UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

NILO MASSARU OKUNO

Capacidade de *sprints* repetidos: efeito do treinamento de força com e sem plataforma vibratória e potencialização pós-ativação

São Paulo
2011

NILO MASSARU OKUNO

Capacidade de *sprints* repetidos: efeito do treinamento de força com e sem plataforma vibratória e potencialização pós-ativação

Tese apresentado à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área de concentração: Biodinâmica do Movimento Humano

Orientadora: Prof. Dra. Maria Augusta Peduti Dal'Molin Kiss

**São Paulo
2011**

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Okuno, Nilo Massaru

Capacidade de *sprints* repetidos: efeito do treinamento de força com e sem plataforma vibratória e potencialização pós-ativação / Nilo Massaru Okuno – São Paulo: [s.n.], 2011. 114p.

Tese (Doutorado) – Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Augusta Peduti Dal’Molin Kiss.

1. Treinamento de força. 2. Fisiologia do exercício I. Título

OKUNO, N.M. **Capacidade de *sprints* repetidos: efeito do treinamento de força com e sem plataforma vibratória e potencialização pós-ativação.** Tese apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Aprovado em:

Banca examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Banca examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Banca examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Banca examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Banca examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

*Dedico este trabalho aos meus pais
Walter e Kazue, e aos meus irmãos Hugo
e Lidia pela confiança e apoio em todos
os momentos da minha vida.*

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra Maria Augusta Peduti Dal'Molin Kiss pela confiança depositada em mim e pela orientação durante o processo do meu doutorado. Gostaria de agradecer imensamente não só pela minha formação mas também por tudo que ela contribuiu pela área de Educação Física.

Ao Prof. Dr. Rômulo Cássio de Moraes Bertuzzi por me ajudar tanto na vida acadêmica quanto em outras situações. Uma pessoa que tem uma grande seriedade, mas sempre com um bom toque de humor.

Ao Prof. Dr. Fábio Yuzo Nakamura pela amizade, pelas ajudas e pelos ensinamentos que tem me proporcionado ao longo desses anos. Com certeza, uma grande parcela devo ao Fábio por eu estar inserido na vida acadêmica.

Ao Adriano Eduardo Lima da Silva que foi uma das pessoas, junto com o Prof. Rômulo, que fizeram a “ponte” para que eu tivesse o primeiro contato com a Profa. Maria Augusta e, conseqüentemente, pudesse estar cursando o doutorado. Além disso, o Adriano é uma pessoa de grande conhecimento e que tenho uma grande admiração e amizade.

Aos professores Valmor Tricoli, Alexandre Moreira e Jorge Perrou de Lima por terem me ajudado durante o doutorado e pelas contribuições que fizeram no meu trabalho.

Ao Eduardo Rumenig de Souza que foi um dos meus primeiros amigos aqui em São Paulo. Ele sempre estendeu a mão no que fosse possível para me ajudar, além de ter aprendido muito com o ele durante esses anos.

Ao Rodrigo Urso por ser uma pessoa de grande caráter, responsável e que tenho bastante amizade. Pudemos dar muita risada, jogar um pouco de tênis e ir bastante ao “bandejão” nesses anos.

Ao Luiz Augusto Buoro Perandini (Lulo), Lúcio Flávio Soares Caldeira e a Patrícia Chimin por terem sido sempre grandes amigos, desde a época do mestrado, ajudando-me no que fosse possível e sendo grandes companheiros de trabalho.

Ao Eduardo, Álvaro e Cida Fontes que foram as pessoas que me acolheram com grande carinho durante o primeiro mês da minha vinda a São Paulo.

Aos amigos Wonder Higino, Mauro Batista, Salomão Bueno e Leonardo Pasqua, Carla Batista, Flávio Pires, Claudio Machado e ao pessoal do LADESP e do GEAFIT (UEL) que sempre estavam dispostos a me ajudar no que fosse preciso.

Sem dúvida não posso deixar de salientar que há vários outras pessoas que passaram na minha vida em outros momentos que foram importantes pelo que sou hoje. Por isso, gostaria de deixar a eles um sincero agradecimento.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro com a bolsa de doutorado.

Ao Esporte Clube Pinheiros e ao preparador físico da equipe de handebol Luiz Antônio Luisi Turisco (Luigi) por permitir que eu realizasse parte das minhas coletas com os atletas.

“Quem conhece a sua ignorância revela a mais profunda sapiência.
Quem ignora a sua ignorância vive na mais profunda ilusão.”

Lao Tsé

RESUMO

OKUNO, N.M. **Capacidade de *sprints* repetidos: efeito do treinamento de força com e sem plataforma vibratória e potencialização pós-ativação.** 2011. 114f. Tese (Doutorado) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

O objetivo do estudo foi verificar a ocorrência da potencialização pós-ativação (PPA) e o efeito do treinamento de força (TF) sem e com a plataforma vibratória na capacidade de *sprints* repetidos (CSR). O estudo foi dividido em duas partes: a primeira analisou o efeito do TF associado à plataforma vibratória na CSR; e a segunda verificou a ocorrência da PPA na CSR. No primeiro estudo participaram 29 sujeitos, os quais foram divididos em 3 grupos: TF, TF+vibração a 30 Hz e amplitude de 2-4 mm (TF+V30) e TF+vibração a 50 Hz e amplitude de 4-6 mm (TF+V50). Os sujeitos realizaram inicialmente análise da área de secção transversa do quadríceps (ASTQ), teste de uma repetição máxima (1RM) no exercício agachamento e o teste de CSR. Após isso, os sujeitos foram submetidos a 10 semanas de treinamento de força, de acordo com o seu respectivo grupo e, ao final da intervenção, realizaram as mesmas avaliações aplicadas antes das sessões de treinamento. No segundo estudo, 12 jogadores de handebol realizaram teste de 1RM, e em sequência, de maneira aleatória o teste de CSR sem e com a atividade condicionante. A atividade condicionante foi realizada no exercício agachamento e consistiu de cinco séries de uma repetição a 90% de 1RM. O treinamento de força sem e com a vibração aumentou na mesma magnitude a força muscular e a ASTQ. Para o grupo TF+V30, o tempo do melhor *sprint* (CSR_{melhor}) melhorou significativamente após as 10 semanas de treinamento, no entanto, sem diferença em relação aos outros grupos. O tempo médio dos *sprints* ($CSR_{\text{médio}}$) diminuiu significativamente em todos os grupos. Contudo, para o percentual de decréscimo nos *sprints* ($CSR_{\%dec}$) apenas foi verificado melhoria no grupo TF em relação à situação pré-treinamento e ao grupo TF+V30 na mesma situação experimental. No segundo estudo foi verificado que o protocolo de PPA melhorou significativamente o CSR_{melhor} e o $CSR_{\text{médio}}$, sem alterar o $CSR_{\%dec}$. Dessa forma, conclui-se que o treinamento de força sem e com a plataforma vibratória aumenta a força muscular, a ASTQ e o desempenho na CSR. No entanto, o treinamento de força com a plataforma vibratória não aumentou o desempenho em maior magnitude quando comparado a situação sem este tipo de equipamento. Além disso, o protocolo de PPA melhorou também o desempenho de CSR (CSR_{melhor} e $CSR_{\text{médio}}$) em jogadores de handebol. Assim, estratégias para melhorar a força muscular de maneira aguda (PPA) e crônica (TF) aumentam também o desempenho no teste de CSR.

Palavras-chave: força muscular, *sprint*, vibração, desempenho.

ABSTRACT

OKUNO, N.M. **Repeated sprint ability: effect of strength training with and without vibration platform e postactivation potentiation.** 2011. 114f. Tese (Doutorado) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

The purpose of this study was to verify the occurrence postactivation potentiation (PAP) and the effect of strength training (ST) with and without vibration platform on repeated sprint ability (RSA). The study was divided in two parts: in the first part, it was analyzed the effect of ST with vibration platform on RSA; and in the second part, it was verified the occurrence of PAP on RSA. Twenty nine subjects participated in the first study, which were divided into 3 groups: ST, ST+vibration at 30 Hz and amplitude of 2-4 mm (ST+V30) and ST+vibration at 50 Hz and amplitude of 4-6 mm (ST+V50). Initially, the quadriceps cross sectional area measurement (QCSA), one repetition maximum (1RM) test on squat exercise and the RSA test were performed. After this, the subjects performed 10 weeks of strength training according to their groups and, at the end of intervention, they were undertook the same evaluations applied before training sessions. In the second study, 12 handball players performed the 1RM test and subsequently they were submitted at random, to the RSA test with and without conditioning activity. The conditioning activity was performed in squat exercise with five sets of one repetition at 90% of 1RM. The strength training with and without vibration platform increased in the same magnitude the muscular strength and QCSA. For ST+V30 group, the best sprint time (RSA_{best}) was significantly improved after 10 weeks of training, but without difference when compared with other groups. Mean sprint time (RSA_{mean}) was significantly reduced in all groups. However, the percentage of sprint decrement ($RSA_{\%dec}$) only decreased in ST group when compared with the situation before training and the ST+V30 group in the same experimental situation. In the second study, the PAP protocol significantly improved the RSA_{best} and RSA_{mean} , without change the $RSA_{\%dec}$. From the results, we conclude that the strength training with and without vibration platform improves the strength, QCSA and performance on RSA. However, the strength training with vibration platform did not increase the performance in higher magnitude when compared to the situation without this equipment. Furthermore, PAP protocol improved the RSA performance (RSA_{best} e RSA_{mean}) in handball players. Thus, strategies to improve muscle strength in acute (PAP) and chronic manner (ST) also increase the performance on RSA test.

Key-words: muscular strength, sprint, vibration, performance.

LISTA DE TABELAS

Pág.

TABELA 1. Características de alguns estudos que tentaram demonstrar a potencialização pós-ativação e seus principais resultados.	39
TABELA 2. Programa de treinamento de força.....	64
TABELA 3. Valores de média $\pm$ DP para a CSR_{melhor} , CSR_{total} e $CSR_{\%dec}$ nas situações de teste e reteste e percentual de chance de alteração no desempenho (n = 15).	68
TABELA 4. Valores de média $\pm$ DP para idade, massa corporal e estatura dos grupos TF, TF+V30 e TF+V50.	71
TABELA 5. Carga de uma repetição máxima (1RM) no exercício agachamento antes e após 10 semanas de treinamento.	71
TABELA 6. Área de secção transversa de quadríceps (ASTQ) antes e após 10 semanas de treinamento.....	72
TABELA 7. Percentual de chance comparando as intervenções TF, TF+V30 e TF+V50 para as variáveis CSR_{melhor} , $CSR_{\text{médio}}$ e $CSR_{\%dec}$	75
TABELA 8. Frequência cardíaca ao final do teste de CSR antes e após 10 semanas de treinamento.....	76
TABELA 9. Concentração sanguínea de lactato ao final do teste de CSR antes e após 10 semanas de treinamento.	76
TABELA 10. Média $\pm$ DP dos valores de melhor tempo do <i>sprint</i> (CSR_{melhor}), tempo médio dos <i>sprints</i> ($CSR_{\text{médio}}$) e percentual de decréscimo dos <i>sprints</i> ($CSR_{\%dec}$) sem e com atividade condicionante e o percentual de chance de alteração no desempenho (n = 12).	78

LISTA DE FIGURAS

Pág.

FIGURA 1. Concentrações de (A) adenosina trifosfato ([ATP]), (B) fosfocreatina ([PCr]) e (C) lactato ([La]) durante exercício de <i>sprint</i> (adaptada de SPENCER et al., 2005).	25
FIGURA 2. Contribuição energética aeróbia e anaeróbia no primeiro (a) e no décimo <i>sprint</i> (b) no teste de CSR. O protocolo realizado foi 10 <i>sprints</i> com duração de 6 segundos cada e 30 segundos de intervalo entre os <i>sprints</i> (adaptada de GIRARD, MENDEZ-VILLANUEVA, BISHOP, 2011).	26
FIGURA 3. Consumo de oxigênio durante dois esforços intensos de 3 minutos (~120% do $\text{VO}_{2\text{max}}$) no exercício extensão de joelho separado por 6 minutos de recuperação passiva (adaptada de BANGSBO et al., 2001).	27
FIGURA 4. Modelo indicando os principais fatores que determinam a velocidade de mudança de direção (adaptado de YOUNG, JAMES, MONTGOMERY, 2002).	31
FIGURA 5. Exemplo de potencialização pós-ativação (PPA). Primeiro, uma tarefa é avaliada (ex. salto vertical ou <i>sprint</i>). Após isso, uma atividade condicionante, tal como uma contração tetânica provocada eletricamente ou uma contração voluntária máxima (CVM) é realizada. O desempenho na tarefa de <i>sprint</i> ou de salto vertical aumenta logo após a atividade condicionante devido à PPA.	33
FIGURA 6. Esquema de regulação da fosforilação da miosina de cadeia leve quinase (adaptada de SWEENEY et al., 1993).	34
FIGURA 7. Amplitude e número de ciclos (frequência) ao longo do tempo (BATISTA, 2010).	47

FIGURA 8. Característica de vibração das plataformas (adaptada de CARDINALE e WAKELING, 2005).....	49
FIGURA 9. Desenho experimental.	60
FIGURA 10. Desenho experimental	66
FIGURA 11. Alterações relativas para o CSR_{melhor} , $CSR_{\text{médio}}$ e $CSR_{\%dec}$ nas situações de teste de reteste. A área em cinza representa o percentual trivial para a menor alteração relevante.	69
FIGURA 12. Análise de concordância por meio da plotagem de Bland-Altman para a CSR_{melhor} (A), $CSR_{\text{médio}}$ (B), $CSR_{\%dec}$ (C).	70
FIGURA 13. CSR_{melhor} (A), $CSR_{\text{médio}}$ (B), $CSR_{\%dec}$ (C) nos grupos TF, TF+V30 e TF+V50 antes e após 10 semanas de treinamento.....	73
FIGURA 14. Alterações relativas para o CSR_{melhor} , $CSR_{\text{médio}}$ e $CSR_{\%dec}$ nas situações de pré e pós-treinamento. A área em cinza representa o percentual trivial para a menor alteração relevante.....	74
FIGURA 15. Tempo médio dos seis <i>sprints</i> com e sem atividade condicionante.	77
FIGURA 16. Alterações relativas para o CSR_{melhor} , $CSR_{\text{médio}}$ e $CSR_{\%dec}$ nas situações sem e com a atividade condicionante. A área em cinza representa o percentual trivial para a menor alteração relevante.	78
FIGURA 17. Valores individuais do CSR_{melhor} (A), $CSR_{\text{médio}}$ (B) e $CSR_{\%dec}$ (C) sem e com atividade condicionante.	80

LISTA DE SIGLAS, ABREVIACÕES E SÍMBOLOS

[La]	Concentração sanguínea de lactato
↑	Aumento
↓	Diminuição
1RM	Uma repetição máxima
ADP	Adenosina difosfato
ASTQ	Área de secção transversa do quadríceps
ATP	Adenosina trifosfato
bpm	Batimentos por minuto
CCI	Coeficiente de correlação intraclasse
CIVM	Contração isométrica voluntária máxima
CSR	Capacidade de <i>sprints</i> repetidos
CSR _{%dec}	Percentual de decréscimo nos <i>sprints</i>
CSR _{médio}	Tempo médio dos <i>sprints</i>
CSR _{melhor}	Melhor tempo de <i>sprint</i>
CV	Coeficiente de variação
CVM	Contração voluntária máxima
F	Feminino
M	Masculino
MCLK	Miosina de cadeia leve quinase
PAR-Q	Questionário de prontidão de atividade física
PCr	Fosfocreatina
PPA	Potencialização pós-ativação
TF	Treinamento de força
TF+V30	Treinamento de força associado à vibração na frequência de 30 Hz e

amplitudes de 2-4 mm

TF+V50 Treinamento de força associado à vibração na frequência de 50 Hz e
amplitudes de 4-6 mm

VO₂ Consumo de oxigênio

VO₂max Consumo máximo de oxigênio

SUMÁRIO

	Pág.
1. INTRODUÇÃO	16
1.1. Objetivo geral	19
1.2. Objetivos específicos	19
2. REVISÃO DA LITERATURA	20
2.1. Capacidade de <i>sprints</i> repetidos	20
2.2. Validade do teste de capacidade de <i>sprints</i> repetidos	21
2.3. Reprodutibilidade do teste de capacidade de <i>sprints</i> repetidos	22
2.4. Capacidade de <i>sprints</i> repetidos e bioenergética.....	24
2.5. Indicadores de força e a capacidade de <i>sprints</i> repetidos	29
2.6. Aspectos fisiológicos da potencialização	32
2.7. Nível de treinamento e a potencialização.....	36
2.8. Protocolo dos estudos de potencialização pós-ativação	38
2.9. Plataforma vibratória	47
2.10. Respostas fisiológicas com a vibração.....	50
2.11. Efeito agudo da vibração sobre o desempenho	54
2.12. Efeito crônico do treinamento de força com a vibração.....	57
3. MÉTODOS	58
3.1. Estudo 1 – Reprodutibilidade e efeito do treinamento de força na capacidade de <i>sprints</i> repetidos.....	58
3.1.1. Sujeitos	58
3.1.2. Protocolo experimental.....	59
3.1.3. Teste de força dinâmica máxima.....	60
3.1.4. Teste de capacidade de <i>sprints</i> repetidos (teste de CSR)	61
3.1.5. Coletas de sangue para análise de concentração de lactato	62
3.1.6. Área de secção transversa do quadríceps femoral (ASTQ)	62
3.1.7. Protocolo de treinamento de força	63
3.1.8. Análise estatística	64
3.2. Estudo 2 – Potencialização pós-ativação na capacidade de <i>sprints</i> repetidos.....	65
3.2.1. Sujeitos	65
3.2.2. Protocolo experimental.....	65

3.2.3.	Atividade condicionante	66
3.2.4	Análise estatística	67
4.	RESULTADOS.....	68
4.1.	Estudo 1	68
4.2.	Estudo 2	76
5.	DISCUSSÃO	81
5.1	Estudo 1	81
5.2	Estudo 2	85
6.	CONCLUSÕES	89
REFERÊNCIAS.....		91
ANEXOS		107

1. INTRODUÇÃO

Esportes como handebol, futsal, futebol e basquete são caracterizados pela realização de vários *sprints* (corridas realizadas na maior velocidade possível e de curta duração), aceleração e desaceleração, com breves períodos de recuperação e constantes mudanças de direção. Uma das formas para avaliar a habilidade em tarefas com essas características é por meio da realização de teste de capacidade de *sprints* repetidos (CSR) (WADLEY; LE ROSSIGNOL, 1998). Atividades com essas características envolvem em grande magnitude a força e a potência muscular. Newman, Tarpenning e Marino (2004) e Wisloff et al. (2004) demonstraram que a força de membros inferiores é fortemente correlacionada com o *sprint* de 10 e 30 m, e *sprint* de 10 m realizado de maneira bidirecional (*shuttle sprint*). Slawinsk et al. (2010) demonstraram que a força de impulso e taxa de desenvolvimento de força são maiores no grupo com maior aceleração do centro de massa e tem uma velocidade maior no *sprint* de 10 m. Além disso, Edge et al. (2006), Hill-Haas et al. (2007) e Buchheit (2010a) demonstraram que o treinamento de força (TF) melhora a CSR no cicloergômetro e na corrida. Assim, utilizar estratégias que aumentem a força muscular parece também melhorar o desempenho no teste CSR.

Uma forma aguda de melhorar o desempenho em tarefas que envolvam a capacidade do indivíduo gerar força e potência visando a competição ou otimizar o treinamento é por meio da potencialização pós-ativação (PPA). A PPA é o aumento do desempenho na tarefa de interesse posteriormente a realização de sobrecarga na musculatura esquelética, chamada contração ou atividade condicionante (HODGSON; DOCHERTY; ROBBINS, 2005). O provável mecanismo envolvido para a ocorrência da PPA é a fosforilação da miosina de cadeia leve. A fosforilação da miosina de cadeia leve ocasiona uma maior interação entre a actina e miosina devido a maior sensibilidade ao cálcio aumentando o desempenho. Adicionalmente, alguns autores demonstraram após protocolos que geram a potencialização aumento na excitabilidade do motoneurônio e no número de unidades motoras recrutadas (GÜLLICH; SCHMIDTBLEICHER, 1996; TRIMBLE; HARP, 1998).

Estudos anteriores demonstraram a ocorrência da PPA em um único *sprint*. Rahimi (2007) observou que a atividade condicionante de duas séries de quatro repetições a 85% de 1RM no exercício agachamento potencializou em maior

magnitude que baixa intensidade (60% de 1RM) no *sprint* de 40 m. Analisando a velocidade a cada 10 m em um total de 40 m, Yetter e Moir (2008) observaram aumento na velocidade em distância entre 10-20 m e 30-40 m. O aumento do desempenho usando o protocolo de PPA pode também ser observado em maiores distâncias, como em 100 m, na qual o tempo médio de *sprint* melhorou em 0,19 s (LINDER et al., 2010). No entanto, não existem indicativos demonstrando se a ocorrência de PPA é verificada apenas em um *sprint* ou em múltiplos *sprints*, como no teste de CSR. Güllich e Schmidtleicher (1996) demonstraram que oito saltos com contramovimento, com 20 s de intervalo entre cada salto foram potencializados três minutos após a atividade condicionante. Além disso, Kilduff et al. (2007) também verificaram que o desempenho no salto com contramovimento e a potência pico no exercício supino aumentou em diferentes períodos analisados após a atividade condicionante. Assim, acreditamos também que com a realização de múltiplos *sprints*, como no teste de CSR, possa ocorrer a PPA.

Entretanto, para a ocorrência da PPA, há algumas variáveis importantes envolvidas, sendo uma delas a força muscular. Gourgoulis et al. (2003) demonstraram que o grupo com valor no teste de uma repetição máxima (1RM) maior do que 160 kg no exercício agachamento demonstrou maior magnitude de PPA em comparação ao grupo com 1RM menor do que 160 kg. Além disso, Duthie, Young e Aitken (2002), Kilduff et al. (2008) e Young, Jenner e Griffiths (1998) apresentaram correlações significantes entre a força absoluta e as alterações de desempenho no salto. Dessa forma, acredita-se que a PPA possa ocorrer em tarefas de *sprints* realizados de maneira intermitente e que a força muscular possa estar relacionada com a magnitude de PPA nos *sprints*. Esses achados seriam importantes, pois o protocolo de PPA é amplamente utilizado no treinamento de atletas e um método alternativo como meio de aquecimento.

Já a estratégia para melhorar a força muscular de forma crônica é por meio do TF. Recentemente uma forma de TF que tem despertado interesse dos pesquisadores é o TF associado ao treinamento sobre a plataforma vibratória. A plataforma vibratória realiza estímulos senoidais sobre o indivíduo que ocasiona a ativação das fibras aferentes Ia e, por meio de mecanismos reflexos, ativam os motoneurônios alfa ocasionando contrações dos músculos, chamado reflexo tônico vibratório. Além disso, a manipulação das variáveis amplitude e frequência ocasiona a aceleração do corpo que permanece sobre a plataforma vibratória, aumentando a

força g (força em relação a aceleração da gravidade). Dessa forma, esses fatores ocasionam uma maior sobrecarga gerada quando realizamos exercício sobre a plataforma vibratória. Adams et al. (2009) e Bedient et al. (2009) demonstraram que frequências de 30 Hz com amplitude de 2-4 mm e frequência de 50 Hz com amplitude de 4-6 mm ocasionam maiores aumentos no desempenho subsequente à vibração. Além disso, 30 Hz e 50 Hz estão dentro da faixa da frequência de disparos das fibras aferentes Ia (ENOKA, 2000; ISSURIN, 2005), podendo ter uma maior sincronização da vibração com a ativação muscular e, talvez, ocasionar uma maior adaptação se o indivíduo treinar com a plataforma vibratória nessas frequências. O treinamento sobre a plataforma vibratória tem demonstrado ser efetivo no aumento da força dinâmica, isométrica e no salto vertical com contramovimento (DE RUITER et al., 2003; DELECLUSE; ROELANTS; VERSCHUEREN, 2003; RONNESTAD, 2004).

Adicionalmente aos aspectos citados anteriormente, alguns autores acreditam que o treinamento de força sobre a plataforma vibratória pode causar maior aumento na força muscular do que o TF convencional devido à diminuição no limiar de despolarização das unidades motoras e um maior recrutamento das fibras de tipo II durante os estímulos vibratórios (BONGIOVANNI; HAGBARTH, 1990; DELECLUSE et al., 2005), o que poderia ocasionar uma maior mobilização de carga durante o treinamento.

Poucos são os estudos que compararam o treinamento sobre a plataforma vibratória associado ao TF realizado de maneira convencional. Kvorning et al. (2006) e Ronnestad (2004) verificaram aumento na força de maneira semelhante entre os treinamento de força realizado de maneira convencional em relação ao TF associado a plataforma vibratória. No entanto, para o desempenho no salto vertical o resultado entre os estudos foi contraditório, sendo que em um estudo o TF convencional apresentou maior efeito do que o TF associado a plataforma vibratória (KVORNING et al., 2006), e no outro o maior ganho de desempenho foi para o grupo TF associado a plataforma vibratória (RONNESTAD, 2004). Dessa forma, não sabe ao certo se o TF associado a plataforma vibratória é mais efetivo para a melhoria do desempenho. Portanto, demonstrar um melhor efeito de treinamento utilizando a plataforma vibratória seria interessante para otimizar os ganhos em quem busca melhorias em componentes da aptidão física relacionada à

saúde quanto para o meio atlético em atividades que envolvam em grande proporção a força muscular.

Devido às características do teste de CSR (*sprints*, mudanças de direção, acelerações e desacelerações) que são dependentes da força muscular, acredita-se que o protocolo de potencialização e o TF ocasionem melhora no desempenho nesse tipo de teste. Assim, o presente trabalho foi dividido em dois estudos, sendo um de característica aguda, que verificou a ocorrência da potencialização pós-ativação sobre a CSR, e outro de característica crônica, que verificou o efeito do treinamento de força com e sem a plataforma vibratória sobre a CSR.

1.1. Objetivo geral

Analisar o efeito do TF com e sem plataforma vibratória e a ocorrência da PPA na CSR.

1.2. Objetivos específicos

- Analisar a reprodutibilidade do teste de CSR em indivíduos moderadamente ativos;
- Verificar o efeito do TF convencional na força muscular dinâmica avaliada no exercício agachamento, na área de secção transversa do quadríceps (ASTQ) e no desempenho do teste de CSR;
- Verificar o efeito do TF sobre a plataforma vibratória em diferentes frequências e amplitudes (30 Hz e 2-4 mm/50 Hz e 4-6 mm) na força muscular dinâmica avaliada no exercício agachamento, na ASTQ e no desempenho do teste de CSR;
- Comparar o desempenho no teste de CSR sem e com estímulo condicionante realizado no exercício agachamento;
- Verificar a relação da força muscular com a magnitude da PPA na CSR;
- Verificar a relação da força muscular com o desempenho no teste de CSR.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Capacidade de *sprints* repetidos

Em várias modalidades esportivas (ex. futebol, basquete, handebol, tênis, rúgbi, entre outras) podemos verificar que os padrões de movimentos são de característica intermitente com breves períodos de aceleração, mudanças de direção e curtos períodos de recuperação. A habilidade em realizar essas atividades (acelerar, mudar de direção e recuperar em curtos períodos) repetidamente e de maneira conjunta é chamada de CSR.

Apesar de outras variáveis técnicas estarem envolvidas, de acordo com a modalidade praticada pelo indivíduo, uma maior CSR pode ter implicações importantes para o desempenho. No entanto, investigações associadas à CSR têm aumentado apenas nas últimas décadas devido aos avanços tecnológicos e o melhor conhecimento do padrão de deslocamento e da relação esforço-pausa das modalidades esportivas. Essas observações são realizadas por meio de análise de tempo de movimento (*time-motion*) utilizando filmagem, edição em computadores realizando calibração com o tamanho do campo ou da quadra e utilizando um GPS (*global positioning systems*) (SPENCER et al., 2005).

Podemos encontrar na literatura diferentes protocolos do teste de CSR que foram utilizados para avaliar atletas de diferentes modalidades esportivas como futebol, handebol, hóquei, basquete, entre outros (AZIZ; CHIA; TEH, 2000; BUCHHEIT et al., 2009; CASTAGNA et al., 2008; IMPELLIZZERI et al., 2008). Dentre esses diferentes estudos, verificam-se variações no número de *sprints*, no período de esforços e pausas, o teste ter ou não característica *shuttle* (ida e vinda) e o tipo de recuperação (ativa ou passiva).

No geral, os testes de CSR realizados em campo têm utilizado distâncias para cada *sprint* entre 15 a 40 m, com durações dos *sprints* em torno de 2,3 a 6 s (IMPELLIZZERI et al., 2008; MUJIKKA et al., 2000). Além disso, o número de *sprints* realizado nos diferentes protocolos do teste de CSR varia de 6 a 40 (BALSOM et al., 1992; BUCHHEIT et al., 2009), com recuperações ativas ou passivas de aproximadamente 14 a 60 s entre os *sprints* (BUCHHEIT et al., 2009; GLAISTER et al., 2008). O teste de CSR procura representar algumas situações de jogo mais intensas, em que há vários *sprints* com breves períodos de recuperação, não sendo

possível realizar a reposição completa dos fosfatos de alta energia, e com decréscimo na performance ao longo do teste. Dessa forma, os principais parâmetros analisados no teste de CSR são o desempenho do melhor *sprint* (menor tempo ou maior velocidade), de todos os *sprints* (tempo médio dos *sprints*, velocidade média ou somatória dos tempos dos *sprints*) e o percentual de decréscimo com o decorrer dos *sprints*.

2.2. Validade do teste de capacidade de *sprints* repetidos

Os trabalhos que tentaram demonstrar a validade do teste de CSR foram realizados basicamente buscando apresentar a aplicabilidade dos resultados do teste em situações práticas em modalidades coletivas. Esses estudos foram realizados analisando a capacidade discriminatória do teste em atletas de diferentes níveis competitivo, relacionando o desempenho no teste com o deslocamento durante uma partida ou verificando a sensibilidade do teste após um período de treinamento.

Aziz et al. (2008) verificaram em jogadores de futebol que o teste de CSR consegue discriminar os atacantes dos meios de campo e dos zagueiros, sendo que os atacantes tiveram melhores desempenhos no teste (menor tempo analisando a somatória dos *sprints*). Quando os jogadores foram divididos em categorias, os atletas de maior nível competitivo tiveram melhores desempenhos. Esses resultados foram semelhantes dos demonstrados por Abrantes, Maçãs e Sampaio (2004) e Impellizzeri et al. (2008). Além disso, os atletas profissionais apresentam maiores valores de bicarbonato sanguíneo, e menores concentrações de íons H^+ e lactato sanguíneo ($[La]$) do que atletas amadores ao final do teste de CSR (RAMPININI et al., 2009), o que pode explicar o melhor desempenho no teste de CSR. Impellizzeri et al. (2008) verificaram também que o teste de CSR foi sensível para observar melhoras na condição física do atleta da pré-temporada para o início da temporada.

Em análises das situações de jogo, Rampinini et al. (2007) demonstraram que o tempo médio dos *sprints* ($CSR_{\text{médio}}$) do teste de CSR está relacionado significativamente com a maior distância percorrida durante as partidas em velocidades entre $19,8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ e $25,2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ($r = -0,60$) e maior que $25,2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ($r = -0,65$).

No handebol, o teste de CSR é sensível a modificações ocasionadas pelo treinamento de 10 semanas em que foi adicionado, durante a periodização dos atletas, simulações de jogos em dimensões menores de quadra (*small side game*) (BUCHHEIT et al., 2009). Além disso, da mesma forma que no futebol, o teste de CSR consegue discriminar atletas de handebol de diferentes níveis, sendo que as equipes da liga profissional tiveram melhor desempenho do que equipes de nível regional (BUCHHEIT; SPENCER; AHMAIDI, 2010).

Alguns autores demonstraram que o teste de CSR pode ser utilizado como uma importante estratégia de treinamento (BUCHHEIT et al., 2008; BUCHHEIT et al., 2010a; FERRARI BRAVO et al., 2008). Além de melhorar a CSR, o treinamento utilizando o protocolo do teste de CSR promoveu aumento no consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), no consumo de oxigênio (VO_2) correspondente ao ponto de compensação respiratória e a melhora no desempenho no teste incremental intermitente – *Yo-Yo Intermittent Recovery Test* (FERRARI BRAVO et al., 2008). Buchheit et al. (2008) verificaram que, com o incremento do treinamento de alta intensidade realizada de maneira intermitente, semelhante ao protocolo do teste de CSR, a cinética de recuperação da frequência cardíaca e a recuperação dos parâmetros de variabilidade de frequência cardíaca foram mais rápidas após a realização de um exercício. No entanto, os dados de Buchheit et al. (2008) devem ser analisados com cautela, considerando que outras atividades faziam parte da preparação física dos atletas durante o período do estudo.

Assim, o teste de CSR tem uma grande utilidade prática, com capacidade de discriminar jogadores de diferentes posições e nível técnico, e aqueles que têm uma maior participação durante a partida, principalmente em deslocamentos de alta velocidade. Além disso, o teste é sensível para verificar alterações ocasionadas por um treinamento específico da modalidade e pode ser utilizado como forma de treinamento.

2.3. Reprodutibilidade do teste de capacidade de *sprints* repetidos

A reprodutibilidade do teste é importante para verificar a consistência das medidas, indicando quais os parâmetros são mais aceitos para poder fazer alguma inferência dos resultados. Além disso, os estudos com essa finalidade podem indicar

o número necessário de familiarizações para minimizar possíveis erros sistemáticos nos resultados devido à aprendizagem na realização do teste.

Glaister et al. (2007) demonstraram que a velocidade média e máxima analisadas em quatro testes de CSR têm alta reprodutibilidade (coeficiente de correlação intraclass (CCI) = 0,79-0,94; coeficiente de variação (CV) = 1,34-2,24%). Para a [La] pré- e pós-teste de CSR a reprodutibilidade foi boa, com valores de CCI = 0,72-0,78 e CV = 12,08-18,21%. Já para o índice de fadiga foi verificado uma grande variabilidade entre os testes (CCI = 0,66; CV = 26,43%). Apesar disso, os autores afirmam que devido a alta reprodutibilidade de outras variáveis, o teste de CSR pode ser realizado sem a necessidade de familiarização. No entanto, Glaister et al. (2008) contradizem o estudo anterior recomendando a realização de um teste de familiarização.

Buchheit, Spencer e Ahmaidi (2010) também verificaram alta reprodutibilidade para o tempo do melhor *sprint* (CSR_{melhor}) e CSR_{médio}, apresentando CV para o erro típico de medida de aproximadamente 1% para ambas as variáveis. Todavia, o percentual de decréscimo nos *sprints* apresentou CV alto para o erro típico de medida (22,3%).

Contraopondo parte dos resultados dos estudos anteriores, Impellizzeri et al. (2008) verificam que a reprodutibilidade no teste de CSR foi alta (CCI = 0,81) somente para o CSR_{médio}. Para o CSR_{melhor} e índice de decréscimo da performance durante o teste de CSR (CSR_{%dec}) a reprodutibilidade foi baixa (CCI = 0,15-0,17).

No estudo de Spencer et al. (2006) o erro típico de medida da somatória do tempo dos *sprints* entre teste e reteste foi de 0,7%. Já para o percentual de decréscimo entre os *sprints* o erro típico de medida foi de 14,9%. Esses resultados demonstram que o tempo total dos *sprints* tem uma boa reprodutibilidade, no entanto, novamente o CSR_{%dec} não apresentou uma boa reprodutibilidade. Os autores não apresentaram os resultados referentes à reprodutibilidade do melhor *sprint*.

O tipo de recuperação durante o teste de CSR influencia de forma significativa no desempenho. Castagna et al. (2008) demonstraram que o índice de fadiga e o tempo total dos *sprints* foram maiores quando os indivíduos realizaram recuperação ativa quando comparado à recuperação passiva entre os *sprints*. Dessa forma, o tipo de recuperação para a realização de alguma avaliação deve ser padronizado. Além disso, os autores sugerem que os atletas devem ser

recomendados a evitarem movimentos desnecessários durante atividades com características semelhantes ao teste de CSR por poder prejudicar o desempenho subsequente.

A maioria dos trabalhos demonstrou de forma consensual que a velocidade média, o $CSR_{\text{médio}}$ ou o tempo total dos *sprints* são altamente reproduzíveis. No entanto, com relação ao melhor *sprint* (CSR_{melhor} ou maior velocidade) os trabalhos têm apontado resultados contraditórios, sendo que a maioria dos estudos apresentou uma alta reprodutibilidade. Já para o $CSR_{\%dec}$ foi verificado que a reprodutibilidade não é boa. Desta forma, podemos verificar que a melhor variável que pode ser utilizada nesse teste para fazer alguma inferência dos resultados é a velocidade média, o $CSR_{\text{médio}}$ ou o tempo total dos *sprints*.

2.4. Capacidade de *sprints* repetidos e bioenergética

Os trabalhos que discutem sobre o metabolismo no *sprint* descrevem que os sistemas preponderantes para a geração de energia são o metabolismo anaeróbio alático (adenosina trifosfato (ATP) e fosfocreatina (PCr)) e o anaeróbio láctico, que tem formação de lactato (GLAISTER, 2005; SPENCER et al., 2005). Os estoques intramusculares de ATP em repouso são em média de aproximadamente 20-25 mmol·kg músculo seco⁻¹, decrescendo com o prolongamento do esforço, mas não de maneira acentuada, sendo que em torno de 10-12,5 segundos a depleção é em torno de 14-32% (Figura 1A). Esse fato é devido a significativa redução dos estoques de PCr tentando preservar a quantidade intramuscular de ATP. A quantidade de PCr intramuscular em repouso é em torno de 75-85 mmol·kg de músculo seco⁻¹ e após um *sprint* máximo de 10-12,5 segundos a depleção é em torno de 40-70% (Figura 1B). Com o prolongamento do exercício, devido a um maior aporte energético necessário, ocorre aumento da participação da glicólise anaeróbia (Figura 1C). A máxima produção de ATP via glicólise anaeróbia é em torno de 5-9 mmol·kg de músculo seco⁻¹·segundo⁻¹ (SPENCER et al., 2005).

FIGURA 1. Concentrações de (A) adenosina trifosfato ([ATP]), (B) fosfocreatina ([PCr]) e (C) lactato ([La]) durante exercício de *sprint* (adaptada de SPENCER et al., 2005).

Analisando os *sprints* realizados de maneira intermitente, Parolin et al. (1999) demonstraram que há uma diminuição na atividade da enzima glicogênio fosforilase e aumento na atividade da piruvato desidrogenase, tendo conseqüentemente menor contribuição da glicólise anaeróbia ao decorrer dos *sprints* e, também, uma maior contribuição aeróbia. A maior participação do metabolismo aeróbio é importante para suprir parte da demanda de ATP durante o exercício e, durante as pausas, repor os estoques de oxigênio das mioglobinas e ressíntese de PCr. Desta forma, em termos relativos, há uma diminuição significativa da participação da via glicolítica, manutenção da contribuição da PCr e aumento do metabolismo aeróbio ao decorrer dos *sprints* (GIRARD; MENDEZ-VILLANUEVA; BISHOP, 2011).

FIGURA 2. Contribuição energética aeróbia e anaeróbia no primeiro (a) e no décimo *sprint* (b) no teste de CSR. O protocolo realizado foi 10 *sprints* com duração de 6 segundos cada e 30 segundos de intervalo entre os *sprints* (adaptada de GIRARD, MENDEZ-VILLANUEVA, BISHOP, 2011).

O trabalho de Bangsbo et al. (2001) dá um indicativo do comportamento do VO_2 em esforços subsequentes, no qual a cinética de VO_2 é mais rápida no segundo esforço quando comparado ao primeiro (Figura 3), com uma menor contribuição das vias anaeróbias devido ao menor déficit de oxigênio. Os prováveis

mecanismos envolvidos para a cinética mais rápida de VO_2 são: a diminuição no pH, facilitando a dissociação da oxihemoglobina para o oxigênio ser utilizado pela musculatura esquelética; o aumento da vasodilatação nos músculos ativos; e o aumento da atividade da enzima piruvato desidrogenase (GLAISTER, 2005). Quando o período de recuperação é curto, não há tempo suficiente para que o VO_2 retorne aos valores basais, permanecendo elevado ao longo do exercício.

FIGURA 3. Consumo de oxigênio durante dois esforços intensos de 3 minutos (~120% do $\text{VO}_{2\text{max}}$) no exercício extensão de joelho separado por 6 minutos de recuperação passiva (adaptada de BANGSBO et al., 2001).

A característica inicial de ter uma maior contribuição anaeróbia, e com o decorrer dos *sprints* uma maior participação do metabolismo aeróbio, faz com que ambos os metabolismos sejam importantes para os exercícios realizados de maneira intermitente, sendo que o aeróbio é importante principalmente para a ressíntese de PCr durante os períodos das pausas (GLAISTER, 2005). Esse fator pode explicar os resultados apresentados por vários estudos em que não foi encontrada uma correlação alta entre o desempenho no teste de CSR com o $\text{VO}_{2\text{max}}$ ($r = 0,32-0,54$)

e o máximo déficit acumulado de oxigênio ($r = 0,31$) (AZIZ; CHIA; TEH, 2000; AZIZ et al., 2007; CASTAGNA et al., 2007; WADLEY; LE ROSSIGNOL, 1998).

Já Rampinini et al. (2009) verificaram em atletas amadores e profissionais de futebol que o $CSR_{\text{médio}}$ e o $CSR_{\%dec}$ foram de fraco a moderadamente correlacionados com a $[La]$ ($r = 0,66$ e $r = 0,77$), concentração de bicarbonato ($r = -0,71$ e $r = -0,75$) $VO_{2\text{max}}$ ($r = -0,45$ e $r = -0,65$) e a constante de tempo da cinética *on* do VO_2 ($r = 0,62$ e $r = 0,62$, respectivamente). A constante de tempo é o período necessário para o VO_2 atingir 63% da demanda de oxigênio, sendo que quanto menor a constante de tempo mais rápido é o ajuste da cinética de VO_2 . Parte dos resultados foi corroborada por Dupont et al. (2010), na qual os autores verificaram que o $CSR_{\%dec}$ foi inversamente correlacionado com o $VO_{2\text{max}}$ ($r = -0,83$) e, além disso, foi verificada correlação positiva com a cinética *off* do VO_2 ($r = 0,85$). A cinética *off* é o comportamento do VO_2 após o término do exercício projetando aos valores de repouso. Desta forma, os indivíduos que têm uma melhor aptidão aeróbia, um ajuste mais rápido do VO_2 e uma melhor recuperação entre os *sprints* têm utilização e ressíntese mais rápida de PCr e, conseqüentemente, um menor decréscimo de desempenho com o decorrer dos *sprints*. A interdependência da utilização de PCr com cinética *on* do VO_2 durante o exercício, e a ressíntese de PCr com a cinética *off* do VO_2 durante a recuperação foi demonstrado por Rossiter et al. (2002), sendo que a constante de tempo da cinética *on* e *off* de VO_2 não foi diferente da cinética *on* e *off* de PCr. Esse ajuste mais rápido no VO_2 faz com que o déficit de oxigênio seja menor e necessite uma menor mobilização da via glicolítica para suprir a demanda do exercício com menor acúmulo de lactato.

Ao final do teste de CSR, Buchheit (2010) verificou que o VO_2 é aproximadamente 80% do $VO_{2\text{max}}$, a frequência cardíaca 95% da máxima e a $[La]$ em torno de 10 mM. Entretanto, quando foi comparado o teste de CSR com 6 *sprints* de 25 m sem (corrida linear) e com mudança de direção (*shuttle*) o VO_2 e a $[La]$ ao final do teste foi ligeiramente maior com mudança de direção. Esses resultados indicam uma maior demanda metabólica no teste de CSR com mudança de direção para acelerar e desacelerar (BUCHHEIT et al., 2010b). Assim, os trabalhos apresentados indicam que na preparação dos atletas de modalidades coletivas, por ter característica intermitente, é importante não dar ênfase apenas a melhora de variáveis aeróbias ou anaeróbias dos atletas, mas tentar trabalhar ambas as capacidades com atividades próximas às características dos jogos, utilizando como

estratégia atividades principalmente intermitentes, como foi demonstrado no estudo de Buchheit et al. (2009).

2.5. Indicadores de força e a capacidade de *sprints* repetidos

A realização de deslocamentos em intensidade máxima ou próxima da máxima com mudanças de direção e intercaladas com breves períodos de recuperação indicam que a capacidade de aumentar (aceleração) e diminuir a velocidade (desaceleração) são fatores importantes para o desempenho em tarefas intermitentes de alta intensidade.

Segundo o princípio fundamental da dinâmica (segunda Lei de Newton), o produto da multiplicação de massa x aceleração é a força, indicando que essa variável é importante para aceleração de um corpo, e isso parece se traduzir em evidências práticas quando analisamos os *sprints*.

Durante a fase de aceleração é verificada que a taxa de desenvolvimento de força e a força de impulso é maior no grupo de indivíduos com uma melhor aceleração do centro de massa e, conseqüentemente, desempenham maior velocidade em distância de 10 m (SLAWINSKI et al., 2010). Newman, Tarpenning e Marino (2004) verificaram também a importância da força no desempenho de *sprint*, demonstrando que o torque de pico isocinético no exercício de extensão de joelho a uma velocidade $240^{\circ}\cdot s^{-1}$ foi moderadamente correlacionado com o tempo de *sprint* de 10 m ($r = 0,71$). Resultado semelhante foi observado no estudo de Wisloff et al. (2004), no qual a carga de 1RM no exercício meio agachamento foi de moderada a altamente correlacionada com o tempo de *sprint* nas distâncias de 10 m ($r = 0,94$) e 30 m ($r = 0,71$). Além disso, 16 semanas de TF melhorou o desempenho no *sprint* de 30 m, apesar da melhora não ser significativa para os primeiros 10 m (CHRISTOU et al., 2006). O treinamento de força não é apenas importante pela melhora da força muscular, mas também por ocasionar um aumento na taxa de desenvolvimento de força (AAGARD et al., 2002), a qual é importante para a realização de atividades explosivas como no *sprint*.

Durante a mudança de direção e a realização da desaceleração para a retomada da aceleração, a força também parece desempenhar um papel importante para o desempenho em atividades com essas características. Wisloff et al. (2004)

verificaram que tempo de *sprint* de 10 m realizada de maneira bidirecional (*shuttle*) foi moderadamente correlacionado com a força de membros inferiores ($r = 0,68$). Adicionalmente, o estudo de Christou et al. (2006) verificou que 16 semanas de TF foi efetivo para melhorar o desempenho no teste de agilidade 10 x 5 m. Nesse teste duas linhas são demarcadas com distância entre elas de 5 m e o indivíduo tem que deslocar o mais rápido possível entre essas linhas de maneira bidirecional perfazendo um total de 50 m. No entanto, Hori et al. (2008) verificaram apenas baixa a moderada correlações entre a força muscular no exercício arremesso avaliando apenas a fase de encaixe (*hang power clean*) ($r = -0,41$) e agachamento frontal ($r = -0,51$) com o tempo do teste de mudança de direção de 10 m (5 m + 5 m).

Utilizando o teste de CSR tipo *shuttle* (6 *sprints* de 30 m – 15 m + 15 m) como variável a ser analisada, Buchheit et al. (2010a) demonstraram que o TF priorizando a potência muscular melhorou o CSR_{médio}. Apesar do TF melhorar o desempenho no teste de CSR, o estudo de Newman, Tarpenning e Marino (2004) não encontrou correlação significativa entre as variáveis determinadas no teste de CSR com o pico de torque isocinético de extensão e flexão a $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ e $150^{\circ}\cdot s^{-1}$.

A potência de membros inferiores parece ser também importante para o desempenho na CSR. A potência é a capacidade de gerar força em uma determinada velocidade, e uma forma de avaliar quem tem melhor indicador em relação a essa variável é por meio do teste de impulsão vertical. Dal Pupo et al. (2010) verificaram que o desempenho médio de três saltos com contramovimento subsequentes foram moderadamente correlacionados com o CSR_{melhor} ($r = -0,58$) e CSR_{médio} ($r = -0,60$). Além disso, Meckel, Machnai e Eliakim (2009) verificaram uma correlação baixa inversa ($r = -0,41$ a $-0,47$) entre a potência média no teste de Wingate com o CSR_{melhor} e o tempo total dos *sprints*, corroborando a importância da potência de membros inferiores no desempenho do teste de CSR. Entretanto, os estudos apresentados demonstraram que a correlação não é alta devido a outras variáveis técnicas envolvidas para a mudança de direção, como apresentado no modelo de Young, James e Montgomery (2002) (Figura 4).

FIGURA 4. Modelo indicando os principais fatores que determinam a velocidade de mudança de direção (adaptado de YOUNG, JAMES, MONTGOMERY, 2002).

Uma atividade aguda que pode prejudicar a CSR é a realização do alongamento. Beckett et al. (2009) verificaram que a realização do alongamento estático nos intervalos das três séries do teste de CSR aumentou o CSR_{médio} e o tempo total das três séries. Sim et al. (2009) demonstraram resultados semelhantes, nos quais o alongamento estático imediatamente antes do teste de CSR diminuiu o desempenho do mesmo quando comparado às situações que foram realizadas atividades dinâmicas sem alongamento ou com alongamento antes de algumas atividades dinâmicas para posteriormente realizar o teste de CSR. Os prováveis mecanismos envolvidos são a inibição neural e as alterações na rigidez (*stiffness*) muscular e na complacência muscular. Alguns estudos demonstraram que o alongamento estático diminui a força, o torque e a potência muscular (BEHM; BUTTON; BUTT, 2001; WILSON; FLANAGAN, 2008). A diminuição na complacência muscular reduz a capacidade de acumular e restituir a energia elástica, necessitando uma maior energia para a geração de força durante a atividade, interferindo no desempenho do *sprint*. Além disso, há evidência demonstrando que o alongamento tem efeitos negativos na sensibilidade das fibras aferentes Ia e reduzida excitabilidade do motoneurônio alfa (AVELA; KYROLAINEN; KOMI, 1999).

No entanto, o trabalho de Wong et al. (2011) contrapõe os resultados de Beckett et al. (2009) e Sim et al. (2009), demonstrando que o alongamento não afeta a CSR. Esses resultados contraditórios ocorreram provavelmente devido ao número de exercícios de alongamento realizado pelos participantes, sendo que no estudo de Wong et al. (2010) foram realizados dois exercícios, enquanto que nos estudos de Beckett et al. (2009) e Sim et al. (2009) foram realizados seis e quatro, respectivamente. É importante salientar que em todos os estudos foram realizados duas séries de 20 s de alongamento estático.

Assim, a força muscular parece ser uma variável importante para o desempenho na CSR, principalmente devido às acelerações e desacelerações, tendo como indicativos medidas de força e de potência de membros inferiores. No entanto, a relação entre a força e o desempenho no teste de CSR não é alta devido a outras variáveis técnicas envolvidas. Além disso, a realização de atividade que prejudica o desempenho de força, como o alongamento, pode diminuir também o desempenho no teste de CSR.

2.6. Aspectos fisiológicos da potencialização

A potencialização é o aumento do desempenho de forma aguda ocasionado por contrações prévias à musculatura solicitada na tarefa de interesse (Figura 5). A atividade prévia que desencadeia o fenômeno potencialização é chamada por alguns autores de atividade ou contração condicionante (BATISTA et al., 2003; SALE, 2002).

Nas situações em que a atividade condicionante é realizada por meio de estímulos elétricos a denominação para a potencialização gerada na atividade subsequente é geralmente chamada de potencialização pós-tetânica. Todavia, quando a potencialização é decorrente de contrações voluntárias previamente à tarefa de interesse o termo utilizado é potencialização pós-ativação (PPA).

FIGURA 5. Exemplo de potencialização pós-ativação (PPA). Primeiro, uma tarefa é avaliada (ex. salto vertical ou *sprint*). Após isso, uma atividade condicionante, tal como uma contração tetânica provocada eletricamente ou uma contração voluntária máxima (CVM) é realizada. O desempenho na tarefa de *sprint* ou de salto vertical aumenta logo após a atividade condicionante devido à PPA.

O principal mecanismo discutido para a ocorrência da potencialização é a fosforilação da miosina regulatória de cadeia leve. Da mesma maneira que os filamentos finos, o cálcio tem um papel importante na regulação dos filamentos espessos durante o processo de contração muscular (SWEENEY; BOWMAN; STULL, 1993). A concentração de cálcio liberado pelo retículo sarcoplasmático aumenta e o complexo cálcio-calmodulina se liga à miosina de cadeia leve quinase (MCLK) ativando-a, e esta, por sua vez, fosforila a miosina de cadeia leve (Figura 6). Em suma, esses fatores levam a uma maior sensibilidade dos miofilamentos ao cálcio liberado pelo retículo sarcoplasmático (HODGSON; DOCHERTY; ROBBINS, 2005; RASSIER; MACINTOSH, 2000; SALE, 2002).

FIGURA 6. Esquema de regulação da fosforilação da miosina de cadeia leve quinase (adaptada de SWEENEY et al., 1993).

De acordo com Rassier e MacIntosh (2000) a fosforilação da miosina de cadeia leve resulta no aumento da interação de pontes cruzadas ou no aumento da transição da ligação fraca para ligação forte entre os filamentos de actina e miosina, tendo consequentemente, uma maior força gerada durante a contração. Em síntese, um período de atividade contrátil resulta na fosforilação da miosina de cadeia leve, que será mantido durante períodos de descanso, mas pronto para ocasionar a potencialização nas contrações subsequentes (MORANA; PERREY, 2009). No entanto, Smith e Fry (2007) verificaram que indivíduos que tiveram uma maior fosforilação da miosina regulatória de cadeia leve não apresentaram maiores desempenhos nas variáveis de potência, força e velocidade analisadas no exercício de extensão de joelho a 70% de 1RM. Apesar desses resultados, podemos encontrar vários problemas metodológicos no estudo como: a realização da biópsia alguns minutos antes do exercício de extensão do joelho, a qual poderia ter interferido no desempenho subsequente dos indivíduos; e o período da realização da biópsia muscular ser diferente do momento em que ocorreu teste de extensão do

joelho, podendo desta maneira a fosforilação da miosina de cadeia leve ser diferente no momento em que ocorreu o exercício.

O aumento da concentração de cálcio sarcoplasmático favorece também a maior ligação deste com a troponina, ocasionando maior liberação de sítios de actina para a formação de pontes cruzadas (SALE, 2002). Outros fatores provavelmente envolvidos são o aumento da excitabilidade dos motoneurônios, a diminuição da inibição pré-sináptica dos terminais das fibras aferentes do tipo Ia (ROSS; LEVERITT; RIEK, 2001), e a modificação do reflexo de estiramento afetando o limiar dos fusos musculares (MESTER et al., 1999). As alterações no padrão neural para o recrutamento de unidades motoras pode ser analisada pela análise na amplitude do reflexo de Hoffmann (reflexo H). O reflexo H é avaliado por meio de estímulo elétrico e eletromiografia de superfície, sendo que a excitabilidade dos motoneurônios e o número de unidades motoras recrutadas são maiores quando maior é a amplitude da onda H (ENOKA, 2000).

Alguns autores discutem que a potencialização pode ser decorrente de adaptações neurais, tais como: aumento de estímulos descendentes oriundos dos centros motores superiores, aumento na sincronização do disparo de unidades motoras, redução na inibição dos órgãos tendinosos de Golgi, redução na inibição das células de Renshaw e aumento da inibição recíproca do músculo antagonista (BAKER, 2003; GÜLICH; SCHMIDTBLEICHER, 1996; YOUNG; JENNER; GRIFFITHS, 1998).

Uma característica importante que tem demonstrado influenciar na magnitude da potencialização é a característica na composição das fibras musculares. Hamada et al. (2000) e Hamada et al. (2003) realizaram biópsia muscular do músculo vasto lateral, e dividiram os indivíduos em grupos com alta e baixa PPA. Os indivíduos do grupo que tiveram alta PPA demonstraram ter maior proporção de fibras do tipo II quando comparado ao grupo com baixa PPA. Apesar das fibras do tipo II serem mais suscetíveis a fadiga, elas têm uma capacidade maior de fosforilar a miosina regulatória de cadeia leve e, por isso, demonstram uma maior magnitude de potencialização (SWEENEY; BOWMAN; STULL, 1993).

A alteração aguda no ângulo de penação das fibras musculares ocasionada pela atividade condicionante parece ser também um dos fatores que influencia na potencialização (TILLIN; BISHOP, 2009). A soma das forças de todas as fibras individuais sendo aplicada no tendão durante a contração é reduzida pelo

fator $\cos \theta$ (θ = ângulo de penação). Desta forma, menores ângulos de penação têm vantagens mecânicas com relação à transmissão de força pelo aumento da força resultante para o tendão (ENOKA, 2000). Mahfeld, Franke e Awiszus (2004) demonstraram que 3-6 min após três contrações voluntárias máximas (CVM) de três segundos alterou significativamente de $16,2 \pm 1,4^\circ$ para $14,4 \pm 1,1^\circ$, sendo equivalente a aproximadamente 0,9% no aumento na transmissão da força nos tendões (TILLIN; BISHOP, 2009).

A ocorrência da potencialização, no entanto, não é um fenômeno observado em todos os estudos. O protocolo pode influenciar na ocorrência ou não da potencialização por ter a coexistência deste com a fadiga. A fadiga e a potencialização são processos que acontecem ao mesmo tempo, entretanto, que influenciam de maneiras opostas. O fenômeno que for mais preponderante no momento é o que vai ocasionar aumento (potencialização) ou diminuição (fadiga) no desempenho. Na potencialização ocorre uma maior sensibilidade ao cálcio, enquanto que a fadiga leva a uma diminuição de liberação do cálcio para um determinado estímulo (RASSIER; MACINTOSH, 2000).

2.7. Nível de treinamento e a potencialização

Algumas evidências demonstraram que o nível de treinamento parece influenciar na magnitude da potencialização. Chiu et al. (2003) verificaram em atletas que a atividade condicionante aumenta o desempenho em tarefas subsequentes quando comparado a praticantes não atletas de treinamento com pesos. As variáveis observadas pelos autores foram as potências pico e média durante *squat jump* e com contramovimento com cargas a 30%, 50% e 70% de uma repetição máxima (1RM) do exercício agachamento.

Já Gourgoulis et al. (2003) observaram que indivíduos com valores de 1RM maior que 160 kg no agachamento tiveram um aumento na impulsão vertical de 4,01%, enquanto indivíduos com valores de 1RM menores do que 160 kg apresentaram apenas 0,42% de aumento no desempenho após a realização da atividade condicionante. Esses resultados podem ser parcialmente explicados devido a indivíduos mais fortes terem uma maior composição de fibras do tipo II, a qual favorece a ocorrência da potencialização devido a maior fosforilação da miosina

de cadeia leve, como foi descrito anteriormente. Contudo, no estudo de Gourgoulis et al. (2003) não foi avaliado a composição das fibras musculares dos sujeitos. Güllich e Schmidtbleicher (1996) verificaram também que a excitabilidade do motoneurônio é aumentada em relação aos valores de repouso 2,5 a 12,5 min após o estímulo condicionante em atletas de força e velocidade, enquanto que em estudantes de esporte essa resposta não é observada. Além disso, alguns autores acreditam que atletas mais fortes e experientes estariam menos sujeitos a inibições neurais após a realização de exercício com cargas elevadas devido a uma maior resistência à fadiga (CHIU et al., 2003; GOURGOULIS et al., 2003; YOUNG et al., 1998).

Contudo, Hamada, Sale e MacDougall (2000) demonstraram que triatletas e corredores tiveram uma maior PPA no músculo tríceps sural quando comparado a indivíduos fisicamente ativos e sedentários. Apesar dos pesquisadores não terem realizado biópsia nos sujeitos, especulou-se que a composição de fibras do tipo I era elevada pela amostra ser composta de atletas de resistência. Esse fator contrapõe os resultados encontrados pelos mesmos autores nos outros estudos em que afirmaram que indivíduos com maior percentual de fibras do tipo II têm uma maior PPA (HAMADA et al., 2000; HAMADA et al., 2003). Uma possível explicação para o achado do estudo de Hamada, Sale e MacDougall (2000) é que o treinamento de resistência pode aumentar o conteúdo de miosina de cadeia leve “rápido” nas fibras do tipo I e a velocidade de contração apesar da maior proporção de fibras do tipo I.

Já Batista (2005) não observou efeito de potencialização em indivíduos com diferentes níveis de aptidão física (atletas especialistas em provas de potência, indivíduos experientes em treinamentos de força e indivíduos fisicamente ativos). O autor realizou contração isométrica voluntária máxima (CIVM) no exercício *leg press* e procurou verificar a influência desta no salto vertical. O resultado contraditório quando comparado aos estudos de Hamada, Sale e MacDougall (2000), e Chiu et al. (2003) pode ser devido ao exercício condicionante ser semelhante ao apresentado por French, Kraemer e Cooke (2003). French, Kraemer e Cooke (2003) demonstraram que a atividade condicionante de três segundos de CIVM ocasionou a PPA enquanto que a mesma atividade, mas com duração de cinco segundos, não aumentou o desempenho. Desta forma, apesar de alguns aspectos fisiológicos estarem envolvidos, o tipo de protocolo pode influenciar na ocorrência da potencialização.

Os estudos que procuram analisar a potencialização têm que buscar ao máximo utilizar grupos homogêneos em relação à força muscular. Jo et al. (2010) verificaram que o intervalo para a ocorrência da potencialização está inversamente ligado à força relativa no exercício agachamento (valor de 1RM dividido pela massa corporal), sendo que quanto menor a força relativa maior o intervalo necessário para a ocorrência da potencialização para a potência pico no teste de Wingate ($r = -0,77$). No entanto, devido à heterogeneidade do grupo e os diferentes períodos necessários para a ocorrência da potencialização, os parâmetros analisados (potências pico e média, e índice de fadiga) não demonstraram diferença significativa nas ocasiões sem o estímulo condicionante quando comparado com os períodos 5, 10, 15 e 20 min após o estímulo condicionante.

A partir dos estudos apresentados, os resultados indicam que o nível de treinamento pode influenciar na ocorrência da potencialização, sendo que as características das fibras e a maior força muscular parecem também ser características importantes para a ocorrência da PPA. No entanto, deve-se ter cautela com relação ao protocolo utilizado para o estímulo condicionante.

2.8. Protocolo dos estudos de potencialização pós-ativação

Os estudos que buscaram observar a PPA demonstraram resultados controversos devido aos diferentes tipos de protocolos adotados. Dentre as variáveis que podem ser manipuladas para buscar induzir a PPA podemos listar o tipo de exercício como atividade condicionante, número de repetições, número de séries, intensidade no exercício condicionante, intervalo entre a atividade condicionante e a tarefa de interesse para ocorrência da potencialização, a musculatura analisada, entre outros fatores. A Tabela 1 demonstra de forma resumida alguns dos estudos que procuraram verificar a PPA em diferentes protocolos experimentais.

TABELA 1. Características de alguns estudos que tentaram demonstrar a potencialização pós-ativação e seus principais resultados.

Autores	Número de sujeitos e gênero	Nível de treinamento	Atividade condicionante	Intervalo entre a atividade condicionante e a tarefa de interesse	Variável analisada	Resultados
Baker, 2003	16 M	Jogadores de rúgbi de nível estadual e nacional	6 repetições no exercício supino a 65% de 1RM	3 min	Potência média durante 5 repetições no exercício supino durante a fase concêntrica	↑ de 4,5% na potência
Batista et al., 2003	18 M	Fisicamente ativos que não estavam envolvidos com TF nos últimos 6 meses	4 séries de 5 saltos em profundidade de uma altura de 40 cm ou 5 CIVM de 5 s de duração com intervalos de 3 min entre cada contração	5, 10 e 15 min	Salto com contramovimento	Nenhuma diferença significativa para as variáveis analisadas.
Batista et al., 2007	10 M	Fisicamente ativos que não estavam envolvidos com TF	10 extensões máximas de joelho a 60°.s ⁻¹ em um dinamômetro isocinético, sendo realizada uma repetição a cada 30 s	4, 6, 8, 10 e 12 min	Torque de pico no dinamômetro isocinético	Em todas as situações analisadas (4, 6, 8, 10 ou 12 min de intervalo) houve ↑ no torque de pico.
Berning et al., 2010	21 M	Experientes em TF há pelo menos 1 ano e sedentários	1 CIVM durante 3 s no agachamento paralelo	4 e 5 min	Salto com contramovimento	↑ apenas para o grupo treinado de 5,1% e 5,5% após os intervalos de 4 min e de 5 min, respectivamente
Chatzopoulos et al. 2007	15 M	Jogadores amadores de futebol, basquete e vôlei, com pelo menos 5 anos de experiência no treinamento com pesos, e suportavam 1,5 x massa corporal	10 séries de 1 repetição a 90% de 1RM no meio agachamento com 3 min de intervalo entre as séries	3 e 5 min	Tempo no <i>sprint</i> de 30 m	Não houve diferença significativa quando o intervalo foi de 3min. Quando o intervalo foi de 5 min, ocorreu uma ↓ no tempo de <i>sprint</i> de 2,6% nos primeiros 10 m e de 1,8% nos 30 m.

M = masculino, F = feminino, ↑ = aumento, ↓ diminuição, CIVM = contração isométrica voluntária máxima

TABELA 1. Continuação.

Autores	Número de sujeitos e gênero	Nível de treinamento	Atividade condicionante	Intervalo entre a atividade condicionante e a tarefa de interesse	Variável analisada	Resultados
Chiu et al., 2003	12 M, 12 F	6 meses de experiência no exercício agachamento; M suportavam 1,5 x massa corporal, e F 1 x massa corporal	5 séries de uma repetição a 90% de 1RM no exercício agachamento com 2 min de intervalo entre as séries	5 e 18,5 min	Potências pico e média durante saltos com cargas de 30%, 50% e 70% de 1RM do exercício agachamento durante <i>squat jump</i> e salto com contramovimento	Inicialmente nenhum efeito foi observado. Quando os sujeitos foram divididos em indivíduos atletas e com experiência em TF, foi verificado ↑ para todas as variáveis apenas no grupo de atletas.
French et al., 2003	10 M, 4 F	Atletas de atletismo com pelo menos 2 anos de experiência em treinamento com pesos	3 CIVM na extensão de joelho com duração de 3 ou 5 s cada contração, com 3 min de intervalo entre as contrações	Imediatamente após a última contração	Altura de salto com contramovimento e salto em profundidade, força de reação do solo, 5 s de <i>sprint</i> no ciclo, torque de extensão do joelho no exercício isocinético a 250°•s ⁻¹ , eletromiografia do músculo vasto lateral	A CIVM de 3 s ↑ 5,03% na altura do salto com contramovimento, 4,94% da força máxima, 9,49% no impulso de aceleração e 6,12% no torque de extensão de joelho. Nenhuma mudança para a condição de CIVM de 5 s ou na atividade eletromiográfica.
Gossen e Sale, 2000	6 M, 4 F	Moderadamente ativos	10 s CIVM da extensão unilateral de joelho	15 min	Extensão dinâmica do joelho a 15%, 30%, 45% e 60% da CIVM em ordem aleatória para o torque de pico, potência, velocidade e trabalho total	Nenhuma diferença significativa para as variáveis analisadas.

TABELA 1. Continuação.

Autores	Número de sujeitos e gênero	Nível de treinamento	Atividade condicionante	Intervalo entre a atividade condicionante e a tarefa de interesse	Variável analisada	Resultados
Gourgolis et al., 2003	14 F	Jogadores de basquete universitários	5 séries no exercício meio agachamento com 2 repetições a 20%, 40%, 60%, 80% e 90% de 1RM	5 min	Salto com contramovimento sobre a plataforma de força avaliando a altura, velocidade, e potência de salto	↑ de 2,39% na média de altura de salto. Quando dividido em 2 grupos (1RM <160 kg e >160 kg no exercício agachamento) o grupo mais forte ↑ 4,0%, enquanto que o grupo mais fraco demonstrou um ↑ de 0,42%.
Güllich e Schmidtbleicher, 1996	34 M e 12 F	Atletas de força e velocidade de nível nacional e internacional	Protocolos com carga igual ou superior a 90% no exercício supino; 3-5 CIVM no <i>leg press</i> unilateral	Supino = 3-5 min; <i>Leg press</i> = 3-5,3 min	Curvas força/tempo para elevação da barra; salto com contramovimento	↑ na taxa de desenvolvimento de força dos membros superiores; ↑ de 1,4 cm na altura do salto com contramovimento.
Hanson et al., 2007	24 M, 6 F	Praticantes de treinamento com pesos com pelo menos 1 anos de experiência	8 repetições a 40% de 1RM com velocidade alta de execução ou 4 repetições a 80% de 1RM com velocidade lenta de execução no agachamento paralelo	5 min	Impulso, tempo de contato e força de reação do solo no salto com contramovimento	Nenhuma diferença significativa para as variáveis analisadas.
Hysomallis e Kidgell, 2001	12 M	Praticantes de treinamento com pesos com ~3 anos de experiência	1 série na carga de 5RM no exercício supino	3 min	3 esforços máximos no exercício de flexão de braço sobre a plataforma de força: impulso, taxa de desenvolvimento de força, força pico e força média/massa corporal	Nenhuma diferença significativa para as variáveis analisadas.

TABELA 1. Continuação.

Autores	Número de sujeitos e gênero	Nível de treinamento	Atividade condicionante	Intervalo entre a atividade condicionante e a tarefa de interesse	Variável analisada	Resultados
Jensen e Ebben, 2003	11 M, 10 F	Atletas envolvidos em esportes anaeróbios e que treinavam exercícios agachamento e pliométricos	5RM no exercício agachamento	10 s, 1, 2, 3 e 4 min	Salto com contramovimento sobre a plataforma de força para avaliar a força de reação no solo e altura de salto	Nenhuma diferença significativa para as variáveis analisadas.
Jo et al., 2010	12 M	Fisicamente ativo com 1 ano de experiência no exercício agachamento	1 série de 5 repetições a 85% de 1RM no exercício agachamento	5, 10, 15 e 20 min	Potências pico e médio em valores absolutos e relativos, e índice de fadiga no teste de Wingate	Nenhuma diferença significativa para as variáveis analisadas. No entanto, a potencialização ocorreu em diferentes períodos nos indivíduos de acordo com a força relativa
Jones e Lees, 2003	8 F	Experientes em treinamento com pesos e exercícios pliométricos (suportavam 1,5 x massa corporal)	5 repetições a 85% de 1RM no exercício agachamento	Imediatamente após, 3 min, 10 min e 20 min	Medidas eletromiográficas e cinéticas durante saltos (salto com contramovimento; saltos em profundidade) para força de reação no solo, altura e potência de salto	Nenhuma diferença significativa para as variáveis analisadas.
Kilduff et al., 2007	23 M	Jogadores de rúgbi com ~3 anos de experiência em treinamento com pesos	3RM nos exercícios agachamento e supino	15 s, 4 min, 8 min, 12 min, 16 min e 20 min	Potência pico no salto com contramovimento e arremesso de barra no supino	↑ somente aos 8 (6,8%) e 12 min (8,0%) no salto com contramovimento, e 8 (2,8%), 12 (5,3%) e 16 min (0,8%) para arremesso de barra no supino

TABELA 1. Continuação.

Autores	Número de sujeitos e gênero	Nível de treinamento	Atividade condicionante	Intervalo entre a atividade condicionante e a tarefa de interesse	Variável analisada	Resultados
Kilduff et al., 2008	20 M	Atletas profissionais de rúgbi com ~3 anos de experiência em TF	3 séries de 3 repetições a 87% de 1RM no exercício agachamento	15 s, 4, 8, 12, 16, 20 e 24 min	Potência, pico na taxa de desenvolvimento de força e altura de salto com contramovimento	↑ no desempenho de todas as variáveis apenas no oitavo minuto
Linder et al., 2010	12 F	Pelo menos 1 ano de experiência no exercício meio agachamento	4RM no meio agachamento	9 min	Tempo de 100 m	↓ tempo de 100 m
Mangus et al., 2006	10 M	Pelo menos 1 ano de experiência no exercício meio agachamento	1 repetição a 90% de 1RM no exercício agachamento	3 min	Salto com contramovimento	Não houve diferença significativa para a variável analisada
Miarka et al., 2011	8 M	Judocas faixa marrom de nível estadual	10 séries de 3 saltos consecutivos a 20, 40 e 60 cm (pliométrica); 5 séries de 1 repetição a 95% de 1RM (força máxima); 3 séries de 2 repetições a 90% de 1RM no exercício agachamento seguido de 5 saltos horizontais (contraste)	3 min	Número de projeções no <i>Special Judo Fitness Test</i>	↑ no número de projeções apenas após a série de pliométrica
Parry et al., 2008	7 M	Atletas universitários de rúgbi	5 repetições no exercício agachamento a 30 ou 90% de 1RM	20 min	Potência pico, potência média, potência final e índice de fadiga no teste de Wingate	Nenhuma diferença significativa para as variáveis analisadas.

TABELA 1. Continuação.

Autores	Número de sujeitos e gênero	Nível de treinamento	Atividade condicionante	Intervalo entre a atividade condicionante e a tarefa de interesse	Variável analisada	Resultados
Rahimi, 2007	12 M	Jogadores de futebol com experiência em treinamento com pesos	2 séries de 4 repetições no exercício agachamento a 60, 70 e 85% de 1RM, com 2 min de intervalo entre as séries	4 min	<i>Sprint</i> de 40 m	↓ no tempo de <i>sprint</i> de 1,09%, 1,77% e 2,98% após a atividade condicionante de 60, 70 e 85% de 1RM, respectivamente.
Rixon et al., 2007	15 M, 15 F	20 indivíduos experientes e 10 inexperientes com o exercício agachamento	3RM no meio agachamento ou 3 séries de 3 s de CIVM no agachamento com intervalo de 2 min entre as séries	3 min	Altura de salto e potência pico no salto com contramovimento	↑ de 2,9% para a altura de salto e 8,7% para a potência pico nos homens quando realizaram CIVM; ↑ de 8% para a potência de pico dos homens no salto quando realizaram 3RM no meio agachamento
Robbins e Docherty, 2005	16 M	Pelo menos 1 ano de experiência no exercício meio agachamento	3 séries de 7 s de CIVM em posição agachada (ângulo do joelho a 100°)	4 min	Salto com contramovimento	Não houve ↑ significativa para a variável analisada
Scott e Docherty, 2004	19 M	Fisicamente ativos com pelo menos 1 ano de experiência no exercício agachamento e que suportavam 1,5 x massa corporal	Carga de 5RM no exercício meio agachamento	5 min	Salto com contramovimento e salto horizontal	Nenhuma diferença significativa para as variáveis analisadas.

TABELA 1. Continuação.

Autores	Número de sujeitos e gênero	Nível de treinamento	Atividade condicionante	Intervalo entre a atividade condicionante e a tarefa de interesse	Variável analisada	Resultados
Weber et al., 2010	12 M	Atletas de atletismo das provas de velocidade e saltos da primeira divisão nacional universitária	5 repetições a 85% de 1RM no agachamento ou 5 <i>squat jump</i> consecutivos	3 min	7 <i>squat jump</i> consecutivos analisando a maior altura e média, e a força pico de reação do solo	↑ para todas as variáveis analisadas no protocolo com 5 repetições a 85% de 1RM. No protocolo com 5 <i>squat jump</i> consecutivos houve ↓ no desempenho ou não foi alterado.
Yetter e Moir, 2008	10 M	Atletas de futebol, levantamento de peso e atletismo engajados no TF	5 repetições a 30%, 4 repetições a 50% e 3 repetições a 70% de 1RM nos exercícios agachamento tradicional ou frontal	4 min	<i>Sprint</i> de 40 m	↑ na velocidade de <i>sprint</i> entre 10-20 m e 30-40 m após agachamento tradicional
Young et al., 1998	10 M	Mais de 1 ano de experiência no exercício meio agachamento	5RM no exercício meio agachamento	3 min	Salto com contramovimento com carga (1 série)	↑ de 1 cm no salto vertical.

M = masculino, F = feminino, ↑ = aumento, ↓ diminuição, CIVM = contração isométrica voluntária máxima

Os trabalhos que demonstraram a ocorrência da PPA utilizaram cargas elevadas na atividade condicionante, sendo que os estímulos eram máximos ou próximos do máximo suportado pelo indivíduo (SALE, 2004). Rahimi (2007) observou que a atividade condicionante de alta intensidade (85% de 1RM) no exercício agachamento potencializou em maior magnitude do que baixa intensidade (60% de 1RM) no *sprint* de 40 m.

Já contrações condicionantes realizadas por meio de esforços isométricos máximos de 5 s apresentou queda no desempenho da tarefa subsequente, ocasionada provavelmente pela fadiga muscular ao invés da potencialização (FRENCH; KRAEMER; COOKE, 2003). Os resultados foram semelhantes para o desempenho de salto precedido de exercício condicionante isométrico de 5 s no *leg press* (BATISTA et al., 2003).

Quando o período de descanso após a atividade condicionante é curto, pode ocorrer também queda no desempenho (JENSEN; EBBEN, 2003). O intervalo entre o estímulo condicionante e o exercício de interesse para promover a PPA tem sido geralmente em torno de três a cinco minutos. Alguns autores consideram que esse intervalo seria ideal devido a ressíntese total da PCr ocorrer aproximadamente nesse período (BAKER et al., 2003; YOUNG et al., 1998). No entanto, Chiu et al. (2003) demonstraram que a PPA pode perdurar por pelo menos 18 min após a atividade condicionante. Apesar disso, French, Kraemer e Cooke (2003) descreveram que o repouso de 30 min após o estímulo condicionante remove completamente o efeito residual da PPA. Além disso, salientando o que foi descrito no tópico anterior, há indicativos de que indivíduos com baixa força relativa (carga de 1RM dividido pela massa corporal) precisam de um intervalo maior para a ocorrência da PPA (JO et al., 2010).

Considerando aspectos práticos, os principais resultados demonstraram que os protocolos de PPA induzem a aumentos no desempenho nas atividades em que há uma alta participação dos componentes de força e potência como saltos, tarefas com mobilização de altas cargas externas, torque em aparelho isocinético, variáveis que podem ser medidas em plataformas de força, velocidade de deslocamento, entre outros. Adicionalmente, o princípio da PPA pode ser utilizado para a realização de treinamento complexo. O treinamento complexo envolve a execução de exercício contra uma forte resistência anteriormente a realização de tarefas explosivas para tentar induzir maiores adaptações neuromusculares no atleta

(HODGSON; DOCHERTY; ROBBINS, 2005). Essa especulação foi confirmado por alguns autores, demonstrando maiores adaptações no desempenho de salto, *sprint* e agilidade utilizando esse tipo de intervenção (MAIO ALVES et al., 2010).

Uma crítica em relação a maioria dos trabalhos de PPA é a realização de todo o protocolo experimental no mesmo dia (Exemplo: execução do salto ou corrida → estímulo condicionante → verificação da PPA no salto ou corrida). Esta característica pode levar a um viés, sendo que a potencialização pode ocorrer pela somatória dos estímulos realizados anteriormente a tarefa de interesse (corrida ou salto + estímulo condicionante). Desta forma, o interessante seria separar os dias em que o indivíduo realiza a atividade para ser considerado como controle (apenas salto ou corrida) e a atividade com o estímulo condicionante para tentar observar a ocorrência da potencialização.

2.9. Plataforma vibratória

Vibrações são estímulos mecânicos caracterizados por movimentos oscilatórios (CARDINALE; WAKELING, 2005; JORDAN et al., 2005), tendo como parâmetros a amplitude e a frequência. A amplitude é a metade da diferença entre o maior e o menor valor das oscilações periódicas. Já a frequência é o número de ciclos por segundo e geralmente é expressa em hertz (Hz) (Figura 7) (LUO; MCNAMARA; MORAN, 2005).

FIGURA 7. Amplitude e número de ciclos (frequência) ao longo do tempo (BATISTA, 2010).

Inicialmente, estudos com vibração despertaram interesse dos pesquisadores devido a vários aparelhos utilizados como ferramentas de trabalho provocarem a vibração, sendo que a exposição crônica ocasiona alguns riscos e pode ser prejudicial à saúde do indivíduo. Alguns trabalhos demonstraram que a vibração pode ocasionar alterações hemodinâmicas (BOVENZI, 1996; BOVENZI e GRIFFIN, 1997), dor na região lombar (BOVENZI, 1996), além de relatos de mal-estar e tonturas (MESTER et al., 1999). No entanto, recentemente tem se verificado que vibração utilizada como forma de exercício em baixas amplitudes e frequências pode levar ao aumento do desempenho de maneira aguda e crônica. A vibração pode ser aplicada de maneira direta por meio de aparelhos posicionados sobre o ventre muscular ou o tendão, e de maneira indireta utilizando halteres ou plataformas vibratórias transmitindo vibrações geralmente nos segmentos dos indivíduos, e por meio da propagação atingem os músculos.

Devido ao interesse dos pesquisadores e, principalmente, das pessoas que frequentam academia visando à melhoria da saúde, vários fabricantes têm buscado produzir as chamadas plataformas vibratórias, com o propósito de auxiliar o treinamento dos indivíduos. Como foi salientado anteriormente, esses aparelhos transmitem ondas vibratórias nos membros ou no corpo do indivíduo de forma distal-proximal. Desta forma, as regiões que sofrem maiores estímulos são as que estão mais próximas e em contato com o equipamento.

Podemos encontrar no mercado plataformas vibratórias basicamente constituídas por dois sistemas: (A) as que geram deslocamento vertical alternando os lados direito e esquerdo oscilando ao redor de um eixo central, como o formato de uma gangorra (ex. Galileu[®]); (B) as que oscilam para cima e para baixo de maneira uniforme (ex. Power Plate[®] ou Fitvibe[®]) (Figura 8).

FIGURA 8. Característica de vibração das plataformas (adaptada de CARDINALE e WAKELING, 2005).

Em geral, as plataformas vibratórias provocam vibrações com frequências e amplitudes de até 50 Hz e 7,5 mm, respectivamente. No entanto, geralmente a plataforma que provoca uma alta frequência não permite uma alta amplitude ou vice-versa. Desta forma, dependendo da combinação das variáveis o pico de aceleração provocada pela plataforma vibratória chega a aproximadamente 15 g. Ou seja, 15 vezes a aceleração da gravidade (aceleração da gravidade é de aproximadamente $9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ao nível do mar). A estimativa do pico de aceleração pode ser realizada por meio da seguinte fórmula (WILCOCK et al., 2009):

$$g = \frac{amp(2\pi f)^2}{9,81\sqrt{2}}$$

Onde g é o número de vezes do pico de aceleração provocada pela plataforma vibratória em relação a da gravidade, amp é a amplitude em metros e f a frequência em Hz.

Analisando a fórmula em detalhes, o $2\pi f$ é a frequência angular. Elevando a frequência angular ao quadrado, multiplicando pela amplitude e dividindo por $\sqrt{2}$ (devido a característica senoidal da vibração) encontramos a estimativa da

aceleração em metros por segundo ao quadrado. O valor de 9,81 na fórmula é para encontrar a força g em relação ao número de vezes a aceleração da gravidade.

Jackson e Turner (2003) e Issurin (2005) têm sugerido que frequências menores (aproximadamente 30-50 Hz) são mais interessantes para produzir um maior efeito estimulatório devido a uma maior sincronização com a taxa de disparo das unidades motoras, enquanto que as altas frequências são absorvidas e dissipadas por outros tecidos do nosso corpo.

A vibração ocasiona contrações musculares involuntárias por meio de mecanismos reflexos, chamado reflexo tônico vibratório. Ela ativa as fibras aferentes Ia por meio dos fusos musculares e estas, na medula espinhal, excitam os motoneurônios alfa, ocasionando a contração muscular. Desta forma, a vibração em si já é uma forma de sobrecarga, podendo levar a aumentos na força muscular de maneira crônica. Entretanto, a literatura ainda carece de estudos comparando os efeitos agudos e crônicos dos diferentes tipos de plataformas vibratórias, como as citadas anteriormente (Figura 8). Além disso, há várias combinações de frequências e amplitudes que podem ser utilizadas, as quais podem fazer com que as comparações entre os estudos sejam prejudicadas.

2.10. Respostas fisiológicas com a vibração

A análise das respostas fisiológicas é importante para compreender quais os mecanismos estão envolvidos nas adaptações, além de ser uma forma de diagnosticar possíveis benefícios ou malefícios ocasionados por algum tipo de intervenção.

Como foi descrito no tópico anterior, a vibração leva a uma resposta neuromuscular chamado de reflexo tônico vibratório, que ativa as fibras aferentes Ia e, subsequentemente, os motoneurônios alfa, ocasionando a contração muscular. Devido a esse mecanismo reflexo, quando o indivíduo permanece sobre a plataforma vibratória na posição de meio agachamento, mesmo sem nenhuma imposição de carga externa, é verificada atividade eletromiográfica maior no músculo com o estímulo vibratório quando comparado sem a vibração. Nas frequências de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 Hz a atividade eletromiográfica aumenta de maneira proporcional ao aumento da frequência de vibração nos músculos sóleo,

gastrocnêmio, tibial anterior e bíceps femoral quando utilizada a mesma amplitude, podendo a atividade eletromiográfica atingir valores próximos a 40% da CVM nos músculos sóleo, gastrocnêmio e tibial anterior, e em torno de 20% da CVM para os músculos reto e bíceps femoral na frequência de 30 Hz (POLLOCK et al., 2010). Já em frequências maiores, não foi observado aumento gradativo na atividade eletromiográfica. Hazell, Kenno e Jakobi (2010) verificaram que a atividade eletromiográfica dos músculos vasto lateral, bíceps femoral e gastrocnêmio a 45 Hz e amplitude de 4 mm foi ligeiramente maior do que a 25 Hz, não sendo observado na maioria dos músculos diferença em relação à frequência de 35 Hz. Nesse estudo a atividade eletromiográfica dos músculos vasto lateral, bíceps femoral, gastrocnêmio e tibial anterior atingiram cerca de aproximadamente 40%, 8%, 15% e 35% da CVM, respectivamente. A diferença para o estudo de Pollock et al. (2010) e Hazell, Kenno e Jakobi (2010) foi que o primeiro analisou a atividade eletromiográfica no agachamento estático (angulação de aproximadamente 90° de flexão do joelho e do quadril) e o segundo no agachamento dinâmico. No entanto, em outro estudo, na frequência de 30 Hz e amplitude de 5 mm a atividade eletromiográfica do músculo vasto lateral foi maior do que a 50 Hz e mesma amplitude (CARDINALE; LIM, 2003). Essa contradição entre os estudos de Hazell, Kenno e Jakobi (2010) e Cardinale e Lim (2003) é talvez a diferentes amplitudes e frequências utilizadas.

Quando foi comparada amplitude de 2,5 mm com de 5,5 mm nas frequências de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 Hz, a atividade eletromiográfica foi geralmente maior na amplitude de 5,5 mm (POLLOCK et al., 2010). Mais estudos são necessários comparando diferentes amplitudes em frequências mais usualmente utilizadas em intervenções com a plataforma vibratória (ex. 30-50 Hz).

A maior ativação muscular utilizando a plataforma vibratória pode levar a um maior VO_2 , sendo que quando foram comparadas frequências de 18, 26 e 34 Hz, quanto maior a frequência maior foi o VO_2 , atingindo valor de $7,76 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ na maior frequência, enquanto que na situação sem vibração o valor foi de aproximadamente $2,75 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ quando o indivíduo permaneceu em pé sobre a plataforma vibratória. A amplitude também influencia nesta resposta fisiológica, sendo que o VO_2 é maior com amplitudes maiores ($7,5 \text{ mm} = 7,26 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $5 \text{ mm} = 4,97 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $2,5 \text{ mm} = 4,17 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), quando a frequência foi padronizada a 26 Hz. Esses resultados indicam que o estímulo vibratório sem a imposição de nenhuma carga externa já ocasiona um maior estresse metabólico.

Além disso, quando uma sobrecarga foi adicionada sobre o indivíduo, o VO_2 foi maior. Esse maior VO_2 foi verificado principalmente quando foi adicionada uma sobrecarga na região próxima aos ombros do indivíduo do que quando comparado à cintura, devido a, provavelmente, uma maior ativação dos músculos posturais para a estabilização do tronco (RITTWEGER et al., 2001).

Cochrane et al. (2010) compararam os agachamentos estático e dinâmico sem sobrecarga nas situações com e sem a vibração, e verificou também que o VO_2 foi maior nas situações com a vibração (11 a $13 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), no entanto, apenas quando eles foram comparados ao agachamento estático sem a vibração ($7 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$). Quando foram comparados ao agachamento dinâmico sem a vibração ($10 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), não foi encontrada diferença significativa. Devido a tentativa de minimizar a ressonância da vibração ao longo do corpo, o indivíduo procura realizar contrações musculares para amortecer essas vibrações e, conseqüentemente, uma maior temperatura muscular foi observada com a vibração. Quando foram realizadas contrações dinâmicas sem o estímulo vibratório não foi encontrada diferença significativa em comparação às situações com vibração. Apenas foi observada diferença na temperatura muscular comparando agachamento estático sem vibração. Apesar de um maior VO_2 com a vibração, as pressões arteriais sistólicas e diastólicas são semelhantes quando comparadas às situações sem e com a vibração durante contrações isométricas no *leg press* nas intensidades correspondente a 0%, 20% e 40% da massa corporal. Já para a frequência cardíaca tanto no agachamento estático quanto dinâmico foi maior com a vibração em comparação às mesmas situações sem vibração. (COCHRANE et al., 2008).

Além disso, alguns trabalhos indicaram que a fadiga foi mais pronunciada com esse tipo de intervenção. Isso pode ser comprovado pelo estudo de Rittweger, Mutschelknauss e Felsenberg (2003) que verificaram que a exaustão realizando exercício de agachamento dinâmico (3 s fase excêntrica e 3 s fase concêntrica) com carga adicional de 40% da massa corporal ocorre anteriormente com a vibração ($349 \pm 230 \text{ s}$) do que sem a vibração ($515 \pm 338 \text{ s}$).

Na situação em que o exercício agachamento com peso livre (60% da massa corporal) foi realizado concomitante a vibração (frequência de 22 Hz e amplitude 4 mm), a atividade eletromiográfica foi maior ao longo de nove repetições e nas cinco séries realizadas (aproximadamente 58 a 64% da CVM) do que em relação à situação que foi realizado o exercício agachamento com peso livre sem a

vibração (45-48% da CVM). Além disso, a [La] pico foi maior após a situação com a vibração (vibração = $4,11 \pm 0,33$ mM; sem vibração = $2,66 \pm 0,29$ mM). Os autores acreditam que essa maior resposta fisiológica foi devido a um maior recrutamento de unidades motoras do tipo II, podendo induzir a maiores adaptações a longo prazo (ECKHARDT et al. 2011). No entanto, a vibração foi aplicada com a mesma carga externa do que na situação sem a vibração, o que pode explicar esses maiores valores de atividade eletromiográfica e resposta da [La].

Assim, os trabalhos citados anteriormente indicam que a vibração por si só já é um tipo de sobrecarga e, dessa forma, as respostas fisiológicas são diferenciadas quando se realiza exercícios com e sem estímulos vibratórios e mantendo a mesma carga externa. Desta forma, Batista (2010) restringiu o número de repetições máximas (10-12RM) e verificou que os grupos que realizaram o exercício agachamento sobre a plataforma vibratória com diferentes amplitudes e frequências (frequência de 30 Hz e amplitude de 2-4 mm ou frequência de 50 Hz e amplitude de 4-6 mm), a carga externa foi menor do que o grupo que realizou o agachamento sem a vibração. Vale salientar que os grupos tinham os mesmos valores de 1RM no momento do estudo. Além disso, o autor demonstrou que a [La] foi semelhante nas três situações após 3 minutos de exercício (somente agachamento = $10,24 \pm 1,04$ mM; agachamento a 30 Hz = $11,05 \pm 1,54$ mM; agachamento a 50 Hz = $11,77 \pm 1,43$ mM; $P > 0,05$), indicando o mesmo estresse metabólico quando a restrição é pelo número de repetições máximas nas situações com ou sem a vibração.

Analisando algumas respostas hormonais após a vibração, Kvorning et al. (2006) demonstraram que realizar o agachamento sobre a plataforma vibratória sem imposição de nenhuma carga externa ocasiona aumento do hormônio de crescimento e redução do cortisol após 15 minutos do término do exercício. Quando uma carga externa foi adicionada e o mesmo exercício com a plataforma vibratória foi realizada, observou-se aumento da testosterona, do hormônio de crescimento e do cortisol. Isso indica que apesar dos hormônios anabólicos serem liberados com a imposição de carga adicional, há a maior liberação de hormônio catabólico devido a um maior estresse ocasionado pelo exercício.

Adicionalmente, a vibração prolongada (30 min) a 30 Hz realizada de maneira direta (aplicada sobre o ventre muscular) diminui o desempenho subsequente da força e a taxa de desenvolvimento de força, tendo

consequentemente uma menor atividade eletromiográfica durante a tarefa devido à fadiga neuromuscular (JACKSON; TURNER, 2003).

Uma das preocupações em relação à vibração é a alteração hemodinâmica causada após a exposição crônica a esse estímulo. Bovenzi e Griffin (1997) demonstraram que 20 min após o estímulo vibratório foi observada uma redução no fluxo sanguíneo pelo aumento da resistência vascular, tanto na mão que recebeu o estímulo quanto na mão que não recebeu o estímulo vibratório. Essa resposta foi provavelmente ocasionada por um aumento da atividade nervosa simpática, podendo a longo prazo ocasionar problemas circulatórios nas mãos, chamado síndrome da mão branca.

Apesar das respostas fisiológicas mencionadas anteriormente, as comparações entre os estudos ficam prejudicadas devido à utilização de diferentes amplitudes ou frequências, com e sem sobrecarga externa, tarefas estáticas ou dinâmicas, e essas variações podem influenciar nos resultados apresentados.

2.11. Efeito agudo da vibração sobre o desempenho

Alguns estudos têm demonstrado que a vibração pode ser utilizada como uma forma aguda de aumentar o desempenho em diferentes exercícios.

Bosco, Cardinale e Tsarpela (1999) verificaram que, após um grupo de boxeadores realizarem cinco séries de 60 s de vibração nos músculos flexores do cotovelo a 30 Hz com 60 s de intervalo entre as séries, a potência média no exercício de flexão do cotovelo aumentou e a atividade eletromiográfica para uma determinada potência diminuiu significativamente, demonstrando uma maior eficiência neuromuscular nos músculos flexores do cotovelo. Além disso, após dez séries de 60 s de vibração a 26 Hz e amplitude de 5 mm com 60 s de intervalo entre as séries, foi demonstrado no exercício *leg press* aumento da potência e velocidade média de execução nas cargas de 70, 90, 110 e 130 kg. As variáveis foram determinadas utilizando um sensor de deslocamento (BOSCO et al., 1999).

Em indivíduos moderadamente ativos que foram submetidos à vibração, Jacobs e Burns (2009) demonstraram, utilizando um dinamômetro isocinético, aumento nos torques de pico e médio na extensão de joelho (7,7% e 9,6%, respectivamente), e torque médio na flexão de joelho (7,8%). Adicionalmente, foi

verificado que a vibração melhora o desempenho do teste de flexibilidade sentar-e-alcançar em torno de 16,2%. Os autores utilizaram frequências progressivas de 0 a 26 Hz no primeiro minuto e mantiveram a 26 Hz durante mais cinco minutos.

Outros estudos demonstraram benefícios semelhantes na impulsão vertical utilizando a vibração. Cormie et al. (2006) observaram aumento na altura do salto utilizando frequência de 30 Hz e amplitude de 2,5 mm, entretanto, sem nenhuma melhora na potência pico durante o salto com contramovimento e na força pico durante o agachamento isométrico. Já Bosco et al. (2000) utilizaram frequência de 26 Hz e amplitude de 4 mm com protocolo composto por dois blocos de cinco séries de 60 s de vibração e 60 s de pausa, sendo que cada bloco foi separado por seis minutos de intervalo. Além do aumento na altura do salto com contramovimento, ocorreu aumento na potência mecânica no exercício de *leg press* concomitante a redução da atividade eletromiográfica nos músculos extensores do joelho, indicando uma maior eficiência neuromuscular.

Parte dos resultados dos estudos citados anteriormente foi semelhante do apresentado por Torvinen et al. (2002). Além disso, os autores verificaram que a duração da potencialização utilizando a vibração é curta, sendo que após dois minutos foi observado aumento na altura de salto, na força de extensão isométrica dos membros inferiores e no equilíbrio corporal, no entanto, sem nenhum benefício aos 60 min. Apesar dos achados de Torvinen et al. (2002), os autores utilizaram uma variação de tempo muito grande (2 e 60 min) para verificar por quanto tempo pode perdurar a potencialização utilizando a vibração.

Adams et al. (2009) verificaram que a potência do salto com contramovimento aumenta principalmente no primeiro minuto após a vibração. Os autores indicam que, para o efeito subsequente no desempenho seja maior, a vibração deve ser de baixa frequência (30 Hz) para baixas amplitudes (2-4 mm) e alta frequência (50 Hz) para altas amplitudes (4-6 mm). Bedient et al. (2009) verificaram resultados semelhantes utilizando as mesmas amplitudes e frequências na potência do salto com contramovimento.

Acredita-se que a vibração possa ocasionar a facilitação de estímulos excitatórios por meio das conexões entre fuso muscular e motoneurônios alfa, sem necessariamente aumentar o estímulo motor cortical para a melhoria do desempenho (BOSCO; CARDINALE; TSARPELA, 1999). Além disso, o aumento na potência do salto com a vibração pode ser devido a uma maior sincronização de

unidades motoras, melhora na sincronização de músculos sinergistas e/ou inibição dos antagonistas (JACOBS; BURNS, 2009).

No entanto, a exposição prolongada de estímulos vibratórios locais pode, ao invés de potencializar, diminuir o desempenho motor. Kouzaki, Shinohara e Fukunaga (2000) verificaram que o protocolo de vibração durante 30 min no músculo reto femoral a 30 Hz e amplitude de 2-3 mm diminui a força e a taxa de desenvolvimento de força (derivada da força/derivada do tempo) para o exercício de extensão do joelho. De forma semelhante, avaliando os membros ipsilateral e contralateral que recebeu o estímulo, Jackson e Turner (2003) demonstraram que após estímulos vibratórios de 30 min a 30 e 120 Hz sobre o músculo reto femoral ocorreu decréscimos na força e na taxa máxima de desenvolvimento da força para o exercício de extensão do joelho em ambos os membros. A redução na performance da perna ipsilateral pode ser explicada devido à vibração estimular os terminais aferentes Ia, induzindo via reflexo monossináptico estímulos tônicos excitatórios dos motoneurônios alfa. Desta forma, acredita-se que a vibração prolongada leva a uma atenuação das funções das fibras aferentes Ia via inibição pré-sináptica, o aumento no limiar de disparo das fibras Ia e a depleção de neurotransmissores (KOUZAKI; SHINOHARA; FUKUNAGA, 2000). Já na perna contralateral a redução pode ser explicada pelo fenômeno chamado educação cruzada (*cross-education*). A educação cruzada são estímulos ocorridos no membro ipsilateral que pode influenciar no membro contralateral por meio da alteração na excitabilidade via medula espinhal (ZHOU, 2000).

Pelos trabalhos apresentados, não há nenhuma característica específica demonstrada como tipo de fibra muscular, e nível de treinamento dos sujeitos influenciam no efeito potencializador da vibração. As principais características nos protocolos dos estudos que observaram melhora na performance após a vibração foram utilizando baixas frequências (26-30 Hz) com baixas amplitudes (2-4 mm) ou alta frequência (50 Hz) e alta amplitude (4-6 mm) com períodos curtos de exposição a vibração (até aproximadamente 10 min).

2.12. Efeito crônico do treinamento de força com a vibração

O treinamento vibratório pode ser realizado sem nenhuma carga externa com o indivíduo posicionado sobre a plataforma vibratória e manipulando a intensidade do estímulo por meio da variação da amplitude e da frequência. Recentemente alguns trabalhos procuraram realizar o TF sobre a plataforma vibratória esperando que a plataforma vibratória promovesse um efeito adicional ao TF sobre as variáveis de desempenho (KVORNING et al., 2006; RONNESTAD, 2004). Os autores acreditavam que a vibração ocasionava um maior recrutamento e a sincronização das unidades motoras, permitindo mobilizar uma maior carga de treinamento e ocasionando uma maior adaptação ao TF sobre a plataforma vibratória (MESTER et al., 1999). No entanto, os trabalhos a seguir não confirmam essas especulações.

Ronnestad (2004) verificou após cinco semanas de TF no exercício agachamento sobre a plataforma vibratória que, além de aumentar a carga de 1RM, os indivíduos tiveram um desempenho melhor no salto com contramovimento, entretanto, sem diferença significativa ao grupo que realizou apenas o TF.

De forma semelhante, Kvorning et al. (2006) verificaram no salto com contramovimento sobre a plataforma de força que a altura de salto, potência média e pico, força média e pico, velocidade pico, trabalho e tempo da fase concêntrica no grupo TF + vibração não foi diferente significativamente do grupo que realizou apenas o TF após nove semanas de intervenção. A única diferença observada neste estudo foi a maior concentração de hormônio de crescimento 15 minutos após a primeira sessão de treino, e cortisol 15 minutos após a primeira e a última sessão de treino no grupo TF + vibração em relação ao grupo TF.

Apesar do TF+vibração não aumentar mais a força muscular do que o TF de maneira isolado, há indicativo demonstrando que o controle postural é melhorado com uma menor oscilação em relação ao centro de pressão plantar analisada de maneira estática (SPILIOPOULOU et al., 2010). Os autores acreditam que a melhora observada no controle postural é devido a uma maior sensibilidade no mecanismo reflexo dos receptores localizados nos ligamentos, nas articulações e nos músculos. No entanto, nesse estudo não foi descrito de maneira clara como foi realizado a sobrecarga nos grupos TF+vibração e TF.

Lamont et al. (2010) realizaram o TF e vibratório com desenho experimental diferente dos autores citados anteriormente. Ao invés de realizar o exercício agachamento com sobrecarga sobre a plataforma vibratória, os indivíduos permaneciam agachados em isometria a 135° de flexão do joelho sobre a plataforma vibratória durante parte dos intervalos do exercício agachamento. Os autores verificaram que a taxa de desenvolvimento de força isométrica inicial (avaliando os 50 primeiros registros utilizando célula de carga) no exercício agachamento a 135° de flexão do joelho aumentou em maior magnitude no grupo TF + vibração do que o grupo que realizou apenas o TF. Além disso, houve uma tendência para que o grupo TF + vibração fosse maior do que o grupo força na variável pico isométrico da taxa de desenvolvimento de força. Todavia, esses resultados podem ter ocorrido por um maior estímulo de treino para o grupo que realizou força + vibração, sendo que em parte dos intervalos os sujeitos eram submetidos à vibração, enquanto que o grupo que realizou apenas o TF não realizou nenhum outro tipo de estímulo.

Diferentemente do que alguns autores acreditavam, a vibração aplicada concomitante ao TF faz com que ocorra uma sobrecarga nos músculos e, conseqüentemente, uma menor carga externa possa ser mobilizada durante o treinamento (BATISTA, 2010). Desta forma, a vibração parece não proporcionar um efeito aditivo quando realizado em conjunto com o TF. No entanto, poucas foram as variáveis analisadas procurando verificar a maior efetividade do TF+vibração em comparação ao TF realizado de maneira isolado.

3. MÉTODOS

3.1. Estudo 1 – Reprodutibilidade e efeito do treinamento de força na capacidade de *sprints* repetidos

3.1.1. Sujeitos

Iniciaram o estudo 39 sujeitos com idades entre 18 a 32 anos, moderadamente ativos (praticantes de exercício físico 2-3 vezes por semana), sem estarem engajados ao TF há pelo menos seis meses antecedentes ao estudo. Entretanto, 10 indivíduos não participaram de todas as avaliações necessárias ou de pelo menos 90% das sessões de treinamento de força. Assim, apenas os dados de

29 sujeitos foram analisados. Antes de iniciar as sessões de avaliação física foi solicitado aos participantes para que preenchessem um questionário de prontidão de atividade física (PAR-Q) (ANEXO 1) como uma tentativa de diagnosticar algum possível problema que os impossibilitassem de participar do estudo. Após convenientemente informados sobre os procedimentos do estudo todos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO 2), devidamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos (ANEXO 4).

Anteriormente à realização dos testes, os sujeitos foram instruídos a não ingerirem bebidas alcoólicas ou cafeinadas, e não realizarem atividades físicas vigorosas 24 h antecedentes a cada teste. Os testes foram conduzidos com pelo menos duas horas após o indivíduo ter realizado a última refeição para evitar possíveis desconfortos gástricos durante a realização dos testes.

3.1.2. Protocolo experimental

Os sujeitos realizaram inicialmente a determinação da ASTQ por meio de ressonância magnética, quatro a cinco sessões em dias diferentes de testes de 1RM no exercício agachamento e uma familiarização no teste de CSR após uma das sessões do teste de 1RM, e, por fim, teste de CSR. Após a realização desses testes os indivíduos foram submetidos a um protocolo de TF durante 10 semanas no exercício agachamento com ou sem plataforma vibratória. Ao final desse período de treinamento os sujeitos realizaram novamente medição da ASTQ, um teste de CSR e mais uma sessão de teste para a determinação da carga de 1RM (Figura 9).

FIGURA 9. Desenho experimental.

Alguns sujeitos realizaram antes do período do treinamento dois testes de CSR (sem contar a familiarização) para verificar a reprodutibilidade do teste.

3.1.3. Teste de força dinâmica máxima

A força muscular dinâmica foi determinada por meio do teste de 1RM no exercício agachamento realizado no aparelho com barra guiada (*Smith machine*) em quatro ou cinco sessões realizadas em dias diferentes com pelo menos 48 h de intervalo entre as sessões. O critério para a realização de quatro sessões foi uma variação para carga de 1RM menor do que 5% em relação à sessão anterior. Anteriormente ao teste de 1RM foi realizado um aquecimento durante cinco minutos correndo a $8,5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ na esteira. Após três minutos de descanso, os sujeitos realizaram o aquecimento específico no exercício agachamento executando uma série de cinco repetições a ~50% de 1RM, uma série de três repetições a ~70% de 1RM e uma série de uma repetição a ~90% de 1RM. Essa estimativa inicial foi realizada por meio de tentativa e erro, e de acordo com a experiência dos avaliadores. O intervalo entre as séries e para o início do teste de 1RM foi de três minutos.

Os indivíduos foram orientados para tentarem completar uma repetição. Caso completassem na primeira tentativa, ou mesmo se não for completada, uma segunda tentativa foi executada após um intervalo de recuperação de três minutos

com uma carga superior (primeira possibilidade) ou inferior (segunda possibilidade) àquela empregada na tentativa anterior. Tal procedimento foi repetido em um total de cinco tentativas.

A técnica de execução do exercício agachamento foi padronizada, na qual durante a transição da fase excêntrica para a concêntrica do exercício os joelhos deveriam flexionar até uma angulação de aproximadamente 90°.

3.1.4. Teste de capacidade de *sprints* repetidos (teste de CSR)

Os sujeitos realizaram seis *sprints* máximos de corrida bidirecional (2 x 15 m), sendo que os *sprints* foram realizados a cada 20 s, computando o período de realização de cada *sprint* (BUCHHEIT et al., 2008). Por exemplo, caso o indivíduo realizasse o trajeto de ida e volta (2 x 15) em ~6 s, o tempo de recuperação para o próximo *sprint* foi de ~14 segundos. Três segundos anteriormente a cada *sprint* os sujeitos foram solicitados a se posicionarem e aguardarem o sinal de partida. Durante todo o teste foi realizado encorajamento verbal por parte dos avaliadores. O tempo de cada *sprint* foi registrado por meio de fotocélulas (MultiSprint, Hidrofit, Brasil). A partir desses registros foram analisados o melhor tempo de *sprint* (CSR_{melhor}), tempo médio dos *sprints* ($CSR_{\text{médio}}$), e o percentual de decréscimo dos *sprints* ($CSR_{\%dec}$). O $CSR_{\%dec}$ foi calculada por meio da equação 1:

$$CSR_{\%dec} = 100 - (\text{tempo total} / \text{tempo ideal} \times 100) \quad (\text{equação 1})$$

Onde o tempo total é a somatória dos tempos dos 6 *sprints* e o tempo ideal é 6 x CSR_{melhor}

A frequência cardíaca foi monitorada continuamente durante o teste utilizando um cardiófrequencímetro (Polar RS800CX, Kempele, Finlândia), e foi posteriormente analisada por meio do software Polar ProTrainer 5 (Polar, Kempele, Finlândia).

3.1.5. Coletas de sangue para análise de concentração de lactato

Inicialmente foi realizada uma assepsia no lóbulo da orelha e, subsequentemente, um pequeno furo na região por meio de uma lanceta descartável para a coleta de sangue. Após o terceiro minuto à realização do teste de CSR, 25 μ l de sangue foram coletados utilizando capilares de vidro heparinizado e que posteriormente foram armazenados em tubos de polietileno tipo Eppendorf contendo 50 μ l de 1% de NaF para análise da [La]. As análises foram realizadas no Laboratório de Determinantes Energéticos do Desempenho Esportivo (LADESP) da Escola de Educação Física e Esporte (EEFE) da Universidade de São Paulo (USP) utilizando um lactímetro YSI 1500 (Yellow Springs, OH, EUA) calibrado previamente com uma solução padrão de 5 mM.

3.1.6. Área de secção transversa do quadríceps femoral (ASTQ)

A ASTQ foi mensurada por meio de imagens por ressonância magnética de 1.5 Teslas com bobina de corpo (Signa LX 9.1, GE Healthcare, Milwaukee, EUA) no laboratório Delboni Auriemo. Os sujeitos foram posicionados na maca do aparelho em decúbito dorsal com ambas as pernas estendidas, e dois avaliadores experientes cuidaram para corrigir o posicionamento das pernas e fixá-las com sacos de areia de forma a evitar o movimento das mesmas durante a avaliação.

Inicialmente foi realizada uma visualização dos membros inferiores para determinar a distância entre o trocânter maior do fêmur e o epicôndilo lateral da tíbia em um ângulo de 0°. Esta imagem serviu de referência para a medida do corte medial de ambas as coxas dos sujeitos determinado pelo ponto médio dessa distância. Cortes de imagens com 0,8 cm de espessura foram digitalizados para se obter a medida da ASTQ. A extensão do mapeamento foi marcada a cada 50 mm com um tempo de exposição de três segundos para aumentar a qualidade de resolução. A imagem e a escala associada foram então impressas sobre um padrão de transparência de imagem e transferidas para um computador. O corte foi segmentado em quatro componentes (músculo esquelético, tecido adiposo

subcutâneo, osso e tecido residual), e a ASTQ foi determinada pela subtração da área do osso e da gordura subcutânea usando planimetria computadorizada através de um software de análise de imagens (Advantage Workstation 4.3, GE Healthcare, Milwaukee, WI, EUA). Para análise dos dados, utilizou a média de três mensurações, realizadas no corte medial do quadríceps femoral da perna dominante dos sujeitos, como medida da ASTQ. Foi estabelecido um CV inferior a 1% entre as medidas. As medidas da ASTQ foram feitas uma semana antes do período de familiarização e 48 horas após o término da última sessão de treinamento.

3.1.7. Protocolo de treinamento de força

Após a realização dos testes de força e de CSR, os sujeitos foram divididos em três grupos de maneira contrabalanceada para equiparar o valor de 1RM e o desempenho no teste de CSR entre os grupos. O primeiro grupo (TF) realizou o TF convencional no exercício agachamento, o grupo 2 (TF+V30) o exercício agachamento associado à vibração a 30 Hz e amplitudes de 2-4 mm, e o grupo 3 (TF+V50) o exercício agachamento associado à vibração a frequência de 50 Hz e amplitudes de 4-6 mm (Fitvibe, GymnaUniphy NV, Bilzen, Bélgica). Os sujeitos realizaram o programa periodizado de treinamento durante 10 semanas, com frequência semanal de duas vezes em dias não consecutivos. O número de séries e repetições do treinamento de força durante as 10 semanas estão apresentados na Tabela 2. Previamente a cada sessão de treino os sujeitos executaram um aquecimento de cinco minutos na esteira a $8,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, seguido por dois minutos de descanso. Para os componentes dos grupos TF+V30 e TF+V50, o exercício agachamento foi realizado sem os calçados para evitar a possível influência na atenuação da vibração. O intervalo entre as séries em todas as sessões de treinamento foi de dois minutos de descanso. Todos os treinos foram realizados no Laboratório de Adaptação ao Treinamento de Força.

TABELA 2. Programa de treinamento de força.

	Número de séries	Número de repetições máximas
Semana 1	3	10-12
Semanas 2 e 3	4	10-12
Semana 4	4	8-10
Semanas 5 e 6	5	8-10
Semana 7	4	6-8
Semanas 8 e 9	5	6-8
Semana 10	3	6-8

3.1.8 Análise estatística

A normalidade dos dados foi analisada por meio do teste de Shapiro-Wilk. Os dados foram apresentados por média e desvio padrão (DP). O CSR_{melhor} , $CSR_{\text{médio}}$, $CSR_{\%dec}$ para comparar as situações de teste e reteste foram analisados por meio de teste t para amostras dependentes. A reprodutibilidade dos dados foi avaliada por meio do coeficiente de correlação intraclasse (CCI) e a concordância por meio da plotagem de Bland e Altman (1986). A [La] e a frequência cardíaca ao final do teste de CSR antes e após as 10 semanas de treinamento, o efeito dos diferentes tipos de treinamento para os parâmetros do teste de CSR (CSR_{melhor} , $CSR_{\text{médio}}$, $CSR_{\%dec}$), 1RM e ASTQ foram comparados por meio de análise de modelos mistos, tendo grupo (3 níveis) e período do treinamento (2 níveis) como efeitos fixos, e sujeitos como efeitos aleatórios. Quando o valor de F foi significativo, a identificação das diferenças foi realizada por meio do teste de *post hoc* de Tukey. A relação da ASTQ e da carga de 1RM com CSR_{melhor} , $CSR_{\text{médio}}$, $CSR_{\%dec}$ foi verificada por meio da correlação de Pearson. A significância adotada para todas as análises foi de $P < 0,05$. Para a realização das análises foram utilizados os pacotes estatísticos SPSS 15.0, SAS 9.2 e MedCalc 9.2.0.1. Adicionalmente às análises de comparação, o menor efeito relevante foi calculado para o CSR_{melhor} , $CSR_{\text{médio}}$, $CSR_{\%dec}$ para determinar a probabilidade se o efeito foi benéfico, trivial ou prejudicial no desempenho. O percentual de chance de melhora/trivial/decréscimo no desempenho foi avaliado qualitativamente de acordo com as seguintes classificações: < 1% quase certeza que não; 1% a 5% muito improvável; 5% a 25%

improvável; 25% a 75% possível; 75% a 95% provável; 95% a 99% muito provável; >99% quase certeza. Se a chance de benefício e decréscimo no desempenho foi para ambos maior que 5% do percentual de chances de diferença, a classificação foi considerado indeterminado (HOPKINS et al., 2009).

3.2. Estudo 2 – Potencialização pós-ativação na capacidade de *sprints* repetidos

3.2.1. Sujeitos

Participaram do estudo 12 atletas de handebol das categorias juvenil e júnior (17 a 21 anos) com experiência em competições nacionais e internacionais. Todos estavam realizando TF previamente ao início do estudo, sem nenhuma interrupção, há pelo menos quatro meses. Foi solicitado aos sujeitos para que preenchessem um questionário de prontidão de atividade física (PAR-Q - ANEXO 1) como uma tentativa de diagnosticar algum possível problema que impossibilitassem a participação do estudo. Após convenientemente informados sobre os procedimentos do estudo os sujeitos ou os responsáveis assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO 3), devidamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos (ANEXO 4).

Anteriormente à realização dos testes, os sujeitos foram instruídos a não ingerirem bebidas alcoólicas ou cafeinadas, e não realizarem atividades físicas vigorosas 24 h a cada teste. Os testes foram conduzidos com pelo menos duas horas após o indivíduo ter realizado a última refeição para evitar possíveis desconfortos gástricos durante a realização dos testes.

3.2.2. Protocolo experimental

Cada indivíduo realizou três visitas ao local do estudo, e entre uma visita e outra foi respeitado um intervalo de pelo menos 48 h. Na primeira visita os sujeitos realizaram teste de 1RM no exercício agachamento e, após isso, uma familiarização ao teste de CSR. Nas duas visitas subsequentes, executaram de maneira aleatória o

teste de CSR posteriormente às situações sem e com o estímulo condicionante (Figura 10).

FIGURA 10. Desenho experimental

Os procedimentos para a realização do teste de 1RM e CSR foram os mesmos dos descritos no estudo 1. A única diferença foi no número de sessões iniciais do teste de 1RM, devido aos sujeitos do estudo 1 não estarem engajados ao TF anteriormente ao estudo e os sujeitos do estudo 2 serem atletas e o preparador físico não permitir interferir em várias sessões de treinamento para a aplicação dos testes do presente estudo.

3.2.3. Atividade condicionante

Os sujeitos realizaram cinco minutos de aquecimento geral correndo a uma baixa intensidade em que a frequência cardíaca não excedeu 140 bpm. Após cinco minutos de descanso ou a atividade condicionante + cinco minutos de descanso, os sujeitos realizaram o teste de CSR (Figura 10).

A atividade condicionante foi realizado no exercício agachamento, sendo que o protocolo foi composto por uma série de cinco repetições a 50% de 1RM, uma série de três repetições a 70% de 1RM e cinco séries de uma repetição a 90% de 1RM, com intervalo entre as séries de dois minutos. Após cinco minutos de repouso do exercício agachamento os sujeitos foram submetidos à realização do teste de CSR para verificar se o estímulo foi efetivo na ocorrência de PPA.

3.2.4 Análise estatística

A normalidade dos dados foi analisada por meio do teste de Shapiro-Wilk. Os dados foram apresentados por média e desvio padrão (DP). A verificação das possíveis diferenças nas variáveis CSR_{melhor} , $CSR_{\text{médio}}$, $CSR_{\%dec}$, e frequência cardíaca comparando as situações sem e com estímulo condicionante foi observado por meio de teste t para amostras dependentes. A relação entre a magnitude de alteração do CSR_{melhor} , $CSR_{\text{médio}}$ e $CSR_{\%dec}$ com a carga de 1RM foi verificada por meio da correlação de Spearman. A significância adotada para todas as análises foi de $P < 0,05$. Para a realização das análises foi utilizado o pacote estatístico SPSS 15.0. Adicionalmente às análises de comparação, o menor efeito relevante foi calculado para o CSR_{melhor} , $CSR_{\text{médio}}$, $CSR_{\%dec}$ para determinar a probabilidade se o efeito foi benéfico, trivial ou decréscimo no desempenho. O percentual de chance de melhora/trivial/decrécimo no desempenho foi avaliado qualitativamente de acordo com as seguintes classificações: $< 1\%$ quase certeza que não; 1% a 5% muito improvável; 5% a 25% improvável; 25% a 75% possível; 75% a 95% provável; 95% a 99% muito provável; $>99\%$ quase certeza. Se a chance de benefício e decréscimo no desempenho foi para ambos maior que 5% do percentual de chances de diferença, a classificação foi considerado indeterminado (HOPKINS et al., 2009).

4. RESULTADOS

4.1. Estudo 1

Reprodutibilidade do teste de capacidade de *sprints* repetidos

Quinze sujeitos (idade = $23,4 \pm 2,8$ anos; massa corporal = $73,3 \pm 8,8$ kg; estatura = 175 ± 5 cm) realizaram o teste de CSR em duas ocasiões para verificar a reprodutibilidade dos dados.

O CSR_{melhor} , $CSR_{\text{médio}}$ e $CSR_{\%dec}$ não foram diferente significativamente nas situações de teste e reteste ($P > 0,05$), apresentando altos valores de probabilidade de nenhuma alteração para o CSR_{melhor} e $CSR_{\text{médio}}$. No entanto, para o $CSR_{\%dec}$ o percentual de chance de melhora na situação reteste foi de 70% (Tabela 3).

TABELA 3. Valores de média $\pm$ DP para a CSR_{melhor} , CSR_{total} e $CSR_{\%dec}$ nas situações de teste e reteste e percentual de chance de alteração no desempenho (n = 15).

	Teste	Reteste	Chance de melhora/trivial/piora no desempenho (%)
CSR_{melhor} (s)	$6,14 \pm 0,29$	$6,15 \pm 0,27$	1/97/2
$CSR_{\text{médio}}$ (s)	$6,47 \pm 0,33$	$6,44 \pm 0,34$	9/90/1
$CSR_{\%dec}$ (%)	$5,35 \pm 1,34$	$4,85 \pm 1,49$	70/28/2

A Figura 11 apresenta as alterações relativas nas situações de teste e reteste, demonstrando uma alta probabilidade de ser trivial para o CSR_{melhor} e $CSR_{\text{médio}}$. Entretanto, para o $CSR_{\%dec}$ o padrão das alterações relativas foi de uma possível melhora, mas com grande variabilidade dos dados.

FIGURA 11. Alterações relativas para o CSR_{melhor} , $CSR_{médio}$ e $CSR_{\%dec}$ nas situações de teste de reteste. A área em cinza representa o percentual trivial para a menor alteração relevante.

A análise de CCI apresentou valores elevados para CSR_{melhor} ($CCI = 0,95$) e $CSR_{médio}$ ($CCI = 0,93$). Todavia, para o $CSR_{\%dec}$ o valor foi moderado ($CCI = 0,52$).

A plotagem de Bland e Altman (1986) demonstra que CSR_{melhor} e $CSR_{médio}$ apresentaram uma alta concordância nas situações teste e reteste. No entanto, para o $CSR_{\%dec}$ foi verificado uma grande amplitude para o intervalo de confiança (Figura 12).

FIGURA 12. Análise de concordância por meio da plotagem de Bland-Altman para a CSR_{melhor} (A), $CSR_{médio}$ (B), $CSR_{\%dec}$ (C).

Efeito do treinamento de força na capacidade de *sprints* repetidos

As características dos sujeitos nos seus respectivos grupos que realizaram o treinamento de força estão apresentados na Tabela 4

TABELA 4. Valores de média $\pm$ DP para idade, massa corporal e estatura dos grupos TF, TF+V30 e TF+V50.

Grupos	Idade (anos)	Massa corporal (kg)	Estatura (cm)
TF (n = 9)	26,0 $\pm$ 4,5	77,5 $\pm$ 9,5	177 $\pm$ 5
TF+V30 (n = 10)	23,6 $\pm$ 3,2	73,9 $\pm$ 8,8	176 $\pm$ 7
TF+V50 (n = 10)	24,1 $\pm$ 3,9	67,1 $\pm$ 6,2	175 $\pm$ 3

Após 10 semanas de treinamento de força a carga de 1RM no exercício agachamento aumentou em todos os grupos ($P < 0,01$), não sendo diferente entre os grupos antes e após o treinamento ($P > 0,05$) (Tabela 5). De maneira semelhante, a ASTQ aumentou significativamente após o treinamento em todos os grupos ($P < 0,01$), não sendo diferente quando comparado entre os grupos antes e após o treinamento ($P > 0,05$) (Tabela 6).

TABELA 5. Carga de uma repetição máxima (1RM) no exercício agachamento antes e após 10 semanas de treinamento.

Grupos	1RM (kg)	
	Antes	Após
TF (n = 9)	139 $\pm$ 21	163 $\pm$ 27*
TF+V30 (n = 10)	140 $\pm$ 18	162 $\pm$ 21*
TF+V50 (n = 10)	133 $\pm$ 14	155 $\pm$ 18*

* Significativamente diferente em relação à situação antes do treinamento ($P < 0,01$).

TABELA 6. Área de secção transversa de quadríceps (ASTQ) antes e após 10 semanas de treinamento.

Grupos	ASTQ (mm ²)	
	Antes	Após
TF (n = 9)	8112 ± 334	8904 ± 402*
TF+V30 (n = 10)	8051 ± 792	8996 ± 880*
TF+V50 (n = 10)	7301 ± 689	8242 ± 710*

* Significativamente diferente em relação a situação antes do treinamento (P < 0,01).

Não houve diferenças entre os grupos para a CSR_{melhor}, CSR_{médio}, CSR_{%dec} antes do treinamento. O CSR_{melhor} diminuiu significativamente apenas no grupo TF+V30 após 10 semanas de treinamento de força (P < 0,05) (Figura 13A). O CSR_{médio} diminuiu significativamente em todos os grupos após 10 semanas de treinamento (P < 0,05) sem diferença entre os grupos na mesma situação experimental (P > 0,05) (Figura 13B). O CSR_{%dec} não alterou significativamente após 10 semanas de treinamento nos grupos TF+V30 e TF+V50 (P > 0,05). Entretanto, no grupo TF pós-treinamento o CSR_{%dec} foi menor do que em relação à situação pré-treinamento, e em relação ao grupo TF+V30 na mesma situação experimental (P < 0,05) (Figura 13C).

As alterações relativas apresentando a probabilidade de alteração para as variáveis CSR_{melhor}, CSR_{médio} e CSR_{%dec} nas situações de pré e pós-treinamento estão apresentados na Figura 14.

FIGURA 13. CSR_{melhor} (A), $CSR_{médio}$ (B), $CSR_{\%dec}$ (C) nos grupos TF, TF+V30 e TF+V50 antes e após 10 semanas de treinamento.

* Significativamente diferente em relação a situação antes do treinamento ($P < 0,05$).
 # Significativamente diferente em relação ao grupo TF+V30 na mesma situação experimental.

FIGURA 14. Alterações relativas para o CSR_{melhor}, CSR_{médio} e CSR_{%dec} nas situações de pré e pós-treinamento. A área em cinza representa o percentual trivial para a menor alteração relevante.

Quando foi comparada a efetividade dos diferentes tipos de intervenção, o TF+V30 teve um percentual de chance maior para a melhora do CSR_{melhor} do que o TF e TF+V50. Para o $CSR_{\text{médio}}$, os três tipos de intervenção apresentaram efeitos similares, e para o $CSR_{\%dec}$ o grupo TF apresentou maior percentual de chances de melhora, seguido pelo grupo TF+V50 (Tabela 7).

TABELA 7. Percentual de chance comparando as intervenções TF, TF+V30 e TF+V50 para as variáveis CSR_{melhor} , $CSR_{\text{médio}}$ e $CSR_{\%dec}$.

	Percentual de chance de melhor/trivial/pior efeito	Classificação
TF vs. TF+V30		
CSR_{melhor}	2/38/60	Possivelmente pior
$CSR_{\text{médio}}$	11/74/15	Indeterminado
$CSR_{\%dec}$	94/4/2	Provavelmente melhor
TF vs. TF+V50		
CSR_{melhor}	13/63/24	Indeterminado
$CSR_{\text{médio}}$	13/78/9	Indeterminado
$CSR_{\%dec}$	55/25/20	Indeterminado
TF+V30 vs. TF+V50		
CSR_{melhor}	53/43/4	Possivelmente melhor
$CSR_{\text{médio}}$	14/81/5	Provavelmente trivial
$CSR_{\%dec}$	5/11/84	Provavelmente pior

A resposta de frequência cardíaca e a [La] entre os grupos não foi diferente ao final do teste de CSR antes do período de treinamento de força ($P > 0,05$). Além disso, após 10 semanas de treinamento não foram verificadas alterações significativas nas respostas de frequência cardíaca e [La] de lactato ao final do teste de CSR em comparação ao período pré-treinamento ($P > 0,05$) (Tabelas 8 e 9).

TABELA 8. Frequência cardíaca ao final do teste de CSR antes e após 10 semanas de treinamento.

Grupos	Frequência cardíaca ao final do teste de CSR (bpm)	
	Antes	Após
TF (n = 9)	181 ± 8	183 ± 8
TF+V30 (n = 10)	187 ± 5	186 ± 6
TF+V50 (n = 10)	189 ± 8	188 ± 7

TABELA 9. Concentração sanguínea de lactato ao final do teste de CSR antes e após 10 semanas de treinamento.

Grupos	[La] ao final do teste de CSR (mM)	
	Antes	Após
TF (n = 9)	9,3 ± 0,9	9,1 ± 0,8
TF+V30 (n = 10)	10,1 ± 1,0	9,9 ± 1,4
TF+V50 (n = 10)	9,9 ± 1,1	10,0 ± 1,1

A correlação da força muscular e da ASTQ com CSR_{melhor} , $CSR_{\text{médio}}$, $CSR_{\%dec}$ foi baixa ($r \leq 0,35$), apesar de ser próximo de significante entre algumas variáveis (ASTQ e $CSR_{\text{médio}}$; ASTQ e CSR_{melhor} ; $P = 0,06$ e $0,08$, respectivamente).

4.2. Estudo 2

Os atletas de handebol no momento do estudo possuíam idade de $18,7 \pm 1,8$ anos, massa corporal de $86,2 \pm 8,9$ kg e estatura de 185 ± 7 cm.

A carga de 1RM no exercício de agachamento apresentado pelos sujeitos foi de 195 ± 25 kg sendo, dessa forma, a carga utilizada para a atividade condicionante de 175 ± 23 kg.

A Figura 15 apresenta os valores médios dos seis *sprints* do teste de CSR nas situações com e sem atividade condicionante. A ANOVA apresentou diferença

nas diferentes condições de protocolo ($F = 12.47$; $P < 0,01$) e nos *sprints* ($F = 27.01$; $P < 0,01$), no entanto, sem apresentar efeito na interação entre protocolo x *sprint* ($F = 0.64$; $P > 0,05$).

FIGURA 15. Tempo médio dos seis *sprints* com e sem atividade condicionante.

* Significante quando comparado os protocolos ($P < 0,01$).

Significante quando comparado os *sprints* ($P < 0,01$).

A Tabela 10 apresenta os valores do CSR_{melhor} , $CSR_{\text{médio}}$ e $CSR_{\%dec}$ nas situações sem e com a atividade condicionante. O CSR_{melhor} e $CSR_{\text{médio}}$ apresentaram diferenças significantes na situação com a atividade condicionante em relação a situação sem a atividade condicionante ($P < 0,01$) com uma alta probabilidade de melhora no desempenho. Todavia, para o $CSR_{\%dec}$ não foi verificado diferença significativa com maiores percentuais de chance de nenhuma alteração ou piora nessa variável.

TABELA 10. Média $\pm$ DP dos valores de melhor tempo do *sprint* (CSR_{melhor}), tempo médio dos *sprints* ($CSR_{\text{médio}}$) e percentual de decréscimo dos *sprints* ($CSR_{\% \text{dec}}$) sem e com atividade condicionante e o percentual de chance de alteração no desempenho (n = 12).

	Sem	Com	Chance de melhora/trivial/piora no desempenho (%)
CSR_{melhor} (s)	$5,82 \pm 0,15$	$5,74 \pm 0,16^*$	96/4/0
$CSR_{\text{médio}}$ (s)	$6,06 \pm 0,18$	$5,99 \pm 0,19^*$	92/8/0
$CSR_{\% \text{dec}}$ (%)	$4,21 \pm 1,07$	$4,39 \pm 0,97$	12/42/47

* Diferença significativa quando comparado às situações sem e com atividade condicionante ($P < 0,01$).

Quando foram analisadas as alterações relativas em relação a menor alteração relevante foi verificado uma grande probabilidade de benefício para o CSR_{melhor} e $CSR_{\text{médio}}$, e de maneira indeterminado para o $CSR_{\% \text{dec}}$ (Figura 16).

FIGURA 16. Alterações relativas para o CSR_{melhor} , $CSR_{\text{médio}}$ e $CSR_{\% \text{dec}}$ nas situações sem e com a atividade condicionante. A área em cinza representa o percentual trivial para a menor alteração relevante.

Além disso, para a frequência cardíaca também não houve diferença significativa ($P > 0,05$) ao final do teste de CSR sem (182 ± 7 bpm) e com o estímulo condicionante (181 ± 6 bpm).

O comportamento dos valores individuais com e sem a atividade condicionante para o CSR_{melhor} , $CSR_{\text{médio}}$ e $CSR_{\%dec}$ pode ser observado na Figura 17. Dez atletas melhoraram o CSR_{melhor} , nove o $CSR_{\text{médio}}$ e cinco o $CSR_{\%dec}$ após a atividade condicionante.

FIGURA 17. Valores individuais do CSR_{melhor} (A), $CSR_{\text{médio}}$ (B) e $CSR_{\% \text{dec}}$ (C) sem e com atividade condicionante.

A carga de 1RM apresentou correlação baixa com a magnitude da mudança no CSR_{melhor} após a atividade condicionante ($r = 0,03$; $P = 0,92$). Com a magnitude da mudança no $CSR_{\text{médio}}$ ($r = 0,50$; $P = 0,10$) e $CSR_{\%dec}$ ($r = 0,56$; $P = 0,06$) a correlação foi moderada e próxima de significativa. Adicionalmente, os parâmetros avaliados no teste de CSR nas situações com e sem atividade condicionante apresentaram baixas correlações com a carga de 1RM ($r \leq 0,38$; $P > 0,05$).

5. DISCUSSÃO

5.1 Estudo 1

Este estudo procurou verificar a reprodutibilidade e o efeito do treinamento de força com e sem a plataforma vibratória no desempenho do teste de CSR. De acordo com nossas expectativas, houve uma alta reprodutibilidade no teste de CSR. Além disso, o treinamento de força com e sem plataforma vibratória aumentou a carga de 1RM e a área de secção transversa do quadríceps, mas sem diferença entre os grupos. Os principais resultados demonstraram que a treinamento de força melhorou o $CSR_{\text{médio}}$ em todos os grupos, mas para o CSR_{melhor} foi verificado uma diminuição apenas no grupo TF+V30.

Estudos anteriores demonstraram que a velocidade média e máxima ou o CSR_{melhor} e o $CSR_{\text{médio}}$ apresentam alta reprodutibilidade (GLAISTER et al., 2007; BUCHHEIT; SPENCER; AHMAIDI, 2010). Esses resultados vão de encontro ao do presente estudo, na qual se verificou altos valores de CCI, alta concordância e grande percentual de chance de ser trivial para uma possível alteração no desempenho do CSR_{melhor} e $CSR_{\text{médio}}$. Para o $CSR_{\%dec}$ o CCI foi moderado, com uma baixa concordância e apresentando percentual de chance de melhora de 70%, mas de maneira indeterminada devido a variabilidade dos dados. Parte desses resultados são semelhantes ao estudo de Glaister et al. (2007), Buchheit, Spencer e Ahmaidi (2010), e Impellizzeri et al. (2008) em que esses autores demonstraram baixo a moderado indicadores de reprodutibilidade para o $CSR_{\%dec}$. Dessa forma, os melhores parâmetros para fazer inferência após algum tipo de intervenção, como o

treinamento de força no presente estudo, é o CSR_{melhor} e $CSR_{\text{médio}}$. A análise da reprodutibilidade no presente estudo teve objetivo de minimizar o problema da ausência do grupo controle devido a um possível efeito da aprendizagem no teste de CSR, o que poderia mascarar o efeito do treinamento de força nos grupos avaliados.

A frequência e a amplitude usada na plataforma vibratória para realizar concomitante ao treinamento de força nos grupos TF+V30 e TF+V50 foram baseados a partir do estudo de Bedient et al. (2009), em que foi observado que a vibração a 30 Hz com 2-4 mm e a 50 Hz e 4-6 mm ocasionaram subsequente aumento na potência do salto com contramovimento de maneira aguda. Apesar da mesma força inicial entre os grupos TF, TF+V30 e TF+V50, no presente estudo, a carga externa imposta durante o treinamento nos grupos TF+V30 e TF+V50 foi menor (~11-23% dependendo da sessão de treinamento) que o grupo TF. Isso foi necessário para manter o mesmo número de repetições máximas de acordo com a periodização planejada. Apesar disso, o incremento na carga de 1RM após o período de intervenção foi semelhante entre os grupos. Esses resultados indicam que o estímulo para o aumento da força muscular com e sem a vibração foi equivalente quando foi estabelecido o número de repetições máximas durante o período de treinamento. Com um protocolo de treinamento semelhante ao do presente estudo, Ronnestad (2004) tentou verificar a efetividade do treinamento no exercício agachamento sobre a plataforma vibratória a 40 Hz comparando com o grupo que realizou apenas exercício agachamento, e observou que não houve diferença entre esses dois protocolos para a carga de 1RM com a intervenção, mas com um percentual de aumento maior para o grupo que realizou o exercício agachamento sobre a plataforma vibratória.

Nas primeiras quatro semanas de treinamento há um aumento rápido na força muscular devido, principalmente, a fatores neurais, tais como aumento do controle neural descendente, estímulos dos motoneurônios alfa, aumento na frequência de disparos e no recrutamento de unidades motoras, aumento na sincronização e diminuição no limiar de despolarização para as unidades motoras do tipo II. No entanto, após esse período inicial, podemos observar que o aumento na força é ocasionado em maior proporção a fatores hipertróficos (FOLLAND; WILLIAMS, 2007; LAMONT et al., 2008). No presente estudo, foi observado que 10 semanas de treinamento ocasionou aumento na ASTQ em todos os grupos, e esse aumento contribuiu para o aumento na força muscular. Roelants et al. (2004)

demonstraram que o treinamento vibratório sem a imposição de carga externa aumenta a massa livre de gordura e torque isocinético, mas sem alterar o peso, gordura corporal total ou gordura subcutânea. A principal diferença do presente estudo foi o incremento de carga externa em conjunto com o estímulo vibratório, em que acreditamos ocasionar um maior estímulo para ocorrência de alterações funcionais e fisiológicas quando comparado à situação apenas com vibração devido a maior estresse metabólico na situação vibração mais sobrecarga (COCHRANE et al., 2010; RITTWEGGER et al., 2001). Apesar de um significativo aumento da ASTQ no presente estudo, não houve diferença no incremento entre os grupos.

Nos esportes coletivos, muitas das atividades realizadas são de característica intermitente, com mudanças de direção, e acelerações e desacelerações. Considerando esses aspectos, a força parece ter uma grande contribuição a esse tipo de atividade e, dessa forma, estratégias para aumentar a força podem levar a melhora no desempenho no teste de CSR. De acordo com a expectativa inicial, o CSR_{médio} melhorou em todos os grupos, mas sem diferença na efetividade de ganho entre eles. Entretanto, o CSR_{melhor} diminuiu significativamente apenas para o grupo TF+V30. Quando foi analisado o percentual de chances de melhora comparando as diferentes intervenções, no grupo TF+V30 o percentual foi maior do que os outros grupos. Essa melhora pode ter ocorrido devido a diferente estímulo para a ocorrência de adaptações com a vibração. Cardinale et al. (2003) demonstraram que vibração de 30 Hz ocasiona uma maior atividade eletromiográfica do que a 50 Hz, mas infelizmente não realizamos essa medida no presente estudo. Apesar disso, não podemos afirmar que realizar o treinamento de força a 30 Hz é melhor, pois não foi verificada diferença entre os grupos na mesma situação experimental, e o percentual de chances de trivial quando comparado os grupos foi também elevada. Nos estudos que verificaram o treinamento vibratório sem a adição de carga externa, Cochrane et al. (2004) e Delecluse et al. (2005) não observaram algum benefício para o *sprint* linear de 20 e 30 m, provavelmente devido ao curto período de treinamento ($\leq$ quatro semanas), ao baixo estímulo quando é realizado apenas a vibração e a característica do *sprint* sem mudança de direção. Em estudos com treinamento de força sem a plataforma vibratória, Christou et al. (2006) demonstraram que 16 semanas de treinamento melhorou o desempenho no teste que envolve velocidade com várias mudanças de direção, e Buchheit et al. (2010a)

aplicando treinamento de potência em seus atletas durante 10 semanas melhorou o desempenho no teste de CSR.

Apesar da força muscular aparentemente ser uma variável importante para o desempenho nos *sprints*, o presente estudo apresentou apenas baixas correlações com os parâmetros analisados. Essa fraca correlação pode ser explicada pelo modelo de Young et al. (2002), em que os autores demonstraram que além da força de membros inferiores, a técnica é também muito importante para atividades que envolvem mudanças de direção. Além disso, diferentemente do estudo de Perez-Gomes et al. (2008), que apresentou forte correlação entre a massa muscular de membros inferiores com o desempenho de *sprint*, a área de secção transversa do presente estudo também apresentou baixa correlação. Isso pode ser devido ao estudo de Perez-Gomes et al. (2008) ter sujeitos com uma grande variabilidade de desempenho e massa muscular de membros inferiores, e talvez a massa muscular de membros inferiores possa explicar melhor o desempenho do que a ASTQ em *sprints*.

Apesar de melhor desempenho no teste de CSR após o treinamento de força, no presente estudo, o CSR_{%dec} não aumentou. Esses resultados indicam que apesar da melhora, principalmente no CSR_{médio}, o percentual de decréscimo ao longo dos *sprints* não foi maior. Além disso, no grupo TF foi verificado até uma diminuição CSR_{%dec} após o treinamento e em comparação ao grupo TF+V30. Entretanto, o CSR_{%dec} é questionável pela moderada a baixa reprodutibilidade e também pela dificuldade de interpretar a aplicação desse índice, na qual não indica um melhor desempenho geral no teste de CSR (OLIVER et al., 2007).

Ao final do teste de CSR a [La] e frequência cardíaca não foram diferentes entre os grupos e quando comparados aos momentos antes e após o treinamento. Esses resultados indicam que apesar de um maior desempenho no teste de CSR, a contribuição anaeróbia e a demanda fisiológica foram semelhantes. Spencer, Bishop e Lawrence (2004), e Hill-Haas et al. (2007) demonstraram [La] semelhante após o teste de CSR realizado no cicloergômetro nas situações pré e pós-treinamento de hóquei e de força. No entanto, com resultados diferentes aos estudos citados anteriormente, Edge et al. (2006) observaram que o treinamento de força diminuiu a [La] mesmo com a melhora na performance no teste de CSR no cicloergômetro. Esses resultados podem ser devido a capacidade anaeróbia não ser a principal determinante na CSR (WADLEY; LE ROSSIGNOL, 1998). O

desempenho no teste de CSR envolve também variáveis aeróbias, como o VO_{2max} e cinética *on* e *off* do VO_2 (DUPONT et al., 2010; RAMPININI et al., 2009) e também a potência anaeróbia (WADLEY; LE ROSSIGNOL, 1998).

Em modalidades coletivas, um melhor desempenho no teste de CSR pode indicar um resultado importante, pois alguns autores demonstraram que a distância percorrida em altas velocidades tem uma boa correlação com o $CSR_{médio}$ (RAMPININI et al., 2007), e esse teste consegue discriminar atletas de diferentes posições e nível competitivo (AZIZ et al., 2008). Uma limitação do presente estudo foi não ter aplicado o protocolo de treinamento em atletas, devido a necessidade de mudar a periodização e prejudicar a viabilidade desse estudo. Estudos anteriores demonstraram os benefícios do treinamento vibratório e em diferentes atividades como na impulsão vertical (RONNESTAD, 2004), força muscular de membros inferiores (KVORNING et al., 2006) e equilíbrio (BRUYERE et al., 2005). No entanto, como foi discutido anteriormente o treinamento de força sobre a plataforma vibratória não é mais efetivo do que o treinamento de força realizado de maneira isolado para a CSR. Mais pesquisas são necessárias demonstrando a efetividade do treinamento de força com a plataforma vibratória em outros tipos de atividade.

5.2 Estudo 2

O propósito deste estudo foi verificar a ocorrência da PPA na CSR em atletas de handebol. Verificou-se que o CSR_{melhor} e o $CSR_{médio}$ diminuíram significativamente, mas o $CSR_{\%dec}$ não se alterou após a atividade condicionante. Além disso, a magnitude da potencialização na $CSR_{médio}$ e $CSR_{\%dec}$ foi moderadamente correlacionados com a carga de 1RM.

Os seis *sprints* analisados após a atividade condicionante melhoraram de maneira significativa, mas a interação entre os efeitos protocolo x *sprint* não foi observado. Esses resultados podem ser explicados, em parte, pelo número de interações envolvidas e a permissibilidade da ANOVA. Analisando somente o CSR_{melhor} e $CSR_{médio}$ comparando os protocolos com e sem atividade condicionante, foi verificada diferenças significantes e um grande percentual de chances de melhora nessas variáveis na situação com atividade condicionante. No entanto, apesar das melhoras no desempenho, a frequência cardíaca ao final do teste de

CSR não foi significativamente diferente, indicando o mesmo estresse cardiovascular nos dois protocolos.

Em esportes coletivos, ter uma boa CSR é importante devido a característica da atividade que envolve aceleração, desaceleração, mudança de direção e é realizado de maneira intermitente. Assim, alguns estudos buscaram alternativas para melhorar o desempenho no teste de CSR de maneira crônica. Buchheit et al. (2009) demonstraram que o treinamento específico de handebol em espaços reduzidos (*small side games*), fazendo com que a atividade se torne mais dinâmica, aumentou o desempenho no teste de CSR, indicando que as variáveis analisadas a partir do teste de CSR são sensíveis às modificações ocasionadas pelo treinamento específico de handebol. Além disso, Buchheit et al. (2010a) verificaram que treinamento de corrida bidirecional (2-3 séries de 5-6 *sprints* de 15-20 m) e treinamento de força visando a potência melhoraram o desempenho no teste de CSR, mas a maior magnitude de incremento foi verificado no grupo que realizou o treinamento de repetidos *sprints* de maneira bidirecional.

Apesar de uma pequena melhora após o protocolo de PPA (diferença média para o $CSR_{\text{melhor}} = 0,08$ s e $CSR_{\text{médio}} = 0,07$) esses valores podem ser determinantes para algumas situações esportivas. Por exemplo, considerando na partida de handebol, situações tais como interceptar a bola, bloquear o oponente ou em contra-ataques. Além disso, alguns autores demonstraram que o treinamento utilizando fundamentos da PPA durante seis semanas ocasionam maiores aumentos no desempenho de salto e *sprint* (MAIO ALVES et al., 2010), indicando que o treinamento com o protocolo usado neste estudo pode ocasionar maiores adaptações na CSR. No entanto, mais estudos são necessários para confirmar esses resultados.

Estudos anteriores demonstraram a ocorrência da PPA em um único *sprint*. Rahimi (2007) observou que a atividade condicionante de duas séries com uma alta carga (85% de 1RM) no exercício agachamento potencializou em maior magnitude do que em baixa intensidade (60% de 1RM) em *sprint* de 40 m. Analisando a velocidade a cada 10 m no total de 40 m, Yetter e Moir (2008) observaram aumentos na velocidade nas distâncias entre 10-20 m e 30-40 m. A ocorrência da PPA pode ser também observado em maiores distância (100 m), na qual o tempo médio de *sprint* melhorou 0,19 s (LINDER et al., 2010). Entretanto, não havia evidências demonstrando a ocorrência da PPA em *sprints* realizados de

maneira intermitente. Em saltos com contramovimento, Güllich e Schimidtbleicher (1996) demonstraram que quando essa atividade foi realizada de maneira intermitente (8 saltos com 20 s de descanso entre cada salto) após atividade condicionante, o desempenho dos 8 saltos foi aumentado. Kilduff et al. (2007) observaram resultados semelhantes em salto com contramovimento e no exercício supino, com aumentos na potência pico analisados em diferentes momentos após a atividade condicionante. Além disso, Chiu et al. (2003) demonstraram que a PPA pode durar 18 min após exercício agachamento de alta intensidade, indicando a utilidade deste protocolo para situações dentro desse período.

O $CSR_{\%dec}$ não foi significativamente alterado, demonstrando que, em geral, essa variável após a atividade condicionante foi semelhante, apesar de melhor desempenho na CSR_{melhor} . A manutenção de $CSR_{\%dec}$ similar é importante, considerando que alguns autores demonstraram que uma maior fadiga reduziu a habilidade em vários esportes (FERRAUTI; PLUIM; WEBER, 2001; RAMPININI, et al., 2008; ROYAL et al., 2006). Assim, acredita-se que o handebol pode ser afetado da mesma maneira, mas não há evidência demonstrando essa especulação. No entanto, como foi discutido anteriormente, o $CSR_{\%dec}$ é questionável pela moderada a baixa reprodutibilidade e o percentual de chance de alteração ser indeterminado devido a grande variabilidade dessa variável nas situações de teste e reteste.

A magnitude da PPA alterando o $CSR_{médio}$ ($r = -0,50$; $P = 0,10$) e o $CSR_{\%dec}$ ($r = -0,56$; $P = 0,06$) foram moderadamente correlacionados com a carga de 1RM e próximo de significante, sugerindo que sujeitos mais fortes tem uma tendência para uma maior PPA. Estudos anteriores apresentaram correlação significativa entre a força absoluta e as mudanças no desempenho após exercício de agachamento de alta intensidade (DUTHIE; YOUNG; AITKEN, 2002; KILDUFF et al., 2008; YOUNG et al., 1998). Além disso, Gourgolis et al. (2003) observaram que o grupo com 1RM maior que 160 kg no exercício agachamento teve um aumento médio no salto com contramovimento de 4% após o protocolo de PPA, enquanto que o grupo com 1RM menor que 160 kg o aumento foi somente de 0,42%. Esses resultados indicam a importância no desenvolvimento da força muscular para a ocorrência da PPA.

Outro fator importante para a ocorrência da PPA parece ser a experiência no treinamento de força. Chiu et al. (2003) verificaram que o grupo de atletas com experiência no treinamento de força visando a potência muscular, a potência pico e

média no salto aumentou significativamente, enquanto que no grupo recreacional as variáveis analisadas não alteraram após a atividade condicionante. Os possíveis mecanismos envolvidos são maiores composições das fibras do tipo II, na qual favorece a ocorrência da PPA (HAMADA et al., 2000; HAMADA et al. 2003), e atletas com experiência em treinamento de força têm uma menor interferência de inibição neural após o exercício de alta intensidade, devido à menor fadiga (CHIU et al., 2003; GOURGOLIS et al., 2003). No entanto, para a ocorrência da PPA há outras variáveis envolvidas tais como tipo do protocolo (tipo da ação muscular, número de séries e repetições, intervalo entre as séries, intensidade) e tempo de descanso após a atividade condicionante (CHIU et al., 2003; FRENCH et al., 2003; RAHIMI, 2007).

Apesar de alguns estudos demonstrarem que a força muscular de membros inferiores é altamente correlacionada com o desempenho no *sprint* (NEWMAN et al., 2004; SLAWINSKI et al., 2010), quando correlacionado com os parâmetros determinados no teste de CSR esse valor é baixo (NEWMAN et al., 2004). Slawinski et al. (2010) demonstraram que a taxa de desenvolvimento de força e a força de impulso é maior no grupo de indivíduos com melhor aceleração do centro de massa e, conseqüentemente, apresentam menor tempo de *sprint* na distância de 10 m. Newman et al. (2004) também observaram a importância da força na realização do *sprint*, demonstrando que o torque isocinético na extensão de joelho a $240^{\circ}\cdot s^{-1}$ foi moderadamente correlacionado com *sprint* de 10 m ($r = 0,71$). No entanto, os mesmo autores não observaram correlações entre as variáveis do teste de CSR com o torque de pico na extensão e flexão do joelho realizados a 60° , 150° e $240^{\circ}\cdot s^{-1}$, indicando que outras variáveis, além da força muscular, influenciam no desempenho de CSR. Esses resultados vão de encontro ao do presente estudo, em que as correlações entre a carga de 1RM e os parâmetros do teste de CSR foram baixas. Todavia, a importância da força muscular de membros inferiores no desempenho do teste de CSR não pode ser descartada. Buchheit et al. (2010a) demonstraram que o treinamento de força visando a potência muscular melhorou o desempenho no teste de CSR. Assim, o aumento no desempenho na CSR após o protocolo de PPA neste estudo pode ser relacionado ao aumento agudo da força de membros inferiores, que é transferido à capacidade de *sprint*. A baixa correlação discutido anteriormente, pode ser explicado pelo modelo de Young et al. (2002), em

que os autores demonstraram que além da força de membros inferiores, a técnica é também muito importante para atividades que envolvem mudanças de direção.

Assim, a realização da atividade condicionante pode ser aplicada sem o prejuízo no desempenho anteriormente à atividade de *sprints* realizados de maneira intermitente, como no teste de CSR.

6. CONCLUSÕES

O teste de CSR apresentou bons indicadores de reprodutibilidade, com altos valores de CCI, boa concordância e alto percentual de chance de ser trivial a alteração no desempenho para as variáveis CSR_{melhor} e $CSR_{\text{médio}}$. Esses achados reforçam a utilização desses dois parâmetros como forma de avaliação no teste de CSR. No entanto, para o $CSR_{\%dec}$ o valor de CCI foi moderado com uma baixa concordância, e valor elevado para o percentual de chance de melhora, mas com um padrão indeterminado devido a grande variabilidade das diferenças, corroborando outros trabalhos que demonstraram uma baixa reprodutibilidade e até não recomendando a utilização dessa variável.

Analisando as intervenções realizadas, o treinamento de força convencional e treinamento de força com a plataforma vibratória em diferentes amplitudes (30 e 50 Hz) e frequências (2-4 e 4-6 mm) ocasionam ganhos semelhantes na força muscular no exercício agachamento e na ASTQ. Essas adaptações foram revertidas em um maior desempenho na CSR, na qual o $CSR_{\text{médio}}$ melhorou em todos os grupos, com valores semelhantes para as respostas de [La] e frequência cardíaca ao final do teste de CSR nas situações antes e após as 10 semanas de treinamento. Dessa forma, o treinamento de força com a plataforma vibratória não foi mais efetivo do que o treinamento de força de maneira convencional.

O presente estudo também verificou que a atividade condicionante potencializou o CSR_{melhor} e $CSR_{\text{médio}}$ sem alterar o $CSR_{\%dec}$, demonstrando que a PPA pode ser observada não apenas em um único *sprint*, mas também em atividades que envolvam a realização de vários *sprints*, como no teste de CSR. Isso indica a utilização do protocolo de PPA para atividades com características semelhantes ao teste analisado. Adicionalmente, a força muscular de membros

inferiores foi moderadamente correlacionada com a magnitude de alteração no $CSR_{\text{médio}}$ e $CSR_{\%dec}$, indicando que indivíduos mais fortes têm uma maior tendência para a ocorrência de PPA. No entanto, apenas para destacar, há outras variáveis intervenientes para a ocorrência da PPA.

Assim, baseado nos dois estudos conduzidos, estratégias que melhoram a força muscular tanto de maneira aguda (PPA) quanto de maneira crônica (TF) melhoram também o desempenho no teste de CSR, indicando a importância da força muscular variável para o desempenho em múltiplos *sprints*.

REFERÊNCIAS

AAGARD, P.; SIMONSEN, E.B.; ANDERSEN, J.L.; MAGNUSSON, P.; DYHRE-POULSEN, P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.93, n.4, p.1318-1326, 2002.

ABRANTES, C.; MAÇÃS, V.; SAMPAIO, J. Variation in football players' sprint test performance across different ages and levels of competition. **Journal of Sports Science and Medicine**, Bursa, v.3, n.1, 44-49, 2004.

ADAMS, J.B.; EDWARDS, D.; SERVIETTE, D.; BEDIENT, A.M.; HUNTSMAN, E.; JACOBS, K.A.; DEL ROSSI, G.; ROOS, B.A.; SIGNORILE, J.F. Optimal frequency, displacement, duration, and recovery patterns to maximize power output following acute whole-body vibration. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.23, n.1, p.237-245, 2009.

AVELA, J.; KYRÖLÄINEN H; KOMI, P.V. Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.86, n.4, p.1283-1291, 1999.

AZIZ, A.R.; MUKHERJEE, S.; CHIA, M.Y.H.; TEH, K.C. Validity of the running repeated sprint ability test among playing positions and level of competitiveness in trained soccer players. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.29, n.10, p.833-838, 2008.

AZIZ, A.R.; CHIA, M.; TEH, K.C. The relationship between maximal oxygen uptake and repeated sprint performance indices in field hockey and soccer players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v.40, n.3, p.195-200, 2000.

BAKER, D. Acute effect of alternating heavy and light resistances on power output during upper-body complex power training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.17, n.3, p.493-497, 2003.

BALSOM, P.; SEGER, J.Y.; SJÖDIN, B; EKBLOM, B. Physiological responses to maximal intensity intermittent exercise. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.65, n.3, p.144-149, 1992.

BANGSBO, J.; KRUSTRUP, P.; GONZÁLEZ-ALONSO, J.; SALTIN, B. ATP production and efficiency of human skeletal muscle during intense exercise: effect of previous exercise. **American Journal of Physiology**, Bethesda, v.280, n.6, p.E956-964, 2001.

BATISTA, M.A.B. **Influência da experiência em treinamento de força na potencialização da força explosiva.** 2005. 55p. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BATISTA, M.A.B. **Efeitos agudos e crônicos da combinação dos treinamentos de força e vibração sobre o desempenho neuromuscular e a excitabilidade das vias reflexas.** 2010. 89p. Tese (Doutorado em Educação Física) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BATISTA, M.A.B.; COUTINHO, J.P.A.; BARROSO, R.; TRICOLI, V. Potencialização: a influência da contração muscular prévia no desempenho da força rápida. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, v.11, n.2, p.7-12, 2003

BATISTA, M.A.B.; UGRINOWITSCH, C.; ROSCHEL, H.; LOTUFO, R.; RICARD, M.D.; TRICOLI, V. Intermittent exercise as a conditioning activity to induce postactivation potentiation. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.21, n.3, p.837-840, 2007.

BATISTA, M.A.B.; ROSCHEL, H.; BARROSO, R.; UGRINOWITSCH, C.; TRICOLI, V. Potencialização pós-ativação: possíveis mecanismos fisiológicos e sua aplicação no aquecimento de atletas de modalidades de potência. **Revista da Educação Física/UEM**, Maringá, v.21, n.1, p.161-174, 2010.

BECKETT, J.R.; SCHNEIKER, K.T.; WALLMAN, K.E.; DAWSON, B.T.; GUELF, K.J. Effects of static stretching on repeated sprint and change of direction performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v.41, n.2, p.444-450, 2009.

BEDIENT, A.M.; ADAMS, J.B.; EDWARDS, D.; SERVIETTE, D.H.; HUNTSMAN, E.; MOW, S.E.; ROOS, B.A.; SIGNORILE, J.F. Displacement and frequency for maximizing power output resulting from a bout of whole-body vibration. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.23, n.6, p.1683-1687, 2009.

BEHM, D.G.; BUTTON, D.C.; BUTT, J.C. Factors affecting force loss with prolonged stretching. **Canadian Journal of Applied Physiology**, Champaign, v.26, n.3, p.262-272, 2001.

BERNING, J.M.; ADAMS, K.J.; DEBELISO, M.; SEVENE-ADAMS, P.G.; HARRIS, C.; STAMFORD, B.A. Effect of functional isometric squats on vertical jump in trained and untrained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.24, n.9, p.2285-2289, 2010.

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

BONGIOVANNI, L.G.; HAGBARTH, K.E.. Tonic vibration reflexes elicited during fatigue from maximal voluntary contractions in man. **The Journal of Physiology**, Cambridge, v.423, p.1-14, 1990.

BOSCO, C.; CARDINALE, M.; TSARPELA, O. Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.79, n.4, p.306-311, 1999.

BOSCO, C.; COLLI, R.; INTROINI, E.; CARDINALE, M.; TSARPELA, O.; MADELLA, A.; TIHAINYI J.; VIRU, A. Adaptative responses of human skeletal muscle to vibration exposure. **Clinical Physiology**, v.19, n.2, 183-187, 1999.

BOSCO, C.; IACOVELLI, M.; TSARPELA, O.; CARDINALE, M.; BONIFAZI, M.; TIHAINYI, J.; VIRU, M.; DE LORENZO, A.; VIRU, A. Hormonal responses to whole-body vibration in men. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.81, n.6, p.449-454, 2000.

BOVENZI, M. Low back pain disorders and exposure to whole-body vibration in the workplace. **Seminars in Perinatology**, New York, v. 20, n.1, p.38-53, 1996.

BOVENZI, M.; GRIFFIN, M.J. Haemodynamic changes in ipsilateral and contralateral fingers caused by acute exposures to hand transmitted vibration. **Occupational and Environmental Medicine**, London, v.54, p.566-576, 1997.

BRUYERE, O.; WUIDART, M.A.; DI PALMA, E.; GOURLAY, M.; ETHGEN, O.; RICHY, F.; REGINSTER, J.Y. Controlled whole body vibration to decrease fall risk and improve health-related quality of life of nursing home residents. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Philadelphia, v.86, n.2, p.303-307, 2005.

BUCHHEIT, M.; MILLET, G.P.; PARISY, A.; POURCHEZ, S.; LAURSEN, P.B.; AHMAIDI, S. Supramaximal training and postexercise parasympathetic reactivation in adolescents. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v.40, n.2, p.362-371, 2008.

BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P.B.; KUHNLE, J.; RUCH, D.; RENAUD, C.; AHMAIDI, S. Game-based training in young elite handball players. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 30, n.4, p.251-258, 2009.

BUCHHEIT, M. Performance and physiological responses to repeated-sprint and jump sequences. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.110, n.5, p.1007-1018, 2010.

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**, Champaign, v.24, n.10, p.2715-2722, 2010a.

BUCHHEIT, M.; BISHOP, D.; HAYDAR, B.; NAKAMURA, F.Y.; AHMAIDI, S. Physiological responses to shuttle repeated-sprint running. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.31, n.6, p.402-409, 2010b.

BUCHHEIT, M.; SPENCER, M.; AHMAIDI, S. Reliability, usefulness, and validity of repeated sprint and jump ability test. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, Champaign, v.5, n.1, p.3-17, 2010.

CARDINALE, M.; LIM, J. Eletromyography activity of vastus lateralis muscle during whole-body vibrations of different frequencies. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.17, n.3, p.621-624, 2003.

CARDINALE, M.; WAKELING, J. Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? **British Journal of Sports Medicine**, London, v.39, n.9, p.585-589, 2005.

CARVALHO, C.; VIEIRA, L.; CARVALHO, A. Avaliação, controlo e monitorização da condição física da selecção portuguesa de voleibol sénior masculina - época de 2004. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, v.7, n.1, p.68-79, 2007.

CASTAGNA, C.; ABT, G.; MANZI, V.; ANNINO, G.; PADUA, E.; D'OTTAVIO, S. Effect of recovery mode on repeated sprint ability in young basketball players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.22, n.3, p.923-929, 2008.

CASTAGNA, C.; MANZI, V.; D'OTTAVIO, S.; ANNINO, G.; PADUA, E.; BISHOP, D. Relation between maximal aerobic power and the ability to repeat sprints in young basketball players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.21, n.4, p.1172-1176, 2007.

CHATZOPOULOS, D.E.; MICHAELIDIS, C.J.; GIANNAKOS, A.K.; ALEXIOU, K.C.; PATIKAS, D.A.; ANTONOPOULOS, C.B.; KOTZAMANIDIS, C.M. Postactivation potentiation effects after heavy resistance exercise on running speed. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.21, n.4, p.1278-1281, 2007.

CHIU, L.Z.; FRY, A.C.; WEISS, L.W.; SCHILLING, B.K.; BROWN, L.E.; SMITH, S.L. Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.17, n.4, p.671-677, 2003.

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**, Champaign, v.20, n.4, p.783-791, 2006.

COCHRANE, D.J.; SARTOR, F.; WINWOOD, K.; STANNARD, S.R.; NARICI, M.V.; RITTWEGGER, J. A comparison of the physiologic effects of acute whole-body vibration exercise in young and older people. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Philadelphia, v.89, n.5, p.815-821, 2008.

COCHRANE, D.J.; STANNARD, S.R.; FIRTH, E.C.; RITTWEGGER, J. Comparing muscle temperature during static and dynamic squatting with and without whole-body vibration. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v.30, n.4, p.223-229, 2010.

CORMIE, P.; DEANE, R.S.; TRIPLETT, N.T.; MCBRIDGE, J.M. Acute effects of whole-body vibration on muscle activity, strength, and power. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.20, n.2, p.257-261, 2006.

DAL PUPO, J.; ALMEIDA, C.M.P.; DETANICO, D.; SILVA, J.F.; GUGLIELMO, L.G.A.; SANTOS, S.G. Potência muscular e capacidade de sprints repetidos em jogadores de futebol. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, Florianópolis, v.12, n.4, p.255-261, 2010.

DE RUITER, C.J.; VAN DER LINDEN, R.M.; VAN DER ZIJDEN, M.J.; HOLLANDER, A.P.; DE HAAN, A. Short-term effects of whole-body vibration on maximal voluntary isometric knee extensor force and rate of force rise. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.88, n.4-5, p.472-475, 2003.

DELECLUSE, C.; ROELANTS, M.; DIELS, R.; KONINCKX, E.; VERSCHUEREN, S. Effects of whole body vibration training on muscle strength and sprint performance in sprint-trained athletes. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.26, n.8, p.662-668, 2005.

DELECLUSE, C.; ROELANTS, M.; VERSCHUEREN, S. Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v.35, n.6, p.1033-1041, 2003.

DRINKWATER, E.J.; LAWTON, T.W.; LINDSELL, R.P.; PYNE, D.B.; HUNT, P.H.; MCKENNA, M.J. Training leading to repetition failure enhances bench press strength gains in elite junior athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.19, n.2, p.382-388, 2005.

DUTHIE, G.M.; YOUNG, W.B.; AITKEN, D.A. The acute effects of heavy loads on jump squat performance: an evaluation of the complex and contrast methods of power development. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.16, n.4, p.530-538, 2002.

DUPONT, G.; MCCALL, A.; PRIEUR, F.; MILLET, G.P.; BERTHOIN, S. Faster oxygen uptake kinetics during recovery is related to better repeated sprinting ability. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.110, n.3, p.627-634, 2010.

ECKHARDT, H.; WOLLNY, R.; MÜLLER, H.; BÄRTSCH, P.; FRIEDMANN-BETTY, B. Enhanced myofiber recruitment during exhaustive squatting performed as whole-body vibration exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.25, n.4, p.1120-1125, 2011.

EDGE J.; HILL-HAAS, S.; GOODMAN, C.; BISHOP, D. Effects of resistance training on H⁺ regulation, buffer capacity, and repeated sprint. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v.38, n.11, p.2004-2011, 2006.

ENOKA, R.M. **Bases neuromecânicas da cinesiologia**. São Paulo, Editora Manole, 2000.

FERRARI BRAVO, D.; IMPELLIZZERI, F.M.; RAMPININI, E.; CASTAGNA, C.; BISHOP, D.; WISLOFF, U. Sprint vs. interval training in football. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.29, n.8, p.668-674, 2008.

FERRAUTI, A.; PLUIM, B.M.; WEBER, K. The effect of recovery duration on running speed and stroke quality during intermittent training drills in elite tennis players. **Journal of Sports Sciences**, London, v.19, n.4, p.235-243, 2001.

FOLLAND, J.P.; WILLIAMS, A.G. The adaptations to strength training: morphological and neurological contributions to increased strength. **Sports Medicine**, Auckland, v.37, n.2, p.145-168, 2007.

FRENCH, D.N.; KRAEMER, W.J.; COOKE, C.B. Changes in dynamic exercise performance following a sequence of preconditioning isometric muscle actions. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.17, n.4, p.678-685, 2003.

GILBERT, G.; LEES, A.; Changes in the force development characteristics of muscle following repeated maximum force and power exercise. **Ergonomics**, Loughborough, v.48, n.11-14, p.1576-1584, 2005.

GIRARD, O.; MENDEZ-VILLANUEVA, A.; BISHOP, D. Repeated-sprint ability - part I: factors contributing to fatigue. **Sports Medicine**, Auckland, v.41, n.8, p.673-694, 2011.

GLAISTER, M. Multiple sprint work: physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. **Sports Medicine**, Auckland, v.35, n. 9, p.757-777, 2005.

GLAISTER, M., HOWATSON, G., LOCKEY, R.A., ABRAHAM, C.S., GOODWIN, J.E., MCINNES, G. Familiarization and reliability of multiple sprint running performance indices. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.21, n.3, p.857-859, 2007.

GLAISTER, M., HOWATSON, G., PATTISON, J.R., MCINNES, G. The reliability and validity of fatigue measures during multiple-sprint work: an issue revisited. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.22, n.5, p.1597-1601, 2008.

GOSSEN, E.R.; SALE, D.G. Effect of postactivation potentiation on dynamic knee extension performance. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.83, n.6, p.524-530, 2000.

GOURGOULIS, V.; ANGGELOUSSIS, N.; KASIMATIS, P.; MAVROMATIS, G.; GARAS, A. Effect of a submaximal half-squats warm-up program on vertical jumping ability. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.17, n.2, p.342-344, 2003.

GÜLLICH, A.; SCHMIDTBLEICHER, D. MVC-induced short-term potentiation of explosive force. **New Studies in Athletics**, Aachen, v.11, n.4, p.67-81, 1996.

HAMADA, T.; SALE, D.G.; MACDOUGALL, J.D. Postactivation potentiation in endurance-trained male athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v.32, n.3, p.403-411, 2000.

HAMADA, T.; SALE, D.G.; MACDOUGALL, J.D.; TARNOUNPOLSKY, M.A. Interaction of fibre type, potentiation and fatigue in human knee extensor muscle. **Acta Physiologica Scandinavica**, Stockholm, v.178, n.2, p.165-173, 2003.

HAMADA, T.; SALE, D.G.; MACDOUGALL, J.D.; TARNOUNPOLSKY, M.A. Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.88, n.6, p.2131-2137, 2000.

HANSON, E.D.; LEIGH, S.; MYNARK, R.G. Acute effects of heavy- and light-load squat exercise on the kinetic measures of vertical jump. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.21, n.4, p.1012-1017, 2007.

HAZELL, T.J.; KENNO, K.A.; JAKOBI J.M. Evaluation of muscle activity for loaded and unloaded dynamic squat during whole-body vibration. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.24, n.7, p.1860-1865, 2010.

HILL-HAAS, S.; BISHOP, D.; DAWSON, B.; GOODMAN, C.; EDGE J. Effects of rest interval during high-repetition resistance training on strength, aerobic fitness, and repeated-sprint ability. **Journal of Sports Sciences**, London, v.25, n.6, p.619-628, 2007.

HODGSON, M.; DOCHERTY, D.; ROBBINS, D. Post-activation potentiation: underlying physiology and implications for motor performance. **Sports Medicine**, Auckland, v.35, n.7, 585-595, 2005.

HOPKINS, W.G.; MARSHALL, S.W.; BATTERHAM, A.M.; HANIN, J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.41, n.1, p.3-13, 2009.

HORI, N.; NEWTON, R.U.; ANDREWS, W.A.; KAWAMORI, N.; MCGUIGAN, M.R.; NOSAKA, K. Does performance of hang power clean differentiate performance of jumping, sprinting, and changing of direction? **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.22, n.2, p.412-418, 2008.

HRYSOMALLIS, C.; KIDGELL, D. Effect of heavy dynamic resistive exercise on acute upper-body power. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.15, n.4, p.426-430, 2001.

IMPELLIZZERI, F.M., RAMPININI, E., CASTAGNA, C., BISHOP, D., BRAVO, D.F., TIBAUDI, A., WISLOFF, U. Validity of repeated-sprint test for football. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.29, n.11, p.899-905, 2008.

ISSURIN, V.B. Vibrations and their applications in sport. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v.45, n.3, p.324-336, 2005.

JACOBS, P.L.; BURNS P. Acute enhancement of lower-extremity dynamic strength and flexibility with whole-body vibration. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.23, n.1, p.51-57, 2009.

JACKSON, S. TURNER, D.L. Prolonged muscle vibration reduces maximal limb in man. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.88, n.4-5, p.380-386, 2003.

JENSEN, R.L.; EBBEN, W.P. Kinetic analysis of complex training rest interval effect on vertical jump performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.17, n.2, p.345-349, 2003.

JO, E.; JUDELSON, D.A.; BROWN, L.E.; COBURN, J.W.; DABBS, N.C. Influence of recovery duration after a potentiating stimulus on muscular power in recreationally trained individuals. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.24, n.2, p.343-347, 2010.

JONES, P.; LEES, A. A biomechanical analysis of the acute effects of complex training using lower limb exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.17, n.4, p.694-700, 2003.

JORDAN, M.J.; NORRIS, S.R.; SMITH, D.J.; HERZOG, W. Vibration training: an overview of the area, training consequences, and future considerations. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.19, n.2, p.459-66, 2005.

KILDUFF, L.P.; BEVAN, H.R.; KINGSLEY, M.I.C.; OWEN, N.J.; BENETT, M.A.; BUNCE, P.J.; HORE, A.M.; MAW, J.R.; CUNNINGHAM, D.J. Postactivation potentiation in professional rugby players: optimal recovery. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.21, n.4, p.1134-1138, 2007.

KILDUFF, L.P.; OWEN, N.J.; BEVAN, H.R.; BENETT, M.A.; KINGSLEY, M.I.C.; CUNNINGHAM, D.J. Influence of recovery time on post-activation potentiation in professional rugby players. **Journal of Sports Sciences**, London, v.26, n.8, p.795-802, 2008.

KOUZAKI, M.; SHINOHARA, M.; FUKUNAGA, T. Decrease in maximal voluntary contraction by tonic vibration applied to a single synergist muscle in humans. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.89, n.4, p.1420-1424, 2000.

KVORNING, T.; BAGGER, M.; CASEROTTI, P.; MADSEN, K. Effects of vibration and resistance training on neuromuscular and hormonal measures. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.96, n.5, p.615-625, 2006.

LAMONT, H.S.; CRAMER, J.T.; BEMBEN, D.A.; SHEHAB, R.L.; ANDERSON, M.A.; BEMBEN, M.G. Effects of 6 weeks of periodized squat training with or without whole-body vibration on short-term adaptations in jump performance within recreationally resistance trained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.22, n.6, p.1882-1893, 2008.

LAMONT, H.S.; CRAMER, J.T.; BEMBEN, D.A.; SHEHAB, R.L.; ANDERSON, M.A.; BEMBEN, M.G. Effects of adding whole body vibration to squat training on isometric force/time characteristics. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.24, n.1, p.171-183, 2010.

LINDER, E.E.; PRINS, J.H.; MURATA, N.M.; DERENNE, C.; MORGAN, C.F.; SOLOMON, J.R. Effects of preload 4 repetition maximum on 100-m sprint times in collegiate women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.24, n.5, p.1184-1190, 2010.

LUO, J.; MCNAMARA, B.; MORAN, K. The use of vibration training to enhance muscle strength and power. **Sports Medicine**, Auckland, v.35, n.1, p.23-41, 2005.

MAHLFELD, K.; FRANKE, J.; AWISZUS, F. Postcontraction changes of muscle architecture in human quadriceps muscle. **Muscle and Nerve**, New York, v.29, n.4, p.597-600, 2004.

MAIO ALVES, J.M.V.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**, Champaign, v.24, n.4, p.936-941, 2010.

MANGUS, B.C.; TAKAHASHI, M.; MERCER, J.A.; HOLCOMB, W.R.; MCWHORTER, J.W.; SANCHEZ, R. Investigation of vertical jump performance after completing heavy squat exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.20, n.3, p.597-600, 2006.

MECKEL Y, MACHNAI O, ELIAKIM A. Relationship among repeated sprint tests, aerobic fitness, and anaerobic fitness in elite adolescent soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.23, n.1, p.163-169, 2009.

MESTER, J.; SPITZENFEIL, P.; SHWARZER, J.; SEIFRIZ, F. Biological reaction to vibration – implications for sport. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Belconnen, v.2, n.3, p.211-226, 1999.

MIARKA, B.; DEL VECCHIO, F.B.; FRANCHINI, E. Acute effects and postactivation potentiation in the Special Judo Fitness Test. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.25, n.2, p.427-431, 2011.

MORANA, C.; PERREY, S. Time course of postactivation potentiation during intermittent submaximal fatiguing contractions in endurance- and power-trained athletes. **Strength and Conditioning Journal**, Champaign, v.23, n.5, p.1456-1464, 2009.

MUJICA, I.; PADILLA, S.; IBAÑEZ, J.; IZQUIERDO, M; GOROSTIAGA, E. Creatine supplementation and sprint performance in soccer players. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v.32, n.2, p.518-525, 2000.

NEWMAN, M.A.; TARPENNING, K.M.; MARINO, F.E. Relationships between isokinetic knee strength, single-sprint performance, and repeated-sprint ability in football players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.18, n.4, p.867-872, 2004.

NEWTON, U.R.; KRAEMER, W.J. Developing explosive muscular power: implications for a mixed methods training strategy. **Strength and Conditioning Journal**, Champaign, v.16, n.5, p.20-31, 1994.

PAROLIN, M.L.; CHESLEY, A.; MATSOS, M.P.; SPRIET, L.L.; JONES, N.L.; HEIGENHAUSER, G.J. Regulation of skeletal muscle glycogen phosphorylase and PDH during maximal intermittent exercise. **American Journal of Physiology**, Bethesda, v.277, n.5 Pt 1, p.E890-900, 1999.

PARRY, S.; HANCOCK, S.; SHIELLS, M.; PASSFIELD, L.; DAVIES, B.; BAKER, J.S. Physiological effects of two different postactivation potentiation training loads on power profiles generated during high intensity cycle ergometer exercise. **Research in Sports Medicine**, Philadelphia, v.16, n.1, p.56-67, 2008.

POLLOCK, R.D.; WOLEDGE, R.C.; MILLS, K.R.; MARTIN, F.C.; NEWHAM, D.J. Muscle activity and acceleration during whole body vibration: effect of frequency and amplitude. **Clinical Biomechanics**, Oxford, v.25, n.8, p.840-846, 2010.

RAHIMI, R. The acute effects of heavy versus light-load squats on sprint performance. **Physical Education and Sport**, Serbia, v.5, n.2, p.163-169, 2007.

RAMPININI, E.; BISHOP, D.; MARCORA, S.M.; FERRARI BRAVO, D.; SASSI, R.; IMPELLIZZERI, F.M. Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.28, n.3, p.228-235, 2007.

RAMPININI, E.; IMPELLIZZERI, F.M.; CASTAGNA, C.; AZZALIN, A.; FERRARI BRAVO, D.; WISLØFF, U. Effect of match-related fatigue on short-passing ability in young soccer players. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v.40, n.5, p.934-942, 2008.

RAMPININI, E.; SASSI, A.; MORELLI, A.; MAZZONI, S.; FANCHINI, M.; COUTTS, A.J. Repeated-sprint ability in professional and amateur soccer players. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v.34, n.6, p.1048-1054, 2009.

RASSIER, D.E.; MACINTOSH, B.R. Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, Ribeirão Preto, v.33, n.5, p.499-508, 2000.

RITTWEGER, J.; EHRIG, J.; JUST, K.; MUTSCHELKNAUSS, M.; KIRSCH, K.A.; FELSENBURG, D. Oxygen uptake in whole-body vibration exercise: influence of

vibration frequency, amplitude, and external load. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.23, n.6, p.428-432, 2001.

RITTWEGER, J.; MUTSCHELKNAUSS, M.; FELSENBURG, D. Acute changes in neuromuscular excitability after exhaustive whole body vibration exercise as compared to exhaustion by squatting exercise. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v.23, n.2, p.81-86, 2003.

RIXON, K.P.; LAMONT, H.S.; BEMBEN, M. Influence of type of muscle contraction, gender, and lifting experience on postactivation potentiation performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.21, n.2, p.500-505, 2007.

ROBBINS, D.W.; DOCHERTY, D. Effect of loading on enhancement of power performance over three consecutive trials. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.19, n.4, p.898-902, 2005.

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**, Champaign, v.18, n.4, p.839-845, 2004.

ROONEY, K.J.; HERBERT, R.D.; BALNAVE, R.J. Fatigue contributes to the strength training stimulus. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v.26, n.9, p.1160-1164, 1994.

ROSS, A.; LEVERITT, M.; RICK, S. Neural influences on sprint running: training adaptations and acute responses. **Sports Medicine**, Auckland, v.31, n.6, p.409-425, 2001.

ROSSITER, H.B.; WARD, S.A.; KOWALCHUK, J.M.; HOWE, F.A.; GRIFFITHS, J.R.; WHIPP, B.J. Dynamic asymmetry of phosphocreatine concentration and O₂ uptake between the on- and off-transients of moderate- and high-intensity exercise in humans. **The Journal of Physiology**, Cambridge, v.541, n.3, p.991-1002, 2002.

ROYAL, K.A.; FARROW, D.; MUJIK, I.; HALSON, S.L.; PYNE, D.; ABERNETHY, B. The effects of fatigue on decision making and shooting skill performance in water polo players. **Journal of Sports Sciences**, London, v.24, n.8, p.807-815, 2006.

SALE, D.G. Postactivation potentiation: role in human performance. **Exercise and Sport Science Review**, Baltimore, v.3, n.30, p.138-143, 2002.

SALE, D. Postactivation potentiation: role in human performance. **British Journal of Sports Medicine**, London, v.38, n.4, p.386-387, 2004.

SCOTT, S.L.; DOCHERTY, D. Acute effects of heavy preloading on vertical and horizontal jump performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.18, n.2, p.201-205, 2004.

SIM, A.Y.; DAWSON, B.T.; GUELF, K.J.; WALLMAN, K.E.; YOUNG, W.B. Effects of static stretching in warm-up on repeated sprint performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.23, n.7, p.2155-2162, 2009.

SLAWINSKI, J.; BONNEFOY, A.; LEVÊQUE, J.M.; ONTANON, G.; RIQUEL, A.; DUMAS, R.; CHÊZE, L. Kinematic and kinetic comparisons of elite and well-trained sprinters during sprint start. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.24, n.4, p.896-905, 2010.

SMITH, J.C.; FRY, A.C. Effects of a ten-second maximum voluntary contraction on regulatory myosin light-chain phosphorylation and dynamic performance measures. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.21, n.1, p.73-6, 2007.

SPENCER, M.; BISHOP, D.; DAWSON, B.; GOODMAN, C. Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. **Sports Medicine**, Auckland, v.35, n.12, p.1025-1044, 2005.

SPENCER, M.; BISHOP, D.; LAWRENCE, S. Longitudinal assessment of the effects of field-hockey training on repeated sprint ability. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Belconnen, v.7, n.3, p.323-334, 2004.

SPENCER, M.; FITZSIMONS, M.; DAWSON, B.; BISHOP, D.; GOODMAN, C. Reliability of a repeated-sprint test for field-hockey. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Belconnen, v.9, p.181-184, 2006.

SPILOPOULOU, S.I.; AMIRIDIS, I.G.; TSIGGANOS, G.; ECONOMIDES, D.; KELLIS, E. Vibration effects on static balance and strength. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.31, n.9, p.610-616, 2010.

SWEENEY, H.L.; BOWMAN, B.F.; STULL, J.T. Myosin light chain phosphorylation in vertebrate striated muscle: regulation and function. **American Journal of Physiology**, Bethesda, v.264, n.5, p.C1085-C1095, 1993.

TILLIN, N.A.; BISHOP, D. Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. **Sports Medicine**, Auckland, v.39, n.2, p.147-166, 2009.

TORVINEN, S.; KANNU, P.; SIEVANEN, H.; JARVINEN, T.A.; PASANEN, M.; KONTULAINEN, S.; JARVINEN, T.L.; JARVINEN, M.; OJA, P.; VUORI, I. Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance. Randomized cross-over study. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v.22, n.2, p.145-152, 2002.

TRIMBLE, M.H.; HARP, S.S. Postexercise potentiation of the H-reflex in humans. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v.30, n.6, p.933-941, 1998.

WADLEY, G.; LE ROSSINGNOL, P. The relationship between repeated sprint ability and the aerobic and anaerobic energy systems. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Canberra, v.1, n.2, p.100-102, 1998.

WEBER, K.R.; BROWN, L.E.; COBURN, J.W.; ZINDER, S.M. Acute effects of heavy-load squats on consecutive squat jump performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.22, n.3, p.726-730, 2008.

WILCOCK, I.M.; WHATMAN, C.; HARRIS, N.; KEOGH, J.W. Vibration training: could it enhance the strength, power, or speed of athletes? **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.23, n.2, p.593-603, 2009.

WILSON, J.M.; FLANAGAN, E.P. The role of elastic energy in activities with high force and power requirements: a brief review. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.22, n.5, p.1705-1715, 2008.

WISLØFF, U.; CASTAGNA, C.; HELGERUD, J.; JONES, R.; HOFF, J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. **British Journal of Sports Medicine**, London, v.38, n.3, p.285-288, 2004.

WONG, P.L.; LAU, P.W.; MAO, D.W.; WU, Y.Y.; BEHM, D.G.; WISLØFF, U. Three days of static stretching within a warm-up does not affect repeated-sprint ability in youth soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.25, n.3, p.838-845, 2011.

YETTER, M.; MOIR, G.L. The acute effects of heavy back and front squats on speed during forty-meter sprint trials. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.22, n.1, p.159-165, 2008.

YOUNG, W.B.; JAMES, R.; MONTGOMERY, I. Is muscle power related to running speed with changes of direction? **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v.42, n.3, p.282-288, 2002.

YOUNG, W.B.; JENNER, A.; GRIFFITHS, K. Acute enhancement of power performance from heavy load squats. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v.12, n.2, p.82-84, 1998.

ZHOU, S. Chronic neural adaptations to unilateral exercise: mechanisms of cross education. **Exercise and Sport Science Review**, Baltimore, v.28, n.4, p.177-184, 2000.

ANEXOS

ANEXO 1. Questionário de prontidão para a atividade física (PAR-Q)

- 1 - Algum médico já lhe disse que você possui algum problema cardíaco e lhe recomendou que só fizesse atividade física sob supervisão médica?

() SIM () NÃO

- 2 - Você sente dor no peito induzida pela atividade física?

() SIM () NÃO

- 3 - Você sentiu dor no peito no último mês?

() SIM () NÃO

- 4 - Você perde o equilíbrio em virtude de vertigem, ou já perdeu a consciência?

() SIM () NÃO

- 5 - Você tem algum problema ósseo ou articular que poderia ser agravado por uma mudança em sua atividade física?

() SIM () NÃO

- 6 - Algum médico está prescrevendo atualmente medicamentos para pressão arterial alta ou para algum problema cardíaco?

() SIM () NÃO

- 7 - Você está ciente de alguma outra razão pela qual não deveria realizar qualquer atividade física?

ANEXO 2. Termo de consentimento livre e esclarecido do projeto 1

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

(Instruções para preenchimento no verso)

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

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

II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

1. TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA: Potencialização pós-ativação e treinamento de força na capacidade de sprints repetidos.
2. PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Maria Augusta Peduti Dal Molin Kiss.
3. CARGO/FUNÇÃO: Professora Titular.
4. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO MÍNIMO

RISCO MÉDIO

RISCO BAIXO ☒

RISCO MAIOR

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

5. DURAÇÃO DA PESQUISA: 24 meses (12/2009 a 11/2011).

III - EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO INDIVÍDUO OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA, DE FORMA CLARA E SIMPLES, CONSIGNANDO:

1. Justificativa e os objetivos da pesquisa.

Esportes como handebol, futsal, futebol e basquete são caracterizados pela realização de sucessivos sprints, aceleração e desaceleração, com breves períodos de recuperação e constantes mudanças de direções. Desta forma, acredita-se que uma maior força muscular pode acarretar em uma melhoria nessas ações e consequentemente em um melhor desempenho na capacidade de sprints repetidos (CSR). O objetivo do presente estudo será verificar o efeito do treinamento de força convencional e com vibração sobre o desempenho no teste de CSR.

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

Você será submetido, inicialmente, teste de força muscular no exercício agachamento e familiarização ao teste de corrida. O teste de força muscular será realizado novamente em mais quatro sessões para assegurar a maior carga que você consegue mobilizar. Em outra visita separada será apenas o teste de corrida para evitar qualquer interferência do teste de força no desempenho. Após esta primeira etapa, você realizará 10 semanas de treinamento de força com ou sem a plataforma vibratória. Ao final dessas 10 semanas, você realizará novamente duas sessões do teste de força e um teste de corrida em dias diferentes. Nos testes de corrida você será realizado um furo no lóbulo da orelha para coletas de amostras de sangue (25µl) após devida assepsia. A perfuração no lóbulo da orelha será realizada com uma lanceta descartável e serão utilizadas apenas para a determinação das concentrações de lactato sanguíneo.

3. Desconfortos esperados.

Dentre os possíveis desconfortos do teste de corrida e do treino de força estão náuseas, vômitos e enjôos. Entretanto, menos de 1% da população americana apresenta desconforto extremo durante este tipo de teste (American College of Sports Medicine). O desconforto da coleta de sangue se refere à inserção da lanceta no lóbulo da orelha. Entretanto, as análises descritas acima são rotineiras em laboratórios de avaliação física, com poucos casos de desconforto excessivo por parte dos pacientes. Além disso, antes da perfuração do lóbulo da orelha com a lanceta, o local será umedecido com álcool para antisepsia, para evitar riscos de contaminação. Todos os procedimentos serão realizados com o responsável pelas coletas utilizando luvas cirúrgicas.

4. Benefícios que poderão ser obtidos.

Os benefícios do estudo estão, principalmente, em se obter índices fisiológicos que são frequentemente utilizados por indivíduos que visam a manutenção da saúde ou o aprimoramento do rendimento esportivo, e o aumento da força muscular de membros inferiores.

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

Deverá ser feito jejum de grandes refeições (exemplo: almoço) de aproximadamente 2 horas antes dos testes para diminuir os riscos de desconforto. Ao sinal de qualquer sintoma de desconforto, durante qualquer fase do estudo, os procedimentos serão interrompidos.

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

1. Acesso, a qualquer tempo, às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados à pesquisa, inclusive para dirimir eventuais dúvidas.

Os resultados obtidos durante este estudo serão mantidos em sigilo e apenas serão divulgados em publicações científicas, não sendo mencionados dados pessoais. Caso deseje, você poderá pessoalmente tomar conhecimento dos resultados ao final das etapas do estudo, e/ou eventuais esclarecimentos sobre todos os procedimentos em qualquer fase do trabalho.

2. Liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e de deixar de participar do estudo, sem que isto traga prejuízo à continuidade da assistência.

Há a liberdade de desistir ou de interromper a colaboração neste estudo no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação. A desistência não causará nenhum prejuízo à saúde ou bem estar físico, e ficamos à disposição para eventuais dúvidas, mesmo após o término do estudo ou da sua retirada dele.

3. Salvaguarda da confidencialidade, sigilo e privacidade.

Os resultados obtidos durante este estudo serão mantidos em sigilo, e apenas serão divulgados em publicações científicas, através de média e desvio padrão (ou outras medidas de tendência central), sem que os dados pessoais sejam mencionados.

4. Disponibilidade de assistência no HU ou HCFMUSP, por eventuais danos à saúde, decorrentes da pesquisa.

Qualquer possível desconforto provocado pelos procedimentos desta pesquisa será prontamente atendido no próprio local, e/ou em casos mais cuidadosos, terá assistência médica no HU ou na HCFMUSP, sem qualquer ônus.

V - INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.

Maria Augusta Peduti Dal' Molin Kiss Endereço: Rua Itajaçu, nº 106, Pacaembu.

Cep: 01247-030 Fone: 3672-4336

Nilo Massaru Okuno Endereço: Rua Baltazar Lisboa, 148, apto 1204, Vila Mariana.

Cep: 04110-060 Fone: 8058-7718

VI. - OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES:

VII - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

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

São Paulo, de de 20 .

assinatura do sujeito da pesquisa ou responsável legal

assinatura do pesquisador
(carimbo ou nome legível)

ANEXO 3. Termo de consentimento livre e esclarecido do projeto 2

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

(Instruções para preenchimento no verso)

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

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

II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

1. TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA: Potencialização pós-ativação e treinamento de força na capacidade de sprints repetidos.
2. PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Maria Augusta Peduti Dal Molin Kiss.
3. CARGO/FUNÇÃO: Professora Titular.
4. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO MÍNIMO	RISCO MÉDIO
RISCO BAIXO ☒	RISCO MAIOR

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

5. DURAÇÃO DA PESQUISA: 24 meses (12/2009 a 11/2011).

III - EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO INDIVÍDUO OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA, DE FORMA CLARA E SIMPLES, CONSIGNANDO:

6. Justificativa e os objetivos da pesquisa.

Esportes como handebol, futsal, futebol e basquete são caracterizados pela realização de sucessivos sprints, aceleração e desaceleração, com breves períodos de recuperação e constantes mudanças de direções. Desta forma, acredita-se que uma maior força muscular pode acarretar em uma melhoria nessas ações e consequentemente em um melhor desempenho na capacidade de sprints repetidos (CSR). O objetivo do presente estudo será verificar a potencialização pós-ativação em dois tipos de atividades condicionantes (agachamento e vibração) no teste de CSR.

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

Você será submetido, inicialmente, teste de força muscular no exercício agachamento e familiarização ao teste de corrida. O teste de força muscular será realizado novamente em outra sessão para assegurar a maior carga que você consegue mobilizar. Nas visitas subsequentes serão realizadas corridas precedidas ou não de exercício agachamento. Nos testes de corrida você será realizado um furo no lóbulo da orelha para coletas de amostras de sangue (25µl) após devida assepsia. A perfuração no lóbulo da orelha será realizada com uma lanceta descartável e serão utilizadas apenas para a determinação das concentrações de lactato sanguíneo.

8. Desconfortos esperados.

Dentre os possíveis desconfortos do teste de corrida estão náuseas, vômitos e enjoos. Entretanto, menos de 1% da população americana apresenta desconforto extremo durante este tipo de teste (American College of Sports Medicine). Entretanto, as análises descritas acima são rotineiras em laboratórios de avaliação física, com poucos casos de desconforto excessivo por parte dos pacientes. Além disso, antes da perfuração do lóbulo da orelha com a lanceta, o local será umedecido com álcool para antisepsia, para evitar riscos de contaminação. Todos os procedimentos serão realizados com o responsável pelas coletas utilizando luvas cirúrgicas.

9. Benefícios que poderão ser obtidos.

Os benefícios do estudo estão, principalmente, em se obter índices fisiológicos que são frequentemente utilizados por indivíduos que visam a manutenção da saúde ou o aprimoramento do rendimento esportivo. Este conhecimento poderá ser útil para uma melhor orientação e prescrição de atividades físicas.

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

Deverá ser feito jejum de grandes refeições (exemplo: almoço) de aproximadamente 2 horas antes dos testes para diminuir os riscos de desconforto. Ao sinal de qualquer sintoma de desconforto, durante qualquer fase do estudo, os procedimentos serão interrompidos.

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

1. Acesso, a qualquer tempo, às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados à pesquisa, inclusive para dirimir eventuais dúvidas.

Os resultados obtidos durante este estudo serão mantidos em sigilo e apenas serão divulgados em publicações científicas, não sendo mencionados dados pessoais. Caso deseje, você poderá pessoalmente tomar conhecimento dos resultados ao final das etapas do estudo, e/ou eventuais esclarecimentos sobre todos os procedimentos em qualquer fase do trabalho.

2. Liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e de deixar de participar do estudo, sem que isto traga prejuízo à continuidade da assistência.

Há a liberdade de desistir ou de interromper a colaboração neste estudo no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação. A desistência não causará nenhum prejuízo à saúde ou bem estar físico, e ficamos à disposição para eventuais dúvidas, mesmo após o término do estudo ou da sua retirada dele.

3. Salvaguarda da confidencialidade, sigilo e privacidade.

Os resultados obtidos durante este estudo serão mantidos em sigilo, e apenas serão divulgados em publicações científicas, através de média e desvio padrão (ou outras medidas de tendência central), sem que os dados pessoais sejam mencionados.

4. Disponibilidade de assistência no HU ou HCFMUSP, por eventuais danos à saúde, decorrentes da pesquisa.

Qualquer possível desconforto provocado pelos procedimentos desta pesquisa será prontamente atendido no próprio local, e/ou em casos mais cuidadosos, terá assistência médica no HU ou na HCFMUSP, sem qualquer ônus.

V - INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.

Maria Augusta Peduti Dal' Molin Kiss Endereço: Rua Itajaçu, nº 106, Pacaembu.
Cep: 01247-030 Fone: 3672-4336

Nilo Massaru Okuno Endereço: Rua Baltazar Lisboa, 148, apto 1204, Vila Mariana.
Cep: 04110-060 Fone: 8058-7718

VI - OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES:

VII - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

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

São Paulo, de de 20 .

assinatura do sujeito da pesquisa ou responsável legal

assinatura do pesquisador
(carimbo ou nome legível)

ANEXO 4. Carta de aprovação do comitê de ética em pesquisa

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

Of. CEP13409/EEFE/29102009

São Paulo, 29 de outubro de 2009.

Senhora Pesquisadora,

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, em reunião ordinária realizada em 29 de outubro de 2009, **aprovou o Protocolo 2009/50 – “Potencialização pós-ativação e treinamento de força na habilidade de sucessivos sprints”**, sob sua responsabilidade.

Encaminhamos também sugestões ao Projeto de Pesquisa emitidas pelo parecerista.

Atenciosamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Suely dos Santos'.

Profa. Dra. Suely dos Santos
Presidente do Comitê de Ética em Pesquisa

Ilma. Sra.
Profa. Dra. Maria Augusta Pedutti Dal' Molin Kiss
EEFEUSP – EFE