UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

TREINAMENTO DE FORÇA E POTÊNCIA NO FUTEBOL

Comparação entre o treinamento de hipertrofia e treinamento complexo e de contraste em jogadores de futebol do sexo masculino durante período competitivo

TESE DE DOUTORAMENTO EM CIÊNCIAS DO DESPORTO

JULIANO SPINETI DOS SANTOS

Orientador: Professor Doutor Roberto Fares Simão Júnior
Coorientador: Professor Doutor Victor Machado Reis

VILA REAL, 2015

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

TREINAMENTO DE FORÇA E POTÊNCIA NO FUTEBOL

Comparação entre o treinamento de hipertrofia e treinamento complexo e de contraste em jogadores de futebol do sexo masculino durante período competitivo

TESE DE DOUTORAMENTO EM CIÊNCIAS DO DESPORTO

JULIANO SPINETI DOS SANTOS

Orientador: Professor Doutor Roberto Fares Simão Júnior
Coorientador: Professor Doutor Victor Machado Reis

VILA REAL, 2015

Este trabalho foi expressamente elaborado como dissertação original para efeito de obtenção do grau de Doutor em Ciências do Desporto, de acordo com o disposto no Decreto-Lei 107/2008, de 25 de Junho.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador e amigo Prof. Doutor Roberto Simão (UFRJ), pelo direcionamento acadêmico, reciprocidade e acolhida desde o início de minha formação profissional.

Ao amigo e Prof. Doutor Tiago Figueiredo (Estácio de Sá), pelo companheirismo, auxílio e participação na elaboração dessa dissertação.

Ao amigo de trabalho e Prof. Doutor Márcio Assis (FFC), por disponibilizar seu ambiente de trabalho para a execução do estudo.

À Doutora Liliam Fernandes de Oliveira (UFRJ), por novamente contribuir imensamente à pesquisa com seus conhecimentos acadêmicos.

À amiga Viviane Bastos, por um trabalho exemplar na coleta de dados laboratorial.

Ao amigo e professor Doutor Humberto Miranda, por conselhos e contribuição na construção desse estudo.

Aos sujeitos que constituíram a amostra (jogadores de futebol do Fluminense Football Clube, Brasil), pela confiança depositada e pelo empenho manifestado durante a realização do protocolo de treinamento e testes laboratoriais.

À Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, por me possibilitar os meios necessários à consecução da Carreira Acadêmica.

À Universidade Federal do Rio de Janeiro, pelo apoio estrutural que possibilitou a avaliação dos atletas.

À minha especial companheira Júlia Alves Azevedo, que suportou, minha falta de tempo e me incentivou na conclusão do trabalho.

À minha mãe Luiza Spineti, que é a minha maior incentivadora.

À minha avozinha Maura Spineti, que é a pessoa mais bondosa que conheci...

RESUMO

Título: Comparação entre o treinamento de hipertrofia e treinamento complexo e de contraste em jogadores de futebol do sexo masculino durante período competitivo

O objetivo do presente estudo foi comparar o treinamento de hipertrofia (TH) com o treinamento complexo e de contraste (TCC) em sessões de treinamento com controle de velocidade sobre a resistência de agilidade (RA), salto vertical, força máxima, contração isométrica voluntária máxima (CIVM), força dinâmica concêntrica voluntária máxima (FDCVM), testes de velocidade, agilidade e parâmetros da arquitetura muscular em jovens jogadores de futebol de elite do sexo masculino, durante a temporada competitiva. Para tal, vinte e dois jogadores de futebol do sexo masculino (idade: 18,4 ± 0,5 anos; peso: 70,2 ± 9,1 kg; estatura: 179,9 ± 7,5 centímetros, % de gordura corporal: 6,5 ± 2,8%) pertencentes à categoria Sub-20 da equipe da primeira divisão campeonato brasileiro (Fluminense Football Club). Antes do início dos testes os jogadores foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos: TCC (n = 10) e TH (n = 12). Dessa forma, o estudo foi realizado através de um delineamento experimental aleatório e o período de treinamento teve a duração de oito semanas. Durante o período do estudo, medidas antropométricas, arquitetura muscular, força dinâmica máxima, salto vertical com e sem contra movimento, RA, CIVM, FDCVM, pico de potência muscular, velocidade e agilidade foram aplicadas com o objetivo de verificar a eficiência dos protocolos TCC e TH. Após a análise estatística ($p < 0,05$), os resultados demonstram que o protocolo TCC (exercícios de potência combinados a exercícios de pliometria e acelerações com mudanças de direção) promoveu adaptações sobre alguns parâmetros do teste de RA, melhora nas parciais de cinco e 10 metros no teste de velocidade, redução no tempo do teste de agilidade, e incremento na altura nos testes de salto vertical em jovens de futebol masculino jogadores. Por outro lado, o protocolo TH induziu em mudanças significativas sobre a força dinâmica máxima, FDCVM, salto com contramovimento quando executado com sobrecarga externa e aumento da espessura muscular. Em suma, o protocolo TCC com velocidade de execução controlada, realizado três vezes por semana, ao longo de oito semanas e durante a temporada competitiva através da combinação de exercícios de potência, pliometria e velocidade pode ser usado para melhorar o resultado em testes de desempenho motor. Enquanto o TH pode ser uma boa escolha quando o objetivo for o desenvolvimento da força, hipertrofia muscular ou aumento da FDCVM. A duração do estudo não foi suficiente para gerar adaptações ótimas nos parâmetros de arquitetura muscular. O treinador de futebol pode escolher a utilização de ambos os protocolos TCC ou TH de acordo com as necessidades e funções desempenhadas pelo jogador de futebol.

Palavras-chave: treinamento de força, arquitetura muscular, treinamento de potência, agilidade, resistência de velocidade e futebol.

ABSTRACT

Title: Comparison between hypertrophy strength training and complex contrast training in male football players during the competitive season

The purpose of this study was to compare hypertrophy training (HT) and contrast complex training (CCT) at load controlled velocity on the repeated-shuttle-sprint ability (RSSA), vertical jump, maximum strength, maximal voluntary isometric contraction (MVIC), maximal voluntary concentric dynamic force (MVDF), velocity / agility tests, and muscle architecture in male, young elite soccer players during the competitive season. Twenty-two male soccer players (age: 18.4 ± 0.5 years; weight: 70.2 ± 9.1 Kg; height: 179.9 ± 7.5 cm, % Body fat: 6.5 ± 2.8 %) belonging to the category U-20 of Fluminense Football Club team of the first Brazilian league division, were randomly assigned into two groups: CCT (n = 10) and HT (n = 12). The study was conducted through a randomized experiment design over an eight week period. During the study period, anthropometric measurements, muscle architecture, maximal dynamic strength, countermovement squat jump, squat jump, RSSA, strength test, isokinetic test and peak power were applied and to verify the efficiency of both CCT and HT. After statistical analysis ($p<0.05$), the results demonstrate that specific CCT regimen (power combined with plyometric and specific field sprints tasks)can induce relevant adaptations in some RSSA, velocity and agility parameters as well as in vertical jumping ability in young male soccer players. On the other hand, the HT promotes significant changes on strength, MVDF, countermovement jump with added external load and increased muscle thickness parameter. In conclusion, the CCT protocol performed three times / week for 8-weeks during in-season at load controlled velocity through ballistic power and/or Olympic lifting exercise followed by plyometric exercise and/or sprints tasks could use to improve RSSA dec %, RSSA mean, initial speed (five and 10 meters). improve agility, countermovement jump, squat jump and strength. While de HT develop strength, muscle growth and MVDF. The duration of the experiment could not be sufficient to result in greater adaptations of the muscle architecture, The coach of soccer player can choice CCT or HT protocol according to the needs and functions performed by soccer player.

Key-words: *resistance training, muscle architecture, power training, agility, repeated-sprint, soccer.*

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS VII
RESUMO IX
ABSTRACT XI
ÍNDICE GERAL XIII
ÍNDICE DE TABELAS XV
ÍNDICE DE FIGURAS XVII
ÍNDICE DE EQUAÇÕES XIX
ABREVIATURAS XXI
1. INTRODUÇÃO 1
2. REVISÃO DA LITERATURA 7
2.1. DEMANDA FÍSICA NO JOGO DE FUTEBOL 9
2.1.1. ASSOCIAÇÃO DA FORÇA COM O DESEMPENHO MOTOR 10
2.1.2. TRANSFERÊNCIA DO TREINAMENTO RESISTIDO PARA O DESEMPENHO MOTOR 10
2.1.3. PARÂMETROS DA ARQUITETURA MUSCULAR 17
2.1.4. ÂNGULO DE PENAÇÃO E ESPESSURA MUSCULAR 17
2.1.5. COMPRIMENTO DO FASCÍCULO DA FIBRA MUSCULAR 18
2.1.6. INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE AS ALTERAÇÕES DA ARQUITETURA MUSCULAR E DESEMPENHO MOTOR 19
3. METODOLOGIA 23
3.1. AMOSTRA 25
3.2. PROCEDIMENTOS 26
3.3. INSTRUMENTOS E MEDIÇÕES 27
3.3.1. ARQUITETURA MUSCULAR 28
3.3.2. TESTE DE 1RM 31
3.3.3. ESTIMATIVA DA POTÊNCIA MUSCULAR 33
3.3.4. TESTE DE SALTO VERTICAL 34
3.3.5. TESTE DE VELOCIDADE, AGILIDADE E RA 35
3.3.6. CIVM E FDCVM 37
3.4. PROTOCOLO EXPERIMENTAL 38
3.5. PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS 41
4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS 43
4.1. ESTUDO 1: COMPARAÇÃO ENTRE O TREINAMENTO FORÇA COM MÉTODO DE HIPERTROFIA E O TREINAMENTO COMPLEXO E DE CONTRASTE SOBRE O TESTE DE RESISTÊNCIA DE AGILIDADE E ARQUITETURA MUSCULAR EM JOGADORES DE FUTEBOL DO SEXO MASCULINO DURANTE A TEMPORADA COMPETITIVA 45

4.2. ESTUDO 2: COMPARAÇÃO ENTRE O TREINAMENTO FORÇA COM MÉTODO DE HIPERTROFIA E O TREINAMENTO COMPLEXO E DE CONTRASTE SOBRE O TESTE DE VELOCIDADE, AGILIDADE, SALTO VERTICAL E FORÇA DINÂMICA ISOCINÉTICA EM JOGADORES DE FUTEBOL DO SEXO MASCULINO DURANTE A TEMPORADA COMPETITIVA 49

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 53

5.1. ESTUDO 1: COMPARAÇÃO ENTRE O TREINAMENTO FORÇA COM MÉTODO DE HIPERTROFIA E O TREINAMENTO COMPLEXO E DE CONTRASTE SOBRE O TESTE DE RESISTÊNCIA DE AGILIDADE E ARQUITETURA MUSCULAR EM JOGADORES DE FUTEBOL DO SEXO MASCULINO DURANTE A TEMPORADA COMPETITIVA 55

5.2. ESTUDO 2: COMPARAÇÃO ENTRE O TREINAMENTO FORÇA COM MÉTODO DE HIPERTROFIA E O TREINAMENTO COMPLEXO E DE CONTRASTE SOBRE O TESTE DE VELOCIDADE, AGILIDADE, SALTO VERTICAL E FORÇA DINÂMICA ISOCINÉTICA EM JOGADORES DE FUTEBOL DO SEXO MASCULINO DURANTE A TEMPORADA COMPETITIVA 59

6. CONCLUSÃO 63

6.1. CONCLUSÕES ESTUDO 1 65

6.2. CONCLUSÕES ESTUDO 2 65

7. PROPOSTA PARA ESTUDOS FUTUROS 67

8. BIBLIOGRAFIA 71

9. ANEXOS 81

ANEXO I. PAR-Q TESTE

ANEXO II. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação entre diferentes regimes de treinamento de força sobre o desempenho motor 13

Tabela 2 - Estatística descritiva da Idade e características antropométricas da amostra (n=22) 26

Tabela 3 - Cronograma de execução de testes..... 28

Tabela 4 - Programa de treinamento semanal do grupo TCC 39

Tabela 5 - Programa de treinamento semanal do grupo TH..... 41

Tabela 6 - Coeficiente de variação (CV) da idade e características antropométricas da amostra (n=22) 45

Tabela 7 - Dados da ANOVA e tamanho do efeito (Cohen), pré- e pós-teste para as avaliações de resistência de agilidade, salto vertical, 1RM e contração isométrica voluntária máxima 47

Tabela 8 - Pré- e pós-teste de dados e análise de variância resultados para parâmetros de arquitetura muscular. Os tamanhos de efeito (Cohen) são para pré- e pós- efeitos..... 48

Tabela 9 - Dados da ANOVA e tamanho do efeito (Cohen), pré- e pós-teste para as avaliações de velocidade agilidade e salto vertical..... 49

Tabela 10 - Dados da ANOVA e tamanho do efeito (Cohen), pré- e pós-teste para o pico do torque nas avaliações de força dinâmica concêntrica voluntária máxima 50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Fases do estudo de intervenção..... 27

Figura 2 - Foto da aquisição da imagem da área de secção transversa anatômica utilizando um dispositivo caseiro para alinhar o transdutor sobre a pele 29

Figura 3 - Foto da aquisição da imagem do comprimento do fascículo do vastos lateral com ultrassom modo panorâmico 30

Figura 4 - Imagem do ângulo de penação através do ultrassom panorâmico e o comprimento do fascículo do vasto lateral..... 30

Figura 5 - Imagem do ângulo de penação e da espessura muscular do músculo reto femoral e vasto intermédio..... 31

Figura 6 - Foto durante execução do teste de 1RM no exercício agachamento no Smith..... 32

Figura 7 - Foto durante execução do teste de potência muscular no exercício salto vertical máximo.. 33

Figura 8 - Foto durante execução do teste de salto vertical com contra movimento-0%..... 35

Figura 9 - Foto durante execução do teste de velocidade para as distâncias de cinco, 10, 20 e 30 metros 36

Figura 10 - Foto durante execução do teste de agilidade *zigzag test*..... 36

Figura 11 - Foto da execução do teste de FDCVM no dinamômetro isocinético..... 38

Figura 12 - Foto da terceira sequência de dois exercícios (SVC com 60% da PEM seguido do salto diagonal sobre barreiras), realizada na sessão de segunda-feira pelo grupo TCC (com velocidade monitorada pelo MYO s4P) 39

Figura 13 - Foto da segunda sequência de dois exercícios (fase inicial do arranque olímpico seguido da corrida com elevação de joelho e pique), realizada na sessão de quarta-feira pelo grupo TCC.... 40

Figura 14 - Foto da terceira sequência de dois exercícios (SVC com 100% da PEM seguido do salto em profundidade plinto / solo / plinto), realizada na sessão de sexta-feira pelo grupo TCC (com velocidade monitorada pelo MYO s4P) 40

Figura 15 - Foto dos três primeiros exercícios realizados nas sessões semanais pelo grupo TH. O primeiro à esquerda, agachamento Smith, executado com a velocidade monitorada pelo MYO s4P; o segundo levantamento terra com barra; e, por último, peso morto com barra 41

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

Equação 1 18

Equação 2 37

ABREVIATURAS

1RM – Uma repetição máxima

A10s = Aceleração inicial para 10 metros

AP – Ângulo de penação

ASTA – Área de secção transversa anatômica

C = Controle

CCI – Coeficiente correlação intraclasse

CF – Comprimento do fascículo da fibra muscular

CG = *Control group*

CIVM – Contração isométrica voluntária máxima

COM = Combiando

CV – Coeficiente de variação

DP – Desvio padrão

E = Experimental

EM – Espessura muscular

EPE – Erro padrão da estimativa

FDCVM – Força dinâmica concêntrica voluntária máxima

FHS = agachamento frontal

HF = Alta velocidade

HP = Alta potência

LSD – *Least significant difference*

MYO – Myotest

PPA – Potencial pós-ativação

PT = *Power training*

RA - Resistência de agilidade

RA best – Melhor tempo no teste de resistência de agilidade

RA dec (%) – Percentual de fadiga no teste de resistência de agilidade

RA mean – Média dos tempos no teste de resistência de agilidade

RF – Reto femoral

RMs – Repetições máximas

SG = *Strength group*

SJ = pliometria e velocidade

SQ = agachamento

ST = *Strenght training*

SV – Salto vertical

SVC – Salto vertical com contramovimento

SVC-0% - Salto vertical contramovimento sem sobrecarga externa

SVC-20% - Salto vertical contramovimento com 20% de 1RM

SVC-40% - Salto vertical contramovimento com 40% de 1RM

SVC-60% - Salto vertical contramovimento com 60% de 1RM

T100s= tempo total para 100 metros

TCC – Treinamento complexo e de contraste

TE – Tamanho do efeito

TF – Treinamento de força

TH – Treiamento de hipertrofia

TP – Treinamento de potência

V los% = manutenção da velocidade

V max m/s = Velocidade máxima atingida

VI – Vasto intermédio

VL – Vasto lateral

VM – Vasto medial

WG = *Weak group*

1. INTRODUÇÃO

TREINAMENTO DE FORÇA E POTÊNCIA NO FUTEBOL

Comparação entre o treinamento de hipertrofia e treinamento complexo e de contraste em jogadores de futebol do sexo masculino durante período competitivo

1. INTRODUÇÃO

Habilidades motoras como saltos, acelerações com mudança de direção, resistência à fadiga em situações de múltiplas acelerações e velocidade de deslocamento são parâmetros considerados importantes para predição do desempenho neuromuscular de jogadores de futebol (Rampinini et al., 2007). Prévios estudos analisaram os efeitos do treinamento de força (TF) e treinamento de potência (TP) sobre o desempenho neuromuscular em jogadores de futebol (Buchheit, Mendez-Villanueva, Delhomel, Brughelli, & Ahmaidi, 2010; Faude, Roth, Di Giovine, Zahner, & Donath, 2013; Hoff & Helgerud, 2004; Maio Alves, Rebelo, Abrantes, & Sampaio, 2010; Moore, Hickey, & Reiser, 2005; Myer, Ford, Brent, Divine, & Hewett, 2007), e todos esses estudos demostraram influências significativas de ambos TF e TP em parâmetros físicos (Cormie, McGuigan, & Newton, 2010a; G. Harris, Stone, O'Bryant, Proulx, & Johnson, 2000; Hoffman, Cooper, Wendell, & Kang, 2004; Maio Alves, et al., 2010; Moore, et al., 2005). Elaborar, contudo, um programa que resulte em adaptações positivas sobre o desempenho neuromuscular pode ser uma tarefa desafiadora, especialmente em se tratando de atletas bem treinados, visto que muitas escolhas são requeridas para que se chegue à melhor adequação do programa ao atleta, como, tipo de exercício, volume de repetições, velocidade angular e a intensidade da carga utilizada. A manipulação de tais escolhas pode promover diferentes respostas sobre a transferência das adaptações da força sobre o desempenho neuromuscular (Anthony J. Blazevich, Gill, Bronks, & Newton, 2003; Buchheit, et al., 2010; Cormie, et al., 2010a; Maio Alves, et al., 2010; Moore, et al., 2005).

Em estudo recente Maio Alves et al.(2010) acompanharam jovens jogadores de futebol que executaram o treinamento complexo e de contraste durante oito semanas (TCC). O treinamento complexo consistiu na combinação de exercícios com biomecânica similar (levantamentos de peso em alta intensidade seguidos por exercícios pliométricos) executados na mesma sessão e desempenhados consecutivamente série por série, e o treinamento de contraste consistiu no levantamento de altas e baixas sobrecargas externas durante a mesma sessão de treinamento. Os resultados desse estudo demonstraram que o TCC melhorou o salto vertical e o tempo da corrida nos testes de velocidade após o período de treinamento. Em estudo que usou similar protocolo de TCC (Faude, et al., 2013), conduzido, porém, por sete semanas em jogadores de futebol do sexo masculino, foram observadas adaptações relevantes nos parâmetros de força muscular que foram associados com o incremento no salto vertical. Adicionalmente, Buchheit et al.(2010) acompanharam jogadores adolescentes de futebol, do

sexo masculino, que realizaram uma sessão por semana de treinamento de força explosiva ao, longo de 10 semanas. Os resultados desse estudo demostraram efeito significativo do protocolo de treinamento sobre o teste de salto vertical. Com base nos estudos supracitados, parece ser consenso a influência positiva do TF e TP sobre as respostas em testes de força muscular e impulsão vertical em jogadores de futebol, mesmo que em diferentes condições. No entanto, a influência desses protocolos de treinamento (TF e TP) sobre testes de resistência de velocidade, agilidade e velocidade ainda é contraditória, provavelmente devido a diferenças metodológicas dos protocolos de TF e TP aplicados nos estudos (Buchheit, et al., 2010; Faude, et al., 2013; Maio Alves, et al., 2010; Tricoli, Lamas, Carnevale, & Ugrinowitsch, 2005).

A comparação dos diferentes regimes de TF e TP em relação às alterações do desempenho neuromuscular é importante para a compreensão da magnitude de transferência de cada regime sobre a força, velocidade, potência e resistência. Contudo, a explicação para tais adaptações é baseada principalmente em mecanismos de adaptações neurais e relações da curva de força-velocidade (Cormie, et al., 2010a), havendo poucas pesquisas que buscaram investigar as alterações da arquitetura muscular em detrimento de diferentes regimes de TF (Anthony J. Blazevich, et al., 2003).

Prévios estudos demonstraram que a arquitetura muscular é altamente mutável (Anthony J. Blazevich, et al., 2003; Cormie, et al., 2010a; Duclay, Martin, Duclay, Cometti, & Pousson, 2009), ao passo que o estudo da influência de diferentes protocolos de TF e TP sobre as modificações da arquitetura muscular pode fornecer informações importantes sobre os mecanismos da modificação da tensão e velocidade de contração. Em geral, é teorizado que músculos com grande ângulo de penação (AP) e curto comprimento de fascículo (CF), ligados a longos tendões, são mais apropriados para contrações com elevada produção de força, mas produzem tensão por pequenos intervalos de tempo (Anthony J. Blazevich, 2006). Consequentemente, músculos com menores AP, e longos CF, ligados a curtos tendões, são mais adequados para produzir a força através de contrações em alta nível de velocidade e através de movimentos mais longos (Anthony J. Blazevich, 2006).

Em acordo com esta teoria, foi observado que velocistas em provas de 100 metros, com um recorde pessoal entre 10,00 e 10,90 segundos, apresentaram maiores CF e menores AP quando comparados a corredores de elite em provas de fundo e a indivíduos não treinados (Abe, Kumagai, & Brechue, 2000). Não obstante, também foi observado que o CF e o AP diferem entre velocistas de diferentes níveis de competitividade, haja vista que velocistas com tempos

inferiores a 10,90 segundos para provas de 100 metros apresentaram maior CF e menor AP do vasto lateral (VL), vasto medial (VM) e gastrocnêmio medial comparados a velocistas com tempos acima de 11,00 segundos (Kumagai et al., 2000). Adicionalmente, Duclay et al.(2009) encontraram aumentos significativos, tanto no CF quanto no AP em estudantes saudáveis do sexo masculino após programa de TF, que consistiu em 18 sessões de exercício com ação excêntrica, durante sete semanas. Este estudo demonstra que tais variáveis são sensíveis a fase inicial de treinamento (Duclay, et al., 2009).

Prévio estudo demonstrou que o TF combinado com o treinamento de velocidade e pliometria promove aumento do AP e do CF. Todavia, o treinamento realizado apenas com exercícios de velocidade e pliometria promoveu aumento do CF e redução do AP (Anthony J. Blazevich, et al., 2003). Ambos os regimes de treinamento promoveram melhoras sobre o desempenho da velocidade, não havendo interações entre os grupos. Os autores concluíram que a característica do estímulo de força e velocidade influencia as alterações da arquitetura muscular, sobretudo no AP e no CF, e que essas adaptações potencializam o desempenho motor, através, porém, de mecanismos distintos. Em estudo similar, Cormie et al.(2010a) verificaram que o TF com regime de força máxima (75% a 90% de uma repetição máxima) induziu maior aumento da espessura muscular (EM) do vastos lateral (VL) quando comparado ao regime de potência balística (treinamento através de saltos com e sem sobrecarga externa). Nesses estudos, ambos os grupos apresentaram aumento no AP e melhoras significativas sobre a velocidade e impulsão vertical após 10 semanas de treinamento, porém, sem interações entre os grupos. O grupo de potência balística apresentou maiores magnitudes do tamanho do efeito sobre a velocidade do que o grupo de força máxima. Os autores concluíram que, embora ambos os regimes tenham sido eficientes para a melhora do desempenho neuromuscular, provavelmente, os mecanismos de transferência não foram os mesmos, e que o treinamento de potência balística apresentou uma tendência a ser mais eficiente no desenvolvimento da velocidade.

Ao nosso conhecimento, após busca em bases de dados, são escassos na literatura estudos que buscaram comparar a influência do TCC e o treinamento com ênfase em desenvolvimento de hipertrofia muscular (TH) sobre as mudanças no desempenho neuromuscular e alterações nos parâmetros de arquitetura muscular em jogadores de futebol do sexo masculino. Até o momento, os estudos que avaliaram o efeito do TF e TP sobre as adaptações na arquitetura muscular não adotaram um protocolo de TCC com controle de

velocidade angular da repetição (Anthony J. Blazevich, et al., 2003; Cormie, et al., 2010a; Duclay, et al., 2009; Zaras et al., 2013).

Sendo assim, o objetivo geral do presente trabalho será comparar os protocolos de treinamento TH e TCC, realizados com velocidade da repetição controlada, sobre acelerações com mudança de direção, resistência de agilidade (RA), salto vertical com contramovimento (SVC) e sem contramovimento (SV), velocidade, força em uma repetição máxima (1RM), contração isométrica voluntária máxima (CIVM), força dinâmica concêntrica voluntária máxima (FDCVM) e arquitetura muscular em jovens jogadores de futebol de elite no sexo masculino, durante a temporada competitiva. A tese foi organizada em estudos independentes que, estruturando-se em objetivos específicos, em seu conjunto buscaram atender ao seu objetivo geral. São apresentados dois objetivos específicos, listados a seguir:

1. Comparação entre treinamento de hipertrofia e treinamento complexo e de contraste sobre parâmetros do teste de RA, SVC com e sem sobrecarga externa, 1RM, CIVM e parâmetros de arquitetura muscular em jovens jogadores de futebol de elite no sexo masculino, durante a temporada competitiva.
2. Comparação entre treinamento de hipertrofia e treinamento complexo e de contraste sobre teste de velocidade de corrida, agilidade, SV e FDCVM em jovens jogadores de futebol de elite do sexo masculino, durante a temporada competitiva.

Nossa primeira hipótese é que o TCC induzirá uma maior influência no desempenho dos testes de desempenho motor (velocidade, agilidade, RA, SVC, SV), ao passo que, essas positivas alterações no desempenho motor serão associadas ao aumento do CF e redução do AP. Nossa segunda hipótese é que o TH apresentará resultados mais expressivos sobre os testes de 1RM, CIVM e FDCVM e que essas alterações estarão relacionadas com o aumento do AP, EM e área de secção transversa anatômica (ASTA).

2. REVISÃO DA LITERATURA

TREINAMENTO DE FORÇA E POTÊNCIA NO FUTEBOL

Comparação entre o treinamento de hipertrofia e treinamento complexo e de contraste em jogadores de futebol do sexo masculino durante período competitivo

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. DEMANDA FÍSICA NO JOGO DE FUTEBOL

O futebol é um dos esportes mais praticados no mundo, e seus jogadores necessitam de habilidades mentais, táticas, técnicas e físicas para obterem êxito no jogo (Buchheit, et al., 2010). Os esforços para o desenvolvimento do jogador de futebol, porém, muitas vezes focam somente questões técnicas e táticas, em detrimento dos aspectos físicos e fisiológicos aplicados ao atleta (Wisløff, Helgerud, & Hoff, 1998). Um jogador de futebol profissional de elite percorre cerca de 10 a 12 quilômetros ao longo dos 90 minutos (Bangsbo, Nørregaard, & Thorsø, 1991; Barros et al., 2007), percurso que não é, contudo, realizado apenas por deslocamentos cíclicos, mas também através de inúmeras ações de desempenho motor de explosão muscular, incluindo: saltos, chutes, choques mecânicos, giros, piques, desacelerações, mudanças de direção e aterrissagens (Barros, et al., 2007; Rampinini, et al., 2007). Consequentemente, a capacidade do jogador de futebol em produzir altos níveis de velocidade durante uma partida pode ser fator decisivo para o seu desempenho (Rampinini, et al., 2007). Embora as ações de velocidade contribuam em torno de 10% a 11% da distância total percorrida (Barros, et al., 2007; Rampinini, et al., 2007), as mesmas constituem, de fato, momentos cruciais do jogo, como as ações de disputa da posse de bola ou de contabilização de ponto sobre o adversário (Barros, et al., 2007; Reilly, Bangsbo, & Franks, 2000).

Prévios estudos têm encontrado fortes associações entre o desempenho motor e o jogo ou jogadores de futebol (Cometti, Maffiuletti, Pousson, Chatard, & Maffulli, 2001; Impellizzeri et al., 2008; Rampinini, et al., 2007; Wisløff, Castagna, Helgerud, Jones, & Hoff, 2004). Foi observado que jogadores profissionais da primeira divisão do campeonato norueguês que faziam parte do time campeão possuem maior nível de força para o teste de 1RM no exercício agachamento e maior capacidade cardiorrespiratória do que jogadores do mesmo campeonato que, no entanto, jogaram pelo time que ficou na última posição (Wisløff, et al., 1998). Outra associação foi encontrada por Cometti et al.(2001), ao observarem que jogadores profissionais franceses possuíam maiores níveis de velocidade para a distância de 10 metros quando comparados a jogadores amadores. Adicionalmente, Rampinini et al.(2007) observaram correlação significativa entre a média do tempo no teste de resistência de velocidade com o deslocamento total ($r = 0,65$) e deslocamento em alta velocidade ($r = 0,60$) durante partidas oficiais de futebol (Liga Europeia). Também foi observado por Impellizzeri et al.(2008) que o

nível de competitividade da Liga implica resultados do teste de resistência de velocidade, pois atletas profissionais de elite (primeira divisão nacional) apresentaram menores tempos para o teste de resistência de velocidade quando comparados a atletas profissionais semielite (segunda ou terceira divisão nacional), que logicamente apresentaram menores tempos que atletas amadores.

2.1.1. ASSOCIAÇÃO DA FORÇA COM O DESEMPENHO MOTOR

Dentre as capacidades físicas envolvidas no jogo, a *endurance* divide importância com a força e a potência (Hoff & Helgerud, 2004). A força máxima pode ser definida como a maior tensão produzida pelo sistema neuromuscular, a qual pode ocorrer em situações estáticas ou dinâmicas, em que a potência é o produto da força em razão da velocidade, a qual é caracterizada pela capacidade do sistema neuromuscular em gerar maior quantidade de impulsos nervosos em determinado tempo (Wisløff, et al., 1998). A força é, portanto, uma qualidade física básica que pode influenciar no desempenho da potência (Hoff & Helgerud, 2004), ao passo que o aumento da força é associado ao aumento da força relativa e, consequentemente, ao aumento da potência (Wisløff, et al., 2004). Alguns estudos apontam uma relação estreita do teste de força dinâmica máxima para membros inferiores com os testes de velocidade, agilidade e impulsão vertical (Baker & Nance, 1999; N. K. Harris, Cronin, Hopkins, & Hansen, 2008; Peterson, Alvar, & Rhea, 2006; Wisløff, et al., 2004). Todavia, já foram observadas relações não significativas entre força e velocidade, só havendo associações entre os testes de potência e os testes de velocidade (Cronin & Hansen, 2005). Devemos, entretanto, enfatizar que estudos de correlação podem gerar apenas ideias de associação, mas não relações de causa e efeito.

2.1.2. TRANSFERÊNCIA DO TREINAMENTO RESISTIDO PARA O DESEMPENHO MOTOR

Alguns estudos procuraram investigar os efeitos crônicos do TF e TP sobre o desempenho em testes de força, velocidade, agilidade, impulsão vertical e resistência (Deane, Chow, Tillman, & Fournier, 2005; Delecluse et al., 1995; G. Harris, et al., 2000; Hoffman, et al., 2004; Hoffman, Kraemer, Andrew, Deschenes, & Kemp, 1990; Hoffman et al., 2005; Kotzamanidis, 2006; Maio Alves, et al., 2010; McBride, Triplett-McBride, Davie, & Newton, 2002; Moore, et al., 2005; Myer, et al., 2007; Paavolainen, Häkkinen, Hämäläinen, Nummela, & Rusko, 1999; Rimmer & Sleivert, 2000; Spinks, Murphy, Spinks, & Lockie, 2007), e nesse

casos foram utilizadas amostras compostas apenas por atletas de esportes associados a eventos de velocidade e saltos. De forma geral, os autores procuraram comparar diferentes modelos de TF e TP e a possível influência sobre os testes de desempenho motor, visto que significativas associações foram encontradas por alguns estudos (G. Harris, et al., 2000; Hoffman, et al., 2004; Maio Alves, et al., 2010; McBride, et al., 2002; Moore, et al., 2005; Myer, et al., 2007; Spinks, et al., 2007).

Ao elaborar um programa de TF e ou TP, muitas escolhas são necessárias para melhor adequação do programa ao atleta: tipo de exercício resistido, velocidade da contração e intensidade da carga utilizada são as variáveis metodológicas mais frequentemente citadas pela literatura científica, de forma que a manipulação delas pode promover diferentes respostas sobre as adaptações do desempenho físico. Alguns estudos procuraram investigar o efeito da manipulação dessas variáveis em atletas. Hoffman et al.(2004) avaliaram o efeito do TF tradicional e o TP através de exercícios de levantamento de peso olímpico em jogadores de futebol americano do sexo masculino pertencentes à terceira divisão da liga profissional (Tabela 1).

O estudo foi realizado durante a pré-temporada, e os atletas realizavam quatro sessões de TF ou TP por semana e duas sessões de treinos de velocidade e agilidade ao longo de 15 semanas. O grupo que realizou o TP com exercícios de levantamento de peso olímpico obteve melhores resultados sobre o teste de impulsão vertical e apresentou uma tendência de menor tempo para o teste de velocidade para a distância de 40 jardas quando comparado ao grupo que utilizou exercícios tradicionais de TF. Os autores justificaram os resultados com base nas características neurofisiológicas de cada exercício, pois os exercícios de levantamento de peso olímpico são caracterizados pelo levantamento de altas cargas em movimentos complexos com alta velocidade angular de deslocamento, fenômeno que acarreta a produção de altas taxas de força em grande velocidade, promovendo grande geração de potência muscular. Os exercícios tradicionais de alta intensidade, contudo, também são caracterizados pelo levantamento de altas cargas, e são, porém, com baixa velocidade angular de deslocamento, o que diminui a geração da potência.

Outro tipo de exercício consecutivamente citado por autores em estudos de desempenho esportivo é conhecido como pliométrico. Segundo Ebben (2007), o exercício pliométrico é caracterizado pela rápida desaceleração do corpo acompanhada por rápida aceleração, quase imediata, na direção oposta, sendo particularmente importante em diversos esportes

competitivos, sobretudo naqueles que envolvem corridas, saltos e mudanças de direção. Alguns autores sugerem que esse tipo de exercício melhora o controle neural em situações de contrações em alta velocidade, devido ao aumento da excitação dos motoneurônios ou à diminuição da sua inibição (Paavolainen, et al., 1999).

Alguns estudos demonstraram a eficiência dos exercícios pliométrico na melhora da impulsão vertical e da velocidade. Delecluse et al.(1995) compararam a eficiência do TF tradicional e do TP com exercícios pliométricos sobre o desenvolvimento da velocidade em universitários sem experiência em TF ou TP e em treinamento de velocidade. Os indivíduos foram divididos através do delineamento aleatório em quatro grupos: dois experimentais e dois controles, e acompanhados por um período de nove semanas. Os grupos experimentais tiveram dois regimes diferentes de treinamento, com uma frequência de duas vezes por semana: HR executou o TF tradicional através de uma periodização linear, já HV executou o treinamento com exercícios de pliometria com evolução na dificuldade. O grupo controle foi dividido em RUN, que fazia uma sessão de treinamento de velocidade por semana, e PAS, o grupo que não fazia nenhum tipo de treinamento físico. Os indivíduos foram submetidos a um teste de velocidade para a distância de 100 metros, e os autores utilizaram para análise de dados o tempo para aceleração inicial de 10 metros (A10s), velocidade máxima atingida no percurso (Vmax m/s), manutenção da velocidade (Vlos%) e tempo total para 100 metros (T100s) (Tabela 1).

Tabela 1 - Comparação entre diferentes regimes de treinamento de força sobre o desempenho motor

Estudo	Amostra / sexo (n)	Comparações / Grupos	Mudanças
Anthony J. Blazevich et al.,(2003)	Futebol, *rugby*, *netball*/ H e M (n = 30)	Grupo força / Velocidade / Pliometria Vs. Grupo Velocidade / Pliometria	Ambos os grupos apresentaram melhoras sobre a velocidade (10m), força (contração isométrica máxima), impulsão vertical (30% 1RM), sem interação intergrupos
Buchheit et al,, (2010)	Futebol adolescentes / H (n = 20)	Grupo Potência Vs. Resistência de Velocidade	Ambos os grupos tiveram Incrementos sobre velocidade (30m), impulsão vertical e resistência de velocidade. Grupo Força Explosiva foi superior para impulsão vertical. Grupo Resistência de Velocidade apresentou tendência de superioridade para o teste de resistência de velocidade
Cormie et al., (2010a)	Experientes em força / H (n = 16)	Grupo Força Vs. Grupo Potência	Grupo Força foi superior para os testes de força. Grupo Potência teve tendência em maior aumento para a velocidade. Ambos os grupos melhoraram a impulsão vertical
Deane et al., (2005)	Universitários ativos / H e M (n = 48)	Flexão de Quadril Vs. Grupo Controle	Flexão do quadril apresentou incrementos superiores ao GC sobre a força, velocidade, agilidade
Delecluse et al,, (1995)	Universitários Inexperientes / H (n = 66)	Grupo Tradicional Vs. Grupo Pliometria Vs. Grupo Velocidade Vs. Grupo Controle	Grupo Tradicional foi superior ao GC para velocidade (10m). Pliometria foi superior aos demais grupos para velocidade (10m) e superior aos grupos velocidade e controle para velocidade (100m)
G. Harris et al., (2000)	Futebol americano universitário / H (n = 42)	Grupo Força Vs. Grupo Potência Vs. Grupo Combinado	Grupo Combinado foi superior ao Grupo Potência sobre a força e agilidade. Força Máxima foi superior ao Grupo Potência sobre a força. No salto vertical, Grupos Potência e Combinado melhoraram seus resultados
Hoffman et al., (2004)	Futebol americano / H (n = 20)	Tradicional Vs. Levantamento Olímpico	Incremento da força para ambos os grupos, levantamento olímpico superior ao tradicional para a impulsão vertical
Maio Alves et al., (2010)	Futebol elite / H (n = 23)	Treinamento Complexo uma vez por semana Vs. Treinamento Complexo duas vezes por semana Vs. Grupo Controle	Ambos os grupos de treinamento melhoraram a velocidade (5m e 15m), duas vezes por semana (9,1% e 6,1%) e uma vez (7,0% e 3,1%), respectivamente. Incremento na impulsão vertical, duas vezes (12,6%) e uma vez (9,6%). Não houve interações intergrupos de treinamento
McBride et al., (2002)	Atletas / H (n = 26)	Salto Vertical 80% 1RM Vs. Salto Vertical 30% 1RM Vs. Grupo Controle	SV80% e SV30% incrementos na força e agilidade, SV30% foi superior a SV80% para a velocidade (10m) e impulsão vertical (30% - 1RM)
Moore et al., (2005)	Futebol / H e M (n = 15)	Levantamento Olímpico / Tradicional Vs. Pliometria / Tradicional	Incrementos para força, velocidade, agilidade e impulsão vertical sem interações intergrupos
Paavolainen et al., (1999)	Atletas de *cross-country* de elite / H (n = 22)	Grupo Potência Vs. Grupo Controle	Grupo Força Explosiva foi superior ao Grupo Controle sobre a velocidade, impulsão vertical e economia de corrida

Foi observado que o grupo HR só foi superior ao grupo PAS sobre A10s, ao passo que o grupo HV foi superior ao PAS em Vmax, como também foi superior aos grupos PAS e RUN na medida T100s e superior a todos os demais grupos na variável A10s. Os autores concluíram

que o treino com exercícios pliométricos foi eficiente para melhorar a aceleração inicial e o tempo total na corrida de 100 metros. Contudo, foi concluído que o treinamento tradicional com alta intensidade utilizado pelo grupo HR obteve interferência na aceleração inicial, embora menos contundente. Também sugeriram que a combinação do TR tradicional com exercícios de pliometria pode ser uma boa estratégia para otimizar melhoras nos mecanismos de recrutamento de unidades motoras e frequência de disparo dos motoneurônios. Outros dois estudos (Kotzamanidis, 2006; McBride, et al., 2002) avaliaram a influência do treinamento de pliometria sobre o desempenho da impulsão vertical e o tempo para aceleração da corrida e corroboraram com os estudos de Delecluse et al.(1995), encontrando resultados expressivos nos indivíduos que executaram os exercícios de pliometria sobre a impulsão vertical e o tempo para aceleração.

Também foi verificado por Paavolainen et al.(1999) que maior volume de treinamento com exercícios que exijam grande produção de potência muscular pode melhorar os mecanismos neuromusculares da corrida, a ponto de torná-la mais econômica e eficiente. Paavolainen et al.(1999) dividiram aleatoriamente atletas de *cross-country* em dois grupos: experimental (E) (n = 12) e controle (C) (n = 10), com acompanhamento por nove semanas. O grupo E teve 32% do volume de seu treinamento baseados em exercícios de força explosiva, que consistiam de treino de velocidade em aclive e declive, treino de pliometria com saltos com e sem sobrecarga e treino de força explosiva para membros inferiores (pressão de pernas, e cadeira extensora), com execuções em máxima velocidade e baixa carga (0-40% de 1RM). Do volume total de treinamento do grupo C apenas 3% foram baseados em exercícios de força explosiva, sendo que também faziam parte do treinamento circuitos de resistência muscular localizada. O volume total do treinamento foi equalizado entre os grupos E e C. Foram feitas pré-avaliações e após três, seis e nove semanas de treinamento. Os autores observaram maior evolução após o período de treinamento no consumo máximo de oxigênio no grupo C quando comparado ao grupo E. O grupo E, contudo, obteve menores tempos para o teste de corrida em cinco quilômetros, o que demonstrou a sua superioridade sobre o grupo C na prova específica dos atletas. Adicionalmente, reduziu o tempo de contato com o solo, ao passo que o grupo C o aumentou. Vale ressaltar, também, que o grupo E obteve melhores respostas sobre o grupo C para o teste de economia de corrida, resistência anaeróbia máxima, velocidade lançada e salto horizontal (Tabela 1).

Buchheit et al.(2010) observaram que tanto o treinamento de força explosiva quanto o treinamento de resistência de velocidade (piques consecutivos) são eficientes para melhorar a velocidade (30 metros), resistência de velocidade e impulsão vertical. Participaram do estudo adolescentes jogadores de futebol que realizaram, além do treinamento específico de futebol, uma sessão semanal de força explosiva (grupo força explosiva) ou de resistência de velocidade (grupo resistência de velocidade) ao longo de 10 semanas. Como resultado, foi observado que ambos os grupos melhoraram seus índices para os testes de velocidade, impulsão vertical e resistência de velocidade. Todavia, o grupo que executou o regime de força explosiva apresentou superioridade no teste de impulsão vertical quando comparado ao grupo de regime de resistência de velocidade nos testes após o período de treinamento, ao passo que o grupo de resistência de velocidade apresentou uma tendência em maior incremento no tempo do teste de resistência de velocidade e velocidade que o grupo de força explosiva. Os autores concluíram que ambos os regimes de treinamento utilizados foram importantes para a melhora do desempenho motor nos jogadores de futebol e que as adaptações foram baseadas na especificidade de cada regime, embora a combinação do treinamento de força explosiva e de resistência de velocidade possa potencializar o incremento do desempenho motor (Tabela 1).

Prévios estudos evidenciaram que a combinação de sessões com exercícios de alta intensidade executados com baixa velocidade angular, combinada a sessões desempenhadas em repetições com baixa intensidade, porém com alta velocidade angular, podem potencializar a transferência para o desempenho motor. G. Harris et al.(2000) compararam a eficiência do treinamento com alta intensidade com o de alta potência e a combinação desses sobre o desenvolvimento da força, tempo de aceleração na corrida, agilidade e impulsão. Fizeram parte do estudo 42 jogadores de futebol americano experientes em treinamento de força há pelo menos um ano. Os indivíduos foram divididos em três grupos: o grupo de alta potência (HP, n = 14), que treinou quatro vezes por semana com cargas de 30% de 1RM com repetições em máxima velocidade; o grupo de alta intensidade (HF, n = 16), em que os indivíduos executaram quatro sessões semanais com cargas de 80% de 1RM; e o terceiro grupo, denominado Combinado (COM, n = 13), pois executou duas sessões para cada regime (HP e HF).

Foi observado que os grupos COM e HF foram superiores ao grupo HP nas avaliações pós-treinamento para os parâmetros da força muscular. O grupo COM foi o único a apresentar melhora pré- e pós-período de treinamento para o teste de agilidade, apresentando superioridade ao HP. Outro dado importante foi que somente HP e COM melhoraram seus resultados no teste

de impulsão vertical. Os autores concluíram que o treinamento combinado obteve maior frequência de resultados positivos quando comparado aos outros regimes de TF. Adicionalmente, Moore et al.(2005), em estudo similar, observaram que tanto a combinação de exercícios de levantamento de peso olímpico com exercícios tradicionais e a combinação de exercícios de pliometria com exercícios tradicionais são eficientes para melhorar velocidade, impulsão vertical, força muscular e agilidade em jogadores de futebol.

Baseado no princípio da especificidade, prévios estudos têm buscado uma nova alternativa que potencialize a transferência do TF para o desempenho motor de atletas. O regime de treinamento Complexo consiste na execução de dois exercícios biomecanicamente similares, realizados consecutivamente, série por série, sendo o primeiro de alta intensidade e o segundo pliométrico sem adição de carga externa (Maio Alves, et al., 2010). Esse regime de treinamento baseia-se no pressuposto da potenciação pós-ativação (PPA), que, segundo Robbins, (2005), é um fenômeno pelo qual a força muscular gerada é maior devido à contração provocada durante o exercício anterior. Já o Treinamento de Contraste é a combinação de exercícios executados na mesma sessão de treinamento de alta e baixa intensidade (Maio Alves, et al., 2010).

Maio Alves et al.(2010) combinaram o regime de treinamento Complexo com o treinamento de Contraste (TCC), em que o protocolo consistia na execução de três sequências de três exercícios realizados consecutivamente e sem intervalo, sendo o primeiro resistido tradicional, o segundo, pliométrico executado sem sobrecarga externa, e o terceiro, específico do futebol. Os indivíduos foram distribuídos de forma aleatória em três grupos: o primeiro executava duas sessões por semana de TCC, o segundo fazia o mesmo protocolo, entretanto com uma frequência semanal de uma sessão, e o terceiro era o grupo controle, e só realizou o treinamento técnico e tático pertinente ao futebol. Foi observado que ambos os grupos de treinamento apresentaram melhoras para os testes de velocidade e impulsão vertical após o período de treinamento. Embora o grupo que teve uma frequência de duas vezes por semana tenha obtido maiores delta percentual, não houve interações significativas entre os grupos de treinamento. Ademais, o grupo controle não apresentou incrementos para nenhum teste avaliado após o período de treinamento. Concluiu-se que a realização de uma ou duas sessões de TCC pode resultar em melhoras sobre o desempenho motor de atletas de futebol de elite (Tabela 1).

2.1.3. PARÂMETROS DA ARQUITETURA MUSCULAR

A arquitetura muscular é a forma geométrica em que as fibras musculares são organizadas no complexo músculo-tendão (Kawakami, Abe, Kuno, & Fukunaga, 1995). O termo geometria dos fascículos é utilizado para descrever ângulos e comprimentos dos fascículos musculares, ao passo que o termo arquitetura muscular é mais amplo, e é usado para a descrição de todas as estruturas musculares, incluindo geometria do fascículo, comprimento e ângulo, volume muscular, área de secção transversa anatômica e fisiológica (Anthony J. Blazevich, 2006). Recentemente, técnicas de imagens de ressonância magnética e ultrassonografia permitiram o estudo *in vivo* das alterações da arquitetura muscular (Kawakami, Abe, & Fukunaga, 1993; Rutherford & Jones, 1992). O resultado dessas pesquisas tem evidenciado que a geometria muscular é altamente mutável (Anthony J. Blazevich, et al., 2003; Cormie, et al., 2010a; Duclay, et al., 2009), e, portanto, o estudo dessas alterações sobre diferentes regimes de treinamento e tipos de exercícios pode proporcionar importantes informações acerca do impacto da geração da força e a influência sobre as modificações na geometria muscular. É limitado, contudo, o número de estudos que buscaram investigar as alterações da geometria muscular em detrimento de diferentes regimes de TF e TP.

Muitos músculos humanos contêm fascículos que não são posicionados na mesma direção da origem e inserção, sendo conectados ao músculo através da aponeurose formando um ângulo (Anthony J. Blazevich, 2006). Esses músculos penados podem ser constituídos por uma complexa organização dos fascículos, os quais são determinantes de boa parte da geração da força do músculo (Kawakami, et al., 1995). De forma geral, músculos com grandes ângulos de penação, que possuem fascículos curtos conectados a longos tendões, são mais adequados para contrações com alta produção de força, porém produzem tensão em pequenos intervalos de espaço (Van Eijden, Korfage, & Brugman, 1997). Por outro lado, músculos com menores ângulos de penação, e com longos fascículos conectados a pequenos tendões, são mais apropriados para a produção de força através de contrações em alta velocidade e em movimentos mais longos (Van Eijden, et al., 1997).

2.1.4. ÂNGULO DE PENAÇÃO E ESPESSURA MUSCULAR

Em músculos penados, as fibras terminam no tendão do músculo, formando, assim, um ângulo com o fascículo (linha de tração do músculo). Essa configuração faz com que a direção da força exercida pelas fibras musculares não tenha correspondência com a direção da força

exercida pelo tendão ao osso (Kawakami, et al., 1995). Dessa forma, o AP determina o ângulo do componente da força da fibra para a linha de tração (Equação 1), e consequentemente é considerado um parâmetro importante da arquitetura muscular, embora esse efeito seja diminuído em ângulos de penação moderado (AP < 25°) (Kawakami, et al., 1995).

Equação 1

Força do tendão = soma da força das fibras x cos [ângulo da fibra]

Todavia, o AP pode influenciar positivamente na geração da força, pois permite que maior quantidade de material contrátil possa ser anexada ao tendão, incrementando o tamanho da área de secção transversa fisiológica (Kawakami, et al., 1993). O AP também pode induzir o aumento da geração da força porque fibras penadas rodam durante seu encurtamento e, de certa forma, quanto maior o ângulo maior será a distância a ser percorrida durante a contração. Esse processo, de acordo com as relações do comprimento-tensão, possibilita o comprimento ideal do sarcômero, acarretando ótima geração de força (Anthony J. Blazevich, Gill, Deans, & Zhou, 2007). Já a EM é a distância vertical entre a interface do tecido ósseo e o tecido adiposo (Anthony J. Blazevich, et al., 2007), e apresenta forte correlação com o ângulo de penação, antes (r = 0,93) e após TF (r = 0,91) (Kawakami, et al., 1995), e, dessa forma, também é considerado um importante parâmetro na geração de tensão muscular.

2.1.5. COMPRIMENTO DO FASCÍCULO DA FIBRA MUSCULAR

Músculos que possuem fibras longas conseguem produzir tensão em uma maior extensão do músculo e através de contrações em alta velocidade. Esse fenômeno ocorre porque fibras com tal configuração dispõem de sarcômeros organizados em série, o que possibilita contrações simultâneas (Anthony J. Blazevich, 2006). Foi observado que em corredores velocistas para a prova de 100 metros, com suas melhores marcas entre 10,0 e 10,9 segundos, as fibras eram mais longas do que as de maratonistas de elite e indivíduos destreinados (Abe, et al., 2000). Tais diferenças foram detectadas tanto no VM (velocistas = 8,83cm, maratonistas = 6,15cm; destreinados = 7,13cm) como no gastrocnêmio medial (velocistas = 6,64cm, maratonistas = 5,36cm, destreinados = 5,69cm) (Abe, et al., 2000). Adicionalmente, foi demonstrado que o comprimento da fibra também difere entre velocistas de diferentes níveis de competitividade, pois velocistas com tempos inferiores a 10,9 segundos para a prova de 100

metros apresentaram maior comprimento da fibra do VL e gastrocnêmio medial e lateral do que velocistas com tempos entre 11,0 e 11,7 segundos (Kumagai, et al., 2000).

2.1.6. INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE AS ALTERAÇÕES DA ARQUITETURA MUSCULAR E DESEMPENHO MOTOR

Prévios estudos têm demonstrado que o TF pode promover alterações sobre os parâmetros da arquitetura muscular, e que essas alterações são específicas de acordo com o regime de TF adotado, nível de treinamento e administração de hormônios anabólicos (Anthony J. Blazevich, et al., 2003; Anthony J. Blazevich, et al., 2007; A. J. Blazevich & Giorgi, 2001; Cormie, et al., 2010a; Cormie, McGuigan, & Newton, 2010b; Duclay, et al., 2009; Kawakami, et al., 1995). Também tem sido evidenciado que tais alterações apresentam relações com mudanças no desempenho motor (Anthony J. Blazevich, et al., 2003; Cormie, et al., 2010a, 2010b), em que as modificações do AP, EM e CF foram associadas com as mudanças da velocidade, impulsão vertical e potência muscular (Anthony J. Blazevich, et al., 2003; Cormie, et al., 2010a, 2010b). Todavia, as mudanças no AP, EM e CF foram associadas a diferentes regimes de TF, de forma que o CF foi mais sensível a exercícios de pliometria, velocidade e ações excêntricas (Anthony J. Blazevich, et al., 2003; Duclay, et al., 2009), ao passo que exercícios desempenhados em alta intensidade e exercícios excêntricos são mais eficientes para promover aumento do AP e EM (A. J. Blazevich & Giorgi, 2001; Cormie, et al., 2010a).

Anthony J. Blazevich et al.(2003) compararam o efeito treinamento de pliometria e velocidade combinado ou não com sessões de TF. Atletas de futebol, *rugby e netball* treinaram durante cinco semanas, divididos em três grupos: o primeiro fazia a combinação de sessões de pliometria e velocidade com sessões de TF iniciadas pelo exercício agachamento (SQ); o segundo seguiu o mesmo protocolo do grupo SQ, porém, iniciou pelo exercício agachamento frontal unilateral (FHS); o terceiro apenas realizou sessões de treinamento de pliometria e velocidade (SJ). O resultado foi uma redução no AP do VL proximal para o grupo SJ e aumentos significativos para SQ e FHS. No entanto, apenas o grupo SJ apresentou aumento no CF do VL, e tanto SJ quanto FHS obtiveram aumento no CF do reto femoral (RF). Todavia, os grupos SQ e FHS apresentaram maiores incrementos sobre a EM do VL proximal quando comparado ao grupo SJ. Sobre os testes do desempenho motor, todos os grupos apresentaram melhoras sobre força, velocidade e impulsão vertical, não havendo interações intergrupos. Os autores concluíram que, apesar de o TF combinado a sessões de pliometria e velocidade ter sido mais eficiente para promover aumentos no AP e EM, o treinamento de pliometria e velocidade gerou

maiores aumentos no CF. Não houve diferenças entre os grupos para as avaliações após o período de treinamento para força, velocidade e impulsão vertical, e os autores sugeriram que o pouco tempo de intervenção (cinco semanas) pode não ter sido suficiente para esse tipo de comparação.

Em estudo similar, Cormie et al.(2010a) dividiram em três grupos 24 homens que tinham experiência prévia com o exercício agachamento em três grupos: o primeiro fez o treinamento baseado na execução do exercícios agachamento com alta intensidade, com uma carga de 75% a 90% de 1RM (ST); o segundo executou o TF através do exercício agachamento com salto vertical com 30% de 1RM (uma sessão semanal) e sem adição de carga externa (duas sessões semanais) (PT); o terceiro não realizou treinamento e serviu como grupo controle (CG). O treinamento foi conduzido por um período de 10 semanas, com uma frequência semanal de três vezes, e foram feitas avaliações da força, potência, velocidade, impulsão vertical, ativação neural e arquitetura muscular antes, no meio e após o período de treinamento. O grupo ST apresentou melhores resultados para os parâmetros de força quando comparado ao PT e ao CG e foi o único grupo que apresentou aumento sobre a ativação neural. Consequentemente, o ST também apresentou maiores incrementos para a espessura muscular e maior delta percentual para o ângulo de penação do VL nos testes pós-treino do que o grupo PT. Todavia, no teste de impulsão vertical, o PT apresentou melhores resultados nas avaliações meio-treino para a taxa de produção de força e tempo de decolagem. Sobre o teste de velocidade, ambos os grupos de treinamento apresentaram melhoras pré- e pós-treinamento (tempo para 40 metros), não havendo diferenças entre eles. O grupo PT, contudo, apresentou maior magnitude de redução do tempo de corrida do que o ST, além de ter sido o único que obteve melhora significativa para o tempo de voo durante o teste de velocidade, o que caracteriza melhora no ciclo alongamento-encurtamento, podendo explicar, em parte, a maior magnitude de evolução na velocidade.

Foi concluído que a transferência do treinamento para o desempenho motor foi muito similar para ambos os programas de treinamento, pois ambos os grupos apresentaram melhoras na velocidade, impulsão vertical e produção de potência. Os mecanismos para a transferência, porém, foram diferentes. O treinamento realizado por ST promoveu melhores respostas sobre força, ativação neural e aumento do AP e EM. Contudo, o grupo PT apresentou melhores respostas sobre a taxa de produção de força, tempo de decolagem no salto vertical e tempo de voo no teste de corrida.

Em novo estudo, Cormie et al. (2010a) utilizaram o mesmo protocolo desempenhado por PT no estudo descrito anteriormente em 24 homens que foram divididos em três grupos por nível de força relativa à massa corporal no exercício agachamento: grupo forte (SG), grupo fraco (WG) e grupo controle (CG). Os autores observaram que a capacidade em se adaptar após a realização de um TF baseado em exercícios de potência balística (protocolo PT) foi muito semelhante entre indivíduos com altos e baixos níveis de força, pois ambos os grupos de treinamento apresentaram melhoras sobre os desempenhos motor (velocidade e impulsão vertical), assim como nos mecanismos do salto vertical, sem diferenças significativas intergrupos.

No entanto, baseado na análise do tamanho do efeito (TE) após cinco semanas de treinamento, o SG apresentou maiores escores sobre a impulsão vertical e o pico de potência do que o WG. Isso revela que indivíduos fortes apresentam tendência a sofrerem adaptações sobre a impulsão vertical em menor tempo do que indivíduos fracos. Sobre os testes de velocidade, ambos os grupos apresentaram reduções significativas para os tempos em cinco e 40 metros, porém, sem alterações entre os grupos. Sobre os mecanismos de transferência da força para o desempenho motor, a curva de força-velocidade e força-potência forneceu dados importantes. O SG apresentou maiores modificações sobre a curva do que o WG, principalmente na relação com cargas leves (maior velocidade e menor produção de força). Não foram encontrados, contudo, aumentos pré- e pós-treinamento para nenhum parâmetro de arquitetura muscular (EM e AP), o que indica que tal tipo de treinamento não favorece alterações sobre essas variáveis em indivíduos fortes e fracos, e que tanto o AP quanto a EM não foram responsáveis pela melhora na velocidade e impulsão vertical. Também foi concluído que um nível de força prévio acelera as adaptações provenientes do treinamento de potência sobre a impulsão vertical.

3. METODOLOGIA

TREINAMENTO DE FORÇA E POTÊNCIA NO FUTEBOL

Comparação entre o treinamento de hipertrofia e treinamento complexo e de contraste em jogadores de futebol do sexo masculino durante período competitivo

3. METODOLOGIA

3.1. AMOSTRA

O recrutamento da amostra foi do tipo intencional, visando uma população de jogadores de futebol do sexo masculino. Para a constituição da amostra deste estudo recorreu-se a uma técnica de amostragem aleatória dentre os sujeitos que cumpriram os critérios de inclusão e manifestaram concordância na participação no estudo, de forma a evitar qualquer enviesamento de seleção, isto é, afastar-se qualquer tendência sistemática. Trinta jogadores de futebol, com experiência mínima de três anos em TF, pertencentes à categoria Sub-20 da equipe da primeira divisão do campeonato brasileiro Fluminense Football Club, foram selecionados, e 22 jogadores finalizaram o estudo (Tabela 2). Os indivíduos foram divididos aleatoriamente em dois grupos: TCC (n = 10) e TH (n = 12).

A seleção dos participantes baseou-se nos seguintes

a) -20, e maior que 18 anos.
b) Não executar nenhum tipo de atividade física regular durante o estudo, com exceção do treinamento prescrito (CCT ou HT) e do programa de atividade física do clube de futebol.
c) Não ter nenhuma limitação funcional para o treinamento resistido ou para execução dos testes físicos.
d) Não apresentar nenhuma condição médica que possa influenciar critérios:
e) Ser atleta de futebol profissional vinculado à categoria Sub-20 e realizar o programa de treinamento.
f) Não usar nenhuma suplementação nutricional (a dieta no clube foi a mesma para todos os participantes).
g) não ser goleiro.

Todos os participantes leram e assinaram um Termo de Consentimento, elaborado de acordo com a declaração de Helsínquia, após serem informados dos procedimentos dos testes e do protocolo de treinamento a ser executado, e responderam o questionário de prontidão para prática de atividade física (PAR-Q). O protocolo (058362/2013) foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Rio de Janeiro. O estudo atendeu às normas sobre pesquisa

envolvendo seres humanos, as quais constam na Resolução 196/96, do Conselho Nacional da Saúde, 10 de Outubro de 1996.

Tabela 2 - Estatística descritiva da Idade e características antropométricas da amostra (n=22)

	Média ± Desvio Padrão
Idade (anos)	18,4 ± 0,5
Estatura (centímetros)	179,9 ± 7,5
Peso corporal (quilogramas)	70,2 ± 9,1
Percentual de gordura (%)	6,5 ± 2,8%

3.2. PROCEDIMENTOS

O presente estudo foi realizado através de um delineamento experimental randomizado e conduzido durante um período de 11 semanas, sendo uma semana destinada à familiarização dos procedimentos do estudo, duas semanas destinadas à avaliação, e oito semanas para a condução do protocolo experimental. O experimento ocorreu no Centro de Treinamento Vale das Laranjeiras, local de treinamento dos atletas do futebol de base do Fluminense Football Club. Com o objetivo de avaliar a magnitude do efeito dos protocolos de treinamento sobre as variáveis dependentes selecionadas, o experimento foi conduzido durante os últimos três meses da temporada competitiva (2012/2013). Os testes laboratoriais foram executados no laboratório de análise de movimento do Centro Tecnológico de bioengenharia (COOPE) da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. Os indivíduos foram distribuídos de forma aleatória via sorteio, e assim foram alocados em um dos dois grupos experimentais: grupo de treinamento complexo e de contraste (TCC) (n = 10), e grupo de treinamento com ênfase em hipertrofia muscular (TH) (n = 12). O grupo TCC realizou oito semanas de TF, em sessões de exercícios educativos de levantamento de peso olímpico imediatamente seguidos de exercícios de velocidade e agilidade e sessões com exercícios de salto vertical com sobrecarga externa imediatamente seguidos por exercícios pliométricos. Por fim, o grupo TH realizou oito semanas de TF com ênfase em hipertrofia através da execução de exercícios resistidos gerais de levantamento de peso livre e em máquinas com polia guiada.

O protocolo de treinamento teve uma frequência de três vezes por semana; adicionalmente, todos os indivíduos envolvidos mantiveram sua rotina normal de treinamento de futebol, realizada no período da manhã. O protocolo experimental foi executado no período da tarde, sempre às 15 horas e com duração média de uma hora. A primeira semana foi utilizada

para a familiarização com os testes e o programa de treinamento. A segunda semana do experimento foi destinada ao pré-teste. Ao longo das semanas, três a 10 os indivíduos participaram do programa de treinamento. Por fim, na semana 11 foram realizados os testes pós-treino (ver figura 1). Os testes consistiram nas medidas de velocidade, agilidade, RA, SV, SVC, arquitetura muscular, 1RM, CIVM e FDCVM.

Foi programado um volume de 12 séries por sessão para ambos os grupos de treinamento. A fim de possibilitar a comparação no fim do experimento, a velocidade de execução de cada repetição nos exercícios agachamento e SVC foi monitorada e anotada a cada sessão. Para ambos os grupos foi adotado o modelo de periodização ondulatória diária, no qual foram alternados a intensidade e o volume a cada sessão (Simão et al., 2012). Apenas os resultados dos indivíduos que participaram de, no mínimo, 20 sessões e das avaliações pré-treino e pós-treino foram utilizados na análise estatística. O experimento começou com 30 jogadores e terminou com 22 indivíduos: seis participantes foram emprestados a outro clube e dois tiveram lesões agudas durante o treinamento específico de futebol. Não ocorreram intercorrências ortopédicas durante as sessões de treinamento ou avaliações.

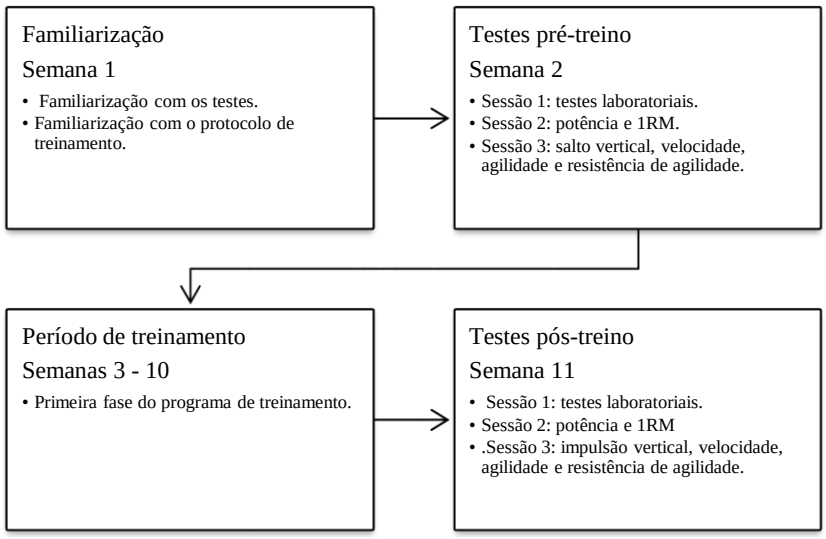

Figura 1 - Fases do estudo de intervenção

3.3. INSTRUMENTOS E MEDIÇÕES

Os indivíduos realizaram três sessões de teste, intercaladas por dois dias para recuperação nos testes pré-treino e pós-treino. Um intervalo de dois dias foi respeitado entre as

sessões de treinamento e as avaliações. A primeira sessão de teste (testes laboratoriais) foi iniciada pelas medidas antropométricas: estatura, peso corporal e percentual de gordura corporal (Jackson & Pollock, 1978). Imediatamente após, foi realizada a avaliação da arquitetura muscular do VL, VM, vasto intermédio (VI) e RF através da técnica de ultrassonografia. Em seguida à aquisição das imagens, os indivíduos foram submetidos ao teste de CIVM na extensão de joelho no dinamômetro isocinético. Após dez minutos de pausa, o indivíduo foi submetido ao teste de FDCVM para extensão e flexão de joelho no mesmo dinamômetro isocinético.

A segunda sessão de avaliação (realizada no período da manhã) foi destinada à execução do teste de estimativa da potência muscular externa durante o SVC com sobrecarga externa. No mesmo dia, mas no turno da tarde, foi executado o teste de 1RM para o exercício agachamento no Smith (90° de flexão de joelho).

O terceiro dia de avaliação (realizada no período da manhã) foi iniciado pelo teste de SV; imediatamente depois foi avaliado o SVC através das seguintes intensidades: 0% (sem sobrecarga externa ou apenas a massa corporal), 20%, 40% e 60% do teste de 1RM para o exercício agachamento. A entrada das intensidades para o teste de SVC foi feita através do delineamento aleatório. No mesmo dia, no período da tarde, foram realizadas as avaliações de campo: velocidade para as distâncias de cinco, 10, 20 e 30 metros, agilidade (*zigzag test*) e RA (6 x 20m + 20m) (Tabela 3).

Tabela 3 - Cronograma de execução de testes

Sessão 1	**Sessão 2**	**Sessão 3**
Antropometria Ultrassonografia Isocinético (CIVM e FDCVM)	Estimativa da potência muscular (SVC) Força (1RM)	Salto vertical (SVC e SV) Velocidade Agilidade (*zigzag test*) Resistência de agilidade (6 x 20m + 20m)

SV = salto vertical; SVC = salto vertical com contramovimento; CIVM = contração isométrica voluntária máxima; FDCVM = força dinâmica concêntrica voluntária máxima

3.3.1. ARQUITETURA MUSCULAR

Antes da aquisição de imagens de ultrassom, os indivíduos permaneceram na posição supina por 10 minutos (Morse, Degens, & Jones, 2007) com os membros relaxados. Através de

anatomia palpatória, foram identificadas a espinha ilíaca ântero-superior e a borda superior da patela da perna direita, e a distância entre esses dois marcos anatômicos foi assumida como sendo o comprimento da coxa. Em todos os procedimentos de ultrassonografia foi utilizado um gel para o acoplamento acústico, para evitar a depressão da superfície da pele (Morse, et al., 2007).

A ASTA dos músculos VL e RF, foi adquirida com um ultrassom no modo panorâmico a 50% do comprimento da coxa ((MyLab25 Gold, ESAOTE S.p.A., Itália, frequência de excitação de 10 MHz, com comprimento linear do transdutor de 40mm). Uma vez observada a borda medial do RF, o transdutor foi deslocado transversalmente com uma velocidade constante para a direção transversal ao longo da superfície da coxa, com um mínimo de compressão sobre a pele. Um dispositivo caseiro foi usado para alinhar o transdutor sobre a pele (Noorkoiv, Nosaka, & Blazevich, 2010) (ver Figura 2).

Figura 2 - Foto da aquisição da imagem da área de secção transversa anatômica utilizando um dispositivo caseiro para alinhar o transdutor sobre a pele

Para a aquisição do CF e AP do músculo VL, foi posicionada um goniômetro com o ponto de apoio sobre o centro da patela com o seu braço fixo no plano sagital da coxa. O braço flexível do goniômetro foi rodado a 15º lateralmente, e foi traçada uma linha sobre a pele.

Imagens panorâmicas do VL foram tomadas nessa linha (veja a Figura 2). Os parâmetros foram avaliados com o programa Image J versão 1.60 (National Institute of Health, EUA). O AP foi considerado o ângulo entre um fascículo selecionado e aponeurose profunda. O CF foi estimado através do rastreamento superficial do fascículo desde a aponeurose profunda, seguindo a curvatura fascículo até o fim (Figuras 3 e 4).

Figura 3 - Foto da aquisição da imagem do comprimento do fascículo do vasto lateral com ultrassom modo panorâmico

Figura 4 - Imagem do ângulo de penação através do ultrassom panorâmico e o comprimento do fascículo do vasto lateral

A confiabilidade das medidas do CF e do AP no VL foi testada previamente em uma outra amostra (n = 15) em estudo piloto com a mesma metodologia. Duas imagens foram adquiridas em uma visita. O coeficiente de correlação intraclasse (CCI), erro padrão da estimativa (EPE) e coeficiente de variação (CV) foram calculados para cada parâmetro entre as imagens. Os resultados foram os seguintes: para o CF, CCI 0,93-0,96, EPE de 2,67% até 7.06% e CV 2,83% até 7,06%, e para o AP, o CCI entre 0,87 e 0,92, EPE de 6,91% até 8,02% e o CV foi 7,31 até 8,56%.

Os parâmetros do AP e EM dos músculos VM, VI e RF foram adquiridos com um outro ultrassom, com um transdutor com maior comprimento de extensão (EUB-405, Hitachi, Japão, frequência de excitação de 7,5MHz, 80mm de comprimento do transdutor linear), que opera com o modo convencional (não panorâmica) (ver Figura 5). As imagens foram adquiridas a 50% do comprimento da coxa para RF e VI, e a 70% para o VM. O transdutor foi posicionado longitudinalmente sobre um eixo perpendicular à pele. O AP do músculo VI foi medido sob o RF, tal como foi sugerido por (Anthony J. Blazevich, 2006). A EM foi definida como a distância entre a interface do tecido muscular e gordura subcutânea e a interface do tecido muscular e o osso. Medidas de EM foram realizadas duas vezes, e a média foi utilizada para análise.

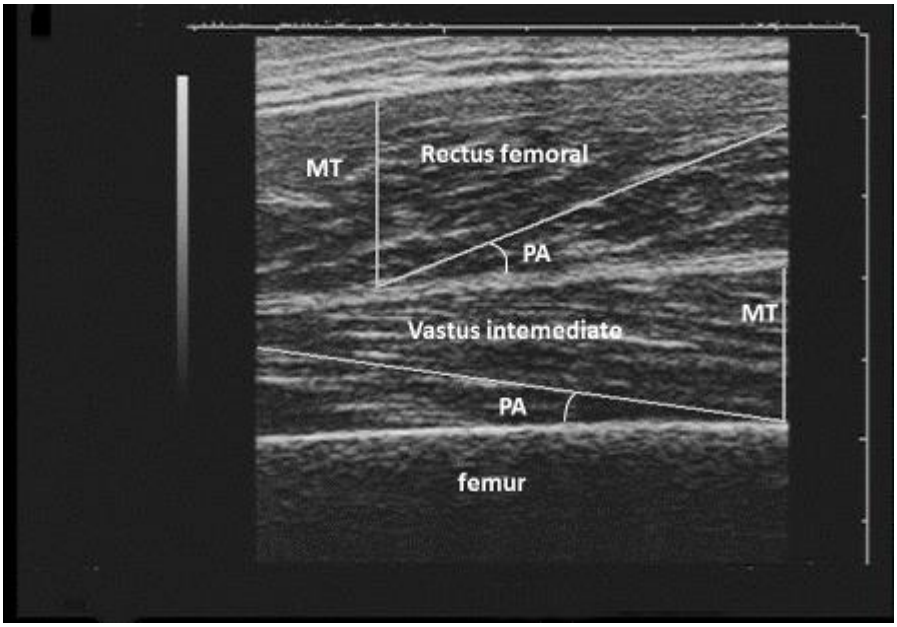

Figura 5 - Imagem do ângulo de penação e da espessura muscular do músculo reto femoral e vasto intermédio

3.3.2. TESTE DE 1RM

Durante o período de familiarização de uma semana, os sujeitos realizaram três sessões de familiarização do protocolo de teste de 1RM executando o agachamento na máquina Smith

(Technogym, Itália). Os testes de 1RM foram realizados em dois dias não consecutivos. As sessões de teste de 1RM foram separadas por 48 a 72 horas e foram usadas para determinar a reprodutibilidade do teste. A maior carga obtida em qualquer um dos dias de testes foi considerada o 1RM pré-treinamento. Não foi autorizada a realização de exercícios entre as sessões de teste (Levinger et al., 2009).

O ângulo de flexão do joelho foi de 90° na fase excêntrica. Para tal foi utilizado um goniômetro (Sanny, Brasil) para estabelecer a posição final; adicionalmente, foi utilizado o limitador de amplitude do próprio aparelho, possibilitando a visualização do ponto limite. Para minimizar os erros durante os testes de 1RM, foram adotadas as seguintes estratégias: a) instruções padronizadas relativas ao procedimento de teste foram dadas aos participantes antes da avaliação; b) os participantes receberam instruções padronizadas sobre técnica do exercício; c) houve incentivo verbal durante cada tentativa do teste; e d) a massa de todos os pesos e barras utilizados foi verificada, utilizando-se uma balança de precisão. Foi estabelecido um limite máximo de cinco tentativas, com um intervalo de repouso de cinco minutos entre cada uma. Após as oito semanas de treinamento, os testes de 1RM foram realizados para determinar os ganhos de força (Simão, et al., 2012) (Figura 6).

Figura 6 - Foto durante execução do teste de 1RM no exercício agachamento no Smith

3.3.3. ESTIMATIVA DA POTÊNCIA MUSCULAR

Para a estimativa da potência muscular externa no SVC (Knudson, 2009) foi utilizado um acelerômetro triaxial (Myotest ® [MYO] - MyotestInc, Suíça), que teve sua confiabilidade testada previamente (Crewther et al., 2011). Antes do teste, os indivíduos realizaram um aquecimento composto por exercícios de salto sem sobrecarga externa e saltos submáximos com sobrecarga considerada leve pelo indivíduo. Imediatamente após, os participantes foram submetidos a uma repetição do SVC realizada na máquina Smith. A técnica de execução do SVC foi previamente padronizada (Cormie, Deane, & McBride, 2007). Os sujeitos iniciaram na posição ortostática, com os pés afastados na largura dos ombros, barra colocada sobre os ombros na região superior das costas. Os indivíduos iniciavam o agachamento lentamente, descendo, fazendo a flexão do joelho na amplitude de escolha, mantendo a cabeça erguida e costas eretas. Na fase de propulsão, o indivíduo realizava o salto na máxima velocidade possível durante a fase concêntrica. Os avaliados foram instruídos a "explodir com o peso" através do maior esforço possível; o MYO foi acoplado junto à barra através de um clipe plástico.

O MYO foi colocado perto do centro da barra, entre o ombro e o polegar da mão esquerda, e mantido na posição vertical, durante cada salto. Para determinar a força média da execução (Newtons) durante o SVC, a massa total (massa corporal do sujeito somada a massa da barra e discos de peso) foi inserida no acelerômetro e multiplicada pela aceleração da barra, as variações da aceleração final e inicial foram multiplicadas pelo intervalo de tempo entre essas variações, possibilitando a quantificação da velocidade média, e a potência externa foi o produto entre a velocidade média e a força média. A cada cinco avaliações, o transdutor foi calibrado baseado nas instruções fornecidas pelos fabricantes do produto (Figura 7).

Figura 7 - Foto durante execução do teste de potência muscular no exercício salto vertical máximo

A sobrecarga externa sobre a primeira tentativa foi pré-fixada em 20kg; a cada tentativa foi registrada a potência (*watts*) e velocidade (cm/s) no *software* do MYO; consequentemente, o peso era incrementado com base na sugestão fornecida pelo acelerômetro. Este processo foi repetido por cinco vezes, e, no máximo, após oito tentativas, até que o *software* indicasse que era possível estimar a potência externa máxima para o SVC com segurança e confiabilidade. A sobrecarga externa correspondente com a potência máxima estimada para a SVC foi utilizada como parâmetro de prescrição, e os percentuais (100% e 60%) foram utilizados durante a execução do protocolo de TCC.

3.3.4. TESTE DE SALTO VERTICAL

O tempo de voo foi medido através de um par de sensores ópticos (*Optojump, Microgate*, Itália), que foi previamente avaliado quanto à sua confiabilidade (Glatthorn et al., 2011). O tempo de voo foi utilizado para calcular a altura atingida pelo centro de gravidade corporal. Os procedimentos do teste foram previamente descritos por (Cormie, et al., 2010a). Para o teste de SV com 0% de 1RM, os indivíduos colocaram sobre os ombros uma barra de fibra de carbono de 0,4kg e após o agachamento, permaneciam estáticos por três segundos antes de executar o salto. Já no teste de SVC com 0% de 1RM (SVC-0%), os indivíduos agachavam e imediatamente executavam o salto. Após a execução dos SV e SVC-0%, os indivíduos foram submetidos aos testes de SVC com sobrecarga externa (SVC-20%, SVC-40% e SVC-60% de 1RM). O teste foi realizado no aparelho de treinamento resistido Smith Foi utilizada uma ordem aleatória para a execução do teste com cada intensidade**.** Durante os testes de SVC com sobrecarga externa, os indivíduos foram instruídos a manter uma pressão constante da barra sobre os ombros durante o salto e também a realizar o contramovimento (agachamento) e saltar o mais alto e movendo a barra o mais rápido possível, objetivando alcançar a maior impulsão (Behm & Sale, 1993). Para todos os testes foram concedidas duas tentativas com um intervalo de três minutos entre cada. A maior altura atingida entre as duas tentativas foi utilizada para análise dos dados (Figura 8).

Figura 8 - Foto durante execução do teste de salto vertical com contra movimento-0%

3.3.5. TESTE DE VELOCIDADE, AGILIDADE E RA

Antes dos testes de velocidade, os atletas participaram de um aquecimento realizado com exercícios rotineiros de baixa e moderada intensidade, esses representados por pequenas acelerações submáximas para a distância de 20 metros. Os tempos foram gravados por cinco pares de sistema de células fotoelétrica (Racetime2, Microgate, Itália) colocados no local de partida e cinco, 10, 20 e 30 metros de distância do ponto inicial de saída, sendo os tempos mensurados com precisão de milésimos de segundo. Os indivíduos iniciaram o teste partindo na posição de dois apoios (apoio dos pés no solo) com o tronco em uma flexão de aproximadamente 30°, um pé na frente e o outro atrás (sendo escolhida pelo indivíduo a base de apoio), cotovelos flexionados, um ombro em flexão e o outro em extensão, os sistemas de células foram posicionados a um metro do solo, e o pé de apoio do indivíduo mais próximo do sistema de células estava posicionado a 50cm. O indivíduo iniciou o teste voluntariamente, e o sistema de células foi acionado quando o tronco do indivíduo bloqueava o feixe óptico. A confiabilidade desse procedimento foi previamente testada (Duthie, Pyne, Ross, Livingstone, & Hooper, 2006), apresentando CCI de 0,86. A posição inicial do teste foi escolhida, pois jogadores de futebol executam acelerações iniciadas em dois apoios durante o jogo de futebol. Cada participante teve três tentativas, com um intervalo de três minutos entre cada tentativa. O melhor teste de cada atleta foi utilizado na análise de dados (Duthie, et al., 2006).

Figura 9 - Foto durante execução do teste de velocidade para as distâncias de cinco, 10, 20 e 30 metros

Após os testes de velocidade, foi respeitado um intervalo de 15 minutos e, em seguida, executado o teste de agilidade *zigzag test*, previamente descrito por (Little & Williams, 2005). Durante esse teste, os atletas percorreram no menor tempo possível um trajeto sinuoso de 20 metros, com seguimentos de cinco metros separados por curvas de 110°. Cada participante teve três tentativas para cada distância, com um intervalo de três minutos entre cada tentativa. O melhor teste de cada atleta foi utilizado na análise de dados (Figura 10).

Figura 10 - Foto durante execução do teste de agilidade *zigzag test*

Após a execução do *zigzag test*, foi adotado um intervalo de descanso adequado de 30 minutos, e então realizado *o* teste de RA (6 x 20m + 20m), aplicado para medir a capacidade de executar trabalho caracterizado por curta duração e alta intensidade (Impellizzeri, et al., 2008; Rampinini, et al., 2007). Nesse teste os indivíduos realizaram seis piques para a distância de 20 metros com curva de 180° e mais 20 metros, com intervalo de 20 segundos entre cada pique, sendo esse executado em máxima velocidade. O teste foi concebido para medir múltiplas acelerações repetidas, com a habilidade em mudar de direção. Para análise dos dados foi utilizado o melhor tempo entre os seis piques (RA best), a média aritmética das seis repetições (RA mean) e o percentual de fadiga entre o melhor tempo e tempo médio (RA dec %) (ver Equação 2).

Equação 2

$$\textbf{RA dec \% = ([RA mean] / [RA best] x 100) – 100}$$

3.3.6. CIVM E FDCVM

Para avaliação da CIVM foi utilizado um dinamômetro isocinético (Biodex System 4, New York, EUA). O indivíduo foi fixado na cadeira do dispositivo, na posição sentada, com quadril e joelho fletidos a 90° e 80º, respectivamente. A angulação inicial de 80° de flexão de joelho foi adotada com a finalidade de correção das compensações ocorridas no decorrer do teste, a fim de que no momento de execução da isometria a amplitude de movimento máxima alcançada seja de 90°. O voluntário realizou duas CIVM por dez segundos cada, intercaladas pelo período de 40 segundos. A CIVM com o maior valor foi considerada o torque de referência para análise estatística.

Após um descanso de 15 minutos foi realizado o teste de FDCVM previamente descrito na literatura (Anthony J. Blazevich, et al., 2003). A FDCVM foi avaliada durante a extensão e flexão (concêntrico / concêntrico) do joelho direito e esquerdo para a velocidade de 60° por segundo. Foi utilizado um delineamento aleatório para ordem de execução entre os lados direito e esquerdo. Os procedimentos iniciais de execução do teste foram os mesmos referidos para o teste de CIVM; contudo, a FDCVM foi encontrada durante a execução de uma série de cinco repetições para extensão e flexão do joelho com um intervalo de 10 minutos para a realização do teste para o outro lado. Os maiores torques concêntricos na extensão e flexão para cada lado foram registrados para análise dos dados (Figura 11).

A dominância lateral foi determinada a partir da pergunta para o avaliado “com qual perna você prefere chutar a bola”. Para análise dados foram usados o torque da extensão e flexão de joelhos, relação do torque dos ísquios-tibais e quadríceps femoral, e diferença percentual bilateral entre o lado dominante e o não dominante.

Figura 11 - Foto da execução do teste de FDCVM no dinamômetro isocinético

3.4. PROTOCOLO EXPERIMENTAL

Antes de iniciar a sessão do grupo TCC, os sujeitos realizaram um aquecimento com duas séries de seis repetições de saltos verticais submáximos sem sobrecarga externa. O treinamento foi organizado em três sequências, compostas por dois exercícios que foram realizados através de séries consecutivas. Foram realizadas duas séries com um intervalo de recuperação de três minutos para cada sequência, e foi adicionado um intervalo de cinco minutos antes da execução da sequência subsequente (ver figuras 12, 13 e 14). Uma descrição detalhada do programa de treinamento está disponível na Tabela 4.

Tabela 4 - Programa de treinamento semanal do grupo TCC

Sequências (2 series com 3min de intervalo)	Exercícios	Dinâmica das variáveis
	Segunda-feira	
Sequência 1	SVC	6 repetições com 60% do PEM
	Saltos frontais sobre barreiras	10 saltos / 40 cm altura e 80cm de distância
Sequência 2	SVC	6 repetições com 60% do PEM
	Saltos frontais unipodais sobre barreiras	10 saltos / 30 cm altura e 80cm de distância
Sequência 3	SVC	6 repetições com 60% do PEM
	Saltos diagonais sobre barreiras	10 saltos / 40 cm altura e 80cm de distância
	Quarta-feira	
Sequência 1	Fase inicial do arranque olímpico Pique frontal	5 RM 10 metros
Sequência 2	Fase inicial do arranque olímpico Elevação de joelho e pique	5 RM 5 metros + 10 metros
Sequência 3	Fase inicial do arranque olímpico Pique em sinuosa 110° de curva	5 RM 4 x 5 metros (20 metros)
	Sexta-feira	
Sequência 1	SVC	4 repetições com 100% da PEM
	Saltos alternados sobre o plinto	10 saltos / 50cm altura
Sequência 2	SVC	4 repetições com 100% da PEM
	Saltos em profundidade plinto/solo/plinto	10 saltos / 50cm altura
Sequência 3	SVC	4 repetições com 100% da PEM
	Saltos em profundidade plinto/solo/voo	10 saltos / 50cm altura

PEM = potência externa máxima para o SVC; SVC = salto vertical com contramovimento; RM = repetições máximas; cm = centímetros; intervalo = intervalo de recuperação entre as séries

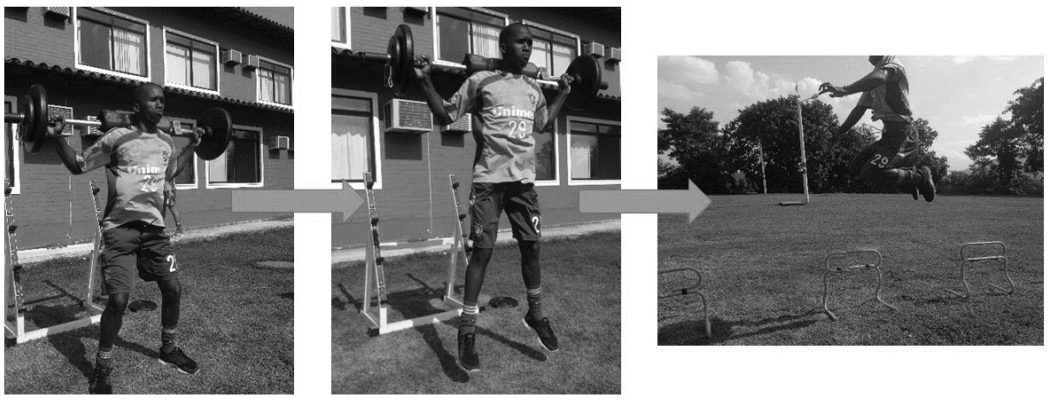

Figura 12 - Foto da terceira sequência de dois exercícios (SVC com 60% da PEM seguido do salto diagonal sobre barreiras), realizada na sessão de segunda-feira pelo grupo TCC (com velocidade monitorada pelo MYO s4P)

Figura 13 - Foto da segunda sequência de dois exercícios (fase inicial do arranque olímpico seguido da corrida com elevação de joelho e pique), realizada na sessão de quarta-feira pelo grupo TCC

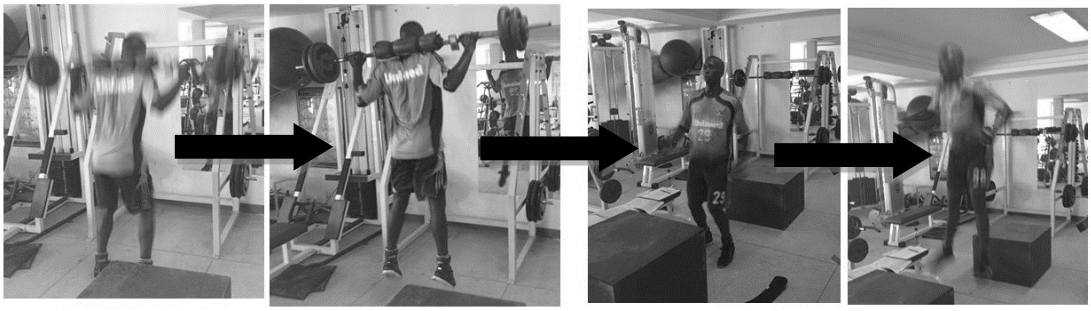

Figura 14 - Foto da terceira sequência de dois exercícios (SVC com 100% da PEM seguido do salto em profundidade plinto / solo / plinto), realizada na sessão de sexta-feira pelo grupo TCC (com velocidade monitorada pelo MYO s4P)

O programa do grupo TH foi dividido em três sessões com diferentes números de repetições máximas (RMs) a cada dia de treinamento (12-15RM, 8-10RM e 4-6RM). Adicionalmente, a variação do número de RMs foi modulada através de uma periodização ondulatória diária (Simão, et al., 2012) (ver Tabela 5). As sessões foram compostas por três a seis exercícios para o segmento inferior do corpo, ao passo que o número de exercícios e séries foram associados ao número de RMs previstas para cada dia ("American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults," 2009). Desse modo, quando foi planejado um número maior de RMs, também foi programado um número maior de exercícios executados com menor número de séries. Consequentemente, foi planejado o inverso em sessões com número menor de RMs. Os exercícios foram executados em máquinas (Technogym, Itália) e em barras e discos de peso. A intensidade da carga foi prescrita no formato de repetições por série, ou seja, um limite superior e inferior para que o atleta execute a série de repetições até a falha muscular concêntrica ou perda da técnica adequada. Sempre que um indivíduo estivesse apto a executar mais do que o número de repetições prescrito para todas as séries de um dado exercício, o peso para esse exercício foi

subjetivamente aumentado. Prévio estudo tem demonstrado aumento significativo no desempenho físico de jogadores de futebol americano utilizando programa com parâmetros similares (Hoffman, et al., 1990)

Tabela 5 - Programa de treinamento semanal do grupo TH

Séries / intervalo	Exercícios	Dinâmica das variáveis
	Segunda-feira	
2 séries	Agachamento no Smith	12-15 RM
	Levantamento terra com barra	
1 minuto de intervalo entre séries	Peso morto com barra	
	Extensão de joelho na máquina	
	Flexão de joelho na máquina	
	Adução de quadril na máquina	
	Quarta-feira	
3 séries	Agachamento no Smith	8-10 RM
	Levantamento terra com barra	
2 minutos de intervalo entre séries	Peso morto com barra	
	Extensão de joelho na máquina	
	Sexta-feira	
4 séries	Agachamento no Smith	4-6 RM
	Levantamento terra com barra	
3 minutos de intervalo entre séries	Peso morto com barra	

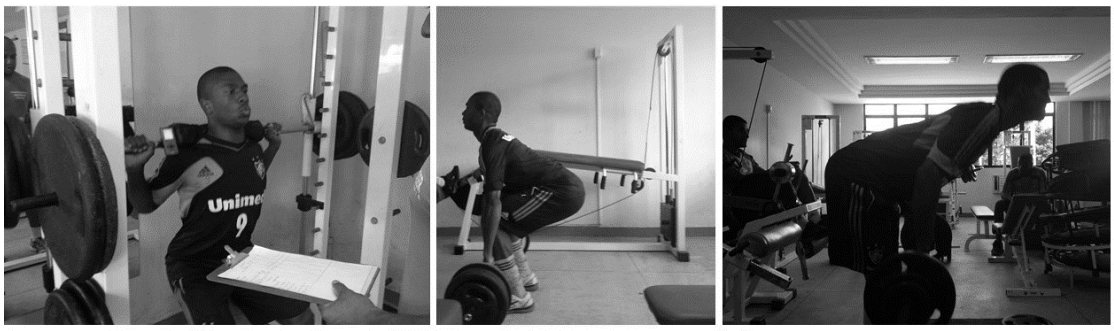

Figura 15 - Foto dos três primeiros exercícios realizados nas sessões semanais pelo grupo TH. O primeiro à esquerda, agachamento Smith, executado com a velocidade monitorada pelo MYO s4P; o segundo levantamento terra com barra; e, por último, peso morto com barra

3.5. PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

O CCI foi utilizado para determinar a reprodutibilidade dos testes de 1RM pré- e pós-treinamento. Todas as variáveis foram analisadas quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-

Wilk e foi utilizado o critério de Bartlett para avaliar a homocedasticidade. Para as variáveis com distribuição normal, foi aplicada uma ANOVA *two-way* de medidas repetidas para comparar os grupos (TCC vs TH) *versus* tempo (pré-treinamento *versus* pós-treinamento).

Subsequentemente, sempre que foram encontradas diferenças significativas, a continuação das análises era executada através do *post-hoc* de Fisher (LSD) para localizar onde ocorreram as diferenças. Foi utilizado o teste *t* (*Student test*) para analisar possíveis diferenças entre a velocidade média das repetições entre os grupos experimentais. O valor alpha foi fixado em $p < 0,05$. Todos os testes acima foram realizados com o *software* Statistica 7.0 (Statsoft, Inc., Tulsa, OK). O TE das variáveis dependentes foi calculado através da equação descrita por Cohen [30], e para a classificação da magnitude do TE utilizamos a escala proposta por Rhea (2004). Para calcular o tamanho da amostra, foram seguidos os procedimentos sugeridos por (Beck, 2013), e foi usado o *software* G * Power 3.1.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

TREINAMENTO DE FORÇA E POTÊNCIA NO FUTEBOL

Comparação entre o treinamento de hipertrofia e treinamento complexo e de contraste em jogadores de futebol do sexo masculino durante período competitivo

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Todas as variáveis apresentaram distribuição normal (p <0,05). Houve diferença significativa na velocidade de execução das repetições no exercício agachamento Smith executado pelo TH e o SVC desempenhado pelo TCC (p <0,05), sendo o SVC executado em uma velocidade média maior que o agachamento Smith. Não houve diferenças significativas entre os grupos para todas as variáveis nas avaliações pré-treino, com exceção da EM do VI (p <0,05). O tamanho da amostra foi calculado com base na análise do teste de *post hoc*, para tal adotamos a potência de 0,91, com $\alpha = 0,05$ e o TE de 0,35. Para um N de 22 indivíduos, portanto, foi calculada uma potência estatística de 80%. Os valores descritivos da amostra (médios e de dispersão) estão representados na Tabela 6.

Tabela 6 - Coeficiente de variação (CV) da idade e características antropométricas da amostra (n=22)

	Mínimo	**Máximo**	**Média ± DP**	**CV (%)**
Idade (anos)	18	19	18,3 ± 0,4	2,6
Estatura (cm)	166,6	196,1	179,3 ± 7,3	4,1
Peso corporal (kg)	54,5	84,5	69,4 ± 8,2	11,9
% gordura corporal	2,8	11,5	6,1 ± 2,2	36,7

Em seguida, são apresentados os resultados separados, em função dos dois estudos realizados.

4.1. ESTUDO 1: COMPARAÇÃO ENTRE O TREINAMENTO FORÇA COM MÉTODO DE HIPERTROFIA E O TREINAMENTO COMPLEXO E DE CONTRASTE SOBRE O TESTE DE RESISTÊNCIA DE AGILIDADE E ARQUITETURA MUSCULAR EM JOGADORES DE FUTEBOL DO SEXO MASCULINO DURANTE A TEMPORADA COMPETITIVA

Resistência de agilidade (RA)

Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos de treinamento para qualquer variável do teste de RA. O grupo TCC, no entanto, proporcionou uma redução significativa na RA dec (%) e houve uma tendência de redução na variável RA mean (p = 0,06) após o período de treinamento (Tabela 7).

Teste de uma repetição máxima (1RM)

A confiabilidade do teste de 1RM apresentou alta CCI nas avaliações pré- treinamento (r = 0,97, SEM = 0,61) e após oito semanas de treinamento (r = 0,98). Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos, no entanto, ambos os grupos apresentaram incrementos significativos após o período de treinamento (Tabela 7).

Teste de salto vertical com contra movimento (SVC)

Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos de treinamento para qualquer variável analisada; contudo, apenas o grupo TCC apresentou aumento do SVC-0% após o período de treinamento. Adicionalmente, ambos os grupos obtiveram melhora para o SVC quando realizado com sobrecarga externa de 20%, 40% e 60% de 1RM após o protocolo de treinamento (Tabela 7).

Contração isométrica voluntária máxima (CIVM) na extensão de joelho

Não foram encontradas diferenças significativas para as medidas pré- e após o período de treinamento e entre os grupos experimentais (Tabela 7).

Tabela 7 - Dados da ANOVA e tamanho do efeito (Cohen), pré- e pós-teste para as avaliações de resistência de agilidade, salto vertical, 1RM e contração isométrica voluntária máxima

	Treinamento complexo de contraste (n = 10)			**Treinamento de hipertrofia (n = 12)**		
	Pré-	**Pós-**	**TE**	**Pré-**	**Pós-**	**TE**
RA best (s)	6.93 ± 0.15	6.97 ± 0.20	0.23 (Trivial)	7.11 ± 0.19	7.04 ± 0.27	- 0.35 (Trivial)
RA mean (s)	7.43 ± 0.10	7.33 ± 0.12#	- 0.85 (Moderado)	7.54 ± 0.23	7.47 ± 0.24	- 0.28 (Pequeno)
RA dec (%)	7.2 ± 2.2	4.6 ± 2.3*	- 1.08 (Grande)	6.1 ± 1.9	6.2 ± 2.6	0.04 (Trivial)
SVC 0% (cm)	31.4 ± 4.2	36.4 ± 4.7*	1.19 (Grande)	31.1 ± 5.5	31.6 ± 4.9	0.08 (Trivial)
SVC 20% (cm)	11.0 ± 2.7	15.1 ± 2.9*	1.49 (Grande)	11.0 ± 2.0	15.2 ± 3.7*	2.16 (Grande)
SVC 40% (cm)	7.0 ± 2.131	11.6 ± 2.4*	2.17 (Grande)	6.4 ± 2.3	9.2 ± 1.7*	1.20 (Grande)
SVC 60% (cm)	2.5 ± 1.804	7.2 ± 2.2*	2.60 (Grande)	1.4 ± 1.4	6.0 ± 1.7*	3.17 (Grande)
1RM (kg)	120.0 ± 10.5	146.2 ± 21.7*	2.49 (Grande)	121.7 ± 19.6	155.5 ± 29.4*	1.72 (Grande)
CIVM (N)	314.6 ± 64.3	314.3 ± 64.3	0.0 (Trivial)	340.9 ± 72.3	334.7 ± 71.9	0.0 (Trivial)

TE = tamanho do efeito; Pré- = pré-treinamento; Pós- = pós-treinamento; RA = resistência de agilidade; SVC = salto vertical com contramovimento; 1RM = teste de uma repetição máxima; cm = centímetros; s = segundos; kg = quilogramas; N = newtons CIVM = contração isométrica voluntária máxima.

* diferença significativa entre pré- e pós- período de treinamento.

tendência em haver diferença significativa entre pré- e pós- período de treinamento p = 0.06.

Arquitetura muscular

Não houve diferenças significativas (p> 0,05) entre os grupos e para as medidas pré- e pós- período de treinamento para as variáveis analisadas do vasto lateral e vasto medial. Todavia, foram observadas reduções significativas no AP do RF e VI após o período de treinamento em ambos os grupos de treinamento (TCC e HT) (p <0,05). Adicionalmente, apenas o grupo TH promoveu aumento significativo na EM do VI (Tabela 8).

Tabela 8 - Pré- e pós-teste de dados e análise de variância resultados para parâmetros de arquitetura muscular. Os tamanhos de efeito (Cohen) são para pré- e pós- efeitos

	Treinamento complexo e de contraste (n = 10)			Treinamento de hipertrofia (n = 12)		
	Pré-	Pós-	ES	Pré-	Pós-	ES
Vasto lateral						
CF (mm)	8,4 ± 1,2	8.3 ± 1.0	0,1 (Trivial)	8,0 ± 1,0	8,5 ± 1,2	0,3 (Pequeno)
AP (°)	14,0 ± 1,9	13.2 ± 1.5	-0,4 (Pequeno)	14,1 ± 1,6	13,8 ± 1,6	-0,1 (Trivial)
ASTA (mm)	27,8 ± 4,0	29.3 ± 2.9	0,3 (Pequeno)	28,4 ± 4,9	29,7 ± 5,6	0,2 (Pequeno)
Vasto medial						
EM (mm)	19,1 ± 0,27	18.3 ± 0.21	-0,2 (Trivial)	18,1 ± 0,44	18,1 ± 0,39	0,0 (Trivial)
AP (°)	21,56 ± 4,04	19.70 ± 2.70	0,4 (Pequeno)	19,74 ± 2,88	17,94 ± 1,58	-0,6 (Moderado)
Vasto intermédio						
EM (mm)	20,3 ± 0,25ɪ	21.0 ± 0.24	0,3 (Pequeno)	16,5 ± 0,31	18,3 ± 0,38*	0,5 (Moderado)
AP (°)	15,25 ± 1,90	13.24 ± 1.49*	-1,0 (Grande)	15,25 ± 1,90	13,24 ± 1,49*	-1,0 (Grande)
Reto femoral						
EM (mm)	24,2 ± 0,21	26,1 ± 0,35	0,9 (Moderado)	22,8 ± 0,30	25,2 ± 0,50 #	0,7 (Moderado)
AP (°)	16,5 ± 1,97	13,7 ± 2,3*	-1,3 (Grande)	17,4 ± 3,2	12,69 ± 2,48*	-1,4 (Grande)

TE = tamanho do efeito; Pré- = pré-treinamento; Pós = pós-treinamento; CF = comprimento do fascículo; AP = ângulo de penação; ASTA = área de secção transversa anatômica; EM = espessura muscular; mm = milímetros.

* Diferenças significativas pré-treinamento em relação pós-treinamento.

pré-treinamento em relação pós-treinamento p = 0,07.

ɪ Diferenças significativas entre grupos pré-treinamento.

Tamanho do efeito

A magnitude do tratamento (TE) foi maior no TCC na maioria das variáveis de desempenho motor observadas, ao passo que o TCC apresentou maior TE que o grupo TH para a RA dec (%), RA mean e SVC. Já o grupo TH apresentou maior TE para algumas variáveis de arquitetura muscular, apresentando magnitude “pequena” para o CF, e o grupo TCC apresentou magnitude “trivial” para a mesma variável (tabelas 7 e 8).

4.2. ESTUDO 2: COMPARAÇÃO ENTRE O TREINAMENTO FORÇA COM MÉTODO DE HIPERTROFIA E O TREINAMENTO COMPLEXO E DE CONTRASTE SOBRE O TESTE DE VELOCIDADE, AGILIDADE, SALTO VERTICAL E FORÇA DINÂMICA ISOCINÉTICA EM JOGADORES DE FUTEBOL DO SEXO MASCULINO DURANTE A TEMPORADA COMPETITIVA

Teste de velocidade, agilidade e SV

Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos de treinamento para qualquer variável dos testes de velocidade, agilidade e SV. O grupo TCC, no entanto, proporcionou uma redução significativa no tempo parcial para a distância de cinco metros no teste de velocidade. Também foi observada no mesmo grupo uma redução significativa no tempo final no teste de agilidade pré- pós-treinamento. Assim como foi notado incremento significativo na altura do SV nos atletas que desempenharam o protocolo TCC. Ademais, houve uma tendência de redução no tempo parcial dos 10 metros no teste de velocidade (p = 0,06) após oito semanas de treinamento do grupo TCC. Não foram encontradas variações significativas para esses testes para o grupo TH (Tabela 9).

Tabela 9 - Dados da ANOVA e tamanho do efeito (Cohen), pré- e pós-teste para as avaliações de velocidade agilidade e salto vertical

	Treinamento complexo de contraste (n = 10)			Treinamento de hipertrofia (n = 12)		
	Pré-	Pós-	TE	Pré-	Pós-	TE
5 metros(s)	1,032 ± 0,07	0,997 ± 0,06*	-0,5 (Moderado)	0,996 ± 0,07	0,998 ± 0,07	0,0 (Trivial)
10 metros (s)	1,729 ± 0,08	1,701 ± 0,06#	- 0,4 (Pequeno)	1,706 ± 0,10	1,708 ± 0,09	0,0 (Trivial)
20 metros (s)	2,949 ± 0,10	2,934 ± 0,12	- 0,2 (Trivial)	2,940± 0,13	2,947 ± 0,15	0,1 (Trivial)
30 metros (s)	4,117 ± 0,13	4,144 ± 0,16	0,2 (Trivial)	4,130 ± 0,19	4,089 ± 0,21	-0.2 (Trivial)
Agilidade (s)	5,963 ± 0,12	5,639 ± 0,34*	-2,7 (Grande)	5,585 ± 2,9	5,601 ± 0,27	0,1 (Trivial)
SV (cm)	30,9 ± 4,1	34,4 ± 4,1*	0,8 (Moderado)	29,5 ± 4,9	30,0 ± 4,6	0,1 (Trivial)

TE = tamanho do efeito; Pré- = pré-treinamento; Pós- = pós-treinamento; SV = salto vertical sem contramovimento.

* diferença significativa entre pré- e após período de treinamento.

tendência em haver diferença significativa entre pré- e pós-período de treinamento p = 0,06.

Força dinâmica concêntrica voluntária máxima

Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos de treinamento para qualquer variável analisada do teste de FDCVM. Exceção quanto aos valores pré-treinamento do percentual de diferença do pico do torque dos flexores de joelho, onde o grupo TCC

apresentou diferença percentual maior quando comparado ao grupo TH. Contudo, no grupo TH, após o período de treinamento, foi demonstrado aumento significativo no pico do torque dos flexores do joelho direito, consequentemente, também foi observada elevação significativa do percentual da relação do pico do torque dos ísquiostibiais e quadríceps femoral. No grupo TCC, houve redução significativa do percentual de diferença bilateral entre os lados direito e esquerdo na FDCVM dos flexores de joelho (Tabela 10).

Tabela 10 - Dados da ANOVA e tamanho do efeito (Cohen), pré- e pós-teste para o pico do torque nas avaliações de força dinâmica concêntrica voluntária máxima

	Treinamento complexo e de contraste (n = 10)			Treinamento de hipertrofia (n = 12)		
	Pré-	Pós-	ES	Pré-	Pós-	ES
Pico do torque						
Extensor dom. (N)	239,9 ± 43,8	247,3 ± 44,3	0,2 (Trivial)	258,4 ± 55,3	257,4 ± 51,1	0,0 (Trivial)
Extensor não dom. (N)	233,8 ± 35,7	229,1 ± 31,7	-0,1 (Trivial)	257,8 ± 50,6	250,7 ± 44,9	-0,1 (Trivial)
Flexor dom. (N)	106,4± 24,8	115,8 ± 14,1	0,4 (Pequeno)	110,5± 25,2	124,0± 29,4*	0,5 (Moderado)
Flexor não dom. (N)	114,0± 20,8	112,7± 11,3	-0,1 (Trivial)	117,7± 29,2	119,9± 28,2	0,1 (Trivial)
Dir. / Esq. (%)						
Extensor (%)	6,9± 6,0	9,3± 5,8	0,4 (Pequeno)	8,2± 4,4	7,3± 4,5	-0,2 (Trivial)
Flexor (%)	16,6± 9,7ɪ	7.2± 5.1*	-1,0 (Grande)	11,1± 13,2	6,4± 6,7	-0,4 (Pequeno)
Ísquios tibiais / Quadríceps (%)						
Dom. (%)	0,44± 0,08	0,47± 0,07	0,4 (Pequeno)	0,43± 0,07	0,48± 0,07*	0,7 (Moderado)
Não dom. (%)	0,48± 0,07	0,50± 0,07	0,2 (Trivial)	0,45± 0,05	0,47± 0,07	0,2 (Trivial)

Dom. = lado dominante; não dom. = lado não dominante; TE = tamanho do efeito; Pré- = pré-treinamento; Pós- = pós-treinamento; dir. / esq. (%) = percentual de diferença entre o pico de torque da extensão do joelho direito pelo esquerdo; isquiostibiais / quadríceps (%) = relação percentual entre o pico de torque dos ísquios tibiais pelo quadríceps femoral

* diferença significativa entre pré- e após período de treinamento.

ɪ Diferenças significativas entre grupos pré-treinamento.

Tamanho do efeito

Dados relativos ao teste de velocidade mostram que, a magnitude do tratamento (TE) foi maior no grupo TCC do que o grupo TH nos tempos parciais de cinco e 10 metros. Também foi observado maior TE no grupo TCC (grande) em relação ao grupo TH (trivial) para o tempo final no teste de agilidade; ademais, também houve maior TE do protocolo TCC (moderado) sobre o teste de SV em relação ao grupo TH (trivial).

Analisando os dados do TE dos testes de FDCVM, foi observada maior magnitude do tratamento do grupo TH sobre o pico de torque dos flexores do joelho direito; também foi observado maior TE do grupo TH (moderado) sobre a relação ísquio-tibial e quadríceps femoral do joelho direito comparado ao grupo TCC (pequeno), ao passo que maior TE do grupo TCC (grande) sobre a relação bilateral dos flexores de joelho comparado ao grupo TH (pequeno) (tabelas 9 e 10).

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1. ESTUDO 1: COMPARAÇÃO ENTRE O TREINAMENTO FORÇA COM MÉTODO DE HIPERTROFIA E O TREINAMENTO COMPLEXO E DE CONTRASTE SOBRE O TESTE DE RESISTÊNCIA DE AGILIDADE E ARQUITETURA MUSCULAR EM JOGADORES DE FUTEBOL DO SEXO MASCULINO DURANTE A TEMPORADA COMPETITIVA

O principal resultado do presente estudo foi que o programa TCC promoveu adaptações importantes em alguns parâmetros do teste de RA, assim como no SVC em jogadores de futebol. Por outro lado, o programa TH desenvolveu mudanças significativas na força máxima, SVC (adicionado de sobrecarga externa) e na EM. As variáveis ASTA e o CF quase não foram afetadas por ambos os grupos de treinamento. Portanto, nossa hipótese foi parcialmente confirmada, em razão de apenas o programa TCC ter sido capaz de induzir alterações nos parâmetros RA dec (%) e SVC (0% de sobrecarga externa), enquanto o regime TH promoveu aumentos na força e hipertrofia muscular. No entanto, nossa hipótese de que o programa de TCC pudesse proporcionar aumento no CF e redução no AP, e de que tais alterações seriam inversas no grupo TH não foram confirmadas. Também não foi confirmada nossa hipótese de que as alterações no teste RA e SVC estariam associadas ao aumento do CF e redução do AP, ao passo que não foram observadas alterações significativas no CF e no AP do VL. Contraditoriamente, observando os dados do TE, percebemos que o TCC induziu uma pequena redução no AP do VL, enquanto o CF do VL apresentou pequeno aumento após o TH.

Ao conhecimento dos autores, após busca em bases de dados, este é o primeiro estudo que comparou os modelos de treinamento TCC e TH com controle de velocidade de execução sobre testes específicos de campo (RA), salto vertical, força muscular e medidas de arquitetura muscular em jogadores de futebol durante temporada competitiva. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos para nenhuma das variáveis analisadas após o período de treinamento. Todavia, a intervenção do programa de TCC promoveu redução significativa no percentual de fadiga (RA dec (%)), aumento na impulsão vertical (SVC-0%), além de ter havido uma tendência na diminuição do tempo médio na RA mean ($p = 0,06$). Adicionalmente, ambos os grupos de treinamento influenciaram em aumentos significativos no teste de 1RM para o exercício agachamento no Smith e melhora na impulsão vertical no teste SVC adicionado de sobrecarga externa. No entanto, não foram encontrados incrementos significativos nos

valores do teste CIVM após o período de treinamento em ambos os protocolos. Provavelmente, a maior eficácia do TCC sobre as variáveis RA dec (%), RA mean e SVC-0% está associada à maior velocidade de execução dos exercícios durante as sessões de treinamento. Foram observadas diferenças significativas na velocidade média das repetições entre os grupos TCC e TH (TCC mais veloz que TH) para o primeiro exercício de cada sessão. A maior velocidade de execução pode ter estimulado maior produção de potência muscular (Cormie, et al., 2007), o que pode ter gerado maior excitação e adaptação das fibras musculares de contração rápida (Zaras, et al., 2013). Outro ponto importante a ser observado é a maior complexidade e especificidade dos exercícios desempenhados no programa TCC, o que pode ter produzido uma maior estimulação do sistema nervoso central, fomentando, assim, melhores adaptações (Hoffman, et al., 2004; Tricoli, et al., 2005).

Sobre as alterações na arquitetura muscular, foram observadas reduções significativas no AP do RF e VI antes e após o período de treinamento em ambos os grupos TCC e TH, enquanto apenas o grupo TH apresentou aumento significativo na EM no VI. No entanto, não foram encontradas diferenças significativas para as variáveis CF e ASTA do VL. Nesse sentido, a significância estatística pode confundir a interpretação dos dados, principalmente quando o tamanho da amostra é reduzido e o desvio padrão é maior após a intervenção (Flanagan, 2013). Através do cálculo do TE (Cohen, 1988), é possível verificar as alterações causadas pelo mesmo tratamento em grupos independentes ou tratamentos diferentes dentro do mesmo grupo, o que permite que seja determinada a eficiência de cada método (Rhea, 2004). Os dados do TE indicam maiores ganhos pelo grupo TCC nas variáveis RA dec (%), RA mean e SVC. Ambos os grupos apresentaram um pequeno aumento na ASTA, enquanto o AP do VL foi ligeiramente reduzido no grupo TCC, ao passo que o grupo TH demonstrou pequeno aumento do CF do VL.

Um ponto importante a ser observado sobre os achados do presente estudo, é que mesmo que não tenham sido encontradas diferenças significativas entre os grupos de treinamento, apenas os atletas que estavam alocados no grupo TCC apresentaram melhorias significativas nas variáveis RA dec (%) e SVC. Isso deve ser interpretado como benefícios deste modelo de treinamento na otimização do desempenho de tais atletas, haja vista que ambas as variáveis estão presentes no jogo de futebol (Impellizzeri, et al., 2008; Rampinini, et al., 2007), e que Impellizzeri et al. (2008) relataram que jogadores de futebol da primeira divisão possuíam menor percentual de fadiga (RA dec (%)) quando comparados com jogadores da segunda e terceira divisão da mesma liga nacional. Outro fato importante a ser analisado é que os atletas

que participaram da intervenção do TCC apresentaram uma tendência de redução (p = 0,06) com TE moderado (0,86) na média dos tempos do teste RA (RA mean) após o período de treinamento, o que pode ser muito importante para jogadores de futebol, haja vista que (Rampinini, et al., 2007) demonstram correlações moderadas e significativas entre a RA mean e a distância percorrida em alta intensidade em jogos da Liga Europeia. Consequentemente, no mesmo estudo foi demonstrado que os atletas que apresentaram melhor desempenho na variável RA mean percorreram, em média, uma maior distância em alta intensidade comparados a jogadores que obtiveram piores escores para a mesma variável (Rampinini, et al., 2007).

Nós desenvolvemos um protocolo de TP (TCC) com base nas sugestões metodológicas de estudos anteriores (Cormie, et al., 2010a; G. Harris, et al., 2000; Hoffman, et al., 2004; Maio Alves, et al., 2010; McBride, et al., 2002; Okuno et al., 2013; Tricoli, et al., 2005) que buscaram analisar a influência de diferentes protocolos de TF e TP sobre o desenvolvimento da velocidade, agilidade, impulsão vertical e resistência de velocidade. Sendo assim, escolhemos o método de (TCC) que se baseia no fenômeno conhecido como "potencial pós-ativação" (PPA), que é caracterizado pelo aumento do desempenho em trabalhos com característica de potência e velocidade, após contrações musculares de alta intensidade. Possíveis explicações para tal fenômeno estão associadas a um maior estado de alerta do sistema nervoso central, maior concentração de íons de cálcio nos túbulos "T" e melhor relação comprimento-tensão dos sarcômeros (Robbins, 2005), provocados pela série de contrações musculares de alta intensidade precedidas ao trabalho (Okuno, et al., 2013). No entanto, o protocolo de TCC adotado no presente estudo não seguiu o formato tradicional, que é o produto da combinação de exercícios de força de alta intensidade e baixa velocidade de execução seguidos de exercícios de pliometria e específicos da modalidade. O presente protocolo de TCC foi desempenhado através da combinação de exercícios de salto vertical com adição de sobrecarga externa (SVC), seguido por exercícios pliométricos (saltos consecutivos ou em profundidade) e em outras sessões através da execução de exercícios educativos de levantamento de peso olímpico combinados a acelerações cíclicas e acíclicas.

Até o momento, os estudos que buscam relacionar as variáveis de arquitetura muscular com o desempenho das habilidades motoras são escassos especialmente com objetivo de observar o comportamento do AP e CF após um período de treinamento de força ou potência. Em recente estudo, Zaras et al. (2013) comparam o efeito de dois protocolos de treinamento (TF *versus* TP) em 20 atletas iniciantes de tiro esportivo. Como resultado, não foram observadas

mudanças significativas no CF e AP do VL após seis semanas de treinamento para nenhuma intervenção. Foi observado, todavia, que ambos os protocolos influenciaram significativamente sobre os testes de força de 1RM (pressão de braços e pressão de pernas), e que apenas o protocolo de TP foi efetivo para melhorar a impulsão nos testes pressão de pernas balístico e pressão de braço balístico. Por outro lado, Anthony J. Blazevich et al.(2003) comparam o efeito de um protocolo composto apenas por exercícios de saltos e acelerações (grupo SJ) realizados quatro vezes por semana com outros dois protocolos que combinavam duas sessões de TF, realizadas com exercício agachamento frontal tradicional (grupo SQ) ou com agachamento frontal unilateral, que simulava ação mecânica de uma aceleração (grupo FHS) com duas sessões de saltos e acelerações. Os autores observaram aumentos significativos no CF do VL e RF e redução significativa do AP do VL nos indivíduos do grupo SJ. No entanto, os indivíduos do grupo SQ apresentaram aumento do CF apenas do RF e aumento do AP do VL. Já o protocolo FHS apenas proporcionou incremento do AP do RF e VL. Não obstante, Cormie et al. (2010a) observaram que tanto o TF quanto o TP foram capazes de promover aumentos significativos do AP do VL e, assim como no presente estudo, apenas o protocolo de TF induziu em aumento da EM do VL.

Discrepâncias nos resultados do CF do VL podem estar associadas aos métodos utilizados para estimar o parâmetro analisado, visto que, segundo descrição metodológica dos estudos (Anthony J. Blazevich, et al., 2003; Zaras, et al., 2013), o CF do VL foi estimado com base em equações trigonométricas após aquisição das imagens feitas através de um ultrassom convencional, não levando em consideração a curvatura do fascículo da fibra muscular. O presente estudo usou uma metodologia de aquisição de imagem através de ultrassom panorâmico, que permite fazermos a medida do fascículo da fibra muscular por toda sua extensão, evitando a utilização de equações trigonométricas. Outro ponto contraditório entre os presentes dados e os achados de Anthony J. Blazevich et al.(2003) é que no presente estudo em ambos os protocolos de treinamento foram encontradas reduções significativas no AP do VI e RF; todavia, em Anthony J. Blazevich et al.(2003), os protocolos FHS e SQ induziram em incremento do AP. Tal contradição pode ser justificada pela rotina de atividades dos indivíduos envolvidos nos estudos, tendo em conta que, durante o presente estudo, os participantes tinham uma rotina rigorosa de treinamento e jogos de futebol, modalidade que exige em seus treinamentos alto volume de acelerações (Barros, et al., 2007), que pode ter gerado um efeito concorrente ao treinamento do grupo TH. Portanto, os presentes dados sugerem que o protocolo de TH exerceu maior efeito sobre os parâmetros da arquitetura muscular, aumentando de forma

significativa a EM do VI, exercendo “pequeno” TE sobre o CF do VL e “moderado” TE sobre a EM do RF.

5.2. ESTUDO 2: COMPARAÇÃO ENTRE O TREINAMENTO FORÇA COM MÉTODO DE HIPERTROFIA E O TREINAMENTO COMPLEXO E DE CONTRASTE SOBRE O TESTE DE VELOCIDADE, AGILIDADE, SALTO VERTICAL E FORÇA DINÂMICA ISOCINÉTICA EM JOGADORES DE FUTEBOL DO SEXO MASCULINO DURANTE A TEMPORADA COMPETITIVA

O principal resultado do presente estudo foi que o programa TCC promoveu adaptações importantes no início da aceleração no teste de velocidade, no tempo final do teste de agilidade e no SV em jogadores de futebol. Por outro lado, o programa TH desenvolveu mudanças significativas no pico do torque dos flexores de joelho no teste de FDCVM, aumentando de forma significativa a relação isquiotibial e quadríceps femoral para o mesmo segmento corporal. Portanto, nossa hipótese foi parcialmente confirmada, em razão de apenas o programa TCC ter sido capaz de induzir alterações nos testes de velocidade (tempo parcial de cinco metros), agilidade e SV, enquanto o regime TH promoveu aumentos na FDCVM em dois parâmetros. Dessa forma, nossa hipótese não foi completamente confirmada, pois não houve diferenças significativas entre os grupos após o período de treinamento. Assim sendo, não foi possível demonstrar a superioridade de um protocolo de treinamento em relação ao outro sobre as variáveis dependentes analisadas, tendo sido atestadas apenas a efetividade de cada protocolo sobre modificações específicas.

Ao conhecimento dos autores, após busca em bases de dados, este é o primeiro estudo que comparou os modelos de treinamento TCC e TH com controle de velocidade de execução sobre testes de velocidade, agilidade, SV e FDCVM em jogadores de futebol durante temporada competitiva. Não foram encontradas diferenças significativas ente os grupos para nenhuma das variáveis analisadas após o período de treinamento. A única diferença significativa entre os grupos foi na medida pré-treinamento sobre o percentual de diferença bilateral dos flexores de joelho (TCC apresentou maior percentual de diferença que o TH). Todavia, a intervenção do programa de TCC promoveu redução significativa no tempo de cinco metros no teste de velocidade, no teste de agilidade e aumento na impulsão vertical (SV), e houve uma tendência na diminuição do tempo na distância de 10 metros no teste de velocidade ($p = 0,06$). Provavelmente, a maior eficácia do TCC sobre os testes de velocidade, agilidade e SV está associado à maior velocidade de execução dos exercícios durante as sessões de treinamento.

Foram observadas diferenças significativas na velocidade média das repetições entre os grupos TCC e TH (TCC mais veloz que TH) para o primeiro exercício de cada sessão, uma vez que a maior velocidade de execução pode ter estimulado maior produção de potência muscular (Cormie, et al., 2007), o que pode ter gerado maior excitação e adaptação das fibras musculares de contração rápida (Zaras, et al., 2013). Outro ponto importante a ser observado é a maior complexidade e especificidade dos exercícios desempenhados no programa TCC, que pode ter produzido maior estimulação do sistema nervoso central, fomentando, assim, melhores adaptações neuromusculares (Hoffman, et al., 2004; Tricoli, et al., 2005).

Um ponto importante a ser observado sobre os achados do presente estudo é que mesmo que não tenham sido encontradas diferenças significativas entre os grupos de treinamento, apenas os atletas que estavam alocados no grupo TCC apresentaram melhorias significativas no teste de velocidade (parcial de cinco metros) e tendência ($p = 0,06$) na parcial de 10 metros o que deve ser interpretado como benefícios deste modelo de treinamento na otimização do desempenho desses atletas, haja vista que a velocidade apresenta forte associação com a demanda física exigida no jogo de futebol (Barbero-Álvarez, Pedro, & Nakamura, 2013). Barbero-Álvarez et al. (2013) observaram correlação significativa entre a velocidade máxima atingida em um teste de múltiplas acelerações (7 x 30 metros com recuperação passiva de 24 segundos) e a distância percorrida em alta intensidade ($r = 0,77$) (superior a 13 km/h) e através de piques ($r = 0,78$) (superior a 18 km/h) durante uma partida de futebol simulada, em adolescentes jogadores de futebol ($14,3 \pm 1,3$ anos). Outro fato importante a ser analisado é que os atletas que participaram da intervenção do TCC apresentaram redução significativa com TE grande (-2,7) no tempo final no teste de agilidade e incremento significativo na altura atingida no teste de SV após o período de treinamento. O que pode ser muito importante para jogadores de futebol, haja vista que acelerações, mudanças de direção e saltos são ações motoras constantemente desempenhadas nesse desporto (Bangsbo, et al., 1991; Reilly, et al., 2000)

A escolha dos exercícios que fizeram parte do protocolo (TCC) adotado no presente estudo foi motivada pela maior complexidade requerida durante a execução de exercícios educativos de levantamento de peso olímpico, na medida em que, para sua execução é necessária alta sincronização de unidades motoras e grande coordenação intermuscular (Hoffman, et al., 2004), o que pode ser um facilitador no desenvolvimento de habilidades motoras relacionadas a essas solicitações neurais (Hoffman, et al., 2004; Tricoli, et al., 2005). Também incluímos no protocolo (TCC) o SVC adicionado de sobrecarga externa, que quando

executado com a sobrecarga correta, pode ser desempenhado, e bons níveis de velocidade, promovendo, assim, altos níveis de manifestação de potência muscular (Cormie, et al., 2010a; McBride, et al., 2002). Corroborando com tais argumentações, Tricoli et al. (Tricoli, et al., 2005) após estudo em alunos do curso de educação física, observaram que o protocolo com base em exercícios educativos de levantamento de peso olímpico propiciou melhoras na impulsão vertical, aceleração de 10 metros e força muscular em 1RM. Também foi observado que o protocolo com base em exercícios de SVC foi capaz de melhorar a força muscular e a impulsão vertical. Adicionalmente, o treinamento do SVC com adição de sobrecarga tem sido frequentemente estudado e recomendado quando o objetivo do treinamento for aumentar a potência muscular e promover adaptações nas habilidades motoras (Hoff & Helgerud, 2004; Hoffman et al., 2005).

Outro ponto do protocolo de treinamento adotado a ser observado é que em ambos os grupos de treinamento os exercícios SVC e agachamento no Smith tiveram sua velocidade monitorada, essa estratégia metodológica que foi extremamente importante para adição de sobrecarga nos exercícios de SVC. Dessa forma, sempre que a velocidade era aumentada em mais de 5%, era adicionada sobrecarga externa com objetivo de promover maior manifestação de potência muscular na série subsequente. Tal procedimento atende ao princípio da sobrecarga e pode otimizar as adaptações decorrente do treinamento (McBride, et al., 2002).

Sobre as alterações na FDCVM, foi observado que o protocolo TH promoveu aumento significativo após o período de treinamento no pico do torque dos flexores do joelho direito, o que, de certa forma, influenciou também em aumento significativo na relação do pico de torque (isquiotibial / quadríceps femoral). Tal incremento pode estar relacionado ao fato de o grupo TH ter realizado exercício isolado para os flexores de joelhos (flexão de joelho sentado na máquina) em suas sessões de treinamento. Entendemos que tais modificações são especialmente relevantes para jogadores de futebol, uma vez que o aumento na relação (isquio-tibial / quadríceps femoral) é importante na redução da incidência de lesões musculares no segmento coxofemoral, visto que (Croisier, Ganteaume, Binet, Genty, & Ferret, 2008), ao compararem jogadores com desequilíbrio e sem desequilíbrio muscular observaram que a desarmonia acentuou o risco relativo de lesão na região posterior da coxa em 4,66. Os autores consideraram com desequilíbrio muscular o jogador que apresentava desarmonia em pelo menos dois parâmetros nas relações preestabelecidas. Adicionalmente, um dos parâmetros apontados no estudo de Croisier et al. (2008) para diagnosticar desequilíbrio muscular foi a

relação (isquiotibial / quadríceps femoral) na velocidade angular de 60°/s, tendo sido estabelecido pelos autores (Croisier, et al., 2008) que essa relação não poderia ser inferior a 0,45. No presente estudo, entretanto, a média pré-treinamento do grupo TH encontrada era de 0,43, passando a ser 0,47 após o período experimental, proporcionando uma melhor relação entre os músculos agonistas e antagonistas do joelho.

A única diferença significativa entre os grupos foi a medida pré-treinamento sobre a diferença percentual bilateral dos flexores de joelho. O grupo TCC apresentou alto percentual de diferença (16,6%) para tal relação, valores considerados acima da normalidade de acordo com recomendações de Croisier et al.(2008), que sugerem diferenças de até 15%. Entretanto, o protocolo experimental TCC causou efeito positivo sobre essa relação, reduzindo de forma significativa a diferença bilateral entre os flexores de joelho para 7,2% com TE de -1,0 (Grande), após o protocolo experimental. Dados do torque durante a extensão de joelho são semelhantes aos encontrados por Andrade et al. (2012), que encontraram em jogadores de futebol adulto valor médio de 246 ± 44 N para o lado dominante. Os valores do torque da flexão de joelho avaliados por Andrade et al. (2012), contudo, foram superiores aos observados no presente estudo, muito provavelmente devido à diferença de idade entre as amostras, pois, no estudo de Andrade et al. (2012), a média da idade dos jogadores foi de 24, 6 ± 3,8 anos, e, no presente estudo, a média foi de 18,4 ± 0,5 ano. Corroborando com tais diferenças, Hoshikawa et al.(2009) demonstraram que jogadores de futebol profissionais apresentam maior torque do que jogadores adolescentes.

6. CONCLUSÃO

6. CONCLUSÃO

De acordo com os objetivos definidos para esta Tese e os dois estudos que foram elaborados, a seguir apresentaremos as principais conclusões.

6.1. CONCLUSÕES ESTUDO 1

- O protocolo TCC pode ser uma escolha adequada quando o objetivo do programa de treinamento for a melhora do desempenho de múltiplas acelerações ou impulsão vertical, uma vez que apenas os atletas alocados no grupo que realizou o protocolo TCC apresentaram evolução nas variáveis SVC, RA dec (%) e RA mean.
- Quando o objetivo for otimizar a força muscular, ambos os protocolos utilizados no presente estudo (TCC e TH) podem ser usados, visto que ambos os grupos de treinamento obtiveram melhoras significativas nos testes de 1RM no exercício agachamento no Smith e SVC com sobrecarga externa (20%, 40% e 60% de 1RM no agachamento).
- O protocolo TH pode ser a melhor escolha quando a meta for hipertrofia muscular, dado que os atletas alocados no grupo TH demonstraram aumento significativo da EM do VI.
- Segundo dados do presente estudo, o tempo de intervenção não foi suficiente para promover alterações significativas no CF do VL.
- Sugerimos que o protocolo de TH seja utilizado na fase inicial de preparação, com intuito de aumentar a força e volume muscular; dessa forma, durante a fase competitiva, o protocolo TCC pode ser uma boa escolha para o aperfeiçoamento dos parâmetros da RA e SVC.

6.2. CONCLUSÕES ESTUDO 2

- O protocolo TCC pode ser uma escolha adequada quando o objetivo do programa de treinamento for a melhora do início de uma corrida em máxima intensidade (10 primeiros metros), uma corrida com mudanças de direção e na altura atingida em um salto vertical.
- Quando o objetivo for otimizar o torque muscular, o protocolo TH pode ser a melhor escolha, visto que apenas os atletas alocados no grupo TH apresentaram incrementos de torque na flexão de joelho.

- O protocolo, TH pode ser a melhor escolha quando a meta for melhorar a relação do torque dos isquiotibiais e quadríceps femoral, devido à possibilidade de escolha de exercícios isolados e específicos para cada grupamento muscular.

7. PROPOSTA PARA ESTUDOS FUTUROS

TREINAMENTO DE FORÇA E POTÊNCIA NO FUTEBOL

Comparação entre o treinamento de hipertrofia e treinamento complexo e de contraste em jogadores de futebol do sexo masculino durante período competitivo

7. PROPOSTA PARA ESTUDOS FUTUROS

Para a realização de estudos futuros propõem-se:

i. Com o objetivo de observar o comportamento dos parâmetros da arquitetura muscular sob as mesmas condições, no entanto, durante um período maior de intervenção, sugerimos a replicação do experimento, com uma duração maior do período de treinamento;
ii. Sugerimos a inclusão de um grupo controle para de fato observarmos a magnitude do efeito do treinamento sobre as variáveis analisadas em jogadores de futebol durante sua temporada competitiva;
iii. Propomos que repita a comparação das variáveis independentes da presente Tese sobre a demanda física dos jogadores durante jogos oficiais de futebol (número de acelerações, distância percorrida por zona de velocidade e número de saltos e giros).

8. BIBLIOGRAFIA

8. BIBLIOGRAFIA

Abe, T., Kumagai, K., & Brechue, W. F. (2000). Fascicle length of leg muscles is greater in sprinters than distance runners. *Medicine and science in sports and exercise, 32*(6), 1125-1129.

American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. (2009). *Medicine and science in sports and exercise, 41*(3), 687-708.

Andrade, M. D. S., De Lira, C. A. B., Koffes, F. D. C., Mascarin, N. C., Benedito-Silva, A. A., & Da Silva, A. C. (2012). Isokinetic hamstrings-to-quadriceps peak torque ratio: the influence of sport modality, gender, and angular velocity. *Journal of sports sciences, 30*(6), 547-553.

Baker, D., & Nance, S. (1999). The Relation Between Running Speed and Measures of Strength and Power in Professional Rugby League Players. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association, 13*(3), 230-235.

Bangsbo, J., Nørregaard, L., & Thorsø, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Canadian journal of sport sciences 16*(2), 110-116.

Barbero-Álvarez, J. C., Pedro, R. E., & Nakamura, F. Y. (2013). Validity of a repeated-sprint ability test in young soccer players. *Science and Sports*.

Barros, R. M. L., Misuta, M. S., Menezes, R. P., Figueroa, P. J., Moura, F. A., Cunha, S. A., . . . Leite, N. J. (2007). Analysis of the distances covered by first division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *Journal of Sports Science and Medicine, 6*(2), 233-242.

Beck, T. W. (2013). The importance of a priori sample size estimation in strength and conditioning research. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 27*(8), 2323-2337.

Behm, D. G., & Sale, D. G. (1993). Intended rather than actual movement velocity determines velocity-specific training response. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985), 74*(1), 359-368.

Blazevich, A. J. (2006). Effects of physical training and detraining, immobilisation, growth and aging on human fascicle geometry. *Sports medicine (Auckland, N.Z.), 36*(12), 1003-1017.

Blazevich, A. J., Gill, N. D., Bronks, R., & Newton, R. U. (2003). Training-specific muscle architecture adaptation after 5-wk training in athletes. *Medicine and science in sports and exercise, 35*(12), 2013-2022.

Blazevich, A. J., Gill, N. D., Deans, N., & Zhou, S. (2007). Lack of human muscle architectural adaptation after short-term strength training. *Muscle & nerve, 35*(1), 78-86.

Blazevich, A. J., & Giorgi, A. (2001). Effect of testosterone administration and weight training on muscle architecture. *Medicine and science in sports and exercise, 33*(10), 1688-1693.

Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Delhomel, G., Brughelli, M., & Ahmaidi, S. (2010). Improving repeated sprint ability in young elite soccer players: repeated shuttle sprints vs. explosive strength training. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 24*(10), 2715-2722.

Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2 edition ed.). Hillsdale, N.J: Routledge.

Cometti, G., Maffiuletti, N. A., Pousson, M., Chatard, J. C., & Maffulli, N. (2001). Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *International journal of sports medicine, 22*(1), 45-51.

Cormie, P., Deane, R., & McBride, J. M. (2007). Methodological concerns for determining power output in the jump squat. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 21*(2), 424-430.

Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2010a). Adaptations in athletic performance after ballistic power versus strength training. *Medicine and science in sports and exercise, 42*(8), 1582-1598.

Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2010b). Influence of strength on magnitude and mechanisms of adaptation to power training. *Medicine and science in sports and exercise, 42*(8), 1566-1581.

Crewther, B. T., Kilduff, L. P., Cunningham, D. J., Cook, C., Owen, N., & Yang, G. Z. (2011). Validating two systems for estimating force and power. *International journal of sports medicine, 32*(4), 254-258.

Croisier, J.-L., Ganteaume, S., Binet, J., Genty, M., & Ferret, J.-M. (2008). Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *The American Journal of Sports Medicine, 36*(8), 1469-1475.

Cronin, J. B., & Hansen, K. T. (2005). Strength and power predictors of sports speed. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 19*(2), 349-357.

Deane, R. S., Chow, J. W., Tillman, M. D., & Fournier, K. A. (2005). Effects of hip flexor training on sprint, shuttle run, and vertical jump performance. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 19*(3), 615-621.

Delecluse, C., Van Coppenolle, H., Willems, E., Van Leemputte, M., Diels, R., & Goris, M. (1995). Influence of high-resistance and high-velocity training on sprint performance. *Medicine and science in sports and exercise, 27*(8), 1203-1209.

Duclay, J., Martin, A., Duclay, A., Cometti, G., & Pousson, M. (2009). Behavior of fascicles and the myotendinous junction of human medial gastrocnemius following eccentric strength training. *Muscle & nerve, 39*(6), 819-827.

Duthie, G. M., Pyne, D. B., Ross, A. A., Livingstone, S. G., & Hooper, S. L. (2006). The reliability of ten-meter sprint time using different starting techniques. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 20*(2), 246-251.

Ebben, W. (2007). Practical guidelines for plyometric intensity. *Performance training journal, 6*(5), 12-19.

Faude, O., Roth, R., Di Giovine, D., Zahner, L., & Donath, L. (2013). Combined strength and power training in high-level amateur football during the competitive season: a randomised-controlled trial. *Journal of sports sciences, 31*(13), 1460-1467.

Flanagan, E. P. (2013). The Effect Size Statistic—Applications for the Strength and Conditioning Coach. *Strength and Conditioning Journal, 35*(5), 37-40.

Glatthorn, J. F., Gouge, S., Nussbaumer, S., Stauffacher, S., Impellizzeri, F. M., & Maffiuletti, N. A. (2011). Validity and reliability of Optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 25*(2), 556-560.

Harris, G., Stone, M., O'Bryant, H., Proulx, C., & Johnson, R. (2000). Short-Term Performance Effects of High Power, High Force, or... : The Journal of Strength & Conditioning Research. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 14*(1), 14-20.

Harris, N. K., Cronin, J. B., Hopkins, W. G., & Hansen, K. T. (2008). Relationship between sprint times and the strength/power outputs of a machine squat jump. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 22*(3), 691-698.

Hoff, J., & Helgerud, J. (2004). Endurance and strength training for soccer players: physiological considerations. *Sports medicine (Auckland, N.Z.), 34*(3), 165-180.

Hoffman, J. R., Cooper, J., Wendell, M., & Kang, J. (2004). Comparison of Olympic vs. traditional power lifting training programs in football players. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 18*(1), 129-135.

Hoffman, J. R., Kraemer, W., Andrew, F., Deschenes, M., & Kemp, M. (1990). The effect of self-selection for frequency of training in a winter conditioning program for football. *Journal of Applied Sport Science Research, 4*(3), 76-82.

Hoffman, J. R., Ratamess, N. A., Cooper, J. J., Kang, J., Chilakos, A., & Faigenbaum, A. D. (2005). Comparison of loaded and unloaded jump squat training on strength/power performance in college football players. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 19*(4), 810-815.

Hoshikawa, Y., Iida, T., Muramatsu, M., Nakajima, Y., Fukunaga, T., & Kanehisa, H. (2009). Differences in thigh muscularity and dynamic torque between junior and senior soccer players. *Journal of sports sciences, 27*(2), 129-138.

Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D., Ferrari Bravo, D., Tibaudi, A., & Wisloff, U. (2008). Validity of a repeated-sprint test for football. *International journal of sports medicine, 29*(11), 899-905.

Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *The British journal of nutrition, 40*(3), 497-504.

Kawakami, Y., Abe, T., & Fukunaga, T. (1993). Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985), 74*(6), 2740-2744.

Kawakami, Y., Abe, T., Kuno, S. Y., & Fukunaga, T. (1995). Training-induced changes in muscle architecture and specific tension. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, 72*(1-2), 37-43.

Knudson, D. V. (2009). Correcting the use of the term "power" in the strength and conditioning literature. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 23*(6), 1902-1908.

Kotzamanidis, C. (2006). Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 20*(2), 441-445.

Kumagai, K., Abe, T., Brechue, W. F., Ryushi, T., Takano, S., & Mizuno, M. (2000). Sprint performance is related to muscle fascicle length in male 100-m sprinters. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985), 88*(3), 811-816.

Levinger, I., Goodman, C., Hare, D. L., Jerums, G., Toia, D., & Selig, S. (2009). The reliability of the 1RM strength test for untrained middle-aged individuals. *Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia, 12*(2), 310-316.

Little, T., & Williams, A. G. (2005). Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 19*(1), 76-78.

Maio Alves, J. M. V., Rebelo, A. N., Abrantes, C., & Sampaio, J. (2010). Short-term effects of complex and contrast training in soccer players' vertical jump, sprint, and agility abilities. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 24*(4), 936-941.

McBride, J. M., Triplett-McBride, T., Davie, A., & Newton, R. U. (2002). The effect of heavy- vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. *Journal of*

strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 16(1), 75-82.

Moore, E. W. G., Hickey, M. S., & Reiser, R. F. (2005). Comparison of two twelve week off-season combined training programs on entry level collegiate soccer players' performance. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 19*(4), 791-798.

Morse, C. I., Degens, H., & Jones, D. A. (2007). The validity of estimating quadriceps volume from single MRI cross-sections in young men. *European journal of applied physiology, 100*(3), 267-274.

Myer, G. D., Ford, K. R., Brent, J. L., Divine, J. G., & Hewett, T. E. (2007). Predictors of sprint start speed: the effects of resistive ground-based vs. inclined treadmill training. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 21*(3), 831-836.

Noorkoiv, M., Nosaka, K., & Blazevich, A. J. (2010). Assessment of quadriceps muscle cross-sectional area by ultrasound extended-field-of-view imaging. *European journal of applied physiology, 109*(4), 631-639.

Okuno, N. M., Tricoli, V., Silva, S. B. C., Bertuzzi, R., Moreira, A., & Kiss, M. A. P. D. M. (2013). Postactivation potentiation on repeated-sprint ability in elite handball players. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 27*(3), 662-668.

Paavolainen, L., Häkkinen, K., Hämäläinen, I., Nummela, A., & Rusko, H. (1999). Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985), 86*(5), 1527-1533.

Peterson, M. D., Alvar, B. A., & Rhea, M. R. (2006). The contribution of maximal force production to explosive movement among young collegiate athletes. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 20*(4), 867-873.

Rampinini, E., Bishop, D., Marcora, S. M., Ferrari Bravo, D., Sassi, R., & Impellizzeri, F. M. (2007). Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *International journal of sports medicine, 28*(3), 228-235.

Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of sports sciences, 18*(9), 669-683.

Rhea, M. R. (2004). Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 18*(4), 918-920.

Rimmer, E., & Sleivert, G. (2000). Effects of a plyometrics intervention program on sprint performance. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 14*(3), 295-301.

Robbins, D. W. (2005). Postactivation potentiation and its practical applicability: a brief review. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 19*(2), 453-458.

Rutherford, O. M., & Jones, D. A. (1992). Measurement of fibre pennation using ultrasound in the human quadriceps in vivo. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, 65*(5), 433-437.

Simão, R., Spineti, J., de Salles, B. F., Matta, T., Fernandes, L., Fleck, S. J., . . . Strom-Olsen, H. E. (2012). Comparison between nonlinear and linear periodized resistance training: hypertrophic and strength effects. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 26*(5), 1389-1395.

Spinks, C. D., Murphy, A. J., Spinks, W. L., & Lockie, R. G. (2007). The effects of resisted sprint training on acceleration performance and kinematics in soccer,rugby union, and australian football players. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 21*(1), 77-85.

Tricoli, V., Lamas, L., Carnevale, R., & Ugrinowitsch, C. (2005). Short-term effects on lower-body functional power development: weightlifting vs. vertical jump training programs. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 19*(2), 433-437.

Van Eijden, T. M., Korfage, J. A., & Brugman, P. (1997). Architecture of the human jaw-closing and jaw-opening muscles. *The Anatomical record, 248*(3), 464-474.

Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British journal of sports medicine, 38*(3), 285-288.

Wisløff, U., Helgerud, J., & Hoff, J. (1998). Strength and endurance of elite soccer players. *Medicine and science in sports and exercise, 30*(3), 462-467.

Zaras, N., Spengos, K., Methenitis, S., Papadopoulos, C., Karampatsos, G., Georgiadis, G., . . . Terzis, G. (2013). Effects of Strength vs. Ballistic-Power Training on Throwing Performance. *Journal of Sports Science & Medicine, 12*(1), 130-137.

9. ANEXOS

TREINAMENTO DE FORÇA E POTÊNCIA NO FUTEBOL

Comparação entre o treinamento de hipertrofia e treinamento complexo e de contraste em jogadores de futebol do sexo masculino durante período competitivo

ANEXO I. PAR-Q TESTE

O Par-Q test (ACSM, 2000) é composto por sete perguntas e é individual. Cada indivíduo tem duas opções de resposta (Sim e Não). Se o indivíduo responder afirmativamente a uma das questões não poderá ser incluído no estudo. As questões são as seguintes:

1. Alguma vez, algum médico informou-o de que tem um problema cardíaco e que só poderia efetuar alguma atividade física após recomendação médica?
2. Sente alguma dor no peito no momento em que faz alguma atividade física?
3. No mês passado, teve alguma dor no peito à parte atividade física?
4. Alguma vez perdeu o equilíbrio por causa de uma tontura ou alguma vez ficou inconsciente?
5. Tem algum problema ósseo ou articular que pode piorar com a alteração do tipo da sua atividade física?
6. Frequentemente, o seu médico receita-lhe medicamentos para a pressão arterial ou para problemas cardíacos?
7. Você sabe de mais alguma razão pela qual não deva realizar atividade física?

ANEXO II. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TREINAMENTO DE FORÇA E POTÊNCIA NO FUTEBOL. Comparação entre o treinamento de hipertrofia e treinamento complexo e de contraste em jogadores de futebol do sexo masculino durante período competitivo

Prezado Senhor (a):

O aluno Juliano Spineti dos Santos, do curso de Doutoramento em Ciências do Desporto da Universidade Trás-os-Montes Alto Douro (UTAD – Portugal, Vila Real), pretende realizar um estudo intitulado: Treinamento de Força e Potência no futebol. Comparação entre o treinamento de hipertrofia e treinamento complexo e de contraste em jogadores de futebol do sexo masculino durante período competitivo. Você está sendo convidado a participar de um Projeto de Pesquisa que tem como objetivo comparar diferentes programas de musculação e observar sua influência sobre os testes físicos e laboratoriais aplicados a jogadores de futebol.

No presente estudo, serão realizadas medidas de peso, altura, quantidade de gordura no corpo, circunferência, volume muscular, testes de velocidade de deslocamento em corrida, resistência da velocidade na corrida, corrida com mudanças de direção e testes em aparelhos de musculação. Serão aplicadas até 30 aulas de musculação com diferentes séries, pesos, tempo de descanso, velocidade da repetição e tipo de exercício. Serão realizadas algumas perguntas para conhecimento dos hábitos de atividade física e também do estado atual de saúde.

Durante a execução das séries de musculação há o risco de dor nos músculos e nas articulações, e também após as aulas de musculação. Como benefício, os resultados da avaliação serão fornecidos aos participantes, mas somente ao final do estudo poderemos concluir se haverá outros benefícios ao rendimento físico. Nós convidaremos outros jogadores para participarem e não haverá uso de qualquer medicamento ou placebo.

Em qualquer fase do estudo você terá pleno acesso ao professor Juliano Spineti dos Santos através dos telefones (21) 2565-7059 ou 99909-5053. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho /HUCFF/UFRJ – Rua Professor Rodolpho Paulo Rocco n.° 255 – Cidade Universitária/Ilha do Fundão sala 01D-46 1º andar – pelo telefone 2562-2480, de segunda a sexta-feira, das 8 às 15 horas, ou através do email: cep@hucff.ifrj.br.

A participação neste é voluntária. Desta forma, os participantes são livres para negar o consentimento e abandonar o programa de musculação se assim o desejarem, sem qualquer tipo de prejuízo. É garantida a liberdade de querer não participar do projeto de pesquisa ou de retirar o consentimento a qualquer momento, no caso da aceitação, sem qualquer prejuízo à continuidade da prática de musculação na instituição. Caso queira participar, espera-se que compareça nos dias e horários marcados e, acima de tudo, siga as instruções determinadas pelo pesquisador responsável, quanto à segurança durante a realização das avaliações e/ou treinamento de musculação.

Os procedimentos estão descritos em ordem: primeiro você passará por uma entrevista para conhecimento do seu histórico de saúde e atividade física. Após isso você realizará quatro aulas de adaptação à musculação. Após essas quatro aulas você realizará três sessões de avaliações, onde realizará o teste em aparelhos de musculação e salto vertical. Na segunda sessão, você realizará testes em uma máquina que mensura a força dos músculos da parte inferior de seu corpo e avaliação do tamanho e forma do músculo através de um aparelho que através de onda sonoras, permite a visualização de imagens do seu músculo (ultrassom). Na última sessão você fará testes rotineiros para jogadores de futebol (testes de corrida em linha reta e com mudanças de direção). Após a realização dos testes você passará por 15 aulas de musculação que terão duração de cinco semanas (sendo três aulas por semana). Durante essas aulas, você realizará a série de musculação que foi sorteada para você. Após essas 15 aulas, você irá repetir as mesmas três sessões de avaliação que foram feitas no início. Após o segundo ciclo de avaliação, você realizará mais 15 aulas de musculação seguindo a mesma série que foi executada durante as primeiras cinco semanas de treinamento. Após essas 15 aulas, você participará do terceiro ciclo de avaliação, dividido em três sessões. Está previsto que esses procedimentos tenham uma duração de 15 semanas.

Os dados desta pesquisa serão utilizados para escrevermos artigos científicos, mas os responsáveis garantem a total privacidade e estrito anonimato dos participantes, no que se refere aos dados, quer no caso de utilização de imagens ou outras formas de aquisição de informações. Todas as informações serão confidenciais, garantiremos a sua privacidade e a proteção da imagem. Não vamos utilizar as informações geradas pelo estudo em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades, inclusive em termos de prestígio ou de quaisquer outras formas de discriminação. E todos os resultados serão explicados pelo pesquisador responsável.

As despesas porventura acarretadas pela pesquisa serão de responsabilidade da equipe de pesquisas, não havendo, por outro lado, qualquer previsão de compensação financeira. Em caso de dano pessoal diretamente causado pelos procedimentos ou tratamentos propostos neste estudo (nexo causal comprovado), você terá direito a ressarcimento do tratamento médico, mediante a apresentação das despesas ao pesquisador responsável.

Este termo será elaborado em duas vias em que uma será retirada pelo sujeito da pesquisa e outra arquivada pelo pesquisador.
Após a leitura do presente termo e estando de posse da minha plenitude mental e legal, declaro expressamente que entendi o propósito do referido estudo e, estando em perfeitas condições de participação, dou meu consentimento para participar livremente do mesmo.
Então,
Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações sobre o estudo acima citado que li ou que foram lidas para mim.

Eu, _____,identidade. _____, discuti com o Professor Juliano Spineti, sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia de acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem penalidades ou prejuízos e sem a perda de atendimento nesta Instituição ou de qualquer benefício que eu possa ter adquirido. Eu receberei uma cópia desse Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e a outra ficará com o pesquisador responsável por essa pesquisa. Além disso, estou ciente de que eu (ou meu representante legal) e o pesquisador responsável deveremos rubricar todas as folhas desse TCLE e assinar na ultima folha.

_____

Nome do Sujeito da Pesquisa

_____ Data: ____/____/____

Assinatura do Sujeito da Pesquisa

_____

Nome do Pesquisador Responsável

_____ Data: ____/____/____

Assinatura do Pesquisador Responsável