008 Caserotti	mFz (S)	-0.14 (-0.80 – 0.52)
2008 Caserotti	Pd (S)	0.22 (-0.46 – 0.90)
2008 Perez-Gomez	Voff (S)	0.49 (-0.20 – 1.17)
2008 Vescovi	Lf (S)	-0.38 (-1.18 – 0.42)
2009 Cormie	Au_f_v_loop (S)	1.16 (0.29 – 2.04)*
2009 Cormie	eTDF (S)	0.99 (0.12 – 1.86)*
2009 Cormie	Pef (S)	0.79 (-0.07 – 1.65)
2009 Cormie	tPf_Pv (S)	0.57 (-0.27 – 1.42)
2009 Cormie	tPp_PD (S)	0.96 (0.09 – 1.82)*
2009 Cormie	tPp_Pf (S)	0.69 (-0.17 – 1.54)
2009 Cormie	tPp_Pv (S)	-0.75 (-1.53 – 0.03)
2009 Kyriazis	h30%RM (S)	0.08 (-0.78 – 0.93)
2009 Kyriazis	Pf20 (S)	-0.17 (-1.01 – 0.68)
2009 Kyriazis	Pf30%RM (S)	-0.17 (-1.02 – 0.67)
2009 Kyriazis	Pp20 (S)	0.36 (-0.52 – 1.23)
2009 Kyriazis	Pp30%RM (S)	0.13 (-0.73 – 0.99)
2009 Kyriazis	Pv20 (S)	0.41 (-0.47 – 1.29)
2009 Kyriazis	Pv30%RM (S)	0.24 (-0.63 – 1.11)
2009 McGuigan	Pp40 (S)	0.82 (0.03 – 1.62)*
2009 McGuigan	Pv40 (S)	1.83 (0.99 – 2.66)*
2013 Rousanoglou	Pi (S)	0.54 (-0.24 – 1.32)
2013 Rousanoglou	TPi (S)	0.11 (-0.66 – 0.87)
2013 Rousanoglou	TPnv (S)	0.09 (-0.67 – 0.86)
2013 Rousanoglou	TPpv (S)	0.11 (-0.65 – 0.88)
2013 Rousanoglou	TPp (S)	0.29 (-0.48 – 1.06)
2014 García-Pinillos	Ew (S)	0.26 (-0.40 – 0.92)

F = na condição de fadiga; **S** = na condição de supercompensação; **TE (IC95%)** = tamanho de efeito (intervalo de confiança de 95%); **Pp** = pico de potência; **Ft/Ct** = relação do tempo de voo pelo tempo de contato; **h30** = altura do SCM com 30 kg; **h50** = altura do SCM com 50 kg; **h60** = altura do SCM com 60 kg; **h70** = altura do SCM com 70 kg; **mFz** = força vertical mínima; **Pd** = pico de desaceleração; **Voff** = velocidade de saída; **Lf** = força de aterrissagem; **Au_f_v_loop** = área sob o *loop* de força-velocidade; **eTDF** = taxa de desenvolvimento de força excêntrica; **Pef** = pico excêntrico de força; **tPf_Pv** = tempo entre o pico de potência e o pico de velocidade; **tPp_PD** = tempo entre o pico de potência e o pico de deslocamento; **tPp_Pf** = tempo entre o pico de potência e o pico de força; **tPp_Pv** = tempo entre o pico de potência e o pico de velocidade; **h30%RM** = altura do SCM com 30% de 1RM; **Pf20** = pico de força com 20 kg; **Pf30%RM** = pico de força com 30% de 1RM; **Pp20** = pico de potência com 20 kg; **Pp30%RM** = pico de potência com 30% de 1RM; **Pv20** = pico de velocidade com 20 kg; **Pv30%RM** = pico de velocidade com 30% de 1 RM; **Pp40** = pico de potência com 40 kg; **Pi** = pico de impulso; **tPi** = tempo para o pico de impulso; **tPnv** = tempo para o pico negativo de velocidade; **tPpv** = tempo para o pico positivo de velocidade;

tPp = tempo para o pico de potência; **eW** = trabalho excêntrico. * = $P < 0.05$ pela meta-análise.

4.2 Experimento 01

Não existiram diferenças significativas entre os grupos no início do estudo para a idade ($p = 0,850$), estatura ($p = 0,368$), massa corporal ($p = 0,157$), PVC ($p = 0,559$) e altura do SCM ($p = 0,840$) (Tabela 5).

Tabela 5. Características dos voluntários

Grupo Regulação (GR)				
Idade (anos)	Estatura (m)	Massa Corporal (kg)	PVC (anos)	SCM (cm)
15,2 ± 0,8	1,69 ± 0,07	58,2 ± 6,6	0,69 ± 0,75	33,9 ± 5,7
Grupo Controle (GC)				
Idade (anos)	Estatura (m)	Massa Corporal (kg)	PVC (anos)	SCM (cm)
15,1 ± 0,9	1,72 ± 0,07	66,3 ± 16,9	0,89 ± 0,67	34,4 ± 4,8

m = metros, **kg** = quilogramas, **PVC** = pico de velocidade do crescimento, **SCM** = salto com contramovimento, **cm** = centímetros.

Para o experimento 01 o treinamento autorregulado no GR resultou em uma carga de treinamento significativamente mais elevada na semana 3 (8,2% e $TE_g = 0,6$; IC95% = -0,4 – 1,5) e semana 4 (14,5% e $TE_g = 2,3$; IC95% = 1,1 – 3,5) comparando com o GC (Figure 6). Além disso, a monotonia (semana 3 = 15,3% e $TE_g = 1,2$; IC95% = 0,2 – 2,2; semana 4 = 22,7% e $TE_g = 2,4$; IC95% = 1,2 – 3,6) e o *strain* (semana 3 = 23,6% e $TE_g = 1,0$; IC95% = 0,0 – 2,0; semana 4 = 41,0% e $TE_g = 2,5$; IC95% = 1,3 – 3,8) foram significativamente maiores no GR para o mesmo período de tempo (Figura 6). Na semana 3, as cargas de treinamento foram ajustadas para 3 participantes (i.e. Voluntário 07 = +53% de carga de treino em relação para o seu correspondente no GC, um atleta em particular dentro do GC com desempenho semelhante no SCM pré-treinamento); Voluntário 08 = +15% de carga de treino; Voluntário 09 = +33% de carga de treino). Na semana 4, as cargas de treinamento foram ajustadas para 8 participantes (i.e. Voluntário 02 = +23% de carga de treino; Voluntário 03 = +12% de carga de treino; Voluntário 04 = +17% de carga de treino; Voluntário 05 = +8% de carga de treino; Voluntário 06 = +22% de

carga de treino; Voluntário 07 = +20% de carga de treino; Voluntário 08 = +21% de carga de treino; Voluntário 09 = +9% de carga de treino).

Figura 6. Progressão da carga de treinamento durante o *overreaching*. 1 = diferença significativa comparando com a semana 1 (Sem1) para ambos os grupos ($p < 0.001$); 2 = diferença significativa comparando com a semana 2 (Sem2) para ambos os grupos ($p < 0,001$); 3 = diferença significativa comparando com a semana 3 (Sem3) para ambos os grupos ($p < 0.001$); Sem4 = semana 4; # = diferença significativa entre os grupos ($p < 0,037$). UA = unidades arbitrárias.

Os incrementos na carga de treinamento foram de 48% e 56% durante a indução ao *overreaching*, para os GC e GR, respectivamente. Esses incrementos foram a diferença relativa na carga de treinamento da semana 1 para a semana 4 em ambos os grupos. A carga de treinamento não foi diferente significativamente entre os grupos durante o *tapering* (i.e. semanas 5 e 6). Os significativos decréscimos na carga de treinamento das semanas 5 e 6 foram de 79% (GC) e 82% (GR). Esses decréscimos foram executados com o objetivo de alcançar o *step taper* em ambos os grupos. Além disso, a carga de treinamento final não foi diferente significativamente entre os grupos ($p = 0,082$) (Figura 7).

Figura 7. Cargas de treinamento dos GR e GC

Como resultado do aumento de carga durante a indução ao *overreaching*, o GR reduziu a altura do SCM entre T0-T1 ($TE_d = -0,31$; IC95% = $-0,58 - -0,02$; $p = 0,021$). Entre T1-T2, o GR teve um aumento significativo na altura do SCM ($TE_d = 0,61$; 95%CI = $0,34 - 1,55$; $p < 0,001$), e da mesma forma, outro aumento significativo na altura do SCM entre T0-T2 foi observado ($TE_d = 0,30$; 95%CI = $0,09 - 0,51$; $p = 0,020$). As alterações na altura do SCM para o GC não foram significativas: T0-T1 ($TE_d = -0,19$; IC95% = $-0,48 - 0,06$; $p = 0,204$); T1-T2 ($TE_d = 0,41$; IC95% = $0,12 - 0,71$; $p = 0,061$) e T0-T2 ($TE_d = 0,07$; IC95% = $-0,21 - 0,36$; $p = 0,808$) (Figura 8). As alterações individuais na altura do SCM para o GR e GC são apresentados na Figura 9 e Figura 10, respectivamente. Além disso, os resultados

até aqui apresentados também servem como base para o desenvolvimento dos experimentos 02 e 03.

Figura 8. Alterações na altura do SCM para os GR e GC durante a intervenção

Figura 9. Alterações individuais na altura do SCM para o GR. T0 = avaliação pré-intervenção; Sem2 = semana 2; Sem3 = semana 3; Sem4 = semana 4; T1 = avaliação ao final do *overreaching*; Sem5 = semana 5; Sem6 = semana 6; T2 = avaliação ao final do *tapering*; # = resposta ao treinamento em desacordo com o planejamento prévio: o volume de treino foi aumentado; φ = resposta ao treinamento em desacordo com o planejamento prévio: o volume de treino foi diminuído.

Figura 10. Alterações individuais na altura do SCM para o GC. T0 = avaliação pré-intervenção; Sem2 = semana 2; Sem3 = semana 3; Sem4 = semana 4; T1 = avaliação ao final do *overreaching*; Sem5 = semana 5; Sem6 = semana 6; T2 = avaliação ao final do *tapering*.

4.3 Experimento 02

No experimento 02, as alterações no desempenho do SCM para ambos os grupos nas diferentes fases da intervenção foram acompanhadas pelas seguintes alterações nos parâmetros dinâmicos das articulações dos membros inferiores. Essas alterações foram diferentes estatisticamente entre as fases do treino para a média do momento de quadril na flexão/extensão, na abdução/adução e na rotação interna/externa; a média do momento de joelho na flexão/extensão, na abdução/adução; o pico do momento de quadril na flexão/extensão; a energia de quadril na flexão/extensão (Tabela 6). No GR, quando a altura do SCM diminuiu significativamente entre T0-T1, houve um aumento significativo na média do momento de quadril na rotação interna/externa ($p < 0,05$). Durante os aumentos significativos da altura do SCM entre T1-T2 e T0-T2, o pico do momento de quadril na flexão/extensão e a energia de quadril na flexão/extensão também aumentaram significativamente ($p < 0,05$). Além disso, a energia de quadril foi maior do que no GC em T2 ($p < 0,05$). Por outro lado, o GC diminuiu significativamente entre T1-T2 a média do momento de quadril na flexão/extensão ($p < 0,05$), além disso, a média do momento de joelho na flexão/extensão, a média do momento de joelho na abdução/adução e a média do momento de quadril na abdução/adução diminuíram significativamente entre T0-T2 ($p < 0,05$).

Tabela 6. Os efeitos do treinamento sobre parâmetros dinâmicos do SCM.

				p-valor		
Grupo	$\Delta T0 - T1$ TE _d (95%CI)	$\Delta T1 - T2$ TE _d (95%CI)	$\Delta T0 - T2$ TE _d (95%CI)	Grupo	Momento	G x M
Média do momento de quadril na rotação externa/interna						
GR	0.69* (0.21 – 1.17)	-0.35 (-0.64 – -0.06)	0.23 (-0.25 – 0.71)	0.104	0.017	0.537
GC	0.34 (-0.23 – 0.91)	-0.16 (-0.59 – 0.27)	0.21 (-0.51 – 0.93)			
Pico do momento de quadril na flexão/extensão						
GR	0.07 (-0.41 – 0.55)	0.36* (0.04 – 0.69)	0.40* (0.02 – 0.81)	0.485	0.009	0.563
GC	-0.08 (-0.42 – 0.25)	0.36 (-0.09 – 0.82)	0.29 (-0.18 – 0.76)			
Energia do quadril na flexão/extensão						
GR	0.23 (-0.02 – 0.49)	0.38* (-0.02 – 0.78)	0.68*\$ (0.11 – 1.25)	0.197	0.073	0.019
GC	0.20 (-0.57 – 0.97)	-0.25 (-0.94 – 0.43)	-0.11 (-0.82 – 0.60)			
Média do momento de quadril na flexão/extensão						
GR	0.16 (-0.32 – 0.64)	-0.46 (-1.10 – 0.18)	-0.19 (-0.81 – 0.43)	0.369	0.026	0.526
GC	0.12 (-0.20 – 0.44)	-0.69* (-1.40 – 0.02)	-0.58 (-1.25 – 0.10)			
Média do momento de joelho na flexão/extensão						
GR	-0.20 (-0.53 – 0.12)	-0.12 (-0.53 – 0.29)	-0.42 (-0.92 – 0.08)	0.738	0.006	0.636
GC	-0.22 (-0.45 – 0.01)	-0.24 (-0.51 – 0.04)	-0.45* (-0.89 – -0.01)			
Média do momento de joelho na abdução/adução						
GR	-0.67 (-1.26 – -0.07)	0.71 (-0.19 – 1.60)	0.04 (-0.75 – 0.83)	0.594	0.022	0.080
GC	-0.83 (-1.42 – -0.23)	-0.25 (-0.97 – 0.47)	-1.02* (-1.94 – -0.10)			
Média do momento de quadril na abdução/adução						
GR	-0.66 (-1.24 – -0.07)	-0.02 (-0.75 – 0.71)	-0.63 (-1.20 – -0.07)	0.738	0.006	0.636
GC	-0.62 (-1.34 – 0.11)	-0.41 (-1.02 – 0.20)	-0.96* (-1.74 – -0.17)			

GR = Grupo Regulação; **GC** = Grupo Controle; **TE** = efeito de tamanho; **IC de 95%** = Intervalo de confiança de 95%; **$\Delta T0-T1$** = alteração de T0 para T1; **$\Delta T1-T2$** = alteração de T1 para T2; **$\Delta T0-T2$** = alteração de T0 a T2; **G** = Grupo; **M** = momento. * = diferença significativa entre os momentos ($p < 0,05$); \$ = diferença significativa entre os grupos ($p < 0,05$).

4.4 Experimento 03

No experimento 03 a relação entre as alterações na altura do SCM e a carga de treinamento foi significativa com uma variância comum de 29% ($r = 0,54$; $r^2 = 0,29$; $p = 0,004$). Sendo que as alterações da altura do SCM em resposta ao processo de treinamento com os parâmetros dinâmicos teve relação significativa para as seguintes variáveis (Tabela 7):

Tabela 7. Análise da relação entre as alterações de parâmetros dinâmicos articulares e alterações da altura do SCM durante o processo de treinamento.

	(Flexão / Extensão)	(Abdução / Adução)	(Rotação Externa / Interna)
Pico do momento de tornozelo	24.7%*	19.4%*	8.5%
Pico do momento de joelho	22.8%*	6.5%	2.5%
Pico do momento de quadril	2.3%	0.4%	6.5%
Média do momento de tornozelo	15.1%*	24.1%*	0.5%
Média do momento de joelho	49.7%*	0.0%	0.0%
Média do momento de quadril	30.5%*	3.3%	14.4%
Pico da potência de tornozelo	25.6%*	0.7%	0.1%
Pico da potência de joelho	42.8%*	21.3%*	5.1%
Pico da potência de quadril	45.7%*	12.5%	8.8%
Média da potência de tornozelo	14.0%	0.5%	5.2%
Média da potência de joelho	7.7%	16.5%*	2.6%
Média da potência de quadril	36.1%*	0.1%	1.1%
Energia do tornozelo	24.5%*	0.2%	4.2%
Energia do joelho	2.9%	18.9%*	3.6%
Energia do quadril	56.3%*	1.4%	0.6%

Os coeficientes de determinação (r^2) são apresentados em porcentagem (%), representando a variância comum entre a respectiva variável e a altura do SCM. * = $P < 0,05$.

5 DISCUSSÃO

5.1 O SCM como uma ferramenta de monitoramento da carga de treinamento

O principal objetivo dessa meta-análise foi comparar o desempenho do SCM para monitorizar o estado neuromuscular em estudos que apresentaram o maior valor em oposição ao valor médio. O objetivo secundário foi determinar a variável dependente mais sensível. Inicialmente, o conceito de *status* neuromuscular adotado no presente estudo está de acordo com pesquisadores anteriores em que o desempenho do SCM foi utilizado para monitorar a fadiga e/ou supercompensação em atletas (CORMACK, NEWTON & MCGUIGAN, 2008; CORMACK, NEWTON, MCGUIGAN & CORMIE, 2008; MCLEAN et al., 2010; MOONEY et al., 2013). Com base em nossos resultados, altura do SCM foi a variável mais sensível e adequada para acompanhar os efeitos da fadiga e supercompensação. Além disso, as seguintes variáveis de desempenho do SCM também foram consideradas adequadas para avaliar os efeitos de supercompensação após o treinamento: pico de potência, média de potência, pico de velocidade, pico de força, média do impulso e a potência calculada por equação. A análise principal revelou que quando as variáveis de desempenho do SCM foram a média de todas as repetições realizadas, a sensibilidade das variáveis para detectar mudanças de desempenho foram maiores em comparação com os que utilizaram o desempenho do maior salto. Isso indica que as chances de encontrar o “valor verdadeiro” é aumentada quando o valor médio é usado para monitorar as alterações no desempenho do SCM.

Estas descobertas estão em desacordo com alguns achados da literatura, que relataram a altura do SCM como insensível para detectar fadiga em atletas de esportes coletivos (FREITAS et al., 2014a; MALONE, MURTAGH, MORGANS, BURGESS, MORTON & DRUST, 2014). No entanto, o uso do maior SCM por esses estudos pode ter influenciado os achados. Quando a altura média foi reportada, a sensibilidade para monitorar alterações no desempenho do SCM eram maiores em comparação com a maior altura. Estes resultados são reforçados por Mohr e Krstrup (2013) que encontraram que a altura média do SCM foi sensível e a maior altura do SCM foi insensível para detectar fadiga em atletas profissionais de futebol. No presente estudo, a sensibilidade à fadiga foi determinada de forma objetiva, avaliando a significância do TE para a altura média do SCM, isto é, o TE, com IC95% menor do que zero. Considerando a definição usual de fadiga como a

incapacidade de manter o desempenho ao nível exigido (MOONEY et al., 2013; TWIST & HIGHTON, 2013), em termos práticos, este resultado sugere que o desempenho era incapaz de voltar ao nível de base.

Oitenta e cinco por cento de todos os artigos reportaram o maior desempenho de variáveis cinemáticas ou cinéticas para representar o SCM. O artigo mais antigo citado pelos pesquisadores remonta a 1966, onde os autores afirmaram nos procedimentos do SCM descritos no Método que "a melhor das três repetições foi utilizada" (GLENACROSS, 1966). Em 1973, essa questão primordial foi levantada, deve pesquisadores utilizar o maior valor ou média para mensurar o desempenho físico (HETHERINGTON, 1973). O autor descreveu os benefícios da utilização da média, mas também deu a opção de utilizar o maior valor no caso do pesquisador garantir que os erros de medição são menores que à variação intrassujeito. Esta sugestão foi seguida desde então, de modo que uma referência clássica de 1987, deu ambas as opções (i.e. maior ou média de saltos) (VANDEWALLE, PERES & MONOD, 1987). Recentemente, a questão de relatar a melhor/menor ou a média em uma série de repetições foi levantada novamente (AL HADDAD, SIMPSON & BUCHHEIT, 2015). Os pesquisadores não encontraram diferenças significativas entre o maior [TE = 0,32 (0,05 - 0,65)] e a média [TE = 0,35 (0,02 - 0,62)] da altura do SCM e concluíram que o maior ou a média do SCM, tinham uma capacidade similar para monitorar as mudanças no desempenho do SCM. No entanto, quando os dados foram agrupados para aumentar o tamanho da amostra na atual meta-análise, as diferenças entre o maior e a média foram evidenciadas.

A maioria das intervenções foi realizada em atletas de esportes individuais e coletivos (i.e. 61%), corroborando o SCM como um teste de monitoramento de desempenho simples, eficaz e popular (TAYLOR et al., 2012). Adicionalmente ao efeito do método de treinamento específicos do esporte do atleta o desempenho do SCM é usado para monitorar os efeitos dos treinos de força, pliometria, resistência e velocidade. Sendo que esses métodos de treinamento são normalmente utilizados para melhorar as características básicas da aptidão dos atletas (SMITH, 2003), e a eficácia dessas intervenções geralmente é verificada por meio da avaliação de desempenho do SCM. As alterações de desempenho do SCM em resposta a esses métodos de treinamento são bem descritos na literatura, eles são reportados em algumas meta-análises e revisões sistemáticas (BARNES & KILDING, 2015; BEATTIE, KENNY, LYONS & CARSON, 2014; MARKOVIC & MIKULIC, 2010;

MCMASTER, GILL, CRONIN & MCGUIGAN, 2014; TAYLOR, MACPHERSON, SPEARS & WESTON, 2015).

Entre as 63 variáveis dependentes usadas para monitorar as adaptações do SCM em resposta ao treinamento, 73% precisam de validações adicionais devido ao tamanho amostral insuficiente. O reduzido número de estudos pode influenciar tanto a magnitude do TE como o CV. Sendo assim, 78% das variáveis dependentes revelaram TE não significativos, com 35% dessas variáveis possuindo um grande CV, isso é problemático para medidas utilizadas no rastreamento da condição neuromuscular. Pois, quando o CV é grande se torna cada vez mais difícil de detectar diferenças estatísticas entre momentos e grupos de intervenção, a menos que essas diferenças sejam muito grandes (KRAUFVELIN, 1998). Por exemplo, a média de potência excêntrica tem CV e TE grandes, portanto, a sua utilização no monitoramento neuromuscular deve proceder com cautela.

Por outro lado, nove variáveis foram sensíveis para verificar os efeitos da supercompensação. Destaca-se o pico de velocidade com um CV pequeno e TE moderado, porém, ele possui uma heterogeneidade moderada e significativa. No entanto, o pico de velocidade foi utilizado somente com o maior SCM (CORMIE, MCBRIDE & MCCAULLEY, 2009; JAKOBSEN, SUNDSTRUP, RANDERS, KJÆR, ANDERSEN, KRUSTRUP & AAGAARD, 2012; KYRIAZIS et al., 2009; MCGUIGAN, CORMACK & NEWTON, 2009; NEWTON, ROGERS, VOLEK, HAKKINEN & KRAEMER, 2006; OUERGUI, HSSIN, HADDAD, PADULO, FRANCHINI, GMADA & BOUHLEL, 2014; PEREZ-GOMEZ, OLMEDILLAS, DELGADO-GUERRA, ARA, VICENTE-RODRIGUEZ, ORTIZ, CHAVARREN & CALBET, 2008; ROUSANOGLLOU, BARZOUKA & BOUDOLOS, 2013; TOUMI, BEST, MARTIN & POUMARAT, 2004; TOUMI, THIERY, MAITRE, MARTIN, VANNEUVILLE & POUMARAT, 2001; VESCOVI, CANAVAN & HASSON, 2008). De acordo com resultados dessa meta-análise, se a média dos saltos fosse utilizada, poderia aumentar seu TE e reduzir a heterogeneidade. Uma vez que os parâmetros cinemáticos, como o pico de velocidade, têm sido utilizados com avaliações de campo (AMADIO & SERRÃO, 2011) No entanto, sua avaliação com um sistema de medição alternativo por acelerometria não foi recomendada (MCMASTER, GILL, CRONIN & MCGUIGAN, 2013). Outro equipamento possível, o transdutor linear de posição (TLP) foi sugerido para as avaliações de campo e de laboratório (HARRIS, CRONIN, TAYLOR, BORIS & SHEPPARD, 2010; ROSCHEL, TRICOLI & UGRINOWITSCH, 2011), mas para o

melhor conhecimento dos autores, o TLP também não pode ser recomendado, porque os estudos que foram encontrados não verificaram a confiabilidade e validade para o pico de velocidade (CRONIN, HING & MCNAIR, 2004; GARNACHO-CASTAÑO, LÓPEZ-LASTRA & MATÉ-MUÑOZ, 2015; REQUENA, GARCÍA, REQUENA, SAEZ-SAEZ DE VILLARREAL & PÄÄSUKE, 2012). Portanto, o pico de velocidade deve ser medido com a plataforma de força. Além disso, o uso da plataforma de força para calcular a velocidade de pico e altura do SCM nos leva à grande semelhança entre essas variáveis. Quando a altura do SCM é calculada pelo impulso com a seguinte equação; $\text{altura} = v^2/2g$, onde g é a aceleração devido à gravidade e v é a velocidade de saída vertical, este v deve ser o pico de velocidade. Consequentemente, fica recomendada a escolha a ser feita por treinadores e cientistas do esporte somente de uma dessas variáveis. A altura do SCM teve um CV moderado e uma sensibilidade moderada aos efeitos da supercompensação com resultados semelhantes ao pico de potência. Outra vantagem da altura do SCM é a simplicidade, devido aos dados de tempo de voo poderem ser obtidos a partir de plataforma de força ou tapete de contato, ao passo que outras variáveis requerem exclusivamente a plataforma. Para as demais variáveis, a média de potência, média de impulso e pico de força o CV e a sensibilidade foram moderados. Além disso, na comparação dos subgrupos da potência calculada por equação, apenas a média foi sensível à detecção de efeitos supercompensação ($p < 0,05$). Utilizando o subgrupo “Maior” resultou em um CV moderado e um TE pequeno, enquanto o subgrupo “Média” teve um CV moderado e um TE grande.

Parece que a análise global do viés de publicação não teve impacto significativo sobre os resultados. No entanto, a análise dos subgrupos revelou uma grande diferença entre: maior e média. Este resultado é corroborado pelos resultados da meta-análise, onde as variáveis de desempenho do SCM que utilizaram a média tiveram maiores TE. Portanto, pode ser constatada mais uma evidência de que a média melhor representa a medida a ser utilizada para avaliar fadiga e/ou supercompensação, ou seja, o monitoramento do processo de treinamento. Isso pode ser explicado pela compreensão do erro do tipo II, onde um tamanho da amostra pequeno pode aumentar as chances de não se encontrar diferenças significativas onde eles realmente existem (WILKINSON, 2014). Nesse caso, o tamanho de amostra pequeno é o número de repetições (i.e. o maior SCM) utilizado para determinar a variável dependente do estudo. Os pesquisadores

verificaram o efeito negativo do reduzido número de repetições no poder estatístico (BATES, DUFEK & DAVIS, 1992; DUFEK, BATES & DAVIS, 1995). Portanto, a média de várias repetições fornece um valor mais estável e representativo (BATES, OSTERNIG, SAWHILL & JAMES, 1983; JAMES, HERMAN, DUFEK & BATES, 2007) e menor uma propensão ao erro do tipo II (WILKINSON, 2014).

Sendo assim, podemos constatar na literatura que a média da altura do SCM foi única variável que efetivamente permitiu o monitoramento da fadiga e supercompensação.

5.2 O treinamento autorregulado pelo SCM com a DMI para induzir *overreaching* funcional

Depois das 4 semanas de intensificação, a altura do SCM com a DMI foi utilizada para provocar *overreaching* funcional após o *tapering* em jogadores de futsal. A discussão irá primeiro tratar os resultados como grupo/média e posteriormente, discutir os resultados de forma individualizada. As principais conclusões do estudo foram que a carga autorregulada pela DMI durante o *tapering* resultou em um aumento significativo na altura do SCM para o GR ($TE_d = 0,30$) em relação ao início do estudo (T0), com a carga de treinamento final não sendo diferente significativamente entre os grupos. Indicando o alcance do *overreaching* funcional no GR.

Os manejos das cargas de treinamento aplicadas durante a intensificação/*overreaching* e a subsequente fase de *tapering* foram semelhantes ao de abordagens executadas por outros pesquisadores (COUTTS et al., 2007a; COUTTS et al., 2007b). Por exemplo, o aumento nas cargas de treinamento de 58% (COUTTS et al., 2007a) e 55% (COUTTS et al., 2007b), além de reduções de 56% (COUTTS et al., 2007a) e 54% (COUTTS et al., 2007b) foram executados previamente. Nossa redução na carga de treinamento (~80%) foi maior do que os 41-60% recomendados para *tapering* em uma meta-análise sobre este tema (BOSQUET et al., 2007). No entanto, os autores afirmaram que o leitor precisa estar ciente das diferenças entre os indivíduos ao ajustar a carga de treino. Certamente, o método autorregulado utilizado no GR foi o responsável por essas diferenças interindividuais. Isto é, o ajuste individual da carga de treinamento usando a altura do SCM com DMI, permitiram os ajustes de acordo com o estado de desempenho no

SCM e os objetivos pré-planejados para essa fase de treinamento. Esta abordagem permitiu a acumulação de fadiga no final das 4 semanas de treinamento. Normalmente em pesquisas aplicadas, a fadiga é induzida por um aumento pré-planejado no volume de treinamento (BOSQUET et al., 2007). Após o *overreaching*, uma redução no volume de treinamento foi realizada para alcançar o *tapering*. Além disso, alguns mecanismos para maximizar a força muscular após o *tapering* são sugeridas: i) uma recuperação muscular mais completa; ii) uma maior ativação neural; e, iii) um ambiente anabólico otimizado (PRITCHARD, KEOGH, BARNES & MCGUIGAN, 2015).

As respostas observadas no presente estudo em relação às alterações na altura do SCM não foram relatadas em estudos anteriores que foram realizados com atletas de esportes coletivos (COUTTS et al., 2007a; COUTTS et al., 2007b; REBAL et al., 2014). A altura do SCM não foi alterada significativamente durante 6 semanas de deliberado *overreaching* e 1 semana de *tapering* ($TE_{tapering} = 0,06$ e $IC95\% = -0,99 - 1,12$) (COUTTS et al., 2007a), e a altura do SCM aumentou significativamente após o *tapering* ($TE_{tapering} = 0,12$ e $IC95\% = -0,81 - 1,05$), mas não foi reduzida após o *overreaching* (COUTTS et al., 2007b). No entanto, estes pesquisadores reportaram respostas características para o *overreaching* e *tapering* em outros marcadores fisiológicos, mecânicos e bioquímicos (COUTTS et al., 2007a; COUTTS et al., 2007b). Dois outros estudos em esporte coletivo investigaram o efeito do *tapering* no desempenho do SCM, no entanto, a potência mensurada no salto vertical foi a variável dependente de interesse (ARGUS, GILL, KEOGH, MCGUIGAN & HOPKINS, 2012; DE LACEY et al., 2014). Um estudo que utilizou altura do SCM verificou que o grupo que executou o *tapering* teve um aumento significativo na altura do salto acima da linha de base na avaliação intermediária ($17 \pm 9\%$) e na final ($12 \pm 16\%$), onde o grupo controle não alterou significativamente (REBAL et al., 2014). No entanto, a carga de treinamento não foi ajustada individualmente em todos estes estudos. Finalmente, o TE esperado após um *step tapering* foi reportado como 0,42 ($IC95\% = -0,11 - 0,95$) (BOSQUET et al., 2007) que é semelhante ao TE deste estudo, ou seja $TE_d = 0,30$ ($IC95\% = 0,09 - 0,51$). Além disso, foi reportado que o *step tapering* possui um maior efeito, em comparação com o *tapering* progressivo ($TE = 0,30$; $IC95\% = 0,16 - 0,45$), no entanto, o *step tapering* possui uma maior variância (i.e. $IC95\%$) (BOSQUET et al., 2007). Mesmo assim, os estudos citados anteriormente utilizando o *step tapering* e o progressivo (COUTTS et al., 2007a;

COUTTS et al., 2007b) não regularam individualmente a carga, mas essas abordagens para o *tapering* utilizando as cargas de treinamento pré-planejadas obtiveram resultados de acordo com o esperado IC95% do TE (BOSQUET et al., 2007).

O treinamento autorregulado resultou em um melhor desempenho de 1 RM no agachamento e supino em jogadores universitários de futebol americano em comparação a um grupo que utilizou a tradicional periodização linear durante 6 semanas de treinamento na pré-temporada (MANN et al., 2010). O treino autorregulado também foi utilizado com a frequência cardíaca (FC) (CELINE, MONNIER-BENOIT, GROSLAMBERT, TORDI, PERREY & ROUILLON, 2011), a percepção subjetiva do esforço (PSE) (CELINE et al., 2011; GABBETT, 2010) e a altura do SCM com a DMI (CLAUDINO et al., 2012). A FC e a PSE foram utilizadas para aumentar a carga de treinamento na sessão de treino seguinte à verificação (CELINE et al., 2011) e a PSE foi utilizada para autorregular o treino, determinando um limiar de carga de treino (i.e. um tamanho de efeito maior que 0,5) relativo ao ano anterior (GABBETT, 2010). Em ambos os estudos a carga foi ajustada retrospectivamente, depois da sessão de treino do atleta (i.e. a carga poderia ser modificada para a próxima sessão), ao contrário, o método utilizado no presente estudo ajustou prospectivamente a carga de treino do atleta (i.e. a carga de treino poderia ser modificada para a mesma sessão). Além disso, como já foi descrito, o treino autorregulado pela DMI foi utilizado para determinar o nível ideal de carga de treinamento para atingir os objetivos pré-planejados (CLAUDINO et al., 2012). No entanto, este foi o primeiro estudo a utilizar a mesma ferramenta para induzir *overreaching* funcional, os resultados desta abordagem parecem ser promissores para individualizar a prescrição de treinamento de atletas de esportes coletivos.

A maior carga de treinamento do GR durante o *overreaching* induziu maior monotonia e *strain*, bem como, a diminuição no desempenho do SCM. Indicando que medidas como o aumento da monotonia e *strain* ocorrem paralelamente com a diminuição do desempenho no SCM. Esse entendimento sobre a monotonia e o *strain* com o SCM agregam para um maior conhecimento sobre os efeitos resultantes dos ajustes realizados por meio da DMI. Por exemplo, Foster (1998) propôs que os ciclos de treinamento caracterizados por elevadas monotonia e *strain* podem causar adaptações negativas ao treinamento. Prova disto é encontrada em atletas de esportes coletivos, tais como jogadores de vôlei (FREITAS et al., 2014a),

basquete (MANZI, D'OTTAVIO, IMPELLIZZERI, CHAOUACHI, CHAMARI & CASTAGNA, 2010), rúgbi *league* (COUTTS et al., 2007a) e futsal (SOARES-CALDEIRA, DE SOUZA, DE FREITAS, DE MORAES, LEICHT & NAKAMURA, 2014) onde os períodos de maior monotonia e/ou *strain* causaram alterações de marcadores fisiológicos, bioquímicos, imunológicos e psicológicos.

O agrupamento dos dados permite ao leitor observar a resposta média da amostra de interesse e, portanto, as respostas individuais para as avaliações e intervenções subsequentes são mascaradas. Uma vez que essas leituras precisam estar conectadas para avaliar e individualizar. Por exemplo, as respostas individuais de quatro voluntários; 01 e 10, 08 e 17. Assim, tempo insuficiente de recuperação entre as sessões de treinamento durante o *tapering* foi verificado para o Voluntário 01, com isso o seu volume de treinamento foi reduzido. Considerando o seu correspondente no GC, o Voluntário 10, o mesmo também precisava de ajustes, no entanto, a carga não foi ajustado devido a pertencer ao GC. Outros exemplos de ajustes individualizados podem ser observados, durante o *overreaching* do Voluntário 08 que teve a carga de treino aumentada duas vezes. Enquanto isso, a carga de treinamento de Voluntário 17 não foi alterada, bem como seus resultados de SCM não estavam fora do intervalo da MID durante a intervenção. Esses ajustes individuais ou ausência deles foram influentes na carga de treinamento final de cada indivíduo e, conseqüentemente nos resultados de SCM dos grupos. Por isso, ajustar a carga de treinamento individualmente é tido como fundamental para o gerenciamento do volume, intensidade e frequência (BOSQUET et al., 2007; MUJICA & PADILLA, 2003; PRITCHARD et al., 2015). Dessas três variáveis, o volume de treinamento é pensado como o mais importante para ser regulado durante a fase de *tapering*. Sendo que grandes reduções nesta variável são sugeridas: 41-60% (BOSQUET et al., 2007), 60-90% (MUJICA & PADILLA, 2003) ou 30-70% (PRITCHARD et al., 2015). Como tal, a capacidade de autorregular/ajustar individualmente o volume de treinamento parece ser crítico na otimização do desempenho esportivo (GABBETT, 2016; HALSON, 2014). Sendo assim, a DMI do SCM permitindo a execução desses ajustes na carga durante o processo de treinamento de forma individual, a mesma se torna uma opção e permitiu um avanço na área de conhecimento ao possibilitar pesquisadores e treinadores otimizarem o desempenho de seus voluntários e/ou atletas.

No presente estudo, adotamos a estratégia de não informar os resultados da altura do SCM para os jogadores e os treinadores durante o estudo. Essa estratégia aumenta a variabilidade dos resultados (KELLER et al., 2014), fato que também aumenta o erro típico de medida (CLAUDINO et al., 2013), com isso, impactou na precisão e na sensibilidade da DMI. Assim, as diferenças entre os indivíduos na magnitude da DMI foram influenciadas por esta estratégia. Com isso, os treinadores devem informar a altura do SCM para o atleta depois de cada repetição do salto.

5.3 *Overreaching* funcional: alterações em parâmetros dinâmicos e na altura do SCM

O *overreaching* funcional foi acompanhado de uma maior supercompensação do desempenho em parâmetros biomecânicos após o *tapering* em atletas de futsal que tiveram a carga autorregulada durante o processo de treinamento.

Esta maior supercompensação após o *tapering* encontrado no GR é contrária aos achados de (AUBRY et al., 2014) que verificaram em triatletas melhores resultados após o *tapering* na ausência do *overreaching* funcional. No entanto, a carga de treinamento não foi ajustada individualmente neste estudo, fato que não pode ter contribuído para o alcance do melhor desempenho devido ao nível ideal de carga de treinamento para cada atleta não poder ser executado. A abordagem individualizada de presente estudo permitiu identificar e ajustar a carga de treinamento nas situações em que cada sujeito não correspondessem de acordo com planejamento prévio. Além disso, a carga de treinamento final não foi diferente entre os grupos: GR e GC. Porém, quando os voluntários do GR necessitavam de mais volume de treino durante a fase de *overreaching*, isso foi permitido a eles, o que resultou no aumento da carga de treinamento durante este período. Além disso, foi reportado na literatura que um volume de treinamento ideal levou a maiores aumentos na força, potência muscular e desempenho na remada em um grupo de remadores que realizaram 8 semanas de treinamento (IZQUIERDO-GABARREN, GONZALEZ DE TXABARRI EXPOSITO, GARCIA-PALLARES, SANCHEZ-MEDINA, DE VILLARREAL & IZQUIERDO, 2010).

No GR a redução significativa na altura do SCM após o *overreaching* foi concomitante aos aumentos significativos do volume de treinamento e da média do momento de quadril na rotação externa/interna. Este achado corrobora com pesquisadores que encontraram redução na altura salto juntamente com uma

diminuição da rotação interna do quadril, ou seja, aumento da rotação externa do quadril (WILLSON, BINDER-MACLEOD & DAVIS, 2008). Além disso, um maior torque máximo de quadril na rotação externa foi correlacionado a um reduzido controle do joelho no plano frontal (i.e. abdução/adução) durante a queda do salto vertical (BANDHOLM, THORBORG, ANDERSSON, LARSEN, TOFTDAHL, BENCKE & HOLMICH, 2011). Esse comportamento também pode ser verificado no GR após o *overreaching* durante uma semelhante fase do movimento do SCM. Embora no GR uma diferença significativa, não tenha sido encontrada pela ANOVA para a média do momento de joelho na abdução/adução (Tabela 5). Esta alteração teve um tamanho de efeito moderado e o seu IC95% era diferente de 0 ($TE_d = -0,67$; IC95% = -1.26 - -0.07). Normalmente, a redução do desempenho é alcançada por aumento do volume de treino (BOSQUET et al., 2007) o que pode ser acompanhado por um aumento do risco de lesão, por conseguinte, aumenta-se a importância da precisão no monitoramento do treinamento (HALSON, 2014).

Ainda para o GR, o aumento na altura do SCM após o *tapering* concomitantemente ao aumento ao pico do momento de quadril na flexão/extensão e a energia de quadril na flexão/extensão podem ser suportados por pesquisadores que descrevem uma maior contribuição dessa articulação do quadril para a altura do SCM. Van Soest et al. (1985) encontraram maiores contribuições dos momentos quadril máximo e médio para a altura do SCM de jogadores de voleibol. Além disso, Bobbert et al. (1986) e Fuskashiro e Komi (1987) encontraram maior contribuição do momento máximo de quadril para a altura do SCM em jogadores de handebol e homens saudáveis, respectivamente, corroborando assim com os achados do presente estudo.

O entendimento das alterações ocorridas durante um processo de indução ao *overreaching* e posterior *tapering* por parâmetros biomecânicos contribuiu para o preenchimento de uma lacuna da literatura, além de respaldar a aplicação do SCM para o monitoramento e regulação da carga de treinamento.

5.4 Monitoramento do treinamento: associações entre as alterações nos parâmetros dinâmicos e na altura do SCM

O presente estudo identificou os parâmetros que melhor explicam as alterações na altura do SCM em resposta ao treinamento. A energia de quadril na flexão/extensão tem 56% de variância comum com as alterações na altura do SCM.

Além disso, o pico de potência de quadril na flexão/extensão possui 46% de variância comum. Seguindo com a articulação do joelho na flexão/extensão com dois grandes parâmetros contribuintes: a média do momento de joelho com 50% e o pico de potência de joelho com 43%. Embora com magnitude menor (i.e. de 15% para 26% da variância comum) a articulação do tornozelo teve correlações significativas para os movimentos de flexão/extensão e abdução/adução.

Os achados do presente estudo estão em desacordo com (MCERLAIN-NAYLOR, KING & PAIN, 2014) que encontraram o pico de potência do joelho, o pico de potência do tornozelo e o ângulo de saída do ombro no SCM, juntos explicando 74% das alterações na altura do SCM. No entanto, esse estudo verificou os determinantes do SCM utilizando o balanço dos membros superiores. Este movimento não é recomendado, devido a uma avaliação “isolada” dos membros inferiores ser mais indicada para verificar a condição neuromuscular durante o processo de treinamento (BALSALOBRE-FERNANDEZ, TEJERO-GONZALEZ & DEL CAMPO-VECINO, 2014b; JIMÉNEZ-REYES & GONZÁLEZ-BADILLO, 2011; OLIVER, ARMSTRONG & WILLIAMS, 2008).

Outra questão prática foi a correlação entre as alterações na altura do SCM e a carga de treinamento com 29% de variância comum. Estes níveis de correlação são encontrados na literatura com valores de 19% (2% – 59%) (ARCOS, MARTÍNEZ-SANTOS, YANCI, MENDIGUCHIA & MÉNDEZ-VILLANUEVA, 2015) e 24% (BALSALOBRE-FERNANDEZ, TEJERO-GONZALEZ & DEL CAMPO-VECINO, 2014b). Sendo que a correlação do SCM com a carga de treinamento foi maior que outras encontradas em parâmetros fisiológicos utilizados para monitorar o treino como a creatina quinase (i.e. 12%) (ALVES et al., 2015) e a frequência cardíaca (i.e. entre 4% e 15%) (CAMPOS-VAZQUEZ, MENDEZ-VILLANUEVA, GONZALEZ-JURADO, LEON-PRADOS, SANTALLA & SUAREZ-ARRONES, 2015). Sendo assim, a altura do SCM poderia ser recomendada para monitorar as respostas à carga de treinamento em conjunto com outros tradicionais parâmetros.

Para verificar a influência da energia na altura do SCM, os primeiros pesquisadores descobriram maior contribuição da energia de joelho, ou seja, 38% – 49%, em estudantes universitários e jogadores de voleibol, respectivamente (HUBLEY & WELLS, 1983; VAN SOEST et al., 1985). No entanto, nas pesquisas seguintes a energia do quadril tem sido a mais prevalente, de 39% em jogadores de handebol (BOBBERT et al., 1986), com 39% em homens jovens (NAGANO, ISHIGE

& FUKASHIRO, 1998), 41% – 43% em jogadores de futebol (VANEZIS & LEES, 2005), até 51% em homens saudáveis (FUKASHIRO & KOMI, 1987), sendo assim, os estudos mais recentes corroboram com os nossos achados.

Portanto, esta análise destaca a influência da energia gerada na articulação do quadril na altura do SCM durante o processo de treinamento. Em adição as articulações do tornozelo e joelho na flexão/extensão que são as mais visadas tradicionalmente para a melhora do desempenho do SCM.

5.5 Limitações da Tese

Alguns dos procedimentos experimentais utilizados podem ter influenciado os resultados obtidos. Apresentá-los torna-se fundamental para permitir o adequado dimensionamento das conclusões estabelecidas.

No que se refere ao cálculo dos parâmetros internos destacamos as limitações inerentes às reduções adotadas por conta do modelo físico-matemático selecionado para análise. Destacamos ainda o limitado número de variáveis utilizadas para caracterizar e analisar o SCM nas condições experimentais propostas. Espera-se que estudos futuros possam, a partir dos avanços descritos neste trabalho, incorporar não apenas novos parâmetros biomecânicos, como também parâmetros de outra natureza.

Considerando que parte das coletas foi realizada em ambiente de laboratório, não se pode desprezar uma possível influência do efeito retroativo nos resultados obtidos. Há de se considerar que o cuidado tomado nos processos de familiarização descritos deve ter minorado tal influência.

Esperamos que a partir dos resultados apresentados seja possível não apenas analisar outras ferramentas de controle de carga, como também avaliar a sua aplicação em outras modalidades esportivas, e durante uma temporada competitiva completa. Consideramos ser este um dos principais desafios neste campo de estudo.

6 CONCLUSÃO

A partir do objetivo central desta tese analisar as perspectivas e os desafios da utilização da biomecânica como ferramenta para controle de carga de treinamento. Os experimentos conduzidos com este propósito evidenciaram que as ferramentas biomecânicas permitem o monitoramento e a regulação da carga de treinamento de atletas de futsal para induzir o *overreaching* funcional.

Outras importantes conclusões podem ser estabelecidas, em meio às quais merecem destaque: dentre as variáveis analisadas, a média da altura do salto com contramovimento mostrou-se adequada para monitorar os efeitos de fadiga e da supercompensação. Mostraram-se ainda adequados o monitoramento do pico de potência, da média de potência, do pico de velocidade, do pico de força, da média do impulso e da potência calculada por equação como indicadores dos fenômenos relacionados à supercompensação quando analisado o maior salto com contramovimento.

Destacamos ainda a possibilidade da utilização da diferença mínima individual, utilizando a altura média do salto com contramovimento, como uma importante ferramenta de monitoramento e a regulação da carga de treinamento.

Observou-se que as alterações na altura do salto com contramovimento estão associadas ao comportamento dos momentos e da energia nas articulações do joelho e do quadril. Nestes termos, a potência e a energia no quadril, associados ao momento e a potência no joelho no salto com contramovimento parecem ter sido as variáveis mais sensíveis às alterações de desempenho durante o processo de treinamento.

Desta forma, a abordagem biomecânica utilizando a média da altura do SCM e a DMI foi sustentável e eficaz para o controle de carga de treinamento no esporte coletivo.

REFERÊNCIAS

- AKENHEAD, R.; NASSIS, G.P. Training load and player monitoring in high-level football: current practice and perceptions. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, PMID: 26456711 [Epub ahead of print], 2015.
- AL HADDAD, H.; SIMPSON, B.M.; BUCHHEIT, M. Monitoring changes in jump and sprint performance: best or average values? **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.10, n.7, p.931-934, 2015.
- ALVES, A.L.; GARCIA, E.S.; MORANDI, R.F.; CLAUDINO, J.G.; PIMENTA, E.M.; SOARES, D.D. Individual analysis of creatine kinase concentration in Brazilian elite soccer players. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.21, n.2, p.112-116, 2015.
- AMADIO, A.C.; SERRÃO, J.C. A biomecânica em educação física e esporte. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v.25, p.15-24, 2011.
- ARCOS, A.L.; MARTÍNEZ-SANTOS, R.; YANCI, J.; MENDIGUCHIA, J.; MÉNDEZ-VILLANUEVA, A. Negative associations between perceived training load, volume and changes in physical fitness in professional soccer players. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.14, n.2, p.394-401, 2015.
- ARGUS, C.K.; GILL, N.D.; KEOGH, J.W.; MCGUIGAN, M.R.; HOPKINS, W.G. Effects of two contrast training programs on jump performance in rugby union players during a competition phase. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.7, n.1, p.68-75, 2012.
- ATKINSON, G.; NEVILL, A.M. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. **Sports Medicine**, v.26, n.4, p.217-238, 1998.
- AUBRY, A.; HAUSSWIRTH, C.; LOUIS, J.; COUTTS, A.J.; LE MUER, Y. Functional overreaching: the key to peak performance during the taper? **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.46, n.9, p.1769-1777, 2014.
- BALSALOBRE-FERNANDEZ, C.; TEJERO-GONZALEZ, C.M.; DEL CAMPO-VECINO, J. Hormonal and neuromuscular responses to high-level middle- and long-distance competition. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.9, n.5, p.839-844, 2014a.
- _____. Relationships between training load, salivary cortisol responses and performance during season training in middle and long distance runners. **PloS one**, v.9, n.8, p.e106066, 2014b.
- BANDHOLM, T.; THORBORG, K.; ANDERSSON, E.; LARSEN, T.; TOFTDAHL, M.; BENCKE, J.; HOLMICH, P. Increased external hip-rotation strength relates to reduced dynamic knee control in females: paradox or adaptation? **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v.21, n.6, p.215-221, 2011.

BARNES, K.; KILDING, A. Strategies to improve running economy. **Sports Medicine**, v.45, n.1, p.37-56, 2015.

BATES, B.T.; DUFEK, J.S.; DAVIS, H.P. The effect of trial size on statistical power. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.24, n.9, p.1059-1065, 1992.

BATES, B.T.; OSTERNIG, L.R.; SAWHILL, J.A.; JAMES, S.L. An assessment of subject variability, subject-shoe interaction, and the evaluation of running shoes using ground reaction force data. **Journal of Biomechanics**, v.16, n.3, p.181-191, 1983.

BEATTIE, K.; KENNY, I.; LYONS, M.; CARSON, B. The effect of strength training on performance in endurance athletes. **Sports Medicine**, v.44, n.6, p.845-865, 2014.

BECKER, B.J. Synthesizing standardized mean-change measures. **British Journal of Mathematical and Statistical Psychology**, v.41, n.2, p.257-278, 1988.

BEGG, C.; CHO, M.; EASTWOOD, S.; HORTON, R.; MOHER, D.; OLKIN, I.; PITKIN, R.; RENNIE, D.; SCHULZ, K.F.; SIMEL, D.; STROUP, D.F. Improving the quality of reporting of randomized controlled trials. The CONSORT statement. **Journal of the American Medical Association**, v.276, n.8, p.637-639, 1996.

BLAND, J.M.; ALTMAN, D.G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet**, v.1, n.8476, p.307-310, 1986.

BOBBERT, M.F.; MACKAY, M.; SCHINKELSHOEK, D.; HUIJING, P.A.; VAN INGEN SCHENAU, G.J. Biomechanical analysis of drop and countermovement jumps. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v.54, n.6, p.566-573, 1986.

BORIN, J.P.; GOMES, A.C.; LEITE, G.S. Preparação desportiva: aspectos do controle da carga de treinamento nos jogos coletivos. **Revista da Educação Física/UEM**, v.18, n.1, p.97-105, 2007.

BORRESEN, J.; LAMBERT, M.I. The quantification of training load, the training response and the effect on performance. **Sports Medicine**, v.39, n.9, p.779-795, 2009.

BOSQUET, L.; MONTPETIT, J.; ARVISAIS, D.; MUJIKÁ, I. Effects of tapering on performance: a meta-analysis. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.39, n.8, p.1358-1365, 2007.

BRINK, M.S.; VISSCHER, C.; COUTTS, A.J.; LEMMINK, K.A.P.M. Changes in perceived stress and recovery in overreached young elite soccer players. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v.22, n.2, p.285-292, 2012.

BROWN, M.E.; MAYHEW, J.L.; BOLEACH, L.W. Effect of plyometric training on vertical jump performance in high school basketball players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.26, n.1, p.1-4, 1986.

CAMPOS-VAZQUEZ, M.A.; MENDEZ-VILLANUEVA, A.; GONZALEZ-JURADO, J.A.; LEON-PRADOS, J.A.; SANTALLA, A.; SUAREZ-ARRONES, L. Relationships between rating-of-perceived-exertion- and heart-rate-derived internal training load in professional soccer players: a comparison of on-field integrated training sessions. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.10, n.5, p.587-592, 2015.

CASEROTTI, P.; AAGAARD, P.; LARSEN, J.B.; PUGGAARD, L. Explosive heavy-resistance training in old and very old adults: changes in rapid muscle force, strength and power. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v.18, n.6, p.773-782, 2008.

CASEROTTI, P.; AAGAARD, P.; PUGGAARD, L. Changes in power and force generation during coupled eccentric-concentric versus concentric muscle contraction with training and aging. **European Journal of Applied Physiology**, v.103, n.2, p.151-161, 2008.

CASTAGNA, C.; IMPELLIZZERI, F.M.; RAMPININI, E.; D'OTTAVIO, S.; MANZI, V. The Yo-Yo intermittent recovery test in basketball players. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.11, n.2, p.202-208, 2008.

CELINE, 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. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.1, p.220-224, 2011.

CHAOUACHI, A.; HAMMAMI, R.; KAABI, S.; CHAMARI, K.; DRINKWATER, E.J.; BEHM, D.G. Olympic weightlifting and plyometric training with children provides similar or greater performance improvements than traditional resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.28, n.6, p.1483-1496, 2014.

CLAUDINO, J.G.; MEZENCIO, B.; AMARAL, S.; ZANETTI, V.; BENATTI, F.; ROSCHEL, H.; GUALANO, B.; AMADIO, A.C.; SERRAO, J.C. Creatine monohydrate supplementation on lower-limb muscle power in Brazilian elite soccer players. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v.11, p.32, 2014.

CLAUDINO, J.G.; MEZENCIO, B.; SONCIN, R.; FERREIRA, J.C.; COUTO, B.P.; SZMUCHROWSKI, L.A. Pre Vertical jump performance to regulate the training volume. **International Journal of Sports Medicine**, v.33, n.2, p.101-107, 2012.

CLAUDINO, J.G.; MEZENCIO, B.; SONCIN, R.; FERREIRA, J.C.; VALADAO, P.F.; TAKAO, P.P.; BIANCO, R.; ROSCHEL, H.; AMADIO, A.C.; SERRAO, J.C. Development of an individualized familiarization method for vertical jumps. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.19, n.5, p.359-362, 2013.

COHEN, J. **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences**. 2 ed., Hillsdale, Lawrence Erlbaum, 1988.

COOK, C.J.; BEAVEN, C.M.; KILDUFF, L.P. Three weeks of eccentric training combined with overspeed exercises enhances power and running speed

performance gains in trained athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.27, n.5, p.1280-1286, 2013.

CORMACK, S.J.; NEWTON, R.U.; MCGUIGAN, M.R. Neuromuscular and endocrine responses of elite players to an Australian rules football match. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.3, n.3, p.359-74, 2008.

CORMACK, S.J.; NEWTON, R.U.; MCGUIGAN, M.R.; CORMIE, P. Neuromuscular and endocrine responses of elite players during an Australian rules football season. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.3, n.4, p.439-453, 2008.

CORMACK, S.J.; NEWTON, R.U.; MCGUIGAN, M.R.; DOYLE, T.L.A. Reliability of Measures Obtained During Single and Repeated Countermovement Jumps. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.3, n.2, p.131-144, 2008.

CORMIE, P.; MCBRIDE, J.M.; MCCAULLEY, G.O. Power-time, force-time, and velocity-time curve analysis of the countermovement jump: impact of training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.1, p.177-186, 2009.

COUTTS, A.J.; 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. **International Journal of Sports Medicine** v.28, n.02, p.116-124, 2007a.

COUTTS, A.J.; REABURN, P.; PIVA, T.J.; ROWSELL, G.J. Monitoring for overreaching in rugby league players. **European Journal of Applied Physiology**, v.99, n.3, p.313-24, 2007b.

CRONIN, J.B.; HING, R.D.; MCNAIR, P.J. Reliability and validity of a linear position transducer for measuring jump performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.18, n.3, p.590-593, 2004.

DAVIS III, R.B.; ÖUNPUU, S.; TYBURSKI, D.; GAGE, J.R. A gait analysis data collection and reduction technique. **Human Movement Science**, v.10, n.5, p.575-587, 1991.

DE LACEY, J.; BRUGHELLI, M.; MCGUIGAN, M.; HANSEN, K.; SAMOZINO, P.; MORIN, J.B. The effects of tapering on power-force-velocity profiling and jump performance in professional rugby league players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.28, n.12, p.3567-3570, 2014.

DERSIMONIAN, R.; LAIRD, N. Meta-analysis in clinical trials. **Controlled Clinical Trials**, v.7, n.3, p.177-188, 1986.

DIALLO, O.; DORE, E.; DUCHE, P.; VAN PRAAGH, E. Effects of plyometric training followed by a reduced training programme on physical performance in prepubescent soccer players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.41, n.3, p.342-348, 2001.

DOMIRE, Z.J.; CHALLIS, J.H. An induced energy analysis to determine the mechanism for performance enhancement as a result of arm swing during jumping. **Sports Biomechanics**, v.9, n.1, p.38-46, 2010.

DUFEK, J.S.; BATES, B.T.; DAVIS, H.P. The effect of trial size and variability on statistical power. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.27, n.2, p.288-295, 1995.

DUNLAP, W.P.; CORTINA, J.M.; VASLOW, J.B.; BURKE, M.J. Meta-analysis of experiments with matched groups or repeated measures designs. **Psychological Methods**, v.1, n.2, p.170-177, 1996.

ELLIOTT, B. Biomechanics: an integral part of sport science and sport medicine. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.2, n.4, p.299-310, 1999.

FELTNER, M.E.; FRASCHETTI, D.J.; CRISP, R.J. Upper extremity augmentation of lower extremity kinetics during countermovement vertical jumps. **Journal of Sports Sciences**, v.17, n.6, p.449-466, 1999.

FORD, H.T., JR.; PUCKETT, J.R.; DRUMMOND, J.P.; SAWYER, K.; GANTT, K.; FUSSELL, C. Effects of three combinations of plyometric and weight training programs on selected physical fitness test items. **Perceptual and Motor Skills**, v.56, n.3, p.919-922, 1983.

FORTES, M.B.; DIMENT, B.C.; GREEVES, J.P.; CASEY, A.; IZARD, R.; WALSH, N.P. Effects of a daily mixed nutritional supplement on physical performance, body composition, and circulating anabolic hormones during 8 weeks of arduous military training. **Applied Physiology Nutrition and Metabolism**, v.36, n.6, p.967-975, 2011.

FOSTER, C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.30, n.7, p.1164-1168, 1998.

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 and Medicine**, v.13, n.3, p.571-579, 2014a.

FREITAS, V.H.; SOUZA, E.A.; OLIVEIRA, R.S.; PEREIRA, L.A.; NAKAMURA, F.Y. Efeito de quatro dias consecutivos de jogos sobre a potência muscular, estresse e recuperação percebida, em jogadores de futsal. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v.28, n.1, p.23-30, 2014b.

FUKASHIRO, S.; KOMI, P.V. Joint moment and mechanical power flow of the lower limb during vertical jump. **International Journal of Sports Medicine**, v.8 n.1, p.15-21, 1987.

GABBETT, T.J. The development and application of an injury prediction model for noncontact, soft-tissue injuries in elite collision sport athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.24, n.10, p.2593-2603, 2010.

GABBETT, T.J. The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? **British Journal of Sports Medicine**, v.50, n.5, p.273-280, 2016.

GABBETT, T.J.; DOMROW, N. Relationships between training load, injury, and fitness in sub-elite collision sport athletes. **Journal of Sports Sciences**, v.25, n.13, p.1507-1519, 2007.

GABBETT, T.J.; JENKINS, D.G. Relationship between training load and injury in professional rugby league players. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.14, n.3, p.204-209, 2011.

GARNACHO-CASTAÑO, M.V.; LÓPEZ-LASTRA, S.; MATÉ-MUÑOZ, J.L. Reliability and validity assessment of a linear position transducer. v.14, n.1, p.128-136, 2015.

GATHERCOLE, R.J.; STELLINGWERFF, T.; SPORER, B.C. Effect of acute fatigue and training adaptation on countermovement jump performance in elite snowboard cross athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.29, n.1, p.37-46, 2015.

GLENCROSS, D.J. The nature of the vertical jump test and the standing broad jump. **Research Quarterly**, v.37, n.3, p.353-359, 1966.

GROSS, A.; SCHIRM, S.; SCHOLZ, M. Ycasd - a tool for capturing and scaling data from graphical representations. **BMC Bioinformatics**, v.15, n.1, p.219, 2014.

HALSON, S.L. Monitoring training load to understand fatigue in athletes. **Sports Medicine**, v.44 n.2, p.139-147, 2014.

HALSON, S.L.; JEUKENDRUP, A.E. Does overtraining exist? An analysis of overreaching and overtraining research. **Sports Medicine**, v.34, n.14, p.967-981, 2004.

HAMMAMI, M.A.; BEN ABDERRAHMANE, A.; NEBIGH, A.; LE MOAL, E.; BEN OUNIS, O.; TABKA, Z.; ZOUHAL, H. Effects of a soccer season on anthropometric characteristics and physical fitness in elite young soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v.31, n.6, p.589-596, 2013.

HARRIS, N.K.; CRONIN, J.; TAYLOR, K.L.; BORIS, J.; SHEPPARD, J. Understanding position transducer technology for strength and conditioning practitioners. **Strength and Conditioning Journal**, v.32, n.4, p.66-79, 2010.

HARTMAN, M.J.; CLARK, B.; BEMBENS, D.A.; KILGORE, J.L.; BEMBEN, M.G. Comparisons between twice-daily and once-daily training sessions in male weight lifters. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.2, n.2, p.159-169, 2007.

HARVILL, L.M. Standard error of measurement. **Educational Measurement: Issues and Practice**, v.10, n.2, p.33-41, 1991.

HEDGES, L.V. Distribution theory for glass's estimator of effect size and related estimators. **Journal of Educational and Behavioral Statistics**, v.6, n.2, p.107-128, 1981.

HETHERINGTON, R. Letter: Within-subject variation, measurement error, and selection of a criterion score. **Research Quarterly**, v.44, n.1, p.113-117, 1973.

HIGGINS, J.P.; THOMPSON, S.G.; DEEKS, J.J.; ALTMAN, D.G. Measuring inconsistency in meta-analyses. **British Medical Journal**, v.327, n.7414, p.557-560, 2003.

HOFFMAN, J.R.; LANDAU, G.; STOUT, J.R.; DABORA, M.; MORAN, D.S.; SHARVIT, N.; HOFFMAN, M.W.; BEN MOSHE, Y.; MCCORMACK, W.P.; HIRSCHHORN, G.; OSTFELD, I. Beta-alanine supplementation improves tactical performance but not cognitive function in combat soldiers. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v.11, n.1, p.15, 2014.

HOPKINS, W.G. Measures of reliability in sports medicine and science. **Sports Medicine**, v.30, n.1, p.1-15, 2000.

HOPKINS, W.G.; HAWLEY, J.A.; BURKE, L.M. Design and analysis of research on sport performance enhancement. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.31, n.3, p.472-485, 1999.

HOPKINS, W.G.; SCHABORT, E.J.; HAWLEY, J.A. Reliability of power in physical performance tests. **Sports Medicine**, v.31, n.3, p.211-234, 2001.

HOZO, S.P.; DJULBEGOVIC, B.; HOZO, I. Estimating the mean and variance from the median, range, and the size of a sample. **BMC Medical Research Methodology**, v.5, n.13, 2005.

HUBLEY, C.L.; WELLS, R.P. A work-energy approach to determine individual joint contributions to vertical jump performance. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v.50, n.2, p.247-254, 1983.

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. **British Journal of Sports Medicine**, v.42, n.1, p.42-46, 2008.

ISSURIN, V.B. New horizons for the methodology and physiology of training periodization. **Sports Medicine**, v.40, n.3, p.189-206, 2010.

IZQUIERDO-GABARREN, M.; GONZALEZ DE TXABARRI EXPOSITO, R.; GARCIA-PALLARES, J.; SANCHEZ-MEDINA, L.; DE VILLARREAL, E.S.; IZQUIERDO, M. Concurrent endurance and strength training not to failure optimizes performance gains. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.42, n.6, p.1191-1199, 2010.

JAKOBSEN, M.D.; SUNDSTRUP, E.; RANDERS, M.B.; KJÆR, M.; ANDERSEN, L.L.; KRUSTRUP, P.; AAGAARD, P. The effect of strength training, recreational soccer and running exercise on stretch-shortening cycle muscle performance during countermovement jumping. **Human Movement Science**, v.31, n.4, p.970-986, 2012.

JAMES, C.R.; HERMAN, J.A.; DUFEK, J.S.; BATES, B.T. Number of trials necessary to achieve performance stability of selected ground reaction force variables during landing. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.6, n.1, p.126-134, 2007.

JENSEN, P.; SCOTT, S.; KRUSTRUP, P.; MOHR, M. Physiological responses and performance in a simulated trampoline gymnastics competition in elite male gymnasts. **Journal of Sports Sciences**, v.31, n.16, p.1761-9, 2013.

JIMÉNEZ-REYES, P.; GONZÁLEZ-BADILLO, J.J. Monitoring training load through the CMJ in sprints and jump events for optimizing performance in athletics. **Cultura, Ciencia y Deporte**, v.6, n.18, p.207-217, 2011.

KADABA, M.P.; RAMAKRISHNAN, H.K.; WOOTTEN, M.E. Measurement of lower extremity kinematics during level walking. **Journal of Orthopaedic Research**, v.8, n.3, p.383-392, 1990.

KAMANDULIS, S.; SKURVYDAS, A.; BRAZAITIS, M.; STANISLOVAITIS, A.; DUCHATEAU, J.; STANISLOVAITIENĖ, J. Effect of a periodized power training program on the functional performances and contractile properties of the quadriceps in sprinters. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.83, n.4, p.540-545, 2012.

KARATRANTOU, K.; GERODIMOS, V.; DIPLA, K.; ZAFEIRIDIS, A. Whole-body vibration training improves flexibility, strength profile of knee flexors, and hamstrings-to-quadriceps strength ratio in females. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.16, n.5, p.477-481, 2013.

KELLER, M.; LAUBER, B.; GOTTSCHALK, M.; TAUBE, W. Enhanced jump performance when providing augmented feedback compared to an external or internal focus of attention. **Journal of Sports Sciences**, v.33, n.10, p.1067-1075, 2015.

KENTTA, G.; HASSINEN, P. Overtraining and recovery - a conceptual model. **Sports Medicine**, v.26, n.1, p.1-16, 1998.

KRAUFVELIN, P. Model ecosystem replicability challenged by the “soft” reality of a hard bottom mesocosm. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v.222, n.1–2, p.247-267, 1998.

KROLL, W. Reliability theory and research decision in selection of a criterion score. **Research Quarterly**, v.38, n.3, p.412-419, 1967.

KYRIAZIS, T.A.; TERZIS, G.; BOUDOLOS, K.; GEORGIADIS, G. Muscular power, neuromuscular activation, and performance in shot put athletes at preseason and at

competition period. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.6, p.1773-1779, 2009.

LAFFAYE, G.; WAGNER, P.P.; TOMBLESON, T.I.L. Countermovement jump height: gender and sport-specific differences in the force-time variables. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.28, n.4, p.1096-1105, 2014.

LANDE, R. On comparing coefficients of variation. **Systematic Zoology**, v.26, n.2, p.214-217, 1977.

LEES, A.; VANRENTERGHEM, J.; DE CLERCQ, D. Understanding how an arm swing enhances performance in the vertical jump. **Journal of Biomechanics**, v.37, n.12, p.1929-1940, 2004.

LEWONTIN, R.C. On the measurement of relative variability. **Systematic Zoology** v.15, n.2, p.141-142, 1966.

LOTURCO, I.; D'ANGELO, R.A.; FERNANDES, V.; GIL, S.; KOBAL, R.; CAL ABAD, C.C.; KITAMURA, K.; NAKAMURA, F.Y. Relationship between sprint ability and loaded/unloaded jump tests in elite sprinters. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.29, n.3, p.758-764, 2015.

LOTURCO, I.; UGRINOWITSCH, C.; ROSCHEL, H.; LOPES MELLINGER, A.; GOMES, F.; TRICOLI, V.; GONZALES-BADILLO, J.J. Distinct temporal organizations of the strength- and power-training loads produce similar performance improvements. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.27, n.1, p.188-94, 2013.

MACKALA, K.; STODOLKA, J.; SIEMIENSKI, A.; COH, M. Biomechanical analysis of squat jump and countermovement jump from varying starting positions. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.27, n.10, p.2650-61, 2013.

MAFFIULETTI, N.A.; COMETTI, G.; AMIRIDIS, I.G.; MARTIN, A.; POUSSON, M.; CHATARD, J.C. The effects of electromyostimulation training and basketball practice on muscle strength and jumping ability. **International Journal of Sports Medicine**, v.21, n.6, p.437-443, 2000.

MAFFIULETTI, N.A.; DUGNANI, S.; FOLZ, M.; DI PIERNO, E.; MAURO, F. Effect of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump height. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.34, n.10, p.1638-1644, 2002.

MALONE, J.J.; MURTAGH, C.F.; MORGANS, R.; BURGESS, D.J.; MORTON, J.P.; DRUST, B. Countermovement jump performance is not affected during an in-season training microcycle in elite youth soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.29, n.3, p.752-7, 2015.

MANN, J.B.; THYFAULT, J.P.; IVEY, P.A.; SAYERS, S.P. The Effect of Autoregulatory progressive resistance exercise vs. linear periodization on strength improvement in college athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.24, n.7, p.1718-1723, 2010.

MANZI, V.; D'OTTAVIO, S.; IMPELLIZZERI, F.M.; CHAOUACHI, A.; CHAMARI, K.; CASTAGNA, C. Profile of weekly training load in elite male professional basketball players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.24, n.5, p.1399-1406, 2010.

MARKOVIC, G.; MIKULIC, P. Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. **Sports Medicine**, v.40, n.10, p.859-895, 2010.

MCERLAIN-NAYLOR, S.; KING, M.; PAIN, M.T. Determinants of countermovement jump performance: a kinetic and kinematic analysis. **Journal of Sports Sciences**, v.32, n.19, p.1805-12, 2014.

MCGUIGAN, M.R.; CORMACK, S.; NEWTON, R.U. Long-term power performance of elite Australian rules football players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.1, p.26-32, 2009.

MCGUIGAN, M.R.; FOSTER, C. A new approach to monitoring resistance training. **Strength and Conditioning Journal**, v.26, n.6, p.42-47, 2004.

MCLEAN, B.D.; COUTTS, A.J.; KELLY, V.; MCGUIGAN, M.R.; CORMACK, S.J. Neuromuscular, endocrine, and perceptual fatigue responses during different length between-match microcycles in professional rugby league players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.5, n.3, p.367-383, 2010.

MCMASTER, D.; GILL, N.; CRONIN, J.; MCGUIGAN, M. A brief review of strength and ballistic assessment methodologies in sport. **Sports Medicine**, v.44, n.5, p.603-623, 2014.

MCMASTER, D.T.W.; GILL, N.D.; CRONIN, J.B.; MCGUIGAN, M.R. Is wireless accelerometry a viable measurement system for assessing vertical jump performance? **Sports Technology**, v.6, n.2, p.86-96, 2013.

MCMILLAN, K.; HELGERUD, J.; MACDONALD, R.; HOFF, J. Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. **British Journal of Sports Medicine**, v.39, n.5, p.273-277, 2005.

MEEUSEN, R.; DUCLOS, M.; FOSTER, C.; FRY, A.; GLEESON, M.; NIEMAN, D.; RAGLIN, J.; RIETJENS, G.; STEINACKER, J.; URHAUSEN, A. Prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the European College of Sport Science (ECSS) and the American College of Sports Medicine (ACSM). **European Journal of Sport Science**, v.13, n.1, p.1-24, 2013a.

_____. Prevention, Diagnosis, and Treatment of the Overtraining Syndrome: Joint Consensus Statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.45, n.1, p.186-205, 2013b.

MILANEZ, V.F.; PEDRO, R.E.; MOREIRA, A.; BOULLOSA, D.A.; SALLE-NETO, F.; NAKAMURA, F.Y. The role of aerobic fitness on session rating of perceived exertion

in futsal players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.6, n.3, p.358-366, 2011.

MIRWALD, R.L.; BAXTER-JONES, A.D.G.; BAILEY, D.A.; BEUNEN, G.P. An assessment of maturity from anthropometric measurements. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.34, n.4, p.689-694, 2002.

MIZUGUCHI, S.; SANDS, W.A.; WASSINGER, C.A.; LAMONT, H.S.; STONE, M.H. A new approach to determining net impulse and identification of its characteristics in countermovement jumping: reliability and validity. **Sports Biomechanics**, v.14, n.2, p.258-272, 2015.

MOHR, M.; KRUSTRUP, P. Heat stress impairs repeated jump ability after competitive elite soccer games. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.27, n.3, p.683-9, 2013.

MOONEY, M.G.; CORMACK, S.; O'BRIEN B, J.; MORGAN, W.M.; MCGUIGAN, M. Impact of neuromuscular fatigue on match exercise intensity and performance in elite Australian football. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.27, n.1, p.166-73, 2013.

MOORE, C.A.; FRY, A.C. Nonfunctional overreaching during off-season training for skill position players in collegiate American football. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.21, n.3, p.793-800, 2007.

MOREIRA, A.; ARSATI, F.; LIMA-ARSATI, Y.B.D.; DE FREITAS, C.G.; DE ARAUJO, V.C. Salivary immunoglobulin a responses in professional top-level futsal players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.7, p.1932-1936, 2011.

MUJIK, I. Thoughts and considerations for team-sports peaking. **Olympic Coach**, v.18, p.9-11, 2007.

MUJIK, I. Intense training: the key to optimal performance before and during the taper. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v.20, n.2, p.24-31, 2010.

MUJIK, I.; PADILLA, S. Scientific bases for precompetition tapering strategies. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.35, n.7, p.1182-1187, 2003.

NAGANO, A.; ISHIGE, Y.; FUKASHIRO, S. Comparison of new approaches to estimate mechanical output of individual joints in vertical jumps. **Journal of Biomechanics**, v.31, n.10, p.951-955, 1998.

NAGANO, A.; KOMURA, T.; FUKASHIRO, S.; HIMENO, R. Force, work and power output of lower limb muscles during human maximal-effort countermovement jumping. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v.15, n.4, p.367-376, 2005.

NEWTON, R.U.; KRAEMER, W.J.; HAKKINEN, K. Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.31, n.2, p.323-30, 1999.

NEWTON, R.U.; ROGERS, R.A.; VOLEK, J.S.; HAKKINEN, K.; KRAEMER, W.J. Four weeks of optimal load ballistic resistance training at the end of season attenuates declining jump performance of women volleyball players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.20, n.4, p.955-61, 2006.

NINDL, B.C.; BARNES, B.R.; ALEMANY, J.A.; FRYKMAN, P.N.; SHIPPEE, R.L.; FRIEDL, K.E. Physiological consequences of U.S. Army Ranger training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.39, n.8, p.1380-1387, 2007.

OLIVER, J.; ARMSTRONG, N.; WILLIAMS, C. Changes in jump performance and muscle activity following soccer-specific exercise. **Journal of Sports Sciences**, v.26, n.2, p.141-8, 2008.

OUERGUI, I.; HSSIN, N.; HADDAD, M.; PADULO, J.; FRANCHINI, E.; GMADA, N.; BOUHLEL, E. The effects of five weeks of kickboxing training on physical fitness. **Muscle, Ligaments and Tendons Journal**, v.4, n.2, p.106-113, 2014.

PAPACOSTA, E.; GLEESON, M.; NASSIS, G.P. Salivary hormones, IgA, and performance during intense training and tapering in judo athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.27, n.9, p.2569-80, 2013.

PEREIRA, G.; DE FREITAS, P.B.; BARELA, J.A.; UGRINOWITSCH, C.; RODACKI, A.L.F.; KOKUBUN, E.; FOWLER, N.E. Vertical jump fatigue does not affect intersegmental coordination and segmental contribution. **Motriz Revista Educacao Fisica**, v.20, n.3, p.303-309, 2014.

PEREZ-GOMEZ, J.; OLMEDILLAS, H.; DELGADO-GUERRA, S.; ARA, I.; VICENTE-RODRIGUEZ, G.; ORTIZ, R.A.; CHAVARREN, J.; CALBET, J.A. Effects of weight lifting training combined with plyometric exercises on physical fitness, body composition, and knee extension velocity during kicking in football. **Applied Physiology Nutrition and Metabolism**, v.33, n.3, p.501-10, 2008.

PRITCHARD, H.; KEOGH, J.; BARNES, M.; MCGUIGAN, M. Effects and mechanisms of tapering in maximizing muscular strength. **Strength and Conditioning Journal**, v.37, n.2, p.72-83, 2015.

PYNE, D.B.; MUJIKKA, I.; REILLY, T. Peaking for optimal performance: research limitations and future directions. **Journal of Sports Sciences**, v.27, n.3, p.195-202, 2009.

QUATMAN, C.E.; FORD, K.R.; MYER, G.D.; HEWETT, T.E. Maturation leads to gender differences in landing force and vertical jump performance: a longitudinal study. **American Journal of Sports Medicine**, v.34, n.5, p.806-813, 2006.

RANTALAINEN, T.; RUOTSALAINEN, I.; VIRMAVIRTA, M. Effect of weighted vest suit worn during daily activities on running speed, jumping power, and agility in young

men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.26, n.11, p.3030-3035, 2012.

REBAI, H.; CHTOUROU, H.; ZARROUK, N.; HARZALLAH, A.; KANOUN, I.; DOGUI, M.; SOUISSI, N.; TABKA, Z. Reducing resistance training volume during Ramadan improves muscle strength and power in football players. **International Journal of Sports Medicine**, v.35, n.5, p.432-7, 2014.

REQUENA, B.; GARCÍA, I.; REQUENA, F.; SAEZ-SAEZ DE VILLARREAL, E.; PÄÄSUKE, M. Reliability and validity of a wireless microelectromechanicals based system (Keimove™) for measuring vertical jumping performance. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.11, n.1, p.115-122, 2012.

RODANO, R.; SQUADRONE, R. Stability of selected lower limb joint kinetic parameters during vertical jump. **Journal of Applied Biomechanics**, v.18, n.1, p.83-89, 2002.

ROGERS, J.L.; HOWARD, K.I.; VESSEY, J.T. Using significance tests to evaluate equivalence between two experimental groups. **Psychological Bulletin**, v.113, n.3, p.553-565, 1993.

ROSCHER, H.; TRICOLI, V.; UGRINOWITSCH, C. Treinamento físico: considerações práticas e científicas. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v.25, p.53-65, 2011.

ROUSANOGLIOU, E.N.; BARZOUKA, K.G.; BOUDOLOS, K.D. Seasonal changes of jumping performance and knee muscle strength in under-19 women volleyball players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.27, n.4, p.1108-1117, 2013.

SAHROM, S.B.; CRONIN, J.B.; HARRIS, N.K. Understanding stretch shortening cycle ability in youth. **Strength and Conditioning Journal**, v.35, n.3, p.77-88, 2013.

SIFF, M.C. **Supertraining**. 5 ed., CO, Supertraining Institute, 2000.

SMITH, D.J. A framework for understanding the training process leading to elite performance. **Sports Medicine**, v.33, n.15, p.1103-1126, 2003.

SOARES-CALDEIRA, L.F.; DE SOUZA, E.A.; DE FREITAS, V.H.; DE MORAES, S.M.; LEICHT, A.S.; NAKAMURA, F.Y. Effects of additional repeated sprint training during preseason on performance, heart rate variability, and stress symptoms in futsal players: a randomized controlled trial. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.28, n.10, p.2815-26, 2014.

SOKAL, R.R.; BRAUMANN, C.A. Significance tests for coefficients of variation and variability profiles. **Systematic Zoology**, v.29, n.1, p.50-66, 1980.

SPURRS, R.W.; MURPHY, A.J.; WATSFORD, M.L. The effect of plyometric training on distance running performance. **European Journal of Applied Physiology**, v.89, n.1, p.1-7, 2003.

TAYLOR, J.; MACPHERSON, T.; SPEARS, I.; WESTON, M. The effects of repeated-sprint training on field-based fitness measures: a meta-analysis of controlled and non-controlled trials. **Sports Medicine**, v.45, n.6, p.881-891, 2015.

TAYLOR, K.; CHAPMAN, D.W.; CRONIN, J.; NEWTON, M.; GILL, N. Fatigue monitoring in high performance sport: a survey of current trends. **Journal of Australian Strength and Conditioning**, v.20, n.1, p.12-23, 2012.

TAYLOR, K.L.; CRONIN, J.; GILL, N.D.; CHAPMAN, D.W.; SHEPPARD, J. Sources of variability in iso-inertial jump assessments. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.5, n.4, p.546-558, 2010.

THOMAS, L.; BUSSO, T. A theoretical study of taper characteristics to optimize performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.37, n.9, p.1615-1621, 2005.

TOUMI, H.; BEST, T.M.; MARTIN, A.; POUMARAT, G. Muscle plasticity after weight and combined (weight + jump) training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.36, n.9, p.1580-1588, 2004.

TOUMI, H.; THIERY, C.; MAITRE, S.; MARTIN, A.; VANNEUVILLE, G.; POUMARAT, G. Training effects of amortization phase with eccentric/concentric variations--the vertical jump. **International Journal of Sports Medicine**, v.22, n.8, p.605-10, 2001.

TRZASKOMA, L.; TIHANYI, J.; TRZASKOMA, Z. The effect of a short-term combined conditioning training for the development of leg strength and power. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.24, n.9, p.2498-505, 2010.

TWIST, C.; HIGHTON, J. Monitoring fatigue and recovery in rugby league players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.8, n.5, p.467-74, 2013.

UGRINOWITSCH, C.; TRICOLI, V.; RODACKI, A.L.; BATISTA, M.; RICARD, M.D. Influence of training background on jumping height. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.21, n.3, p.848-52, 2007.

VAN SOEST, A.J.; ROEBROECK, M.E.; BOBBERT, M.F.; HUIJING, P.A.; VAN INGEN SCHENAU, G.J. A comparison of one-legged and two-legged countermovement jumps. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.17, n.6, p.635-9, 1985.

VANDEWALLE, H.; PERES, G.; MONOD, H. Standard anaerobic exercise tests. **Sports Medicine**, v.4, n.4, p.268-89, 1987.

VANEZIS, A.; LEES, A. A biomechanical analysis of good and poor performers of the vertical jump. **Ergonomics**, v.48, n.11-14, p.1594-1603, 2005.

VESCOVI, J.D.; CANAVAN, P.K.; HASSON, S. Effects of a plyometric program on vertical landing force and jumping performance in college women. **Physical Therapy in Sport**, v.9, n.4, p.185-192, 2008.

VOIGT, M.; SIMONSEN, E.B.; DYHRE-POULSEN, P.; KLAUSEN, K. Mechanical and muscular factors influencing the performance in maximal vertical jumping after different prestretch loads. **Journal of Biomechanics**, v.28, n.3, p.293-307, 1995.

WEIR, J.P. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.19, n.1, p.231-240, 2005.

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. **International Journal of Sports Medicine**, v.29, n.1, p.45-52, 2008.

WELTMAN, A.; JANNEY, C.; RIAN, C.B.; STRAND, K.; BERG, B.; TIPPITT, S.; WISE, J.; CAHILL, B.R.; KATCH, F.I. The effects of hydraulic resistance strength training in pre-pubertal males. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.18, n.6, p.629-638, 1986.

WEST, D.J.; COOK, C.J.; STOKES, K.A.; ATKINSON, P.; DRAWER, S.; BRACKEN, R.M.; KILDUFF, L.P. Profiling the time-course changes in neuromuscular function and muscle damage over two consecutive tournament stages in elite rugby sevens players. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.17, n.6, p.688-92, 2014.

WILKINSON, M. Distinguishing between statistical significance and practical/clinical meaningfulness using statistical inference. **Sports Medicine**, v.44, n.3, p.295-301, 2014.

WILLSON, J.D.; BINDER-MACLEOD, S.; DAVIS, I.S. Lower extremity jumping mechanics of female athletes with and without patellofemoral pain before and after exertion. **American Journal of Sports Medicine**, v.36, n.8, p.1587-1596, 2008.

WRIGLEY, R.; DRUST, B.; STRATTON, G.; SCOTT, M.; GREGSON, W. Quantification of the typical weekly in-season training load in elite junior soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v.30, n.15, p.1573-15780, 2012.

ZERNICKE, R.F.; WHITING, W.C. Mechanisms of musculoskeletal injury. In: **Biomechanics in Sport**, ed., Blackwell Science Ltd, 2008. cap.24, p.507-522.

Anexo A

Artigos da Meta-análise que utilizaram o maior SCM:

1. ALOUI, A.; CHTOUROU, H.; HAMMOUDA, O.; SOUISSI, H.; CHAOUACHI, A.; CHAMARI, K.; SOUISSI, N. Effects of Ramadan on the diurnal variations of physical performance and perceived exertion in adolescent soccer players. **Biological Rhythm Research**, v.44, n.6, p.869-875, 2013.
2. ALOUI, A.; CHTOUROU, H.; MASMOUDI, L.; CHAOUACHI, A.; CHAMARI, K.; SOUISSI, N. Effects of Ramadan fasting on male judokas performances in specific and non-specific judo tasks. **Biological Rhythm Research**, v.44, n.4, p.645-654, 2013.
3. ANASTASI, S.M.; HAMZEH, M.A. Does the eccentric Nordic Hamstring exercise have an effect on isokinetic muscle strength imbalance and dynamic jumping performance in female rugby union players? **Isokinetics and Exercise Science**, v.19, n.4, p.251-260, 2011.
4. ANNINO, G.; PADUA, E.; CASTAGNA, C.; DI SALVO, V.; MINICHELLA, S.; TSARPELA, O.; MANZI, V.; D'OTTAVIO, S. Effect of whole body vibration training on lower limb performance in selected high-level ballet students. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.21, n.4, p.1072-1076, 2007.
5. ARABATZI, F.; KELLIS, E. Olympic weightlifting training causes different knee muscle-coactivation adaptations compared with traditional weight training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.26, n.8, p.2192-201, 2012.
6. ARCOS, A.L.; YANCI, J.; MENDIGUCHIA, J.; GOROSTIAGA, E.M. Rating of muscular and respiratory perceived exertion in professional soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.28, n.11, p.3280-3288, 2014.
7. ARCOS, A.L.; YANCI, J.; MENDIGUCHIA, J.; SALINERO, J.J.; BRUGHELLI, M.; CASTAGNA, C. Short-term training effects of vertically and horizontally oriented exercises on neuromuscular performance in professional soccer players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.9, n.3, p.480-488, 2014.
8. ARGUS, C.K.; GILL, N.D.; KEOGH, J.W.; MCGUIGAN, M.R.; HOPKINS, W.G. Effects of two contrast training programs on jump performance in rugby union players during a competition phase. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.7, n.1, p.68-75, 2012.
9. AUGUSTSSON, S.; AUGUSTSSON, J.; THOMEÉ, R.; KARLSSON, J.; ERIKSSON, B.; SVANTESSON, U. Performance enhancement following a strength and injury prevention program: a 26-week individualized and

- supervised intervention in adolescent female volleyball players. **International Journal Sports Science Coaching**, v.6, n.3, p.399-417, 2011.
10. BALSALOBRE-FERNANDEZ, C.; TEJERO-GONZALEZ, C.M.; DEL CAMPO-VECINO, J.; ALONSO-CURIEL, D. The effects of a maximal power training cycle on the strength, maximum power, vertical jump height and acceleration of high-level 400-meter hurdlers. **Journal of Human Kinetics**, v.36, p.119-126, 2013.
 11. BERRYMAN, N.; MAUREL, D.; BOSQUET, L. Effect of plyometric vs. dynamic weight training on the energy cost of running. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.24, n.7, p.1818-1825, 2010.
 12. BREED, R.V.P.; YOUNG, W.B. The effect of a resistance training programme on the grab, track and swing starts in swimming. **Journal of Sports Sciences**, v.21, n.3, p.213-220, 2003.
 13. BRITO, J.; VASCONCELLOS, F.; OLIVEIRA, J.; KRUSTRUP, P.; REBELO, A. Short-term performance effects of three different low-volume strength-training programmes in college male soccer players. **Journal of Human Kinetics**, v.40, p.121-128, 2014.
 14. BROWN, M.E.; MAYHEW, J.L.; BOLEACH, L.W. Effect of plyometric training on vertical jump performance in high school basketball players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.26, n.1, p.1-4, 1986.
 15. BUCHHEIT, M.; MENDEZ-VILLANUEVA, A.; DELHOMEL, G.; BRUGHELLI, M.; AHMAIDI, S. Improving repeated sprint ability in young elite soccer players: repeated shuttle sprints vs. explosive strength training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.24, n.10, p.2715-2722, 2010.
 16. BUCHHEIT, M.; MENDEZ-VILLANUEVA, A.; QUOD, M.; QUESNEL, T.; AHMAIDI, S. Improving acceleration and repeated sprint ability in well-trained adolescent handball players: speed versus sprint interval training. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.5, n.2, p.152-164, 2010.
 17. BUŠKO, K.; MADEJ, A.; MASTALERZ, A. Effects of the cycloergometer exercises on power and jumping ability measured during jumps performed on a dynamometric platform. **Biology of Sport**, v.27, n.1, p.35-40, 2010.
 18. CARRASCO, M.; VAQUERO, M. Water training in postmenopausal women: Effect on muscular strength. **European Journal of Sport Science**, v.12, n.2, p.193-200, 2012.
 19. CARVALHO, A.; MOURAO, P.; ABADE, E. Effects of strength training combined with specific plyometric exercises on body composition, vertical jump height and lower limb strength development in elite male handball players: a case study. **Journal of Human Kinetics**, v.41, p.125-32, 2014.

20. CASEROTTI, P.; AAGAARD, P.; LARSEN, J.B.; PUGGAARD, L. Explosive heavy-resistance training in old and very old adults: changes in rapid muscle force, strength and power. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v.18, n.6, p.773-782, 2008.
21. CASEROTTI, P.; AAGAARD, P.; PUGGAARD, L. Changes in power and force generation during coupled eccentric-concentric versus concentric muscle contraction with training and aging. **European Journal of Applied Physiology**, v.103, n.2, p.151-161, 2008.
22. CHAOUACHI, A.; COUTTS, A.J.; CHAMARI, K.; WONG DEL, P.; CHAOUACHI, M.; CHTARA, M.; ROKY, R.; AMRI, M. Effect of Ramadan intermittent fasting on aerobic and anaerobic performance and perception of fatigue in male elite judo athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.9, p.2702-2709, 2009.
23. CHAOUACHI, A.; HAMMAMI, R.; KAABI, S.; CHAMARI, K.; DRINKWATER, E.J.; BEHM, D.G. Olympic weightlifting and plyometric training with children provides similar or greater performance improvements than traditional resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.28, n.6, p.1483-1496, 2014.
24. CHAOUACHI, A.; OTHMAN, A.B.; HAMMAMI, R.; DRINKWATER, E.J.; BEHM, D.G. The combination of plyometric and balance training improves sprint and shuttle run performances more often than plyometric only training with children. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.28, n.2, p.401-412, 2014.
25. CHELLY, M.S.; FATHLOUN, M.; CHERIF, N.; BEN AMAR, M.; TABKA, Z.; VAN PRAAGH, E. Effects of a back squat training program on leg power, jump, and sprint performances in junior soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.8, p.2241-2249, 2009.
26. CHERIF, M.; SAID, M.; CHAATANI, S.; NEJLAOUI, O.; GOMRI, D.; ABDALLAH, A. The effect of a combined high-intensity plyometric and speed training program on the running and jumping ability of male handball players. **Asian Journal of Sports Medicine**, v.3, n.1, p.21-28, 2012.
27. CHRISTOU, M.; SMILIOS, I.; SOTIROPOULOS, K.; VOLAKLIS, K.; PILIANIDIS, T.; TOKMAKIDIS, S.P. Effects of resistance training on the physical capacities of adolescent soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.20, n.4, p.783-791, 2006.
28. CHTARA, M.; CHAOUACHI, A.; LEVIN, G.T.; CHAOUACHI, M.; CHAMARI, K.; AMRI, M.; LAURSEN, P.B. Effect of concurrent endurance and circuit resistance training sequence on muscular strength and power development. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.22, n.4, p.1037-1045, 2008.

29. CLEMENTE-SUAREZ, V.J.; GONZALEZ-RAVE, J.M.; NAVARRO-VALDIVIELSO, F. Short-term periodized aerobic training does not attenuate strength capacity or jump performance in recreational endurance athletes. **Acta Physiologica Hungarica**, v.101, n.2, p.185-196, 2014.
30. CONSTABLE, S.H.; COLLINS, R.L.; KRAHENBUHL, G.S. The specificity of endurance training in muscular power and muscle fibre size. **Ergonomics**, v.23, n.7, p.667-678, 1980.
31. COOK, C.J.; BEAVEN, C.M.; KILDUFF, L.P. Three weeks of eccentric training combined with overspeed exercises enhances power and running speed performance gains in trained athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.27, n.5, p.1280-1286, 2013.
32. CORMIE, P.; MCBRIDE, J.M.; MCCAULLEY, G.O. Power-time, force-time, and velocity-time curve analysis of the countermovement jump: impact of training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.1, p.177-186, 2009.
33. DE HOYO, M.; POZZO, M.; SANUDO, B.; CARRASCO, L.; GONZALO-SKOK, O.; DOMINGUEZ-COBO, S.; MORAN-CAMACHO, E. Effects of a 10-week in-season eccentric-overload training program on muscle-injury prevention and performance in junior elite soccer players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.10, n.1, p.46-52, 2015.
34. DE SAEZ SAEZ VILLARREAL, E.; REQUENA, B.; ARAMPATZI, F.; SALONIKIDIS, K. Effect of plyometric training on chair-rise, jumping and sprinting performance in three age groups of women. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.50, n.2, p.166-173, 2010.
35. DE VILLARREAL, E.S.; GONZALEZ-BADILLO, J.J.; IZQUIERDO, M. Low and moderate plyometric training frequency produces greater jumping and sprinting gains compared with high frequency. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.22, n.3, p.715-725, 2008.
36. DEANE, R.S.; CHOW, J.W.; TILLMAN, M.D.; FOURNIER, K.A. Effects of hip flexor training on sprint, shuttle run, and vertical jump performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.19, n.3, p.615-621, 2005.
37. DIALLO, O.; DORE, E.; DUCHE, P.; VAN PRAAGH, E. Effects of plyometric training followed by a reduced training programme on physical performance in prepubescent soccer players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.41, n.3, p.342-348, 2001.
38. FAUDE, O.; DONATH, L.; BOPP, M.; HOFMANN, S.; ERLACHER, D.; ZAHNER, L. Neuromuscular training in construction workers: a longitudinal controlled pilot study. **International Archives of Occupational and Environmental Health**, v.88, n.6, p.697-705, 2015.

39. FERNANDEZ-FERNANDEZ, J.; SANZ-RIVAS, D.; KOVACS, M.S.; MOYA, M. In-season effect of a combined repeated sprint and explosive strength training program on elite junior tennis players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.29, n.2, p.351-357, 2015.
40. FORD, H.T., JR.; PUCKETT, J.R.; DRUMMOND, J.P.; SAWYER, K.; GANTT, K.; FUSSELL, C. Effects of three combinations of plyometric and weight training programs on selected physical fitness test items. **Perceptual and Motor Skills**, v.56, n.3, p.919-922, 1983.
41. FORT, A.; ROMERO, D.; BAGUR, C.; GUERRA, M. Effects of whole-body vibration training on explosive strength and postural control in young female athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.26, n.4, p.926-936, 2012.
42. GARCIA-PINILLOS, F.; MARTINEZ-AMAT, A.; HITTA-CONTRERAS, F.; MARTINEZ-LOPEZ, E.J.; LATORRE-ROMAN, P.A. Effects of a contrast training program without external load on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility of young soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.28, n.9, p.2452-2460, 2014.
43. 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**, v.30, n.3, p.173-180, 2013.
44. GONZALEZ-RAVE, J.M.; ARIJA, A.; CLEMENTE-SUAREZ, V. Seasonal changes in jump performance and body composition in women volleyball players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.6, p.1492-1501, 2011.
45. GONZALEZ-RAVE, J.M.; DELGADO, M.; VAQUERO, M.; JUAREZ, D.; NEWTON, R.U. Changes in vertical jump height, anthropometric characteristics, and biochemical parameters after contrast training in master athletes and physically active older people. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.7, p.1866-1878, 2011.
46. GOROSTIAGA, E.M.; IZQUIERDO, M.; ITURRALDE, P.; RUESTA, M.; IBANEZ, J. Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum hormones in adolescent handball players. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v.80, n.5, p.485-493, 1999.
47. GOROSTIAGA, E.M.; IZQUIERDO, M.; RUESTA, M.; IRIBARREN, J.; GONZALEZ-BADILLO, J.J.; IBÁÑEZ, J. Strength training effects on physical performance and serum hormones in young soccer players. **European Journal of Applied Physiology**, v.91, n.5-6, p.698-707, 2004.
48. HARTMAN, M.J.; CLARK, B.; BEMBENS, D.A.; KILGORE, J.L.; BEMBEN, M.G. Comparisons between twice-daily and once-daily training sessions in

- male weight lifters. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.2, n.2, p.159-169, 2007.
49. HELGE, E.W.; AAGAARD, P.; JAKOBSEN, M.D.; SUNDSTRUP, E.; RANDERS, M.B.; KARLSSON, M.K.; KRUSTRUP, P. Recreational football training decreases risk factors for bone fractures in untrained premenopausal women. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v.20, n.1, p.31-39, 2010.
 50. HETZLER, R.K.; DERENNE, C.; BUXTON, B.P.; HO, K.W.; CHAI, D.X.; SEICHI, G. Effects of 12 weeks of strength training on anaerobic power in prepubescent male athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.11, n.3, p.174-181, 1997.
 51. HOFFMAN, J.R.; COOPER, J.; WENDELL, M.; KANG, J. Comparison of Olympic vs. traditional power lifting training programs in football players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.18, n.1, p.129-135, 2004.
 52. HOFFMAN, J.R.; RATAMESS, N.A.; KLATT, M.; FAIGENBAUM, A.D.; ROSS, R.E.; TRANCHINA, N.M.; MCCURLEY, R.C.; KANG, J.; KRAEMER, W.J. Comparison between different off-season resistance training programs in division III American college football players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.1, p.11-19, 2009.
 53. HUNTER, J.P.; MARSHALL, R.N. Effects of power and flexibility training on vertical jump technique. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.34, n.3, p.478-486, 2002.
 54. 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. **British Journal of Sports Medicine**, v.42, n.1, p.42-46, 2008.
 55. INGEBRIGTSEN, J.; SHALFAWI, S.A.; TONNESSEN, E.; KRUSTRUP, P.; HOLTERMANN, A. Performance effects of 6 weeks of aerobic production training in junior elite soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.27, n.7, p.1861-1867, 2013.
 56. INGLE, L.; SLEAP, M.; TOLFREY, K. The effect of a complex training and detraining programme on selected strength and power variables in early pubertal boys. **Journal of Sports Sciences**, v.24, n.9, p.987-997, 2006.
 57. JAKOBSEN, M.D.; SUNDSTRUP, E.; RANDERS, M.B.; KJÆR, M.; ANDERSEN, L.L.; KRUSTRUP, P.; AAGAARD, P. The effect of strength training, recreational soccer and running exercise on stretch-shortening cycle muscle performance during countermovement jumping. **Human Movement Science**, v.31, n.4, p.970-986, 2012.

58. JONES, M.T. Progressive-overload whole-body vibration training as part of periodized, off-season strength training in trained women athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.28, n.9, p.2461-2469, 2014.
59. KALAPOTHARAKOS, V.I.; TOKMAKIDIS, S.P.; SMILIOS, I.; MICHALOPOULOS, M.; GLIATIS, J.; GODOLIAS, G. Resistance training in older women: effect on vertical jump and functional performance. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.45, n.4, p.570-575, 2005.
60. KANNAS, T.M.; KELLIS, E.; AMIRIDIS, I.G. Incline plyometrics-induced improvement of jumping performance. **European Journal of Applied Physiology**, v.112, n.6, p.2353-2361, 2012.
61. KARATRANTOU, K.; GERODIMOS, V.; DIPLA, K.; ZAFEIRIDIS, A. Whole-body vibration training improves flexibility, strength profile of knee flexors, and hamstrings-to-quadriceps strength ratio in females. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.16, n.5, p.477-481, 2013.
62. KEAN, C.O.; BEHM, D.G.; YOUNG, W.B. Fixed foot balance training increases rectus femoris activation during landing and jump height in recreationally active women. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.5, n.1, p.138-148, 2006.
63. KHLIFA, R.; AOUADI, R.; HERMASSI, S.; CHELLY, M.S.; JLID, M.C.; HBACHA, H.; CASTAGNA, C. Effects of a plyometric training program with and without added load on jumping ability in basketball players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.24, n.11, p.2955-2961, 2010.
64. KOTZAMANIDIS, C.; CHATZOPOULOS, D.; MICHAILIDIS, C.; PAPAIAKOVOU, G.; PATIKAS, D. The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.19, n.2, p.369-375, 2005.
65. KYRIAZIS, T.A.; TERZIS, G.; BOUDOLOS, K.; GEORGIADIS, G. Muscular power, neuromuscular activation, and performance in shot put athletes at preseason and at competition period. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.6, p.1773-1779, 2009.
66. LAGO-PEÑAS, C.; REY, E.; LAGO-BALLESTEROS, J.; DOMINGUEZ, E.; CASAIS, L. Seasonal variations in body composition and fitness parameters according to individual percentage of training completion in professional soccer players. **International SportMed Journal**, v.14, n.4, p.205-215, 2013.
67. LAMAS, L.; UGRINOWITSCH, C.; RODACKI, A.; PEREIRA, G.; MATTOS, E.C.; KOHN, A.F.; TRICOLI, V. Effects of strength and power training on neuromuscular adaptations and jumping movement pattern and performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.26, n.12, p.3335-3344, 2012.

68. LEHNERT, M.; SVOBODA, Z.; CUBEREK, R. The correlation between isokinetic strength of knee extensors and vertical jump performance in adolescent soccer players in an annual training cycle. **Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Gymnica**, v.43, n.1, p.7-15, 2013.
69. LINDBLOM, H.; WALDÉN, M.; HÄGGLUND, M. No effect on performance tests from a neuromuscular warm-up programme in youth female football: A randomised controlled trial. **Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy**, v.20, n.10, p.2116-2123, 2012.
70. MADARAME, H.; OCHI, E.; TOMIOKA, Y.; NAKAZATO, K.; ISHII, N. Blood flow-restricted training does not improve jump performance in untrained young men. **Acta Physiologica Hungarica**, v.98, n.4, p.465-471, 2011.
71. MAIO ALVES, J.M.; REBELO, A.N.; ABRANTES, C.; SAMPAIO, J. Short-term effects of complex and contrast training in soccer players' vertical jump, sprint, and agility abilities. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.24, n.4, p.936-941, 2010.
72. MARKOVIC, G.; JUKIC, I.; MILANOVIC, D.; METIKOS, D. Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.21, n.2, p.543-549, 2007.
73. MARKOVIC, S.; MIRKOV, D.M.; KNEZEVIC, O.M.; JARIC, S. Jump training with different loads: effects on jumping performance and power output. **European Journal of Applied Physiology**, v.113, n.10, p.2511-2521, 2013.
74. MARQUES, M.C.; PEREIRA, A.; REIS, I.G.; VAN DEN TILLAAR, R. Does an in-season 6-week combined sprint and jump training program improve strength-speed abilities and kicking performance in young soccer players? **Journal of Human Kinetics**, v.39, n.1, p.157-166, 2013.
75. MARSHALL, B.M.; MORAN, K.A. Which drop jump technique is most effective at enhancing countermovement jump ability, "countermovement" drop jump or "bounce" drop jump? **Journal of Sports Sciences**, v.31, n.12, p.1368-1374, 2013.
76. MCGUIGAN, M.R.; CORMACK, S.; NEWTON, R.U. Long-term power performance of elite Australian rules football players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.1, p.26-32, 2009.
77. MCKETHAN, J.F.; MAYHEW, J.L. Effects of isometrics, isotonics, and combined isometrics-isotonics on quadriceps strength and vertical jump. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.14, n.3, p.224-229, 1974.
78. MCMILLAN, K.; HELGERUD, J.; MACDONALD, R.; HOFF, J. Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. **British Journal of Sports Medicine**, v.39, n.5, p.273-277, 2005.

79. MEMARI, A.H.; KORDI, R.; PANAHI, N.; NIKOOKAR, L.R.; ABDOLLAHI, M.; AKBARNEJAD, A. Effect of ramadan fasting on body composition and physical performance in female athletes. **Asian Journal of Sports Medicine**, v.2, n.3, p.161-166, 2011.
80. MEYLAN, C.; MALATESTA, D. Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.9, p.2605-2613, 2009.
81. MILOSEVIC, Z.; BJELICA, D.; RAKIC, D.; MADIC, D.; OBRADOVIC, B.; OBRADOVIC, J.; MIHAJLOVIC, I.; SMAJIC, M. Physical fitness adaptations to 9-week precompetitive training period in professional soccer team. **HealthMED**, v.6, n.11, p.3834-3840, 2012.
82. MOREIRA, A.; DE OLIVEIRA, P.R.; HIDEKI OKANO, A.; DE SOUZA, M.; DE ARRUDA, M. Dynamics of the power measures alterations and the posterior long-lasting training effect on basketball players submitted to the block training system. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.10, n.4, p.243-257, 2004.
83. MOREIRA, A.; MORTATTI, A.; AOKI, M.; ARRUDA, A.; FREITAS, C.; CARLING, C. Role of free testosterone in interpreting physical performance in elite young Brazilian soccer players. **Pediatric Exercise Science**, v.25, n.2, p.186-197, 2013.
84. MUJIK, I.; SANTISTEBAN, J.; CASTAGNA, C. In-season effect of short-term sprint and power training programs on elite junior soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.9, p.2581-2587, 2009.
85. NEWTON, R.U.; KRAEMER, W.J.; HAKKINEN, K. Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.31, n.2, p.323-330, 1999.
86. NEWTON, R.U.; ROGERS, R.A.; VOLEK, J.S.; HAKKINEN, K.; KRAEMER, W.J. Four weeks of optimal load ballistic resistance training at the end of season attenuates declining jump performance of women volleyball players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.20, n.4, p.955-961, 2006.
87. NOGUEIRA, R.C.; WEEKS, B.K.; BECK, B.R. An in-school exercise intervention to enhance bone and reduce fat in girls: the CAPO Kids trial. **Bone**, v.68, n.92-99, 2014.
88. NÚÑEZ, V.M.; DA SILVA-GRIGOLETTO, M.E.; CASTILLO, E.F.; POBLADOR, M.S.; LANCHO, J.L. Effects of training exercises for the development of strength and endurance in soccer. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.22, n.2, p.518-523, 2008.

89. OUERGUI, I.; HSSIN, N.; HADDAD, M.; PADULO, J.; FRANCHINI, E.; GMADA, N.; BOUHLEL, E. The effects of five weeks of kickboxing training on physical fitness. **Muscles Ligaments and Tendons Journal**, v.4, n.2, p.106-113, 2014.
90. PEREZ-GOMEZ, J.; OLMEDILLAS, H.; DELGADO-GUERRA, S.; ARA, I.; VICENTE-RODRIGUEZ, G.; ORTIZ, R.A.; CHAVARREN, J.; CALBET, J.A. Effects of weight lifting training combined with plyometric exercises on physical fitness, body composition, and knee extension velocity during kicking in football. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v.33, n.3, p.501-10, 2008.
91. PETIT, P.-D.; PENSINI, M.; TESSARO, J.; DESNUELLE, C.; LEGROS, P.; COLSON, S.S. Optimal whole-body vibration settings for muscle strength and power enhancement in human knee extensors. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v.20, n.6, p.1186-1195, 2010.
92. PINTO, S.S.; ALBERTON, C.L.; CADORE, E.L.; ZAFFARI, P.; BARONI, B.M.; LANFERDINI, F.J.; RADAELLI, R.; PANTOJA, P.D.; PEYRE-TARTARUGA, L.A.; WOLF SCHOENELL, M.C.; VAZ, M.A.; MARTINS KRUEL, L.F. Water-based concurrent training improves peak oxygen uptake, rate of force development, jump height, and neuromuscular economy in young women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.29, n.7, p.1846-1854, 2015.
93. PREATONI, E.; COLOMBO, A.; VERGA, M.; GALVANI, C.; FAINA, M.; RODANO, R.; PREATONI, E.; CARDINALE, M. The effects of whole-body vibration in isolation or combined with strength training in female athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.26, n.9, p.2495-506, 2012.
94. PRIESKE, O.; MUEHLBAUER, T.; BORDE, R.; GUBE, M.; BRUHN, S.; BEHM, D.G.; GRANACHER, U. Neuromuscular and athletic performance following core strength training in elite youth soccer: role of instability. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v.26 n.1, p.48-56, 2016.
95. RAMIREZ-CAMPILLO, R.; ANDRADE, D.C.; ALVAREZ, C.; HENRIQUEZ-OLGUIN, C.; MARTINEZ, C.; BAEZ-SANMARTIN, E.; SILVA-URRA, J.; BURGOS, C.; IZQUIERDO, M. The effects of intersset rest on adaptation to 7 weeks of explosive training in young soccer players. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.13, n.2, p.287-296, 2014.
96. RAMIREZ-CAMPILLO, R.; ANDRADE, D.C.; IZQUIERDO, M. Effects of plyometric training volume and training surface on explosive strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.27, n.10, p.2714-2722, 2013.
97. RAMIREZ-CAMPILLO, R.; MEYLAN, C.; ALVAREZ, C.; HENRIQUEZ-OLGUIN, C.; MARTINEZ, C.; CANAS-JAMETT, R.; ANDRADE, D.C.;

- IZQUIERDO, M. Effects of in-season low-volume high-intensity plyometric training on explosive actions and endurance of young soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.28, n.5, p.1335-1342, 2014.
98. RAMIREZ-CAMPILLO, R.; MEYLAN, C.M.; ALVAREZ-LEPIN, C.; HENRIQUEZ-OLGUIN, C.; MARTINEZ, C.; ANDRADE, D.C.; CASTRO-SEPULVEDA, M.; BURGOS, C.; BAEZ, E.I.; IZQUIERDO, M. The effects of interday rest on adaptation to 6 weeks of plyometric training in young soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.29, n.4, p.972-979, 2015.
 99. RANTALAINEN, T.; RUOTSALAINEN, I.; VIRMAVIRTA, M. Effect of weighted vest suit worn during daily activities on running speed, jumping power, and agility in young men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.26, n.11, p.3030-3035, 2012.
 100. ROLLO, I.; IMPELLIZZERI, F.M.; ZAGO, M.; IAIA, F.M. Effects of 1 versus 2 games a week on physical and subjective scores of subelite soccer players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.9, n.3, p.425-431, 2014.
 101. RONNESTAD, B.R. Comparing the performance-enhancing effects of squats on a vibration platform with conventional squats in recreationally resistance-trained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.18, n.4, p.839-845, 2004.
 102. RONNESTAD, B.R.; KVAMME, N.H.; SUNDE, A.; RAASTAD, T. Short-term effects of strength and plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.22, n.3, p.773-780, 2008.
 103. RØNNESTAD, B.R.; NYMARK, B.S.; RAASTAD, T. Effects of inseason strength maintenance training frequency in professional soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.10, p.2653-2660, 2011.
 104. ROUSANOGLOU, E.N.; BARZOUKA, K.G.; BOUDOLOS, K.D. Seasonal changes of jumping performance and knee muscle strength in under-19 women volleyball players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.27, n.4, p.1108-1117, 2013.
 105. SEDANO, S.; MARIN, P.J.; CUADRADO, G.; REDONDO, J.C. Concurrent training in elite male runners: the influence of strength versus muscular endurance training on performance outcomes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.27, n.9, p.2433-2443, 2013.
 106. SILVA, J.R.; MAGALHAES, J.F.; ASCENSAO, A.A.; OLIVEIRA, E.M.; SEABRA, A.F.; REBELO, A.N. Individual match playing time during the season affects fitness-related parameters of male professional soccer players.

- Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.10, p.2729-2739, 2011.
107. SILVA, J.R.; REBELO, A.; MARQUES, F.; PEREIRA, L.; SEABRA, A.; ASCENSAO, A.; MAGALHAES, J. Biochemical impact of soccer: an analysis of hormonal, muscle damage, and redox markers during the season. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v.39, n.4, p.432-438, 2014.
 108. SMILIOS, I.; SOTIROPOULOS, K.; CHRISTOU, M.; DOUDA, H.; SPAIAS, A.; TOKMAKIDIS, S.P. Maximum power training load determination and its effects on load-power relationship, maximum strength, and vertical jump performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.27, n.5, p.1223-1233, 2013.
 109. STANGANELLI, L.C.; DOURADO, A.C.; ONCKEN, P.; MANCAN, S.; DA COSTA, S.C. Adaptations on jump capacity in Brazilian volleyball players prior to the under-19 World Championship. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.22, n.3, p.741-749, 2008.
 110. STEFFEN, K.; BAKKA, H.M.; MYKLEBUST, G.; BAHR, R. Performance aspects of an injury prevention program: a ten-week intervention in adolescent female football players. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v.18, n.5, p.596-604, 2008.
 111. STOLZENBERG, N.; BELAVÝ, D.L.; RAWER, R.; FELSENBURG, D. Vibration or balance training on neuromuscular performance in osteopenic women. **International Journal of Sports Medicine**, v.34, n.11, p.956-962, 2013.
 112. TAIPALE, R.S.; MIKKOLA, J.; VESTERINEN, V.; NUMMELA, A.; HAKKINEN, K. Neuromuscular adaptations during combined strength and endurance training in endurance runners: maximal versus explosive strength training or a mix of both. **European Journal of Applied Physiology**, v.113, n.2, p.325-35, 2013.
 113. TAKAI, Y.; FUKUNAGA, Y.; FUJITA, E.; MORI, H.; YOSHIMOTO, T.; YAMAMOTO, M.; KANEHISA, H. Effects of body mass-based squat training in adolescent boys. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.12, n.1, p.60-65, 2013.
 114. TONNESSEN, E.; SHALFAWI, S.A.; HAUGEN, T.; ENOKSEN, E. The effect of 40-m repeated sprint training on maximum sprinting speed, repeated sprint speed endurance, vertical jump, and aerobic capacity in young elite male soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.9, p.2364-2370, 2011.
 115. TORRE, A.; VERNILLO, G.; RODIGARI, A.; MAGGIONI, M.; MERATI, G. Explosive strength in female 11-on-11 versus 7-on-7 soccer players. **Sport Sciences for Health**, v.2, n.2, p.80-84, 2007.

116. TOUMI, H.; BEST, T.M.; MARTIN, A.; F'GUYER, S.; POUMARAT, G. Effects of eccentric phase velocity of plyometric training on the vertical jump. **International Journal of Sports Medicine**, v.25, n.5, p.391-398, 2004.
117. TOUMI, H.; BEST, T.M.; MARTIN, A.; POUMARAT, G. Muscle plasticity after weight and combined (weight + jump) training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.36, n.9, p.1580-1588, 2004.
118. TOUMI, H.; THIERY, C.; MAITRE, S.; MARTIN, A.; VANNEUVILLE, G.; POUMARAT, G. Training effects of amortization phase with eccentric/concentric variations--the vertical jump. **International Journal of Sports Medicine**, v.22, n.8, p.605-610, 2001.
119. TRICOLI, V.; LAMAS, L.; CARNEVALE, R.; UGRINOWITSCH, C. Short-term effects on lower-body functional power development: weightlifting vs. vertical jump training programs. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.19, n.2, p.433-437, 2005.
120. TRZASKOMA, L.; TIHANYI, J.; TRZASKOMA, Z. The effect of a short-term combined conditioning training for the development of leg strength and power. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.24, n.9, p.2498-2505, 2010.
121. TUIMIL, J.L.; BOULLOSA, D.A.; FERNANDEZ-DEL-OLMO, M.A.; RODRIGUEZ, F.A. Effect of equated continuous and interval running programs on endurance performance and jump capacity. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.8, p.2205-2211, 2011.
122. TURKI-BELKHIRIA, L.; CHAOUACHI, A.; TURKI, O.; CHTOUROU, H.; CHTARA, M.; CHAMARI, K.; AMRI, M.; BEHM, D.G. Eight weeks of dynamic stretching during warm-ups improves jump power but not repeated or single sprint performance. **European Journal of Sport Science**, v.14, n.1, p.19-27, 2014.
123. VESCOVI, J.D.; CANAVAN, P.K.; HASSON, S. Effects of a plyometric program on vertical landing force and jumping performance in college women. **Physical Therapy in Sport**, v.9, n.4, p.185-192, 2008.
124. VESCOVI, J.D.; VANHEEST, J.L. Effects of an anterior cruciate ligament injury prevention program on performance in adolescent female soccer players. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v.20, n.3, p.394-402, 2010.
125. VISSING, K.; BRINK, M.; LØNBRO, S.; SØRENSEN, H.; OVERGAARD, K.; DANBORG, K.; MORTENSEN, J.; ELSTRØM, O.; ROSENHØJ, N.; RINGGAARD, S.; ANDERSEN, J.L.; AAGAARD, P. Muscle adaptations to plyometric vs. resistance training in untrained young men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.22, n.6, p.1799-1810, 2008.

126. WIRTH, K.; KEINER, M.; SZILVAS, E.; HARTMANN, H.; SANDER, A. Effects of eccentric strength training on different maximal strength and speed-strength parameters of the lower extremity. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.29, n.7, p.1837-1845, 2015.
127. WYON, M.; GUINAN, D.; HAWKEY, A. Whole-body vibration training increases vertical jump height in a dance population. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.24, n.3, p.866-870, 2010.
128. YIĞIT, S.S.; TUNCEL, F. A comparison of the endurance training responses to road and sand running in high school and college students. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.12, n.2, p.79-81, 1998.
129. ZEMKOVA, E.; HAMAR, D. The effect of 6-week combined agility-balance training on neuromuscular performance in basketball players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.50, n.3, p.262-267, 2010.

Artigos da Meta-análise que utilizaram o maior SCM:

1. BACHERO-MENA, B.; GONZALEZ-BADILLO, J.J. Effects of resisted sprint training on acceleration with three different loads accounting for 5, 12.5, and 20% of body mass. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.28, n.10, p.2954-2960, 2014.
2. BALSALOBRE-FERNANDEZ, C.; TEJERO-GONZALEZ, C.M.; DEL CAMPO-VECINO, J. Hormonal and neuromuscular responses to high-level middle- and long-distance competition. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.9, n.5, p.839-844, 2014.
3. BAZETT-JONES, D.M.; GIBSON, M.H.; MCBRIDE, J.M. Sprint and vertical jump performances are not affected by six weeks of static hamstring stretching. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.22, n.1, p.25-31, 2008.
4. BYRNE, P.J.; MORAN, K.; RANKIN, P.; KINSELLA, S. A comparison of methods used to identify 'optimal' drop height for early phase adaptations in depth jump training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.24, n.8, p.2050-2055, 2010.
5. CLAUDINO, J.G.; MEZENCIO, B.; SONCIN, R.; FERREIRA, J.C.; COUTO, B.P.; SZMUCHROWSKI, L.A. Pre vertical jump performance to regulate the training volume. **International Journal of Sports Medicine**, v.33, n.2, p.101-107, 2012.
6. EBBEN, W.P.; FELDMANN, C.R.; VANDERZANDEN, T.L.; FAUTH, M.L.; PETUSHEK, E.J. Periodized plyometric training is effective for women, and performance is not influenced by the length of post-training recovery. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.24, n.1, p.1-7, 2010.

7. GROSS, M.; LUTHY, F.; KROELL, J.; MULLER, E.; HOPPELER, H.; VOGT, M. Effects of eccentric cycle ergometry in alpine skiers. **International Journal of Sports Medicine**, v.31, n.8, p.572-576, 2010.
8. MAKARUK, H.; WINCHESTER, J.B.; SADOWSKI, J.; CZAPLICKI, A.; SACEWICZ, T. Effects of unilateral and bilateral plyometric training on power and jumping ability in women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.12, p.3311-3318, 2011.
9. PAAVOLAINEN, L.; HÄKKINEN, K.; RUSKO, H. Effects of explosive type strength training on physical performance characteristics in cross-country skiers. **European Journal of Applied Physiology**, v.62, n.4, p.251-255, 1991.
10. PEREIRA, A.; IZQUIERDO, M.; SILVA, A.J.; COSTA, A.M.; BASTOS, E.; GONZALEZ-BADILLO, J.J.; MARQUES, M.C. Effects of high-speed power training on functional capacity and muscle performance in older women. **Experimental Gerontology**, v.47, n.3, p.250-255, 2012.
11. SAEZ DE VILLARREAL, E.; SUAREZ-ARRONES, L.; REQUENA, B.; HAFF, G.G.; RAMOS VELIZ, R. Enhancing performance in professional water polo players: dryland training, in-water training, and combined training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.29, n.4, p.1089-1097, 2015.
12. SANTOS, E.J.; JANEIRA, M.A. Effects of complex training on explosive strength in adolescent male basketball players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.22, n.3, p.903-909, 2008.
13. _____. Effects of reduced training and detraining on upper and lower body explosive strength in adolescent male basketball players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.6, p.1737-1744, 2009.
14. _____. The effects of plyometric training followed by detraining and reduced training periods on explosive strength in adolescent male basketball players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.2, p.441-452, 2011.
15. _____. The effects of resistance training on explosive strength indicators in adolescent basketball players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.26, n.10, p.2641-2647, 2012.
16. SKURVYDAS, A.; BRAZAITIS, M.; STRECKIS, V.; RUDAS, E. The effect of plyometric training on central and peripheral fatigue in boys. **International Journal of Sports Medicine**, v.31, n.7, p.451-457, 2010.
17. THEANTHONG, A.; RUNGTHAI, R.; ARKARAPANTHU, A.; CHENTANEZ, T. The effects of six weeks of deep-water running after soccer practice combined with plyometric training on indirect symptoms of muscle damage. **Kasetsart Journal Natural Science**, v.46, n.3, p.501-513, 2012.

18. THOMAS, K.; FRENCH, D.; HAYES, P.R. The effect of two plyometric training techniques on muscular power and agility in youth soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.1, p.332-335, 2009.
19. VELIZ, R.R.; SUAREZ-ARRONES, L.; REQUENA, B.; HAFF, G.G.; FEITO, J.; SAEZ DE VILLARREAL, E. Effects of in-competitive season power-oriented and heavy resistance lower-body training on performance of elite female water polo players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.29, n.2, p.458-465, 2015.
20. WELTMAN, A.; JANNEY, C.; RIAN, C.B.; STRAND, K.; BERG, B.; TIPPITT, S.; WISE, J.; CAHILL, B.R.; KATCH, F.I. The effects of hydraulic resistance strength training in pre-pubertal males. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.18, n.6, p.629-38, 1986.

Artigos da Meta-análise que utilizaram ambos os métodos de análise do SCM:

1. AL HADDAD, H.; SIMPSON, B.M.; BUCHHEIT, M. Monitoring Changes in jump and sprint performance: best or average values? **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.10, n.7, p.931-934 2015.
2. MOHR, M.; KRUSTRUP, P. Heat stress impairs repeated jump ability after competitive elite soccer games. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.27, n.3, p.683-9, 2013.