Mário Joaquim Peixoto Moreira de Sá

EFEITOS DO TREINO DE FORÇA NOS NÍVEIS DE TESTOSTERONA E CORTISOL

Orientadora: Prof. Doutora Raquel Santos Barreto Madeira

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias
Faculdade de Educação Física e Desporto

Lisboa
2014

Mário Joaquim Peixoto Moreira de Sá

EFEITOS DO TREINO DE FORÇA NOS NÍVEIS DE TESTOSTERONA E CORTISOL

Dissertação apresentada na Universidade Lusófona de Humanidade e Tecnologias para a obtenção do grau de Mestre em Exercício e Bem-Estar, conferido pela Universidade Lusófona de Humanidade e Tecnologias.

Orientadora: Prof. Doutora Raquel Santos Barreto Madeira

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias
Faculdade de Educação Física e Desporto

Lisboa
2014

Agradecimentos

À minha mãe pelo apoio incondicional, motivação e exemplo de vida;

À minha namorada Cláudia Fustiga, pelo suporte emocional ao longo da vida minha académica;

Dr. Joaquim Chaves - Laboratório de Análises Clínicas, S.A.**,** pela disponibilidade demonstrada ao longo de todo este trabalho.

Resumo

Introdução: A razão entre a concentração de testosterona e cortisol é frequentemente utilizada como indicador do nível de stress imposto pelo exercício, alterações na concentração destas hormonas são responsáveis por modular diversas respostas induzidas pelo treino, como hipertrofia e ganho de força (Uchida, et al, 2004).

O presente trabalho (através de dois artigos elaborados) tem como principal objetivo conhecer a associação entre o treino de força e suas implicações hormonais, em particular com dois protocolos do treino de força e as alterações que esses mesmos protocolos influenciam a produção hormonal de testosterona e cortisol.

Método: Efetuou-se uma pesquisa de estudos através da fonte online da PubMed/Medline e Google Scholar entre janeiro e fevereiro de 2014 de forma a conhecer melhor os estudos associados ao treino de força e, as implicações que têm em questões hormonais, especificamente em relação à testosterona e cortisol (artigo 1) e aplicação de dois protocolos de treino de força e verificar as suas repercussões hormonais em homens adultos e saudáveis.

Resultados: Dos 56 artigos identificados foram selecionados 15 para leitura integral e incluídos 7 artigos para a RSL. Para cada um extraiu-se a informação relativa ao tipo e desenho de estudo, amostra, principais resultados e conclusões. Dos resultados que integram a RSL todos apontam para a importância do treino de força nas alterações dos níveis de testosterona e cortisol.

O treino de hipertrofia não promove alterações nos níveis de testosterona (p-value = 0.2324), no entanto, há uma variação que é visível na representação gráfica da amostra (nomeadamente ao nível da mediana, que aumenta).

O treino de hipertrofia não promove alterações nos níveis de cortisol, uma vez que o valor-p é de 0,02, a hipótese pode ser rejeitada para um nível de significância de 0,05. Ou seja, podemos afirmar que o treino de hipertrofia, muito provavelmente, promove alterações nos níveis de cortisol.

O treino de força máxima não promove alterações nos níveis de testosterona, tendo em conta o valor-p obtido, rejeita-se H_0 para um nível de significância inferior a 0,01, pelo que se pode afirmar que muito provavelmente o treino de força máxima promove alterações nos níveis de testosterona.

O treino de força máxima não promove alterações nos níveis de cortisol, tendo em conta o valor-p obtido, rejeita-se H_0 para um nível de significância inferior a 0,01, pelo que se pode afirmar que muito provavelmente o treino de força máxima promove alterações nos níveis de cortisol.

Uma vez que as amostras relativas ao treino de força máxima e ao treino de hipertrofia são radicalmente diferentes, não é possível estabelecer uma relação entre a variação provocada por ambos.

No entanto, tendo em conta os resultados obtidos, pode afirmar-se que as alterações provocadas são mais evidentes no treino de força máxima.

Discussão: Considerando que as respostas hormonais são responsáveis pelas adaptações ao treino físico dependem das características do mesmo, é de se esperar que diferentes métodos de treino também promovam respostas orgânicas diferentes.

Palavras-chave: treino de força, testosterona, cortisol e análises salivares

Abstract

Introduction: The ratio between the concentration of testosterone and cortisol is often used as an indicator of the level of stress imposed by exercise, changes in the concentration of these hormones are responsible for modulating several responses induced by training, hypertrophy and strength gains (Uchida, et al , 2004).

The present work (through two elaborate articles) aims to know the association between strength training and their hormonal implications, particularly with two protocols of strength training and the changes that these same protocols influence hormone production and testosterone cortisol.

Method: We conducted a research study through online source of PubMed / Medline and Google Scholar between January and February 2014 in order to better understand the factors associated with strength training studies, and the implications they have on hormonal issues, specifically in relation to testosterone and cortisol (Article 1) and application of two resistance training protocols and verify their hormonal effects in healthy adult men.

Results: We identified 56 articles were selected for full reading 15 and included seven items for RSL. For each extracted information on the type and study design, sample, main results and conclusions. Results of integrating the RSL all point to the importance of strength training on changes in levels of testosterone and cortisol.

The hypertrophy training does not promote changes in testosterone levels (p-value = 0.2324), however, there is a variation that is visible in the graphical representation of the sample (particularly in terms of the median, which increases).

The practice does not promote hypertrophic changes in cortisol levels, since the p-value is 0.02, the hypothesis can be rejected at a level of significance of 0.05. In other words, we can say that hypertrophy training, most likely, causes changes in cortisol levels.

The maximal strength training does not promote changes in testosterone levels, taking into account the p-value obtained, reject H0 for a significance level below 0.01, so we can say that most likely the maximal strength training promotes changes in testosterone levels.

The maximal strength training does not promote changes in cortisol levels, taking into account the p-value obtained, reject H0 for a significance level below 0.01, so we can say that most likely the maximal strength training promotes changes in cortisol levels.

Once the samples for the training maximal strength and hypertrophy training are radically different, it is not possible to establish a relationship between the variation caused by both.

However, taking into account the results obtained, it can be stated that the alterations are more evident in training on maximal strength.

Discussion: Whereas the hormonal responses are responsible for adaptations to physical training depends on the characteristics of the same, it is expected that different training methods also promote different bodily responses.

Keywords: strength training, testosterone, cortisol and salivary analysis

Lista de abreviaturas │ Abbreviations list

ACSM │ American College of Sports Medicine

IMC │ Índice de Massa Corporal

LOE │ Levels of Evidence

PAGAC │Physical Activity Guidelines Advisory Committee

PAR-Q │Physical Activity Readiness Questionnaire

PICO | População, Intervenção, Comparação, Outcome

RCT | Randomized Controlled Trial

RM | Repetição Máxima

RSL │ Revisão Sistemática de Literatura

SLR │ Systematic Literature Review

Índice Geral

Resumo 4
Abstract 6
Lista de abreviaturas │ Abbreviations list 8
Introdução geral 19
ARTIGO 1. EFEITOS DO TREINO DE FORÇA NOS NÍVEIS DE TESTOSTERONA E CORTISOL 24
REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA 24
Resumo 25
Abstract 26
Introdução 27
Benefícios do treino de força 27
Testosterona e suas funções 28
Cortisol e suas funções 29
Respostas hormonais agudas ao treino de força 30
Respostas hormonais crónicas ao treino de força 34
Força Máxima 35

Hipertrofia 36

Objetivo 39

Método 39

Estratégia de pesquisa e critérios de seleção dos artigos 39

Extração dos dados e avaliação da qualidade dos estudos 40

Exclusão dos estudos 40

Resultados 40

Estudos incluídos 41

Desenho dos estudos 41

Caracterização da Amostra 42

Outcomes/Resultados 50

Discussão 50

Conclusões 50

Referências bibliográficas 52

CAPITULO II – ARTIGO EXPERIMENTAL 53

Resumo 54

Abstract 63

Introdução 64

Objetivo do estudo a realizar 66

Hipóteses 68

Método 68

Desenho 68

Amostra 69

Instrumentos e procedimentos de avaliação 69

Termo de consentimento e PAR-Q 69

Prontidão para a atividade física 69

Avaliação da testosterona e cortisol salivar 69

Testosterona e cortisol: Recolha de saliva – pré protocolos de avaliações . 70

Aplicações - Testosterona 70

Aplicações - Cortisol 70

Princípios do teste - Testosterona 70

Princípios do teste - Cortisol 71

Recolha e armazenamento das amostras - Testosterona 71

Recolha e armazenamento das amostras - Cortisol 71

Valores esperados - Testosterona 72

Valores esperados - Cortisol 73

Variáveis avaliadas 73

Caracterização antropométrica e de composição corporal 74

Peso 74

Altura 75

Índice de Massa Corporal (IMC) 75

Caracterização geral da amostra: 75

Avaliação da Força 75

Teste de força dinâmica máxima (1RM) 75

Procedimentos 76

Análise estatística 76

Resultados 77

Treino de Hipertrofia 77

Testosterona 79

Cortisol 80

Treino de Força Máxima (P2) 81

Testosterona 81

Cortisol 81

Teste de Hipóteses 81

Treino de hipertrofia (P1) 81

Testosterona 82

Cortisol 82

Treino de força máxima (P2) 82

Testosterona 83

Cortisol 84

Concentração salivar de testosterona e cortisol pré a pós protocolo de treino (P1 e P2) 85

Grupo de hipertrofia - Pré protocolo de treino de força (P1) 85

Grupo de hipertrofia - Pós protocolo de treino de força (P1) 85

Grupo de força máxima - Pré protocolo de treino de força (P2)..... 86

Grupo de força máxima - Pós protocolo de treino de força (P2) 86

Discussão 86

Conclusão 86

Referências bibliográficas 87

CAPITULO III – DISCUSSÃO GERAL 88

Discussão geral..... 89

Limitações e pontos fortes 89

Referências bibliográficas 90

ANEXOS 90

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO 90

Physical Activity Readness Questionnaire - ParQ 90

Treino de força máxima (P2) – Valores iniciais e finais (testosterona e cortisol) 90

Grupo treino de hipertrofia (P1) - Valores pré protocolo 91

Grupo treino de hipertrofia (P1) - Valores pós protocolo 91

Grupo treino de força máxima (P2) - Valores pré protocolo 92

Grupo treino de força máxima (P2) - Valores pós protocolo 93

RM´s grupo de hipertrofia (P1) 94

RM´s grupo de força máxima (P2) 95

Script do R (o código) 96

Treino hipertrofia 97

Treino força máxima 97

BOXPLOT 102

Treino hipertrofia 104

Testosterona 108

Argumentos do eixo 108

Axis labels 109

Cortisol 113

Argumentos do eixo 114

Axis labels 114

Treino força máxima 116

Testosterona 118

Argumentos do eixo 119

Axis labels 119

Cortisol 120

Argumentos do eixo 120

Teste de hipóteses 121

Índice Figuras

Figura 1 - Fluxograma do processo de seleção de artigos para revisão 4

Figura 2: box plot, pré e pós protocolo (P1) para a testosterona 6

Figura 3: box plot pré e pós protocolo (P1) para o cortisol 8

Figura 4: box plot pré e pós protocolo (P1) refeitos para a testosterona..... 19

Figura 6: box plot pré e pós protocolo (P2) para a testosterona..... 24

Figura 7: box plot pré e pós protocolo (P2) para o cortisol..... 24

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Descrição das Características dos estudos Incluídos na revisão..... 4

Tabela 2 - Valores esperados 6

Tabela 3 - Características da amostra por grupo de treino 8

Tabela 4: Resultados testosterona pré aplicação do protocolo de exercício (P1) (pg/mL)..... 19

Tabela 5: Resultados testosterona pós aplicação do protocolo de exercício (P1) (pg/mL)..... 24

Tabela 6: Resultados cortisol pré aplicação do protocolo de exercício (P1) (ng/ml) 24

Tabela 7: Resultados cortisol pós aplicação do protocolo de exercício (P1) (ng/ml) 25

Tabela 8: Resultados testosterona pré aplicação do protocolo de exercício (P2) (pg/mL)..... 26

Tabela 9: Resultados testosterona pós aplicação do protocolo de exercício (P2) (pg/mL)..... 27

Tabela 10: Resultados cortisol pré aplicação do protocolo de exercício (P2) (ng/ml) 27

Tabela 11: Resultados cortisol pós aplicação do protocolo de exercício (P2) (ng/ml) 28

Tabela 12 - Concentração salivar de testosterona e cortisol pré e pós protocolo de treino de hipertrofia (P1)..... 29

Tabela 13 - Concentração salivar de testosterona e cortisol pré e pós protocolo de treino de força máxima (P2) 30

Introdução geral

Está bem fundamentada a contribuição da atividade física para a saúde e qualidade de vida das pessoas de todas as idades (Gustafson & Rhodes, 2006).

O exercício físico altera o equilíbrio fisiológico, influenciando sistemas fisiológicos e causando adaptações metabólicas, hormonais e neuromusculares.

Dependendo do tipo, intensidade e duração da atividade, nível de aptidão física do indivíduo e fatores como idade e sexo, além de fatores ambientais, as hormonas com propriedades anabólicas e catabólicas (testosterona e cortisol, respetivamente), apresentam alterações quantitativas podendo sinalizar um quadro de catabolismo (Mcardle, Katch & Katch, 2008).

A força enquanto capacidade física condicional, é uma das valências físicas que regem o universo e é primordial para as nossas atividades diárias, seja ela para correr no dia-a-dia, arrastar algo que esteja preso, saltar para agarrar uma bola ou arremessar algo para determinado lugar (Rodrigues & Carnaval, 2003).

O treino de força é um dos grandes auxiliares para quem deseja aumentar a sua condição física nas suas competições ou simplesmente ter uma vida saudável num futuro próximo (Lacio et al, 2010).

Segundo Fleck e Kraemer (2002) o treino de força é benéfico para atletas de elevado nível e para os não atletas, que querem melhorar a sua condição física, esperando com isso, produzir o aumento da força, da hipertrofia muscular e da redução de gordura corporal.

Segundo Barros (2009) há um crescimento significativo de jovens a procurar praticar atividades físicas, alguns influenciados pelos pais ou pelos amigos onde tendem a querer ter um corpo mais esbelto ou musculado.

Dentro das variáveis a serem combinadas para a prescrição do exercício de força podemos citar algumas principais: o número de séries, os intervalos de repouso, tipos de exercícios e a ordem dos mesmos dentro do treino. Sendo estes dispositivos em diferentes formas para obter diferentes resultados. (Navarro & Silva, 2006, citado por Ferreira 2013).

Tais mecanismos podem ser resumidos em duas características principais do treino de musculação: volume e intensidade dos exercícios.

Sendo que estas se encontram normalmente dispostas de forma inversamente proporcionais um a outra, ou seja, quanto maior uma menor a outra (Navarro & Silva, 2006, citado por Ferreira 2013).

Para que haja adaptações fisiológicas provenientes do treino de força, o músculo deve ser submetido a uma carga de esforço acima daquela que habitualmente está acostumado a suportar, cada estímulo aplicado irá favorecer no músculo um desgaste que implicará um determinado período de tempo para a sua recuperação.

Quando sucessivos estímulos são aplicados adequadamente, o músculo adapta-se aumentando a sua capacidade de gerar trabalho, neste sentido, a interação das bases fisiológicas com as características metodológicas que regem o treino constituem o ponto-chave para a obtenção de efeitos positivos.

O uso de diferentes protocolos de treino resulta em diferentes respostas hormonais e tais diferenças provavelmente influenciam os mecanismos de adaptação durante um programa de treino de força.

Os vários mecanismos hormonais naturalmente respondem de forma diversa em indivíduos treinados e não-treinados, promovendo um aumento ou decréscimo nas concentrações hormonais decorrentes da fadiga causada pelo exercício (Simão, 2003).

A diminuição da testosterona, junto com o aumento do cortisol, poderia aumentar mais o catabolismo do que o anabolismo proteico nas células (Costill & Wilmore, 2001).

Nos homens, é possível que vários fatores influenciem as concentrações agudas de testosterona total e podem determinar aumentos significativos nessas concentrações durante ou após o exercício.

A testosterona é um androgénico, uma substância que produz características masculinas. Os seus efeitos anabólicos são responsáveis em parte pela retenção de proteínas pelos músculos e pela hipertrofia muscular observada durante o treino de força (Costill & Wilmore, 2001).

Segundo Badillo (2001), a produção de cortisol durante o exercício físico seria muito maior em pessoas stressadas ou muito ansiosas, portanto, esses indivíduos teriam mais dificuldade em se recuperar entre esforços devido à diminuição da produção de testosterona, Badillo (2001), ainda afirma que quando a concentração do cortisol no sangue é elevada, a produção de testosterona é inibida.

A fadiga aguda no treino de força, que produz aumentos nas hormonas anabólicas, estimula concomitantemente aumentos no cortisol (Fox & Bowers, 1991). Essa resposta aguda do cortisol pode refletir uma combinação de fatores que incluem a intensidade metabólica da fadiga do exercício e a necessidade de manter a disponibilidade de glicose.

Fraqueza muscular e dor são sintomas comuns quando os níveis de cortisol estão altos. Em parte, a fraqueza pode ser explicada da proteólise excessiva que o cortisol induz (Berne & Levy, 2009).

Também é mostrado na literatura que os níveis de cortisol permanecem elevados por algumas horas após o exercício, sugerindo que a hormona exerça algum efeito na recuperação e reparo tecidual (Roatta & Farina, 2010).

As dosagens de saliva fornecem um método não invasivo para determinar o *status* de ativação dos eixos endócrinos relacionados com o stress, bem como a produção das suas hormonas, em pessoas saudáveis (Osterberg et al. 2009). Uma vez que já foi demonstrado que existe correlação positiva entre as concentrações dessas hormonas no sangue e na saliva, durante o repouso e exercício (Cadore et al. 2008), a influência do exercício físico na produção das hormonas cortisol e testosterona tem sido medida através de dosagens salivares, evitando-se assim o stresse adicional que a recolha de sangue representa aos voluntários submetidos a este tipo de estudo.

Neste sentido, a dosagem do cortisol salivar seria uma importante ferramenta para identificar e controlar indicadores de stress em atletas e tem se constituído uma alternativa à subjetividade da análise destes parâmetros feita apenas pela interpretação de dados emocionais ou de perceção de esforço, relacionados com os períodos de treino e de competição (Martins, 2013).

Este trabalho inclui dois artigos científicos, uma revisão sistemática de literatura, que enquadra a suporta teoricamente um estudo desenvolvido através a aplicação e impacto de dois protocolos de treino de força (P1: força

máxima e P2: hipertrofia) sobre a relação entre a concentração salivar de testosterona e cortisol em homens adultos e saudáveis.

O presente trabalho tem como principal objetivo conhecer a associação entre o treino de força e suas implicações hormonais, em particular com dois protocolos do treino de força e as alterações que esses mesmos protocolos influenciam a produção hormonal de testosterona e cortisol.

Avaliar as variações das concentrações hormonais de testosterona e cortisol antes e depois da aplicação de dois protocolos de treino de força (hipertrofia e força máxima).

ARTIGO 1. EFEITOS DO TREINO DE FORÇA NOS NÍVEIS DE TESTOSTERONA E CORTISOL

REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Resumo

Introdução. A razão entre a concentração de testosterona e cortisol é frequentemente utilizada como indicador do nível de stress imposto pelo exercício, alterações na concentração destas hormonas são responsáveis por modular diversas respostas induzidas pelo treino, como hipertrofia e ganho de força (Uchida, et al, 2004).

O objetivo da presente revisão sistemática de literatura (RSL) foi reunir informação publicada na Pubmed e Google Scholar de forma a conhecer melhor os estudos associados ao treino de força e, as implicações que têm em questões hormonais, especificamente em relação à testosterona e cortisol.

Método. Efetuou-se uma pesquisa de estudos através da fonte online da PubMed/Medline e Google Scholar entre janeiro e fevereiro de 2014. Dos 56 artigos identificados foram selecionados 15 para leitura integral e incluídos 7 artigos para a RSL. Para cada um extraiu-se a informação relativa ao tipo e desenho de estudo, amostra, principais resultados e conclusões.

Resultados e conclusão. Dos resultados que integram a RSL todos apontam para a importância do treino de força nas alterações dos níveis de testosterona e cortisol. Considerando que as respostas hormonais são responsáveis pelas adaptações ao treino físico dependem das características do mesmo, é de se esperar que diferentes métodos de treino também promovam respostas orgânicas diferentes.

Palavras-chave: treino de força, testosterona, cortisol e análises salivares.

Abstract

Introduction: The ratio between the concentration of testosterone and cortisol is often used as an indicator of the level of stress imposed by exercise, changes in the concentration of these hormones are responsible for modulating several responses induced by training, hypertrophy and strength gain (Uchida et al, 2004).

The aim of this systematic literature review (SLR) was to gather information published on Pubmed and Google Scholar in order to better understand the factors associated with strength training studies, and the implications they have on hormonal issues, specifically in relation to testosterone and cortisol.

Method: We conducted a survey of studies through the PubMed / Medline and Google Scholar online source between January and February 2014. Identified of the 56 articles were selected for full reading and 15 included 7 articles for SLR. For each extracted information on the type and study design, sample, main results and conclusions.

Results and conclusion: Results of integrating the RSL all point to the importance of strength training on changes in levels of testosterone and cortisol. Whereas the hormonal responses are responsible for adaptations to physical training depends on the characteristics thereof, it is expected that different training methods also promote different organic responses.

Keywords: strength training, testosterone, cortisol and salivary analyzes.

Introdução

Benefícios do treino de força

O exercício físico, quando realizado regularmente, pode trazer inúmeros benefícios para a saúde e para o bem-estar físico e psicológico (Physical Activity Guidelines Advisory Committee, 2008).

Os exercícios de força podem produzir mudanças na composição corporal, no desempenho motor, na força muscular e na estética corporal (Fleck & Kraemer, 2006), sendo um componente atual importante nos programas de treino para a saúde pública (Winnet & Carpinelli, 2001), onde a principal capacidade física treinada é a força muscular (Guedes, 2003).

Para promover, manter a boa saúde e independência física, os adultos serão beneficiados com a realização de atividades que mantenham ou aumentem a força muscular e resistência para um mínimo de dois dias por semana (Haskell et al 2007).

A popularidade dos exercícios resistidos torna-se crescente, na medida em que diversas pesquisas demonstram os benefícios do treino de força para o desempenho e saúde (Simão, 2003, citado por Simão 2004).

O treino de força tem sido utilizado nas mais diversas implicações associadas à saúde, em particular à sarcopenia (Ronald, 2006), sendo que a mesma parece decorrer da redução da produção hormonal, em especial da testosterona. Estudos epidemiológicos mostraram relação entre a diminuição da testosterona e o declínio da massa e força muscular (Roubenoff, & Hughes, 2000). Outras evidências científicas (Cussler et al, 2003), demonstraram que o

treino de força é uma das estratégias com sucesso sobre a recuperação da massa óssea. No mesmo sentido Guttierres & Marins, (2008), numa revisão sistemática, fornecem dados que permitem concluir que o treino de força parece contribuir de forma efetiva para a diminuição de fatores associados à doença da síndrome metabólica.

Testosterona e suas funções

A razão entre a concentração de testosterona e cortisol é frequentemente utilizada como indicativo do nível de stress imposto pelo exercício, alterações na concentração destas hormonas são responsáveis por modular diversas respostas induzidas pelo treino, como hipertrofia e ganho de força (Uchida et al, 2004).

Todas as funções do corpo humano, de uma maneira geral, são permanentemente controladas fisiologicamente, por dois grandes sistemas que atuam de forma integrada: o sistema nervoso e o sistema hormonal (Guyton & Hall, 1997, citado por Canali & Kruel, 2001).

A testosterona é considerada uma hormona com múltiplas funções fisiológicas no corpo humano, no sexo masculino, a testosterona é principalmente produzida e segregada pelas células de Leydig dos testículos.

No exercício esta hormona é especialmente importante para o crescimento e manutenção do músculo-esquelético, do osso e das células vermelhas do sangue (Zitzmann & Nieschlag, 2001). A testosterona é a principal hormona sexual masculina, e quando as suas concentrações estão em baixo no organismo, o hipotálamo promove a libertação do fator libertador da gonadotrofina (GnRF). O GnRF estimula a libertação da hormona

luteínizante (LH), que por sua vez, estimula as células de Leydig nos testículos a produzir e a libertar testosterona (Garrett & Kirkendall, 2003, citado por Araújo, 2006). Uma pequena quantidade de testosterona é segregada também pelas glândulas supra-renais (Silva, Danielski, & Czepielewski, 2002).

A testosterona é responsável pelas características sexuais masculinas, embora seja produzido nos dois sexos, o homem apresenta cerca de trinta vezes mais testosterona que a mulher, e a sua produção é maior no período da manhã, por volta das 8 horas, que no período noturno, os níveis mais altos de testosterona acontecem por volta dos 17 anos de idade, e após os 30 anos de idade, esses níveis começam a ter uma queda de 0,5 a 1% a cada ano (Robert, et al, 2004).

A testosterona é uma hormona que estimula a síntese de proteínas e é responsável pelo desenvolvimento e manutenção dos tecidos (Alves, Costa & Samulski, 2005).

Cortisol e suas funções

O cortisol é uma hormona catabólica e é a mais importante hormona anti stress no organismo, mas o seu aumento de longa duração faz com que exista a degradação de proteínas e lesões para o sistema imunitário. (Amiri, Pirani & Esfahani, 2011). A libertação de cortisol afeta o metabolismo, promovendo os níveis de glicémia durante o exercício físico, estimula o fígado para produzir enzimas permitindo a conversão de aminoácidos e glicerol em glicose e glicogénio (Galbo, 2001).

O cortisol é conhecido pela sua função catabólica, ele exerce um papel importante no equilíbrio eletrolítico, no metabolismo dos hidratos de carbono,

proteínas, lípidos e possui um potente efeito anti-inflamatório (Gayton, 1988, citado Araújo, 2006).

O cortisol é um glucocorticoide, produzido na zona fasciculada e reticular do córtex da suprarrenal. Tem como objetivo a homeostasia e, além de outras, exerce funções sobre o stress e a inflamação. É segregado num ritmo circadiano, atingindo o seu ponto máximo (20ug) 1h antes da pessoa acordar pela manhã e o mínimo (5ug) cerca das 00h, a sua mensuração pode ser efetuada no sangue, na saliva ou na urina. O cortisol em níveis elevados é prejudicial para a glândula suprarrenal e para várias estruturas cerebrais responsáveis por funções superiores e controlo emocional (Amaral, 2012).

O cortisol é segregado a partir de um estímulo stressante, o exercício físico poderá ser um desses estímulos que transmite impulsos nervosos ao hipotálamo no qual liberta o fator libertador de corticotropina (FLC) que chega à hipófise anterior onde as células segregam a hormona adrenocorticotrofina que flui pelo sangue até o córtex suprarenal onde será produzido o cortisol (Gayton, 1988, citado Araújo, 2006).

Respostas hormonais agudas ao treino de força

Uma única sessão de exercícios de força tem demonstrado aumentos significativos na concentração de testosterona e cortisol após uma sessão de treino em homens e mulheres (Fry, Kraemer, Stone, Korizis, 2000, citado por Araújo, 2008). As respostas hormonais agudas de testosterona ao treino de força, segundo Hansen et al (2001), apresentam fortes correlações com o aumento de força isométrica, mas não de força máxima.

Os níveis de testosterona parecem ser potencializados com métodos de cargas máximas (90 a 100% de 1 RM), envolvendo grandes grupos musculares e longos períodos de pausa (3 minutos) entre as séries (Hoffman, et al, 2003), os níveis de cortisol são potencializados com cargas submáximas (60 a 75% de 1 RM) e curtos períodos de pausa (1 minuto) (Smilios, Pilianidis, Karamouzis, Tokmakidis, 2003, citado por Araújo, 2008).

Segundo o mesmo autor, o número de séries, assim como o número de repetições utilizado dentro de uma sessão de treino, parece exercer maior influência sobre as concentrações sanguíneas de cortisol a de testosterona, já que quanto maior o número de séries e repetições, maiores quantidades de cortisol serão produzidas pelo organismo sendo que os níveis de testosterona pouco se alteram em relação ao numero de series e repetições.

No mesmo sentido, Ostrowski et al (1997), citado por Araújo, (2008), relatam que um grande número de séries (12 séries: 4 séries de supino reto, 4 séries de supino declinado e 4 séries de supino inclinado) para o mesmo grupo muscular, dentro da mesma sessão de treino, pode proporcionar uma troca na relação testosterona/cortisol. Por outro lado para Gotshalk, et al 1997, citado por Araújo, (2008) apenas 1 série por grupo muscular não é tão eficiente quanto 3 séries, para estimular o aumento da relação testosterona/cortisol, imediatamente após a sessão de treino.

Um treino de volume com alta intensidade parece ser a melhor estratégia para potenciar os níveis de testosterona e possivelmente diminuir os níveis de cortisol, imediatamente após o treino de força. Porém, Fry et al (2000), não descartam a importância do treino de alto volume no início da preparação, tanto para atletas iniciados como para atletas experientes.

Em oposição aos estudos supramencionados, existem evidências na literatura no qual o treino de força não proporcionou mudanças na concentração de testosterona após a sessão de treino tanto em homens (Nindl, et al, 2001) como em mulheres (Uchida, et al 2004).

Os estudos parecem entrar em conflito, já que apresentam diferentes metodologias, envolvendo intensidades distintas, que na maioria dos casos não são máximas, possivelmente não estando ao alcance de poder causar mudanças significativas nos níveis hormonais, além disso, deverá ser levado em conta as variações relativas à alimentação, ritmos biológicos, stress, entre outros (Vieira, 2002).

O treino de força, é um potente estímulo para o aumento da concentração de testosterona como resposta aguda (Deschenes et al 1994), alguns fatores ligados à sessão de treino parecem influenciar essa resposta (Similios, Pilianidi, Karamouzis, & Tokmakidis, 2003).

Essas alterações hormonais, aparentemente, constituem um parâmetro adequado para a verificação dos efeitos agudos e crónicos do treino físico (Cadore, Brentano, Lhullier, & Kruel, 2008). Por exemplo, a resposta hormonal ao treino de força (ex.: aumento da concentração de testosterona em relação à de cortisol) está correlacionada com a hipertrofia e a força muscular (Bucci, Vinagre, Campos, Curi, & Pithon-Curi, 2005).

Em relação ao cortisol, de acordo com Staron, et al (1994), a sua resposta aguda ao treino de força é de aumento, contudo, a magnitude dessa resposta parece menor em indivíduos treinados (Cadore, et al., 2012, citado por Rosa, 2013). O aumento de cortisol, também é capaz de alterar parâmetros

imunológicos. Reconhecidamente, o cortisol exerce efeito nocivo sobre a funcionalidade do sistema imunológico (Nieman, 1997 & Castell, 2002).

Diversos protocolos de treino de força têm sido estudados no sentido de perceber os aspetos do sistema neuromuscular e hormonal (Uchida et al, 2004), a diferença entre esses protocolos de treino é a forma como as variáveis agudas (intensidade, volume, período de pausa entre as séries e a ordem dos exercícios) são dispostas (Brentano & Pinto, 2012).

As variáveis são manipuladas de diferentes formas, quanto ao número de repetições, velocidade de execução, frequência semanal, entre outras. O estímulo da sobrecarga causa adaptações neuromusculares específicas no sistema músculo-esquelético, podendo desenvolver a potência, força, hipertrofia e resistência muscular localizada (Kraemer & Ratamess, 2004).

No mesmo sentido Smilios et al (2003), afirmam que a resposta hormonal ao exercício esteja ligada a algumas características inerentes à sessão de treino de força, como o número de séries e repetições, intensidade relativa à carga máxima (percentagem de 1 RM), e o tempo de intervalo, segundo os mesmos autores, a quantidade de trabalho pode ser um fator determinante na resposta hormonal aguda durante o treino de força, que pode gerar uma combinação ótima entre as hormonas anabólicas e catabólicas estimuladas.

Respostas hormonais crónicas ao treino de força

Diversas pesquisas vêm demonstrando que os níveis basais de testosterona e cortisol parecem não se alterar em homens jovens com pouca experiencia com o treino de força (Hanson, Kvorning, Kjaer & Sjogaard, 2001), homens idosos (Ryan, et al 1994, citado por Araújo, 2008), e mulheres idosas (Hakkinen, et al 2002 e Hakkinen et al, 2001).

Kraemer et al (1998), citado por Araújo (2008), não encontraram mudanças nos níveis basais de testosterona com o treino de força, mas verificaram acréscimos significativos de testosterona com treino aeróbio associado com o de força após 12 semanas, mas negativamente o cortisol também teve um grande acréscimo.

No entanto, Kramer et al (1999), citado por Araújo (2008), verificaram que 10 semanas de treino de força parecem proporcionar aumentos basais significativos de testosterona livre para homens de meia-idade, com pouca experiencia em treino de forca, havendo também pequeno decréscimo de cortisol.

Marx et al (2001), encontraram aumentos significativos de testosterona após 12 semanas de treino usando um programa em circuito de baixo volume e um outro periodizado de alto volume, sendo que os níveis de testosterona continuaram a aumentar por mais 12 semanas, apenas para o grupo periodizado, sendo que no grupo circuito os níveis de cortisol não se alteraram em nenhum momento e no grupo periodizado teve um decréscimo progressivo de cortisol durante as 24 semanas, proporcionando uma ótima relação testosterona/cortisol.

Num estudo de oito semanas, de treino de força, Uchida, et al. (2004), os participantes apresentaram aumento significativo da relação testosterona/cortisol, facto que pode ser explicado principalmente pela redução da concentração de cortisol.

Atualmente, acredita-se que a concentração de testosterona para cortisol (relação T:C) seja um indicador fisiológico da sobrecarga de treino, à qual o indivíduo está exposto no período, mas ela não indica necessariamente síndrome de sobretreino (Viru & Viru, 2001).

Força Máxima

É a maior força que o sistema neuromuscular pode mobilizar através de uma contração máxima voluntária, ocorrendo (dinâmica) ou não (estática) movimento articular (Weineck, 1999; Platonov & Bulatova, 1998, citado por Guedes, 2003).

Badillo (2000), entende que a força máxima é a capacidade que um músculo ou grupo muscular tem em realizar máximas tensões; Barbanti (1997, citado por Paulo & de Moraes, (2001), caracteriza a força máxima por exigir a contração simultânea de todas as unidades motoras.

Depois de decidir sobre os exercícios adequados para o desenvolvimento da força máxima, as principais variáveis a considerar são a intensidade e o volume de treino, que mais especificamente dizem respeito às repetições por série, séries por sessão, recuperação entre séries e frequência de treino semanal, em geral, a força máxima é melhor desenvolvida com 1 a 6 RM, 3 a 6 séries por exercício, série levada até à exaustão muscular, longos períodos de recuperação entre série, 3 a 5 treinos semanais (Benedict, 1999).

O treino de força máxima é de importância vital para diversas modalidades, tais como, o ciclismo, Sunde et al., (2010), na apresentação dos resultados de um estudo sobre o efeito do treino de força máxima e a economia de esforço nos ciclistas. A intervenção manifestou melhorias significativas ($p<0,05$) na 1RM (14,2%) e na eficiência de trabalho (4,7%).

Hoff, Gran, & Helgerud, (2002), realizaram um estudo sobre os efeitos o treino de força máxima e o desempenho da endurance em esquiadores de elite. O treino de força máxima com, enfase nas adaptações neurais melhora a força, especialmente a taxa de desenvolvimento da força e melhora o desempenho de resistência aeróbia pela melhoria da economia do trabalho.

Hipertrofia

A intensidade de esforço relatada na literatura para ganhos de força e hipertrofia é sempre superior a 60%, sendo geralmente na maioria dos trabalhos científicos a 80% de 1RM, de forma que o número de repetições varie entre 6 a 12 RM (ACSM, 2009; Komi 2003, citado por Simão 2004).

Segundo a literatura especializada a intensidade recomendada para hipertrofia varia entre 70 e 85% de 1RM (ACSM, 2009; Fleck & Kraemer, 2006). Provavelmente a intensidade seja a variável mais importante no treino de força, sendo que esta é inversamente proporcional ao volume do treino (Badillo & Ayestarán, 2001), portanto limita o volume do treino.

Gheler, Both, Silva & Rossato, (2010), realizaram um estudo que teve como objetivo verificar se o número de repetições máximas a 75% de 1RM em exercícios contra-resistência para membros superiores e inferiores e verificar se o número de repetições em ambos os exercícios está de acordo com a zona

de estímulo para o treino de hipertrofia, participaram no estudo 12 indivíduos (10 masculinos e 2 femininos), com idade média 21,6 ± 4,3 anos; massa corporal 70,6 ± 8,8 kg, estatura 176,1 ± 7,1 cm. Foram utilizados como critérios para inclusão no estudo o tempo mínimo de 6 meses de treino da modalidade, frequência semanal mínima de 3 vezes e ausência de histórico de lesões, no primeiro dia os sujeitos realizaram o teste de 1RM nos exercícios leg press e supino reto na máquina para avaliação da força máxima nos dois exercícios, o segundo teste ocorreu 48 horas após a realização do primeiro para obtenção do número máximo de repetições a 75% de 1RM nos mesmos exercícios, com base nos resultados deste estudo que incluíam dois exercícios, indicam haver uma grande disparidade quanto ao número de repetições entre os exercícios mesmo quando a carga utilizada corresponde à mesma intensidade (75% de 1RM). A intensidade utilizada neste estudo (75% de 1RM) para a realização dos exercícios é a mesma utilizada para treinos que possuem como objetivo a hipertrofia muscular, no entanto, o número médio de repetições realizadas nesse estudo não se encontra dentro da zona de repetições consideradas para hipertrofia mas sim para resistência muscular localizada. Esta evidência é mais clara no exercício *leg press,* o qual apresentou número de repetições máximas superior ao encontrado no exercício supino reto.

Ainda que sejam explícitos os benefícios do treino resistido, a literatura apresenta lacunas no que diz respeito a modelos precisos de quantificação na prescrição das cargas de trabalho. Os modelos que estão disponíveis, embora à primeira vista pareçam satisfatórios, devem ser utilizados com cautela, especialmente quando estiverem sob instrumento científico (Pereira & Gomes, 2003).

de Souza e t al., (2010), compararam intervalos de repouso constantes e decrescentes no treino de força máxima e no de hipertrofia e, chegaram à conclusão que os resultados indicam que quer um protocolo de treino com intervalos de repouso constantes quer o protocolo com intervalos de repouso decrescentes, são ambos eficazes, não houve diferenças significativas ($p<0,05$) em períodos de treino de 6 semanas, com o objetivo de aumentar a força máxima quer aumentar a secção transversal do músculo.

Crewther, Cronin, Keogh, & Cook (2008) ao estudar as respostas da testosterona (T) e cortisol (C) em 3 protocolos de treino, treino de força máxima – 6 séries de 4 repetições de 88% de 1 RM, com períodos de descanso de 4 minutos; treino de hipertrofia – 10 séries de 10 repetições de 75% de 1 RM, com períodos de descanso de 2 minutos, concluíram que, a testosterona salivar (T) e o cortisol (C) aumentaram após o esquema de hipertrofia ($p<0,05$), com pouco ou nenhuma mudança hormonal nos regimes do treino de força máxima ($p>0,05$).

As mudanças na concentração de cortisol, nomeadamente em cicloergómetro, foi significativamente maior ($p=0,004$) nos exercícios de maior intensidade, em períodos de baixa e moderada intensidade não houve diferenças significativas na concentração de cortisol, como também em exercícios inferiores a 40 minutos em qualquer intensidade, estes dados indicam que apenas o exercício de alta intensidade e longa duração produzem efeitos significativos nas análises salivares de cortisol (Jacks, Sowash, Anning, Mcgloughlin, & Andres, 2002).

Objetivo

O objetivo da presente revisão sistemática de literatura (RSL), foi reunir informação publicada na Pubmed e Google Scholar de forma a conhecer melhor os estudos associados ao treino de força e, as implicações que têm em questões hormonais, especificamente em relação á testosterona e cortisol.

Esperemos que esta RSL contribua para novos caminhos de investigação e, que promova o estudo sobre o treino de força e suas implicações hormonais.

Método

Estratégia de pesquisa e critérios de seleção dos artigos

Efetuou-se uma pesquisa de estudos através da fonte online da PubMed/Medline e Google Scholar entre janeiro e fevereiro de 2014. Os títulos e os abstracts foram pesquisados com as seguintes palavras-chave: treino de força, testosterona, cortisol e análises salivares.

A seleção dos artigos a incluir na RSL seguiu a estratégia PICO (população, intervenção, comparação e *outcomes*/resultados). A partir da lista dos artigos que foram identificados, com base nos critérios de pesquisa, procedeu-se à extração dos artigos.

Foram excluídos estudos, que apenas associassem o treino de força e os seus benefícios, bem como aqueles que abordassem estudos que abordavam o treino de força e a prevenção de doenças.

Foram incluídos os estudos cujos participantes fossem adultos, treinados e praticantes do treino de força e, que observassem diretamente as alterações hormonais (cortisol e testosterona) com o treino de força.

Extração dos dados e avaliação da qualidade dos estudos

Para cada artigo selecionado, foi realizado a descrição das características do estudo, retirando informações como: Tipo de estudo, duração da intervenção, amostra, descrição sumária do estudo/intervenção, instrumentos de avaliação utilizados, principais resultados e conclusões.

Exclusão dos estudos

A pesquisa inicial identificou 56 artigos. Após a leitura destes, 9 revelaram não cumprir os critérios de inclusão (associavam o treino de força e seus benefícios; estudos que abordavam o treino de força e a prevenção de doenças; estudos sobre o treino de força em mulheres e estudos sobre os treino de força e os ritmos circadianos). Dos 47 artigos selecionados procedeu-se à leitura dos resumos e com base nos critérios de inclusão e na estratégia de pesquisa definidos foram eliminados 41 artigos.

Os artigos eliminados não tinham uma relação direta com o objetivo de estudo e/ou não cumpriam o critério faixa etária pretendida, abordavam fundamentalmente o treino de força e nutrição associada e o treino de força em mulheres e ritmos circadianos. (Figura 1)

Figura 1 - Fluxograma do processo de seleção de artigos para revisão

Identificação
41 Artigos excluídos, revelaram não cumprir os critérios de inclusão
56 Artigos identificados pela pesquisa na Pubmed e Google Scholar.

Triagem
15 Artigos selecionados para a RSL
8 Artigos eliminados não tinham uma relação direta com o objetivo de estudo e/ou não cumpriam o critério faixa etária pretendida.
Elegibilidade
7 Artigos para leitura integral
Incluídos
7 Artigos foram selecionados para a RSL

Resultados

Estudos incluídos

Foram incluídos 7 estudos para a presente RSL com a extração da seguinte informação: tipo de estudo, amostra, descrição sumária do estudo/intervenção, instrumentos de avaliação utilizados, principais resultados e conclusões (Tabela 1).

Tabela 1 - Descrição das Características dos estudos Incluídos na revisão

Estudo	Tipo de estudo	Amostra/idade	Intervenção Duração	Descrição	Instrumentos	Resultados Conclusões	LOE
1 – Changes in strength, power, and steroid hormones during a professional rugby union competition, Argus, Gill, Keogh, Hopkins & Beaven, (2009).	Longitudinal	O estudo contou com 32 atletas de Rugby, com idades compreendidas entre 24,4 ± 2,7 anos.	13 Semanas de estudo durante a competição de Rugby.	Observar as mudanças na força, potência e os níveis de testosterona e cortisol.	Foram avaliados na parte superior e inferior do tronco, através do supino e agachamento, respetivamente.	Houve aumentos moderados na testosterona (54%; ± 27%) e cortisol (97%; ± 51%) ao longo da temporada competitiva, a relação testosterona/cortisol mostrou uma pequena queda (22%; ± 25%).	B

2 - Age-related hormonal adaptations, muscle circumference and strength development with 8weeks moderate intensity resistance training, Arazi, Damirchi & Asadi, (2013).	Longitudinal	2 Grupos de homens	8 Semanas	Examinaram as respostas endócrinas, desenvolvimento da força e circunferência muscular em 8 semanas de treino de força de intensidade moderada.	Amostras de sangue (testosterona, hormona de crescimento e cortisol) foram obtidas em repouso e depois do treino, 1RM para o supino e agachamento, circunferência da coxa e braço também foram medidas.	Os resultados em ambos os grupos teve melhorias significativas nos ganhos de força, a hormona de crescimento e a concentração de testosterona aumentaram, no grupo dos homens mais jovens a concentração de testosterona aumentou em repouso em relação ao grupo dos homens mais velhos, redução em ambos os grupos nas concentrações de cortisol. Estes dados indicam que treinos de força de intensidade moderada, leva a ganhos de força máxima, aumentos nas circunferências musculares e aumento nas secreções de hormonas anabolizantes.	B

3 - Acute hormonal and neuromuscular responses to hypertrophy, strength and type of energy, McCaulley, et al (2009).	Croos-over randomizado	Recrutamento aleatório de 10 homens, com idades compreendidas entre 21.8 ± 1.9 anos.	Uma semana entre cada análise.	Completaram 3 protocolos e um dia de descanso: Hipertrofia - 4 séries de 10 repetições no agachamento a 75% de 1RM (90 segundos de pausa); Força - 11 conjuntos de três repetições a 90% de 1RM (períodos de 5 minutos de pausa); Potência - 8 séries de 6 repetições de agachamento com salto a 0% de 1RM (3 minutos de pausa).	Análise sanguíneas da testosterona e o cortisol foram determinados antes, imediatamente após (60 minutos), 24h e 48h depois.	A variação percentual de testosterona para cortisol, de antes para imediatamente depois da sessão de treino foi significativamente maior ($p<0,05$), em comparação com o dia de descanso, somente após o protocolo de hipertrofia. Estes dados indicam que aumentos agudos significativos nas concentrações de hormonas estão limitados a tipo de protocolos independente do volume de trabalho.	B

4 - Respostas hormonais do treino de força e aeróbio concorrente com diferentes ordens de exercícios, Cadore, et al, (2012).	Observacional	Dez jovens voluntários, treinados realizaram duas intervenções de exercício, com idades compreendidas entre 23.5 ± 0.9 anos.	5 Dias no total – 1º dia: consentimento informado; 2º dia: Testes de 1 RM; 3 dia: Cálculo da FC; 4º e 5º dia: Protocolo dos exercícios (30 minutos de exercício aeróbio em cicloergometro a 75% da FCM e 3 séries de 8 repetições a 75% de 1RM em 4 exercícios de força).	Examinar a influência da sequência de treino de força e treino aeróbio, nos valores agudos de testosterona e cortisol.	Amostras de sangue (pela manhã, após 8horas de sono) foram recolhidas antes, entre os exercícios e, imediatamente após os exercícios, no sentido de determinar as concentrações de testosterona e cortisol.	Aumento significativo da testosterona em ambas as ordens de exercício (<0.05); Em relação ao cortisol, houve aumento significativo após a primeira modalidade em ambos os exercícios (p<0.05), mas os valores de cortisol voltaram aos níveis de repouso após a segunda modalidade em ambas as intervenções de exercício. Os resultados sugerem que a resposta de testosterona é otimizado após a ordem do treino aeróbio-treino de força, enquanto que ambos os exercícios produzem níveis hormonais semelhantes em todos os momentos.	B

5 - Effects ofStrongman Training on Salivary Testosterone Levels in a Sample of Trained Men, Ghigiarelli, Sell, Raddock, & Taveras, (2013)	Observacional	Com uma amostra de 16 homens (24 ± 4,4 anos, 181,2 ± 6,8 cm e 95,3 ± 20,3Kg)		Ambos realizaram 3 protocolos destinados a garantir volume total (séries e repetições), em cada protocolo os sujeitos eram obrigados a realizar as séries até á falha muscular em 5 exercícios diferentes, com intervalo de repouso de 2 minutos entre as séries e 3 minutos entre os exercícios.	As amostras de saliva foram recolhidas antes dos exercícios, imediatamente após e, 30 minutos depois.	Os níveis de testosterona de 136% (225,23 ± 148,01 pg · ml-1) para o grupo hipertrofia, 74% (132,04 ± 98,09 pg · ml-1) para o grupo Strongman, e 54% (122,10 ± 140,67 pg · ml-1) para o / hipertrofia grupo misto Strongman. Uma diferença significativa para o nível de testosterona ocorreram ao longo do tempo (imediatamente após para 30 minutos após) para o grupo hipertrofia (p ≤ 0,05). Em conclusão, o treino intenso (strongman) provoca uma resposta aguda do sistema endócrino semelhante a um protocolo de hipertrofia, quando equiparada à duração e intensidade do exercício.	B

6 - The Effect of a Single Session of Moderate and Heavy Intensity Weight-lifting Exercise on Plasma Testosterone and Cortisol in Elite Male Weight-lifters. Rahimi, & Tayebi, (2013).	Observacional	10 Atletas de elite do levantamento de peso foram selecionado aleatoriamente; idades compreendidas entre 18,82 ± 1,08	3 Semanas	Exercício de intensidade moderada (2 conjuntos com 3 repetições de 60% de 1RM), Treino Olímpico (2 conjuntos com 2 repetições de 60% de 1RM e um conjuntos com duas repetições de 70% de 1RM), outro protocolo de (2 conjuntos com 2 repetições de 60% de 1RM e um conjuntos com duas repetições de 70% de 1RM), agachamento no peito (2 conjuntos com 3 repetições de 70% de 1RM).	30 Minutos antes e imediatamente após a primeira e a última sessão de treino.	De acordo com os resultados das análises estatísticas, uma sessão de treino de levantamento de peso com uma Intensidade moderada e uma sessão de treino com um intensidade elevada não afetou significativamente os valores de testosterona, cortisol, e o rácio de testosterona / cortisol em levantadores de peso de elite. Não há diferenças significativas nos níveis plasmáticos de testosterona antes e imediatamente após uma intensidade moderada ($p = 0,895$) e uma intensidade elevada ($p = 0,926$). Além disso, não foi observada nenhuma diferença significativa na proporção de testosterona / cortisol antes e imediatamente depois de uma intensidade moderada ($p = 0,723$) e uma intensidade elevada ($p = 0,51$).	B

7 – Acute testosterone and cortisol responses to high power resistance exercise. Fry & Lohnes, (2010)	Observacional	Quatro homens treinados com idades entre 24,5 ± 2,9 anos de idade, peso corporal de 96,9 ± 10,6 Kg.	Duas sessões de treino, ordenados aleatoriamente.	10 x 5 agachamentos a 70% de 1RM, com pausa de 2 minutos.	As amostras de sangue, foram recolhidas antes do treino e 5 minutos após o mesmo, posteriormente analisadas por testosterona, cortisol e a sua relação.	Apesar de não ser significativo a testosterona pós exercício apresentou alterações percentuais (pré exercício = 12,5 ± 2,9, pós exercício = 20,0 ± 3,9 mmmolxL-1); não foram observadas alterações em relação ao cortisol ou na relação de testosterona e cortisol. O protocolo de exercício não resultou em mudanças significativas na testosterona, cortisol ou a relação testosterona / cortisol, o aumento agudo da testosterona está de acordo com relatos anteriores de que as atividades de alta potência podem induzir uma resposta de testosterona.	B

Desenho dos estudos

Dos 7 estudos selecionados, 2 deles são longitudinais, 1 Croos-over randomizado, 4 observacionais.

Caracterização da Amostra

Relativamente à caraterização da amostra dos estudos, regista-se entre 4 e 32 homens, com idades compreendidas entre os 18 anos e 24 anos.

Outcomes/Resultados

Dos resultados que integram a RSL todos apontam da importância do treino de força nas alterações dos níveis de testosterona e cortisol.

Argus, Gill, Keogh, Hopkins & Beaven, (2009), considera que houve aumentos moderados na testosterona (54%; ± 27) e cortisol (97%; ± 51) ao longo da temporada competitiva, a relação testosterona/cortisol mostrou uma pequena queda (22%; ± 25).

Arazi, Damirchi, & Asadi, (2013), demonstrou que os resultados em ambos os grupos teve melhorias significativas nos ganhos de força, a hormona de crescimento e a concentração de testosterona aumentaram, no grupo dos homens mais jovens a concentração de testosterona aumentou em repouso em relação ao grupo dos homens mais velhos, redução em ambos os grupos nas concentrações de cortisol.

McCaulley et al (2009), comprovou que a variação percentual de testosterona para cortisol, de antes para imediatamente depois da sessão de treino foi significativamente maior ($p<0,05$), em comparação com o dia de descanso, somente após o protocolo de hipertrofia.

Cadore, et al, (2012), observou que houve aumento significativo da testosterona em ambas as ordens de exercício (<0.05), em relação ao cortisol, houve aumento significativo após a primeira modalidade em ambos os exercícios (p<0.05), mas os valores de cortisol voltaram aos níveis de repouso após a segunda modalidade em ambas as intervenções de exercício.

Ghigiarelli, Sell, Raddock, & Taveras, (2013), observou que nos 3 protocolos de treino os níveis de testosterona de 136% (225,23 ± 148,01 pg · ml-1) para o grupo hipertrofia, 74% (132,04 ± 98,09 pg · ml-1) para o grupo Strongman, e 54% (122,10 ± 140,67 pg · ml-1) para o / hipertrofia grupo misto Strongman. Uma diferença significativa para o nível de testosterona ocorreram ao longo do tempo (imediatamente após para 30 minutos após) para o grupo hipertrofia (p ≤ 0,05).

Rahimi, & Tayebi, (2013), de acordo com os resultados das análises estatísticas, uma sessão de treino de levantamento de peso com uma intensidade moderada e uma sessão de treino com uma intensidade elevada não afetou significativamente os valores de testosterona, cortisol, e o rácio de testosterona / cortisol em levantadores de peso de elite. Não há diferenças significativas nos níveis plasmáticos de testosterona antes e imediatamente após uma intensidade moderada (p = 0,895) e uma intensidade elevada (p = 0,926). Além disso, não foi observada nenhuma diferença significativa na proporção de testosterona / cortisol antes e imediatamente depois de uma intensidade moderada (p = 0,723) e uma intensidade elevada (p = 0,51).

Fry, & Lohnes, (2010), apesar de não ser significativo a testosterona pós exercício apresentou alterações percentuais (pré exercício = 12,5 ± 2,9, pós exercício = 20,0 ± 3,9 mmolxL-1); não foram observadas alterações em relação

ao cortisol ou na relação de testosterona e cortisol, o protocolo de exercício não resultou em mudanças significativas na testosterona, cortisol ou a relação testosterona / cortisol, o aumento agudo da testosterona está de acordo com relatos anteriores de que as atividades de alta potência podem induzir uma resposta de testosterona.

Discussão

De acordo com a presente RSL o treino de força parece ter implicações nos níveis hormonais de testosterona e cortisol, mas não só, Arazi, Damirchi, & Asadi, (2013), apresentaram dados que indicam que treinos de força com intensidade moderada, leva ao aumento nas secreções hormonais anabolizantes, mas também a ganhos de força máxima e aumentos nas circunferências musculares.

Apesar das contradições e divergências existentes quanto à prescrição do treino de força, na maioria dos estudos apresentados na RSL, podemos afirmar que há alterações percentuais positivas na testosterona e cortisol com o treino de força (Ghigiarelli, Sell, Raddock, & Taveras, 2013; Fry, Lohnes, 2010; Argus, Gill, Keogh, Hopkins & Beaven, 2009), contudo, Rahimi, & Tayebi, (2013), não apresentam alterações significativas nos valores de testosterona e cortisol, num estudo de 3 semanas com atletas de elite.

McCaulley, et al (2009), indicam que aumentos agudos significativos nas concentrações de hormonas estão limitados a tipo de protocolos independente do volume de trabalho.

A investigação sobre esta temática aumentou nos últimos anos, registando-se a partir de 2007 a realização de um elevado números de

estudos, sobretudo, pela relação que o treino de força tem na prevenção de determinados fatores de risco.

Destacamos como limitação desta RSL o facto de as amostras serem relativamente pequenas e a duração dos estudos serem reduzidos.

Pensamos que seria importante para a área da fisiologia, que novas pesquisas fossem realizadas no sentido de observar os efeitos do treino de força na parte cardiorrespiratória, como por exemplo, perceber os efeitos do treino de força sobre consumo máximo de oxigénio, sobre a frequência cardíaca de repouso, fossem realizados protocolos diferentes de treino, visando, treinos com maior volume e menos intervalos entre as séries, com o objetivo da vertente aeróbia ser mais solicitada durante o treino de força.

Conclusões

Considerando que as respostas hormonais são responsáveis pelas adaptações ao treino físico dependem das características do mesmo, é de se esperar que diferentes sistemas de treino também provoquem respostas orgânicas diferentes.

Referências bibliográficas

Alves, R., Costa, L., Samulski, D. (2005)., Med sport, 2005. 12 (5);

Amaral, M., (2012). Cortisol como mediador da resposta ao stress;

Amiri, E., Pirani, H, Esfahani, M, (2011), Iranian Journal of Health and Physical Activity;

Araújo, M., (2008). A influência do treinamento de força e do treinamento aeróbio sobre as concentrações hormonais de testosterona e cortisol. Motricidade, 4 (2), p. 67-75;

Arazi, H., Damirchi, A., & Asadi, A. (2013), Age-related hormonal adaptations, muscle circumference and strength development with 8weeks moderate intensity resistance training. In Annales d'endocrinologie (Vol. 74, No. 1, pp. 30-35);

Argus, C., Gill, N., Keogh, J., Hopkins, W.,G, Beaven, C., (2009), as alterações na concentração, potencia e hormonas esteroides durante uma competição de rugby profissional, The journal of Strenght and Condicionado Research, 1583-1592;

Badilllo, J., (2000). Concepto y Medida de la Fuerza Explosiva en el Deporte. Posibles Aplicaciones al entrenamiento. Entrenamiento Deportivo, Tomo XIV, n.º 1, 5-15;

Badillo, G., Ayestarán, Esteban Gorostiaga; Fundamentos do Treinamento de Forca: Aplicação ao Alto Rendimento Desportivo-2 ed.- Porto Alegre : Artmed Editora , 2001

Badillo, J., Ayestarán, E., (2001). Fundamentos de força: aplicação ao alto rendimento desportivo. 2. ed. Porto Alegre: Artmed;

Barros, J., (2009). Treinamento contra resistido na adolescência. Centro Universitário Augusto Motta. Corpus et Scientia, vol. 5, n. 2, p.18-25, setembro;

Benedict, T., (1999). Manipulating Resistance Training Program Variables to Optimize Maximum Strength in Men: A Review, Journal of Strength & Conditioning Research. 13(3): 289-304;

Berne, R., Levy, M., Fisiologia. (2009). 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan;

Bird, S., Tarpenning, K., (2004), Influence of circadian time structure on acute hormonal responses to a single bout of heavy-resistance exercise in weight-trained men, 21(1):131-46;

Cadore, E., Brentano, M., Lhullier, F., & Kruel, L., (2008). Fatores relacionados com as respostas da testosterona e do cortisol ao treinamento de força = Factors concerned with the testosterone and cortisol response to strength training. Revista brasileira de medicina do esporte. São Paulo. Vol. 14, n. 1, p. 74-78;

Cadore, E., et al. (2012). Hormonal responses to concurrent strength and endurance training with different exercise orders. Journal of Strength and Conditioning Research, 26 (12): p. 3281-328;

Canali, E., e Kruel, L., (2001), Hormonal responses to exercise. Rev paul educ fís, 15 (2), 141-53;

Crewther, B., Cronin, J., Keogh, J., & Cook, C. (2008). The salivary testosterone and cortisol response to three loading schemes. The Journal of Strength & Conditioning Research, 22(1), 250-255;

de Souza, et al, (2010), Comparison between constant and decreasing rest intervals: influence on maximal strength and hypertrophy.The Journal of Strength & Conditioning Research, 24(7), 1843-1850;

Deschenes, M., Maresh, C., Armstrong, L., Covault, J., Kraemer, W., Crivello, J.,(1994). Endurance and resistance exercise induce muscle fiber type specific responses in androgen binding capacity. J Steroid Biochem Mol Biol.;

Ferreira, G., (2013). Teste 1RM para a prescrição do treino de força máxima – Centro universitário de formiga - Curso de bacharelato em educação física

Fleck, J.; Kraemer, J.; (2002), Fundamentals of muscle strength training, 2° Edição. Porto Alegre. Artmed.;

Fleck, J.; Kraemer, W., (2006). Fundamentals of muscle strength training. – 3ª Ed. Porto Alegre: Artmed.;

Fry, A., & Lohnes, A., (2010). Acute testosterone and cortisol responses to high power resistance exercise. Human physiology, 36(4), 457-461.

Fry, A., Kraemer, W., Stone, M., Korizis, L., (2000). Relationship between serum testosterone, cortisol and weightlifting and conditioning research, nº14, p. 338-343;

Fry, A., Lohnes, C., Human Physiology, Volume 36, Number 4, July 2010, pp. 457-461(5); Acute testosterone and cortisol responses to high power resistance exercise;

Galbo, H. (2001) Influence of aging and exercise on endocrine function. International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism suppl. 11, S49-57;

Gayton, A., (1988). Fisiologia humana. 6a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan;

Gheler, R., Both, D., Silva, M., Rossato, C., (2010). Análise do número de repetições máximas a 75% de 1 RM em exercício contra-resistência para membros superiores e inferiores, EFdepotes.com, Revista Digital. Buenos Aires, ano 15, nº 148;

Ghigiarelli, J., Sell, K., Raddock, J.,& Taveras, K., (2013). Effects of strongman training on salivary testosterone levels in a sample of trained men. J Strength Cond Res 27(3): 738–747;

Gotshalk, L., Loebel, C., Nindl, B., Putukian, M., Sebastianelli, W., Newton, R., Hakkinem, K., Kraemer, W., Hormonal (1997). Responses of multi-set heavy-resistence exercise protocols can. J Appl Physical;22(3):244-255;

Guedes, D, (2003), Treinamento de Força, Centro de estudos de fisiologia do exercício;

Guedes, D., (2003). Musculação: estética e saúde feminina. São Paulo: Phorte;

Gustafson, S, L., Rhodes, R.E., (2006) Sports Med.;36(1):79-97.

Guttierres, A. P. M., & Marins, J. C. B. (2008). Os efeitos do treinamento de força sobre os fatores de risco da síndrome metabólica; Effects of resistance training over metabolic syndrome risk factors. Rev. bras. epidemiol, 11(1), 147-158;

Hakkinen, K., Kraemer, W., Pakarinen, A., McBride, T., McBride, J., Hakkinen, A.,(2002), Eff ects of resistence/power training on maximal strength, muscle morphology and hormonal response patterns in 60-75-year-old men and women. Can J Appl Physiol 2002; 27(3):213-231;

Hakkinen, K., Pakarinen, A., Kraemer, W., Hakkinen, A., Valkeinen, H., Alen, M., (2001). Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force and serum hormones during strength training in older women 2001;91:569-580;

Hansen, S., Kuorning, T., Kjaer, M., Sjogaard, G., (2001). The effect of short-term strength training on human skeletal muscle the importance of physiologically elevated hormone levels. J. Med. Sci. Sports, 11:347-354;

Hanson, S., Kvorning, T., Kjaer, M., Sjogaard, G., (2001). The effect of short-term strength training on human skeletal muscle: the importance of physiologically elevated hormone levels. Scand J Med Sci Sports;11:347-354;

Haskell et al., (2007). Physical Activity and Public Health: Updated Recommendation for Adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. Med. Sci. Sports Exerc., Vol. 39, No. 8, pp. 1423–1434;

Hoff, J., Gran, A., e Helgerud, J. (2002). Maximal strength training improves aerobic endurance performance. Scandinavian journal of medicine & science in sports, 12(5), 288-295;

Hoffman, J., Im, J., Rundell, K., Kang, J., Nioka, S., Speiring, B., Kimer, R., e Chance, B., (2003). Eff ect of muscle oxygenation during resistance exercise on anabolic hormone response. Med SciSports Exerc; 35 (11);

Jacks, D., Sowash, J., Anning, J., Mcgloughlin, T., e Andres, F. (2002). Effect of exercise at three exercise intensities on salivary cortisol. The Journal of Strength & Conditioning Research, 16(2), 286-289;

Komi, P., (2003). Strenght and power in sport. Oxford: Blackwell scientific;

Kraemer, W. J.; Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription. Med. Sci. Sports Exerc. v. 36, n. 4, p. 674-688;

Kraemer, W., et al. (1999). Eff ects of heavy resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. J Appl Physiol; 87(3):982-992;

Kraemer, W., Volek, J., Bush, J., Putukian, M., Sebastianelli, W., (1998). Hormonal responses to consecutive days of heavy-resistance exercise with or without nutritional supplementation. J Appl Physiol; 85(4):1544-1555;

Lacio, M.L. et al, (2010). Precisão das equações preditivas de 1RM em praticantes não competitivos de treino de força, Revista Motricidade vol. 6, nº 1, pp. 31-37;

Martins, A., (2013), Cortisol e testosterona salivares como biomarcadores de estresse e recuperação em atletas de corrida de aventura

Marx, et al, (2001). LH secretion and testosterone concentrations are blunted after resistance exercise in men. J Appl Physiol; 91:1251-1258 b;

Mcardle, W. D., Katch, F. L., Katch, V. L. (2008). Exercise physiology energy, nutrition and human performance; 6º Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan;

McCaulley, et al, (2009), Acute hormonal and neuromuscular responses to hypertrophy, strength and type of energy, European Journal of Applied Physiology, Volume 105, pp 695-704;

Nieman, D., Immune response to heavy exertion. (1997). J Appl Physiol; 82:1385- 94;

Nindl, et al., effects of lifestyle factors on concentrations of salivary cortisol in healthy individuals, Scand J Clin Lab Invest. 2001;69(2):242-50

Osterberg et al., Effects of lifestyle factors on concentrations of salivary cortisol in healthy individuals, Scand J Clin Lab Invest. 2009; 69(2):242-50

Ostrowski, K., Wilson, G., Weatherby, R., Murphy, P., Lytlle, A., (1997). The effect of weight training volume on hormonal output and muscular size and function. J Strength Cond Res; 11(3): 148-154;

Paulo, A., e de Moraes, F., (2001). Treinamento físico de endurance e de força máxima: adaptações cardiovasculares e relações com a performance esportiva. Revista Brasileira de Ciências do Esporte, 22(2);

Pereira, M., Gomes, P., (2003). Testes de força e resistência muscular: confiabilidade e predição de uma repetição máxima – Revisão e novas evidências. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v.9, n.5, p.325-335;

Physical Activity Guidelines Advisory Committee (2008). Physical activity guidelines advisory committee report. Washington DC: U.S. Department of Health and Human Services;

Rahimi, A., & Tayebi, S., (2013). The Effect of a Single Session of Moderate and Heavy Intensity Weight-lifting Exercise on Plasma Testosterone and Cortisol in Elite Male Weight-lifters. Annals of Applied Sport Science, 1(1), 1-5;

Roatta, S., Farina, D., (2010); Sympathetic actions on the skeletal muscle. Exerc Sport Sci Rev. v. 38, p.31-35;

Robert, M., et al, tradutores Nephtali, et al, Rio de Janeiro: Elsevier, 2004;

Rodrigues, C., Carnaval, E., (2003). Musculação: Teoria e Pratica. 25° Edição. Rio de Janeiro. Sprint;

Ronald, J., (2006). Health-related implications and management of sarcopenia, journal of the american academy of physician assistants, vol.19, n. 10;

Roubenoff, R., Hughes, V., (2000). Sarcopenia: current concepts. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 55: M716-24;

Ryan, et al, effects of strength training on bone mineral density: hormonal and bone turnover relationships. J Appl Physiol, 1994;77(4):1678-1684;

Fox, L.; Bowers, R., (1991). Bases fisiológicas da educação física e dos desportos – Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan;

Silva, P., Danielski, R., Czepielewski, M., Esteróides anabolizantes no desporto. Revista Bras Med Esporte, 2002; 8 (6): 235-243;

Simão, R., (2003). Fundamentos Fisiológicos para o Treinamento de Força e Potência - São Paulo: Editora Phorte;

Simão, R., (2003); Fisiologia e prescrição de exercícios para grupos especiais, São Paulo, Editora Phorte;

Simão, R., Poly, M., e Lemos, A., (2004). Prescrição de Exercícios Através do teste de Uma repetição Máxima (T1RM) em Homens Treinados. Fitness & performance journal, (1), 47-51;

Similios,L., Pilianidis, T., Karamouzis, M., Tokmakidis, S., (2003). Hormonal responses after various resistence exercise protocols. Med Sci Sports Exerc, 25: 644-54;

Staron, R., Karapondo, D., Kraemer, W., Fry, A., Gordon, S., Falkel, J., et al. Skeletal muscle adaptations during early phase of heavy resistance training in men and women. J Appl Physiol, 1994, 15: 141-53;

Sunde, A., Storen, O., Bjerkass, M., Larsen, M., Hoff, J., Helgerud, J., (2010), Maximal strength training improves cycling economy in competitive cyclists. The Journal of Strength & Conditioning Research, 24(8), 2157-2165;

Uchida, M., Bacurau, R., Navarro, F., Pontes, F., Tessuti, V., Moreau, R., et al (2004). Alteração da relação testosterona: cortisol induzida pelo treinamento de força em mulheres. Rev Bras Med Esporte, 10 (3), 165-8;

Vieira, J., (2002). Avaliação dos potenciais problemas pre-analiticos e metodológicos em dosagens hormonais. Arq Bras Endocrinal metab;46 (1):09-15;

Viru A, Viru M. (2001). Assessing changes in adaptivity for optimizing training strategies. In: Viru A, Viru M, editors. Biochemical monitoring of sport training. Champaign: Human Kinetics;193-220;

Zitzmann, M. e Nieschlag, E., (2001) Testosterone levels in healthy men in relation to behavioral and physical characteristics: facts and constructs.

CAPITULO II – ARTIGO EXPERIMENTAL

A influência de dois protocolos de treino de força sobre a relação entre a concentração salivar de testosterona e cortisol em homens adultos e saudáveis.

Resumo

O propósito do presente estudo foi de verificar a influência de dois protocolos de treino de força sobre a relação entre a concentração salivar de testosterona e cortisol em homens adultos e saudáveis.

Participaram no estudo 30 homens treinados (33,4 ± 6,1 anos; 178 ± 0,06 cm e 78,3 ± 7,3 kg), voluntários, aparentemente saudáveis, aptos para a prática do treino de força e com o mínimo de experiência de 6 meses.

Quando se realizam estudos longitudinais analisando, por exemplo, os efeitos de semanas de treino de força numa população pouco treinada, pode observar-se um ganho de volume muscular logo no segundo mês de treino, se este for suficientemente intenso e duradouro (Tesch 1988, citado por Monteiro, 2008). Isto leva-nos a pensar que a hipertrofia contribui, de modo significativo, para uma melhoria da força.

A testosterona é uma das hormonas bastante importante no treino. As suas ações no músculo parecem estimular os mecanismos nervosos e as fibras musculares do tipo II, e também, indiretamente, estimula a libertação de hormona de crescimento e as somatomedinas que estimulam a síntese de proteínas e os processos de reparação (Monteiro, 2008).

Diferentes estudos concluíram que existem aumentos da concentração sanguínea de testosterona total, durante a realização de sessões de treino de força e durante os primeiros minutos de recuperação. No entanto, nem todas as sessões de treino de força são acompanhadas de aumentos de concentração sanguínea de testosterona total. O aumento da concentração sanguínea de testosterona total só se observa durante as sessões de treino de força que utilizam muitos grupos musculares (exemplo: supino plano), cargas

muito elevadas (exemplo: 85-95% de 1 RM), um número moderado ou elevado de repetições, várias séries, diversos exercícios, pouco tempo de recuperação (exemplo: 30 segundos a 1 minuto), e realizadas por indivíduos que possuem pouca experiência com o treino de força de, pelo menos, 2 anos. Nestes estudos observou-se também uma diminuição considerável da concentração sanguínea de testosterona total nas 2 horas seguintes à finalização da sessão de treino, quando essas sessões são, excessivamente, intensas ou longas (Kraemer, 2000, citado por Monteiro, 2008).

Por outro lado, quando os desportistas de alto nível têm durante anos um treino muito intensivo de força, com as devidas adaptações, poderá ser comparado aos operacionais da polícia, não se costuma observar um aumento maior de concentração sanguínea basal de testosterona. Provavelmente, isto deve-se ao facto de estarem muito perto do limite de adaptação hormonal.

Pode dizer-se que, as sessões de treino de força, que produzem um aumento maior da libertação de cortisona, são aquelas que apresentam concentrações elevadas de lactato sanguíneo, isto é, as que utilizam cargas elevadas (compreendidas entre 70% e 80% de 1 RM), com várias repetições (10 a 15 rep.), com diversas séries (por ex.: 3), e com pouco tempo de descanso entre as séries (por ex.: 1 minuto) (Monteiro, 2008).

A origem de todas estas adaptações que se produzem no metabolismo do músculo e do nervo motor é muito complexo, acredita-se que os mecanismos hormonais formam uma parte muito importante desse complexo sistema que produz as adaptações ao treino de força (Monteiro, 2008).

Abstract

The purpose of this study was to investigate the influence of two protocols of strength training on the relationship between salivary testosterone and cortisol concentrations in healthy adult men.

Participated in the study 30 trained men (33.4 ± 6.1 years; 178 ± 0.06 cm and 78.3 ± 7.3 kg), volunteers, apparently healthy, able to practice strength training and minimal experience 6 months.

It is a known fact that individuals who have greater muscle volume are those with more force. This occurred in a study with a heterogeneous population, whose purpose was to relate the volume, or muscle section, and maximal isometric force of a muscle (Monteiro, 2008).

Different studies have concluded that there are increases in blood concentrations of total testosterone, while performing strength training sessions and during the first few minutes of recovery. However, not all sessions of strength training are accompanied by increases in blood concentrations of total testosterone. The increase in blood concentrations of total testosterone is observed only during sessions of strength training using many muscle groups (example: flat bench press), very high loads (eg 85-95% of 1 RM), a moderate or high number of repetitions, number of sets, number of exercises, some recovery time (eg 30 seconds to 1 minute), and carried out by individuals who have little experience with strength training for at least two years. These studies also observed a significant decrease in blood concentrations of total testosterone in following the completion of the training session two hours, when these sessions are excessively intense or longer (Kraemer, 2000, quoted by Monteiro, 2008).

Moreover, when top-level athletes for years have a very intense strength training, mutatis mutandis, may be compared to operational police, do not often see a greater increase in baseline blood testosterone concentration. Probably, this is due to the fact that they are very close to the limit of hormonal adjustment.

It can be said that the strength-training sessions, which produce a greater increase in the release of cortisone, are those who have elevated blood lactate concentrations, i.e., using high loads (between 70% and 80% 1 RM), with several repetitions (10-15 rep.), with several series (eg .: 3), and with little rest time between sets (eg .: 1 minute) (Monteiro, 2008).

The origin of all these adaptations occur in the metabolism of muscle and nerve engine is very complex, it is believed that the hormonal mechanisms form a very important part of this complex system that produces adaptations to strength training (Monteiro, 2008).

Introdução

Objetivo do estudo a realizar

Considerando que a manipulação das variáveis do treino (volume, intensidade, período de pausa entre séries e ordem dos exercícios) é capaz de interferir sobre as respostas hormonais, que, por sua vez, são responsáveis pela ampliação da síntese proteica adaptativa (Viru, A., Viru, M., 2001).

O objetivo do presente estudo é examinar a influência de dois protocolos de treino de força (P1: força máxima e P2: hipertrofia) sobre a relação entre a concentração salivar de testosterona e cortisol em homens adultos e saudáveis.

Hipóteses

H01: O treino de força máxima (P1) não promove alterações nos níveis de testosterona (Araújo, 2008).

H02: O treino de força máxima (P1) não promove alterações nos níveis cortisol (Araújo, 2008).

H03: O treino de hipertrofia (P2) não promove alterações nos níveis de testosterona (Cadore, 2008).

H04: O treino de hipertrofia (P2) não promove alterações nos níveis cortisol (Cadore, 2008).

H05: As alterações nos níveis de testosterona promovidas por P1 e P2 são diferentes (Araújo, 2009 & Cadore, 2009).

H06: As alterações nos níveis de cortisol promovidas por P1 e P2 são diferentes (Araújo, 2008 & Cadore, 2009).

Método

Desenho

O presente estudo, transversal, consiste em três intervenções junto da amostra. Estas serão compostas pela aplicação de um questionário de avaliação geral do estado de saúde (PAR-Q, Physical Activity Readiness Questionnaire), avaliação das medidas antropométricas (altura e peso) e de composição corporal (IMC), o momento de avaliação, dos níveis salivares de testosterona e cortisol, anterior à aplicação do protocolo (P1 ou P2) e após a aplicação do mesmo.

Amostra

A amostra do presente estudo é constituída por 30 homens operacionais da Polícia de Segurança Pública – Unidade Especial de Polícia – Corpo de Segurança Pessoal, idade compreendida entre os 29 e 43 anos, divididos em dois grupos de 15 homens escolhidos de forma aleatória, voluntários, aparentemente saudáveis e praticantes avançados do treino de força, com o mínimo de experiência de 6 meses.

Instrumentos e procedimentos de avaliação

Termo de consentimento e PAR-Q

No dia que antecedeu às avaliações, foi distribuído o termo de consentimento livre e esclarecido, para deixar ciente de todos os procedimentos que seriam desenvolvidos durante o estudo. (anexo).

Prontidão para a atividade física

Após o consentimento assinado por parte dos participantes, foi distribuído aos operacionais, um questionário de prontidão para a atividade física (PAR-Q).

Não houve tempo estipulado para responder aos questionários, à medida que foram completados foram recolhidos e os operacionais dispensados.

Avaliação da testosterona e cortisol salivar

Testosterona e cortisol: Recolha de saliva – pré protocolos de avaliações

Aplicações - Testosterona

Ensaio imune enzimático para diagnóstico *in vitro* para a determinação quantitativa da testosterona livre na saliva humana. A medição da testosterona é usada no diagnóstico e tratamento de perturbações que envolvam as hormonas sexuais masculinas (androgénios), incluindo hipogonadismo primário e secundário, impotência nos homens, e nas mulheres hirsutismo (pêlo excessivo) e virilização (masculinização) devido a tumores, ovários policísticos e síndromes adrenogenitais (Lewis, 2006).

A testosterona livre é libertada através das glândulas salivares. Nas suas células, uma grande parte da hormona é transformada em 5α-dihidrotestosterona. Não obstante, a concentração de testosterona na saliva reflete o nível de testosterona livre no plasma.

Aplicações - Cortisol

Ensaio imune enzimático para a determinação quantitativa de cortisol na saliva humana, apenas para uso em diagnóstico *in-vitro.* (Esquema de ensaio – Nova Tec, Immundiagnostica GmbH, Technologie & Waldpark, Germany, s.d.).

Métodos calorimétricos imunoenzimáticos para determinação quantitativa de cortisol na saliva. (Esquema de ensaio – Nova Tec, Immundiagnostica GmbH, Technologie & Waldpark, Germany, s.d.).

Princípios do teste - Testosterona

Imune ensaio enzimático (ELISA) em fase sólida baseado no princípio de competição. Uma quantidade indeterminada de antigénio presente na amostra e uma quantidade fixa de antigénio marcado com enzima competem pelos locais de ligação dos anticorpos que revestem os poços. Depois da incubação, os poços são lavados para parar a reação de competição. Após a reação do substrato, a intensidade da cor desenvolvida é inversamente proporcional à quantidade de antigénio na amostra. Os resultados das amostras podem ser determinados diretamente usando a curva padrão (Instruções de utilização – Testosterone Saliva – ELISA, 2013).

Princípios do teste - Cortisol

Tiras microlitro são pré-revestidas com anticorpos anti-cortisol (em fase sólida).

Após a incubação de uma separação ligação / livre é realizada por perda de massa em fase sólida. O complexo imune formado pelo antigénio marcado com enzima é visualizada por substrato tetrametilbenzidina o que dá um

produto de reação azul. (Esquema de ensaio – Nova Tec, Immundiagnostica GmbH, Technologie & Waldpark, Germany, s.d.).

A intensidade do produto é inversamente proporcional à quantidade de cortisol na amostra. O ácido sulfúrico é adicionado para parar a recção, sendo que produz uma cor amarela final. (Esquema de ensaio – Nova Tec, Immundiagnostica GmbH, Technologie & Waldpark, Germany, s.d.).

Recolha e armazenamento das amostras - Testosterona

O paciente não deve comer, beber, mastigar pastilha elástica ou lavar os dentes nos 30 minutos anteriores à obtenção da amostra. Caso contrário, deve lavar vigorosamente a boca com água fria 5minutos antes da recolha da amostra. Não recolher amostras se houver doenças, inflamação ou lesões orais (contaminação por sangue). (Instruções de utilização – Testosterone Saliva – ELISA, 2013)

A saliva pode ser recolhida com equipamento de recolha apropriado. Deve ser recolhido no mínimo 0.5 mL de líquido. O fluxo de saliva pode ser estimulado mastigando um pedaço de Parafilm. (Instruções de utilização – Testosterone Saliva – ELISA, 2013)

Recomenda-se o congelamento das amostras a –20°C antes dos testes laboratoriais. (Instruções de utilização – Testosterone Saliva – ELISA, 2013).

Recolha e armazenamento das amostras - Cortisol

A determinação de cortisol pode ser realizada na saliva, recomenda-se a recolher as amostras de saliva com um copo de centrifugação e uma palha de plástico.

A saliva pode ser recolhida com equipamento de recolha apropriado.

Recomenda-se o congelamento das amostras a –20°C antes dos testes laboratoriais. (Esquema de ensaio – Nova Tec, Immundiagnostica GmbH, Technologie & Waldpark, Germany, s.d.).

As amostras de saliva devem ser recolhidas no tempo indicado, se não há instruções específicas (como é o caso), as amostras podem ser recolhidas em qualquer momento do dia. (Esquema de ensaio – Nova Tec, Immundiagnostica GmbH, Technologie & Waldpark, Germany, s.d.).

O seguinte deve ser observado:

a) Se a recolha de saliva é realizada na parte da manhã garantir que é realizada antes de escovar os dentes;
b) Durante o dia, recolher a amostra de saliva 1 hora após qualquer consumo de alimento ou bebida;
c) É muito importante que a recolha esteja em boas condições de análise, sem contaminação com comida, batom, sangue ou materiais estranhos.

Valores esperados - Testosterona

Os resultados por si só não devem ser a única razão para qualquer ação terapêutica e deverão ser correlacionados com outras observações clínicas e testes de diagnóstico.

Indivíduos aparentemente saudáveis apresentam (Tabela 2) os seguintes valores:

Tabela 2 - Valores esperados

Espécime	Idade (anos)	Testosterona (pg/mL)					
		Mulher			Homem		
		Mediana	Intervalo	N	Mediana	Intervalo	N
Saliva	20-29	19.0	5.5-49.0	40	78.8	41.4-142.5	55
	30-39	17.3	5.2-49.0	39	58.8	31.8-100.4	35
	40-49	13.8	4.5-49.0	47	54.4	30.1-97.8	48
	50-59	13.2	3.6-49.0	53	54.8	30.0-92.0	64
	60-69	15.8	2.9-38.8	33	42.9	23.2-86.9	63

Valores esperados - Cortisol

Os valores seguintes poderão ser usados como valores de referência, até ao momento que o laboratório de análise entender definir os seus valores. (Esquema de ensaio – Nova Tec, Immundiagnostica GmbH, Technologie & Waldpark, Germany, s.d.).

Manhã: 3.0 – 10.0ng/ml

Tarde: 0,6 – 2.5ng/ml

Variáveis avaliadas

Caracterização antropométrica e de composição corporal

Peso

O peso foi avaliado através da balança digital (Tanita UM080, Corporation, Tokyo, Japan, Lot Nº 8709275), com a capacidade para até 150kg com graduação de 100 em 100 gramas.

O operacional esteve descalço e com pouca roupa, na posição ereta, o peso do corpo distribuído por ambos os apoios, pés paralelos, braços ao lado do tronco (pendentes) e palmas das mãos viradas para a coxa.

Altura

A altura, foi medida com o estadiómetro portátil, (Seca, modelo 213), escala de medição de altura entre 20-205cm, com a graduação de 1mm.

O operacional estava descalço na posição ereta (coluna direita) cabeça no prolongamento da coluna, braços ao lado do tronco (pendentes) e palmas das mãos viradas para as coxas, os calcanhares juntos e os bordos dos pés a ±60º.

Índice de Massa Corporal (IMC)

O IMC foi calculado pela relação entre o peso corporal em quilogramas e o quadrado da altura em metros (IMC = peso (kg)/altura^2 (m)) (Cole, Bellizzi, Flegal, & Dietz, 2000).

Caracterização geral da amostra:

As características gerais, antropométricas e de composição corporal da amostra, de acordo com os grupos avaliados, estão representadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Características da amostra por grupo de treino

	N	Grupo Hipertrofia M (DP) [máx-min]	N	Grupo Força máxima M (DP) [máx-min]
Idade (anos)	15	34 (5,57) [25-43]	15	32,87 (6,73) [23-41]
Peso (kg)	15	79,33 (6,82) [75-89]	15	76,93 (7,75) [68-90]
Estatura (cm)	15	180 (0,06) [170-190]	15	178 (0,06) [168-190]
IMC (kg/m2)	15	24,6 (1,78) [22,6-28,1]	15	24,4 (1,79) [21,4-28,4]

M, média; DP, desvio padrão; máx, máximo; min, mínimo; IMC, Índice de Massa Corporal

Dos 30 operacionais, dos 15 realizaram o protocolo de treino de força – hipertrofia, a média de peso foi de 79,6 kg (±6,82), a média de altura de 180 cm (±0,06) e IMC com valores médios de 24,7 kg/m^2 (±1,78) e com a classificação de peso normal; em relação aos outros 15 avaliados sujeitos ao outro protocolo de força – força máxima, a média de peso foi de 76,2 kg (±6,73), a média de altura de 178 cm (±0,06) e IMC valores médios de 24,4 kg/m^2 (±1,79) e com a classificação de peso normal.)

Avaliação da Força

Teste de força dinâmica máxima (1RM)

É um dos mais simples e eficaz tipo de teste para que possa obter um resultado mais rápido, uma vez que é um método prático, de baixo custo operacional e com grande margem de segurança para a sua aplicabilidade, (Lacio et al, 2010).

Correa et al (2011) afirma que o teste de 1RM tem como principal característica levantar a maior carga possível, assim realizar uma força em um determinado aparelho ou exercício para obter resultados para a força máxima.

Correa et al (2011) afirma que o teste de 1RM é essencial para trabalhar com maior precisão e com cargas mais exatas para o treino de força.

Filho et al (2010) afirma que o teste de 1RM é conhecido como “padrão ouro”, é caracterizado onde o individuo levantará determinada carga realizando somente uma repetição.

Segundo Dias et al (2013) o teste de 1RM pode ser realizado com pesos livres (halteres) ou em máquinas que possam realizar grandes esforços máximos de um determinado grupo muscular de ambos os membros.

Para se obtiver um teste com resultados satisfatórios forma escolhidos exercícios aleatórios onde se pudesse aumentar as cargas progressivamente até conseguir erguer a maior carga com uma repetição apenas, ou seja, aquela que o avaliado/operacional consiga vencer a resistência oferecida em não mais do que uma única ação voluntária máxima, realizada a partir de um padrão pré-determinado de execução, respeitando-se o percurso completo do movimento, nas fases concêntrica e excêntrica (Dias et al, 2013).

Os testes de força dinâmica máxima, foram realizados durante a manhã e tarde, no período compreendido entre as 08h e as 16h00, logo após a aplicação do termo de consentimento, aplicação do questionário PAR-Q e da avaliação antropométrica.

Os operacionais foram submetidos a um aquecimento geral num cicloergómetro com duração de cinco minutos, com carga leve, a uma velocidade de 65rpm. Cada um dos dez exercícios foi precedido por uma série de aquecimento (6 a 10 repetições), com aproximadamente 50% da carga estimada para a primeira tentativa no teste de 1RM (Clarke, 1973, citado por Dias, 2005).

Os testes foram realizados de forma aleatória aos 30 operacionais, mas com a seguinte sequência de exercícios (todos realizados de forma bilateral):

1. Supino com barra em banco horizontal
2. Agachamento na máquina (Squat)
3. Flexão de cotovelo com barra W (arm curl)

O intervalo entre os exercícios foi no mínimo cinco minutos.

Depois de ter sido feito a avaliação dos operacionais em relação a estes exercícios, vimo-nos obrigados a realizar mais 7 exercícios/testes de força muscular, no sentido, de prescrever exatamente as percentagens de carga a realizar nos 10 exercícios de estudo.

4. Puxador dorsal vertical com pega larga (lat pull down)
5. Flexão de joelho na máquina - bilateral
6. Extensão de cotovelo com cabo na máquina
7. Supino com barra em banco inclinado a 30º
8. Abdução vertical de ombro na máquina

9. Extensão de joelho na máquina
10. Flexão plantar com halteres

Procedimentos

Cada participante responderá, anteriormente ao início do estudo, a um questionário sobre o histórico de saúde (PAR-Q). Os indivíduos, após serem previamente esclarecidos sobre os propósitos da investigação e procedimentos aos quais serão submetidos, assinarão um termo de consentimento.

Cada grupo será submetido a 8 semanas consecutivas de treino de força, duas vezes por semana, com um intervalo de 48 horas, o treino de força será composto por 10 exercícios para diferentes grupos musculares.

A força muscular será determinada por meio de testes de 1RM, em três exercícios, envolvendo os segmentos do tronco, membros inferiores e membros superiores. A ordem de execução dos exercícios testados será a seguinte: supino com barra em banco horizontal, agachamento na máquina (Squat) e flexão de cotovelo com barra W (arm curl), respetivamente. O intervalo entre os exercícios será no mínimo cinco minutos. Esses exercícios foram escolhidos por serem bastante “populares” nos treinos de força.

Previamente ao início dos testes, os sujeitos serão submetidos a um aquecimento geral em cicloergómetro com duração de cinco minutos, com carga leve, a uma velocidade de 65rpm. Cada um dos três exercícios será precedido por uma série de aquecimento (6 a 10 repetições), com aproximadamente 50% da carga estimada para a primeira tentativa no teste de 1RM (Clarke, 1973, citado por Dias, 2005).

Um dos grupos irá ser sujeito ao treino de força máxima (P1) e o outro grupo ao treino de hipertrofia (P2), o treino de força máxima terá as seguintes

variáveis: 3 séries em cada exercício, com cargas máximas de 80/95% de 1RM, 2 a 8 repetições em cada série, velocidade de execução moderada (2 segundos fase concêntrica e 2 segundos fase excêntrica), pausa de 3 minutos entre séries (Baechle & Earle, 2009).

Relativamente ao grupo do treino de hipertrofia irá ser sujeito às seguintes variáveis: 3 séries por série em cada exercício, com cargas máximas de 40/75% de 1RM, 6 a 12 repetições por série, velocidade de execução lenta (2 segundos na fase concêntrica e 4 segundos na fase excêntrica), pausa de 1 minuto entre séries (Baechle & Earle, 2009).

Após o período de treino (8 semanas), antes (PRE) e após (POS) a aplicação de cada protocolo serão avaliados os níveis salivares de testosterona e cortisol.

Análise estatística

Foi feita uma análise estatística simples das amostras. O histograma permitiu verificar a existência de alguns dados que eram claramente *outliers*.

Tendo em conta a pequena dimensão da amostra, estes *outliers* foram excluídos da amostra para o teste de hipóteses.

A amostra foi submetida ao teste de hipótese simples, com as seguintes hipóteses nulas (H0): H01,H02, H03, H04, H05 e H06, referidas anteriormente.

A análise dos dados foi efetuada com recurso à plataforma open source R (www.r-project.org/). O código desenvolvido para essa análise encontra-se em anexo, devidamente anotado.

Resultados

Foi feita uma análise estatística simples das amostras, com todos os dados recolhidos. Os resultados desta análise apresentam-se em seguida.

Treino de Hipertrofia

Testosterona

Antes da aplicação do protocolo de treino (P1) foram registados os seguintes resultados referentes à testosterona (tabela 4) e após a aplicação do protocolo de treino (P1) (tabela 5).

Tabela 4: Resultados testosterona pré aplicação do protocolo de exercício (P1) (pg/mL)

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
30.10	72.65	78.20	131.60	137.00	429.50

Min, Valor mínimo registado; 1st Qu, Primeiro quartil; Median, Mediana; Mean, Média; 3rd Qu, Terceiro quartil; Max, Valor máximo registado

Tabela 5: Resultados testosterona pós aplicação do protocolo de exercício (P1) (pg/mL)

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
48.90	74.25	95.80	104.00	116.20	189.90

Min, Valor mínimo registado; 1st Qu, Primeiro quartil; Median, Mediana; Mean, Média; 3rd Qu, Terceiro quartil; Max, Valor máximo registado

Cortisol

Antes da aplicação do protocolo de treino (P1) foram registados os seguintes resultados referentes ao cortisol (tabela 6) e após a aplicação do protocolo de treino (P1) (tabela 7).

Tabela 6: Resultados cortisol pré aplicação do protocolo de exercício (P1) (ng/ml)

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
1.00	2.15	3.40	3.98	5.65	9.50

Min, Valor mínimo registado; 1st Qu, Primeiro quartil; Median, Mediana; Mean, Média; 3rd Qu, Terceiro quartil; Max, Valor máximo registado

Tabela 7: Resultados cortisol pós aplicação do protocolo de exercício (P1) (ng/ml)

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
1.200	1.600	2.100	2.793	2.900	6.400

Min, Valor mínimo registado; 1st Qu, Primeiro quartil; Median, Mediana; Mean, Média; 3rd Qu, Terceiro quartil; Max, Valor máximo registado

O *box plot* (figura 2 e 3) permitiu verificar a existência de alguns dados que eram claramente *outliers.* Tendo em conta a pequena dimensão da amostra, estes *outliers* foram identificados e excluídos da amostra para o teste de hipóteses.

Figura 2: box plot, pré e pós protocolo (P1) para a testosterona

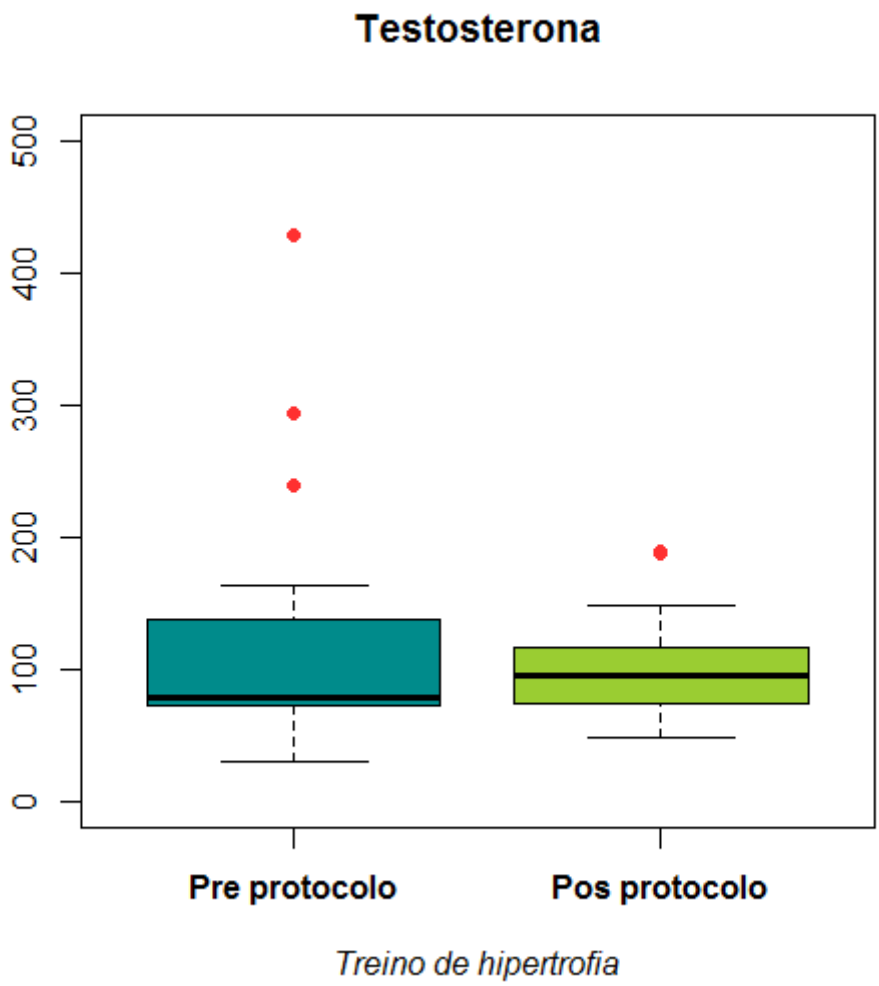
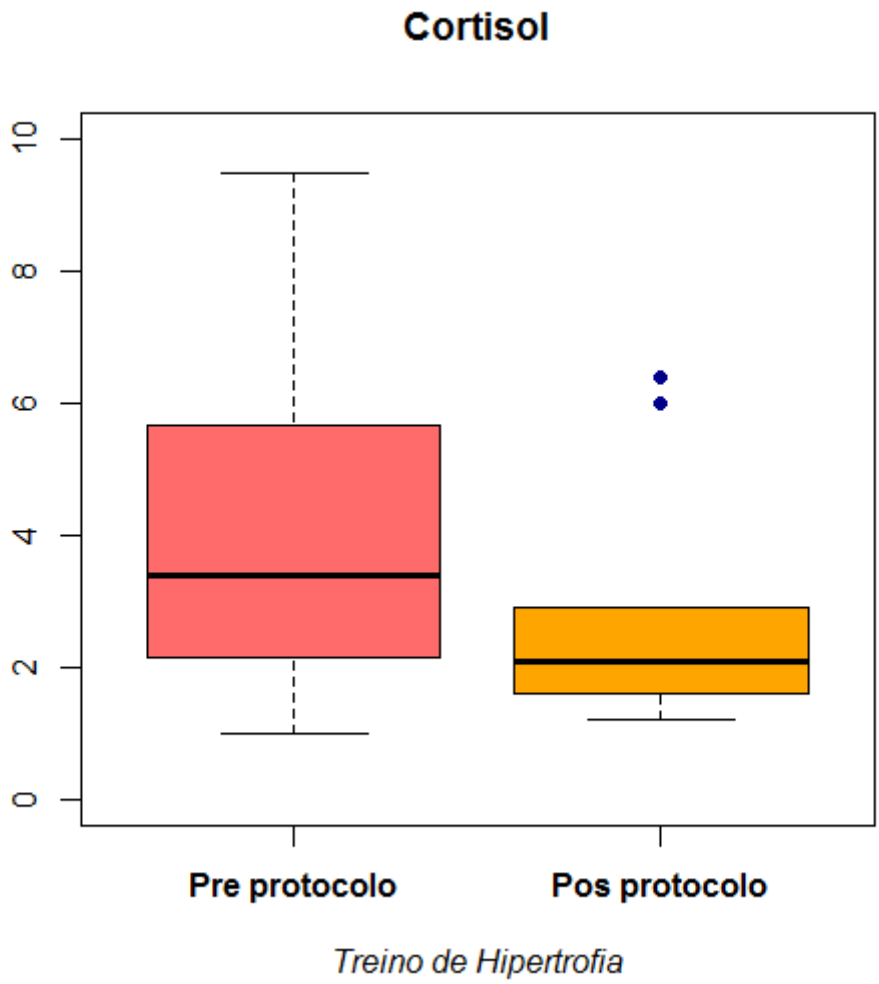
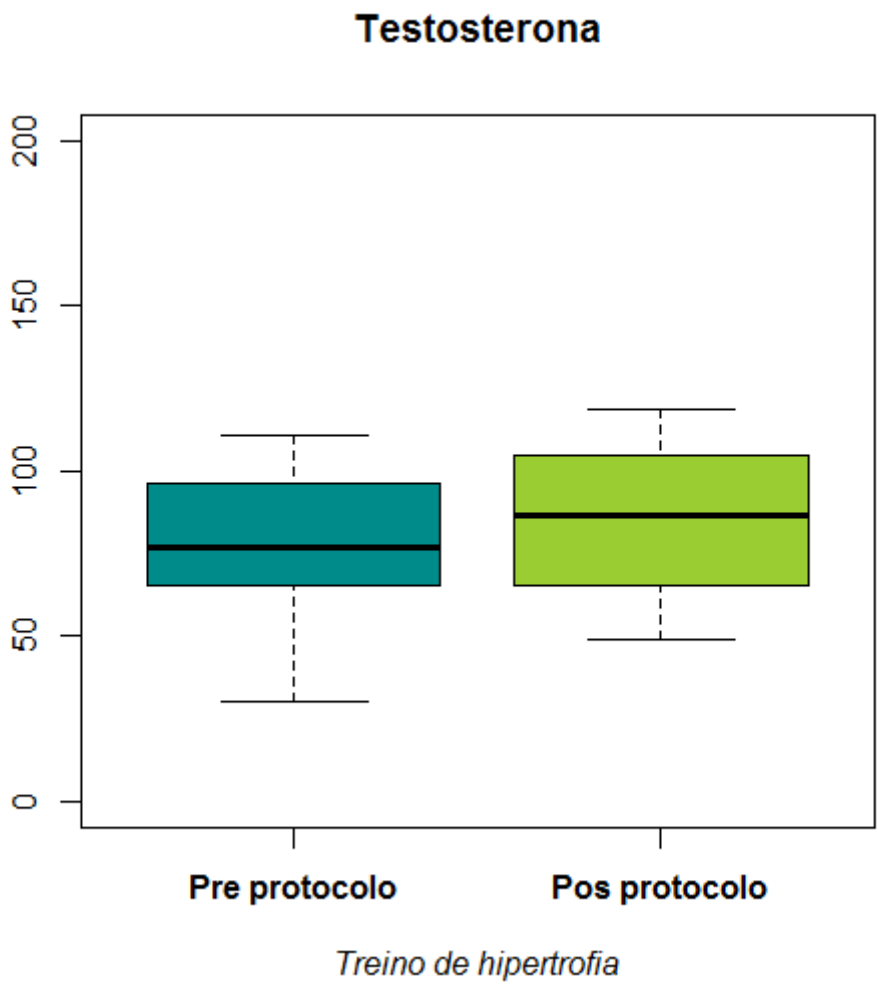


Figura 3: box plot pré e pós protocolo (P1) para o cortisol



Após remoção de *ouliers,* os *boxplots* foram refeitos (figura 4), para verificar a maior consistência dos dados.

Figura 4: box plot pré e pós protocolo (P1) refeitos para a testosterona



Treino de Força Máxima (P2)

Testosterona

Antes da aplicação do protocolo de treino (P2) foram registados os seguintes resultados referentes à testosterona (tabela 8) e após a aplicação do protocolo de treino (P2) (tabela 9).

Tabela 8: Resultados testosterona pré aplicação do protocolo de exercício (P2) (pg/mL)

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
56.6	65.8	76.7	75.9	83.7	106.0

Min, Valor mínimo registado; 1st Qu, Primeiro quartil; Median, Mediana; Mean, Média; 3rd Qu, Terceiro quartil; Max, Valor máximo registado

Tabela 9: Resultados testosterona pós aplicação do protocolo de exercício (P2) (pg/mL)

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
93.1	111.8	158.2	156.6	193.0	227.9

Min, Valor mínimo registado; 1st Qu, Primeiro quartil; Median, Mediana; Mean, Média; 3rd Qu, Terceiro quartil; Max, Valor máximo registado

Cortisol

Antes da aplicação do protocolo de treino (P2) foram registados os seguintes resultados referentes ao cortisol (tabela 10) e após a aplicação do protocolo de treino (P2) (tabela 11).

Tabela 10: Resultados cortisol pré aplicação do protocolo de exercício (P2) (ng/ml)

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
1.00	1.35	1.70	2.92	4.40	6.40

Min, Valor mínimo registado; 1st Qu, Primeiro quartil; Median, Mediana; Mean, Média; 3rd Qu, Terceiro quartil; Max, Valor máximo registado

Tabela 11: Resultados cortisol pós aplicação do protocolo de exercício (P2) (ng/ml)

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
0.700	2.750	5.400	5.127	6.650	11.700

Min, Valor mínimo registado; 1st Qu, Primeiro quartil; Median, Mediana; Mean, Média; 3rd Qu, Terceiro quartil; Max, Valor máximo registado

No caso do treino de força (P2), após verificação dos *boxplots* (figura 6 e 7) não foi necessário proceder à remoção de *outliers.*

Figura 6: box plot pré e pós protocolo (P2) para a testosterona

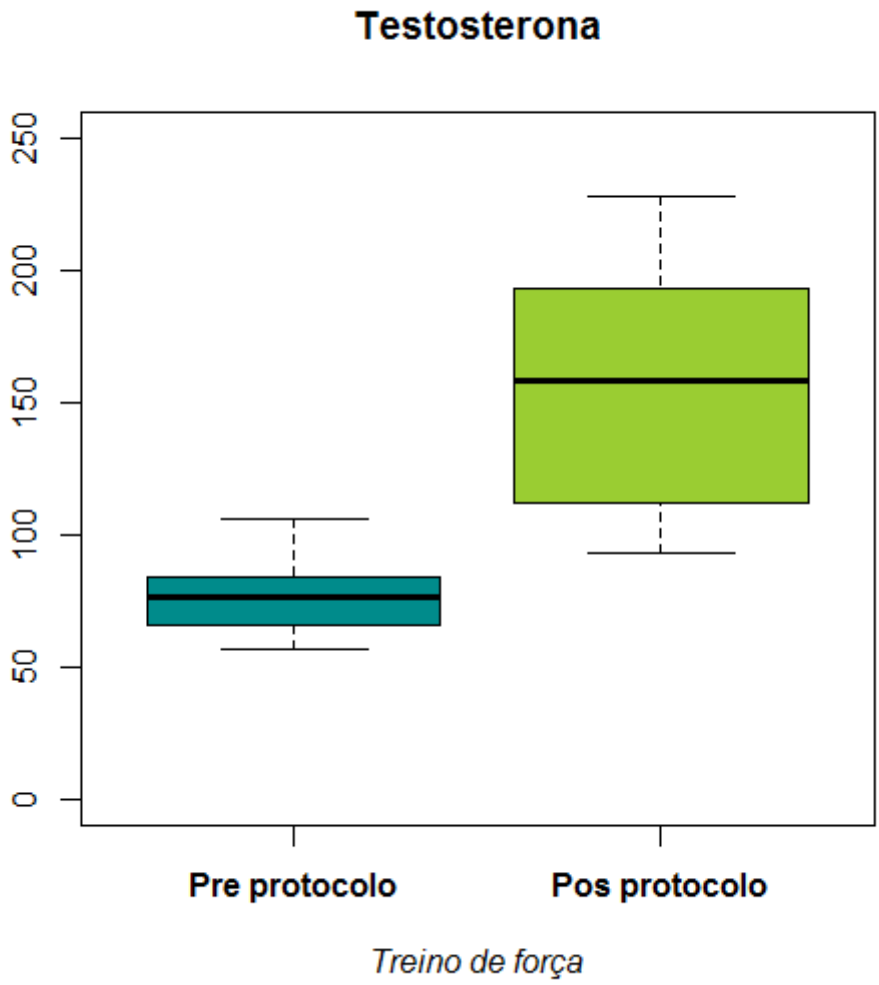
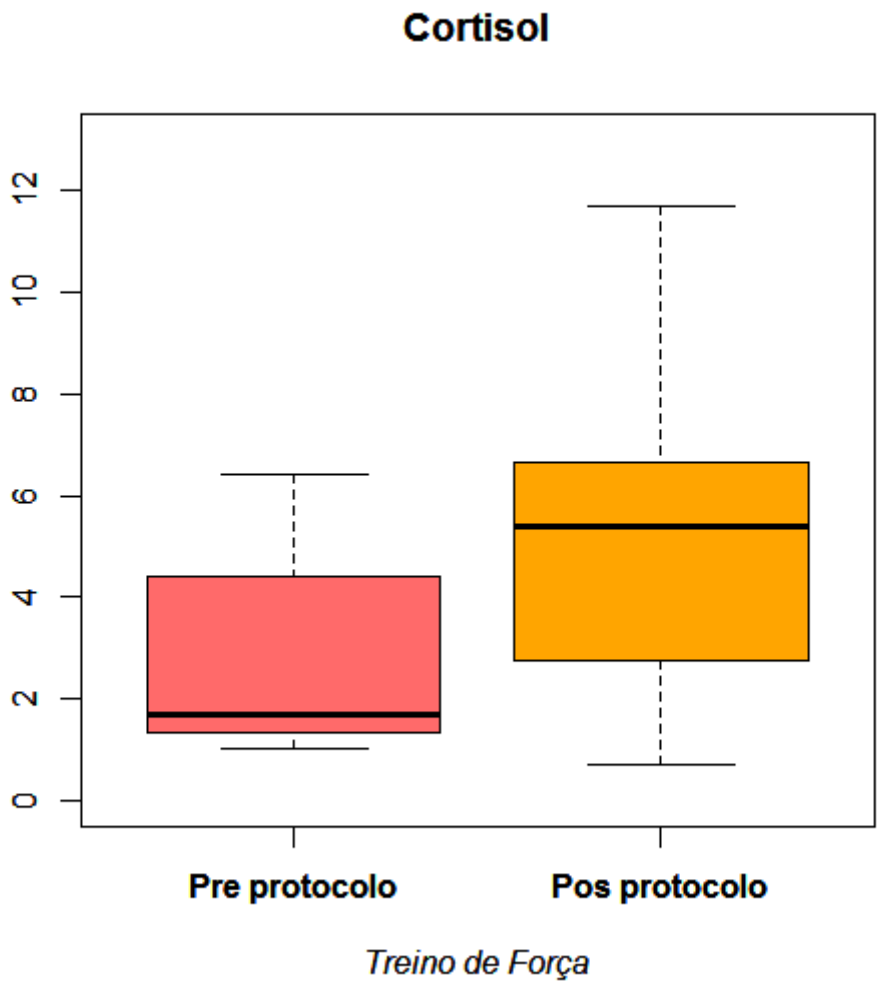


Figura 7: box plot pré e pós protocolo (P2) para o cortisol



Teste de Hipóteses

Uma vez que não se podia assumir normalidade na distribuição (a amostra é demasiado pequena) recorreu-se a um teste de hipótese não paramétrico para comparação de amostras emparelhadas.

Neste caso, recorreu-se ao teste de Wilcoxon, calculando o valor-p, onde a hipótese nula (H_0) é rejeitada para α > valor-p., e onde se consideraram os níveis usuais de significância (α=0,01 ou α=0,05 ou α=0,10).

Treino de hipertrofia (P1)

Os dados foram tratados após a eliminação dos *outliers.*

Testosterona

H_{01} = "O treino de hipertrofia não promove alterações nos níveis de testosterona" ($\mu_1 = \mu_2$), para V = 15 e p-value = 0.2324

Tendo em conta o valor-p obtido ($p<0,05$), não é possível rejeitar a hipótese para os valores usuais de significância. Ou seja, não é possível afirmar que a amostra analisada leva a concluir que o treino de hipertrofia promove alterações nos níveis de testosterona.

No entanto, há uma variação que é visível na representação gráfica da amostra (nomeadamente ao nível da mediana, que aumenta).

Sugere-se a repetição dos testes, com uma amostra mais fiável e de maior dimensão.

Cortisol

H_{02} = "O treino de hipertrofia não promove alterações nos níveis de cortisol" ($\mu_1 = \mu_2$), para V = 50, p-value = 0.01953

Uma vez que o valor-p é de 0,02, a hipótese pode ser rejeitada para um nível de significância de 0,05. Ou seja, podemos afirmar que o treino de hipertrofia, muito provavelmente, promove alterações nos níveis de cortisol.

Treino de força máxima (P2)

Testosterona

H_{03} = "O treino de força máxima não promove alterações nos níveis de testosterona" ($\mu_1 = \mu_2$), para V = 0, p-value = 6.104e-05

Tendo em conta o valor-p obtido, rejeita-se H_{03} para um nível de significância inferior a 0,01, pelo que se pode afirmar que muito provavelmente o treino de força máxima promove alterações nos níveis de testosterona.

Cortisol

H_{04} = "O treino de força máxima não promove alterações nos níveis de cortisol" ($\mu_1 = \mu_2$), para V = 11, p-value = 0.003357

Tendo em conta o valor-p obtido, rejeita-se H_{04} para um nível de significância inferior a 0,01, pelo que se pode afirmar que muito provavelmente o treino de força máxima promove alterações nos níveis de cortisol.

Uma vez que as amostras relativas ao treino de força máxima e ao treino de hipertrofia são radicalmente diferentes, não é possível estabelecer uma relação entre a variação provocada por ambos.

No entanto, tendo em conta os resultados obtidos, pode afirmar-se que as alterações provocadas são mais evidentes no treino de força máxima.

Concentração salivar de testosterona e cortisol pré a pós protocolo de treino (P1 e P2)

Nas tabelas 12 e 13 podemos observar os resultados da concentração salivar de testosterona e cortisol pré e pós protocolo P1 e P2.

Tabela 12 - Concentração salivar de testosterona e cortisol pré e pós protocolo de treino de hipertrofia (P1)

Testosterona (pg/ml)			Cortisol (ng/ml)	
Amostra	Pré protocolo	Pós protocolo	Pré protocolo	Pós protocolo
1	77,6	118,7	1,3	1,4
2	77,9	187,2	1,7	6
3	163,2	113,7	2,8	2,9
4	63,7	106	1,9	1,5
5	65,3	65,5	2,4	2,1
6	76,4	84,5	3,7	2,9
7	68,9	83	4,5	1,5
8	78,2	95,8	6,8	1,2
9	103,5	88,7	1	1,7
10	239,7	147,9	6,8	6,4
11	110,8	61,3	3,1	2,1
12	96	105	3,4	2,1
13	293,8	64,3	6,9	1,7
14	30,1	48,9	3,9	2
15	429,5	189,9	9,5	6,4

Média	131,6	104,0	4	2,8
Desvio padrão	108,6	42,7	2,5	1,9
Máximo	429,5	189,9	9,5	6,4
Mínimo	30,1	61,3	1	1,2
Comparação Pré e pós	0,37 (p>0,05)		0,11 (p>0,05)	

Tabela 13 - Concentração salivar de testosterona e cortisol pré e pós protocolo de treino de força máxima (P2)

Testosterona (pg/ml)			**Cortisol (ng/ml)**	
Amostra	Pré protocolo	Pós protocolo	Pré protocolo	Pós protocolo
1	80,1	188,9	5,1	6,4
2	69,9	172	4,5	4,3
3	64,2	214,2	1,6	5,4
4	106	158,2	4	9,6
5	56,6	227,9	6,4	11,7
6	67,4	133,1	6,4	6
7	60,4	116,7	1,6	3
8	61,4	184,6	1,3	3,4
9	81,4	101,5	1	2,5

10	87,3	107	1,9	7,1
11	84,7	197	4,3	6,7
12	89,1	224,4	1,7	2,2
13	76,7	100,1	1,4	1,3
14	70,6	129,8	1,3	6,6
15	82,7	93,1	1,3	0,7
Média	75,9	156,5	2,9	5,1
Desvio padrão	13,3	48	1,9	3
Máximo	106	227,9	6,4	11,7
Mínimo	56,6	93,1	1	0,7
Comparação Pré e pós	0,000102 (p<0,05)		0,029 (p<0,05)	

Grupo de hipertrofia - Pré protocolo de treino de força (P1)

Tendo em conta os primeiros resultados (tabela 12), foi possível observar que, em relação aos valores da testosterona, todos os operacionais, com idades compreendidas entre os 20-29 anos de idade (n=4), tinham os seus valores de testosterona enquadrados com os valores de referência (41.4-14.5 pg/ml), exceto um operacional que tinha os valores muito fora do padrão recomendável para a sua idade (25 anos), 429 pg/ml. (Instruções de utilização – Testosterone Saliva – ELISA, 2013).

Os operacionais avaliados com idades compreendidas entre 30-39 anos de idade (n=8), tinham os seus valores de testosterona enquadrados com os valores de referência (31,8-100,4 pg/ml), (Instruções de utilização – Testosterone Saliva – ELISA, 2013).

Os operacionais avaliados com idades compreendidas entre 30-39 anos de idade (n=3), tinham os seus valores de testosterona acima dos valores de referência (30,1-97,8 pg/ml), (Instruções de utilização – Testosterone Saliva – ELISA, 2013), possivelmente pelo facto de serem indivíduos treinados e com uma frequência de treino de força elevada (3/5x por semana).

Em relação aos valores de cortisol e tendo em conta que as amostras de saliva foram recolhidas no período de manhã (8 às 12h), todos os operacionais sem excepção, estavam com valores dentro do padrão de análise (3,0-10,0 ng/ml), (Esquema de ensaio – Nova Tec, Immundiagnostica GmbH, Technologie & Waldpark, Germany, s.d.).

Grupo de hipertrofia - Pós protocolo de treino de força (P1)

Após o protocolo de treino de força (8 semanas), podemos verificar que (Tabela 12) 9 operacionais aumentaram os seus níveis de testosterona, enquanto os outros 6 diminuíram os seus valores.

Em relação aos níveis de cortisol, após o protocolo de treino de força, 11 operacionais apresentaram valores mais baixos do que no momento antes do protocolo; apenas 4 operacionais apresentaram valores mais altos do que no início.

Contudo, todos os operacionais apresentaram valores dentro do padrão esperado (3,0-10,0 ng/ml), (Esquema de ensaio – Nova Tec, Immundiagnostica GmbH, Technologie & Waldpark, Germany, s.d.).

Grupo de força máxima - Pré protocolo de treino de força máxima (P2)

Foi possível observar (tabela 13) que, em relação aos valores da testosterona, todos os operacionais, com idades compreendidas entre os 20-29 anos de idade (n=5), tinham os seus valores de testosterona enquadrados com os valores de referência (41,4-14,5 pg/ml), (Instruções de utilização – Testosterone Saliva – ELISA, 2013).

Os operacionais avaliados com idades compreendidas entre 30-39 anos de idade (n=8), tinham os seus valores de testosterona enquadrados com os valores de referência (31,8-100,4 pg/ml), (Instruções de utilização – Testosterone Saliva – ELISA, 2013).

Os operacionais avaliados com idades compreendidas entre 40-49 anos de idade (n=2), tinham os seus valores de testosterona na média dos valores de referência (30,1-97,8 pg/ml), (Instruções de utilização – Testosterone Saliva – ELISA, 2013).

Em relação aos valores de cortisol e tendo em conta que as amostras de saliva foram recolhidas no período de tarde (12 às 16h), alguns operacionais (n=9), estavam com valores dentro do padrão de análise (0,6-2,5 ng/ml), os outros 6 operacionais estavam com valores fora dos valores de padrão, ou seja, com valores superiores aos de referência (> 2,5 ng/ml), (Esquema de ensaio – Nova Tec, Immundiagnostica GmbH, Technologie & Waldpark, Germany, s.d.).

Grupo de força máxima - Pós protocolo de treino de força (P2)

Após o protocolo de treino de força (8 semanas), podemos verificar que todos os operacionais aumentaram os seus níveis de testosterona (n=15).

Em relação aos níveis de cortisol, após o protocolo de treino de força, observou-se que 11 operacionais aumentaram os seus níveis de cortisol e 4 operacionais apresentaram valores mais baixos do que no momento antes do protocolo de treino de força.

Discussão

Diferentes pesquisadores utilizaram a medida das concentrações de saliva pós protocolos de treino de testosterona e cortisol para avaliar o equilíbrio anabólico/catabólico produzido por diferentes tipos de treino de força (Wayne, 1996, citado por Coltinho, Brinco e Diniz, 2007).

A recolha de testosterona e cortisona salivar como medida de análise do stress desportivo, é comum, possivelmente por este se constituir numa medida de mensuração eficaz, acessível, rápida e não invasiva, para além disso, este método possibilita que a coleta seja feita em qualquer situação, sem problemas de reatividade, nem constrangimentos práticos ou éticos comuns aos métodos de coleta de sangue e urina (Soares & Alves, 2006).

Devido à falta de estudos associados aos métodos de treino de força e suas implicações hormonais, realizamos este estudo, no sentido de poder esclarecer e auxiliar a base científica da relação de dois protocolos de treino de força e as alterações de testosterona e cortisol que cada um dos protocolos.

O presente estudo justifica-se em poder diminuir as dúvidas existentes no trabalho de treino de força e a relação com as alterações da testosterona e cortisol.

A presente revisão sistemática de literatura apresentou como principais resultados e conclusões de 7 estudos sobre a associação entre diversos protocolos de treino de força e as implicações/alterações hormonais daí adjacentes, Argus, Gill, Keogh, Hopkins & Beaven, (2009), houve aumentos moderados na testosterona (54%; ± 27) e cortisol (97%; ± 51), num estudo com a duração de 13 semanas; Arazi, Damirchi & Asadi, (2013), num estudo coma duração de 8 semanas, apresentou melhorias significativas nos níveis de testosterona e redução nos níveis de cortisol; McCaulley, et al (2009), a variação percentual de testosterona para cortisol, de antes para imediatamente depois da sessão de treino foi significativamente maior ($p<0,05$); Cadore, et al, (2012), relata aumento significativo da testosterona (<0.05), em relação ao cortisol houve aumento significativo ($p<0.05$); Ghigiarelli, Sell, Raddock, & Taveras, (2013), num estudo observacional, apresentou como resultados que houve aumento significativo para o nível de testosterona ($p \leq 0,05$); Rahimi, & Tayebi, (2013), num estudo com a duração de 3 semanas, com 10 atletas de elite de levantamento do peso, que formam selecionados aleatoriamente, concluiu que não há diferenças nos níveis plasmáticos de testosterona antes e imediatamente após uma intensidade moderada ($p = 0,895$) e uma intensidade elevada ($p = 0,926$) de treino com pesos, para além disso não foi observada nenhuma diferença significativa na proporção de testosterona / cortisol antes e imediatamente depois de uma intensidade moderada ($p = 0,723$) e uma intensidade elevada ($p = 0,51$); Fry & Lohnes, (2010), apesar de não ser

significativo a testosterona pós exercício apresentou alterações percentuais (pré exercício = 12,5 ± 2,9, pós exercício = 20,0 ± 3,9 mmmolxL-1), não foram observadas alterações em relação ao cortisol ou na relação de testosterona e cortisol.

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo foi observado alguma divergência de valores, contudo, dos 7 estudos apresentados na RSL, 6 apresentam evidência de aumentos significativos dos valores testosterona pós protocolo de treino de força; Os resultados em relação às possíveis alterações dos valores de cortisol, 2 estudos (Argus, Gill, Keogh, Hopkins & Beaven, (2009); Arazi, Damirchi & Asadi, (2013)) apresentam diminuição dos valores pós protocolo de treino de força, 2 dos estudos (Cadore, et al, 2012) & McCaulley, et al (2009)), referem que houve aumento significativo ($p<0.05$),pós protocolo de treino de força, mas Cadore, et al, (2012) refere que os valores de cortisol voltaram aos níveis de repouso após a segunda modalidade em ambas as intervenções de exercício.; 2 estudos (Rahimi, & Tayebi, (2013), Fry & Lohnes, (2010)), observaram que não houve alterações significantes em relação ao cortisol pós protocolo de treino de força.

Hipoteticamente a divergência de valores encontrados em alguns participantes, poderá ser devido a variáveis não controladas, como por exemplo: o nível de stress, segundo Badillo (2001), a produção de cortisol durante o exercício físico seria muito maior em pessoas stressadas ou muito ansiosas, portanto esses indivíduos teriam mais problema para se recuperarem entre esforços devido à diminuição da produção de testosterona, Badillo (2001) ainda afirma que quando a concentração do cortisol no sangue é elevada, a produção de testosterona é inibida. Portanto existe um risco de aumento da

degradação de proteínas, o que não seria o ideal para finalizar um treino de força que vise à hipertrofia muscular.

De acordo com Santos et al (2014), as alterações nas concentrações de cortisol salivar detetadas em estudos demonstraram que grande parte das situações desportivas foram consideradas possíveis fontes de stresse para os atletas. O maior aumento nas concentrações de cortisol foi encontrado entre a situação basal e a situação pós-competitiva, bem como entre as colheitas realizadas no dia da competição e aquelas mensuradas no mesmo horário em repouso. No entanto, ações com stress e condições lesivas, tais como infeções, traumatismo, calor ou frio intenso, presença de noradrenalina, alterações no sono, horários de alimentação, cirurgias e exercícios físicos, entre outros fatores, podem interferir no ritmo circadiano da secreção do cortisol.

Tem sido demonstrado na literatura científica (Bueno, & Gouvêa, (2012), que o cortisol age como um antagonista fisiológico da insulina, por promover a quebra das moléculas de hidratos de carbono, lípidos e proteínas, desta maneira mobilizando as reservas energéticas. Isto aumenta a glicemia e a produção de glicogénio pelo fígado. Uma vez que o cortisol estimula a proteólise, o seu aumento pode determinar a atrofia muscular e diminuição da força, com consequente efeito negativo no rendimento desportivo.

Sabemos também e de acordo com Kraemer et al (1999), que um dos fatores que parece intervir na resposta hormonal ao treino de força é a idade cronológica do praticante, estes autores observaram que a testosterona livre, embora tenha aumentado em ambos os grupos com média de 30 ± 5 e 62 ±3 anos, teve menor resposta no grupo dos participantes mais velhos. Segundo

estes autores, essa resposta diminuída é associada com a andropausa, caraterizada pelo menor número de células de Leydig e a diminuição da capacidade secretória dessas células, decorrentes do envelhecimento.

Outro aspeto não menos relevante diz respeito ao nível de treino dos praticantes, ou seja, Cadore et al (2005), encontraram diferentes padrões de resposta hormonal em homens de meia-idade (40 ± 4 anos) treinados e não treinados após protocolo de treino de força, no grupo treinado, foram observados aumentos significativos na testosterona livre (27%), ao passo que no grupo dos não treinados houve aumento da testosterona livre (22%), no entanto, existe uma enorme discrepância em relação a este aspeto, já que nem todos os estudos encontraram influência do nível de treino na resposta de testosterona ao treino de força. Ahtiainen et al (2003), ao submeterem indivíduos treinados e não treinados em força, a um protocolo de treino de força, durante 21 semanas e observaram aumento semelhante na testosterona em ambos os grupos.

A produção e secreção do cortisol varia de acordo com o ciclo circadiano, atingindo picos máximos na segunda metade da manhã, seguidos por sucessíveis declínios durante o dia. Continuamente, alcança valores mínimos no início da noite e eleva-se suavemente na segunda metade da noite, após, aproximadamente, 2 horas de iniciado o sono (Hofstra & De Weerd, 2008).

Moradi, Aminiagndam, Abdi & Matinhomaee (2013), com o objetivo de estudar o efeito do treino de força nos níveis de testosterona e cortisol em homens sedentários, os mesmos foram colocados em 2 grupos de forma aleatória, treino de força e controlo, tendo como base 12 semanas de treino de

força (3 sessões por semana, 10 estações, 3 séries de 10-12 repetições, intensidade de 60 a 80% de 1RM, descanso de 1 minuto entre séries e 2 minutos entre exercícios), no grupo de treino de força em relação ao cortisol não houve efeito significativo (p= 0,027), mas por outro lado em relação à testosterona houve alterações significativas (p= 0,025); os autores chegaram à conclusão: Realizar treino de força (hipertrofia), aumenta os níveis de testosterona em homens sedentários, mas parece não ter efeito nos níveis de cortisol.

A partir da análise dos resultados da presente revisão, percebeu-se a necessidade de uma padronização nos métodos de análise da testosterona e cortisol em atletas, bem como do controlo do ritmo circadiano, nível dos praticantes, idade cronológica, a fim de encontrar valores referenciais.

Conclusão

A partir da análise dos resultados obtidos neste estudo, e levando em consideração às limitações do mesmo, podem se evidenciar algumas conclusões: apesar da literatura dar ênfase ao aumento da testosterona e do cortisol após treino de força, neste estudo seria necessário aumentar o número de indivíduos na amostra a fim de melhorar a estatística.

Alguns autores têm enfatizado que as variações nas concentrações de cortisol são dependentes da ativação dos parâmetros fisiológicos, como a intensidade e a duração dos exercícios (Filaire et al., 2001; Kanaley, Welt-man, Pieper, Weltman, & Hartman, 2001). Desse modo, parece plausível que intensidades elevadas de esforço físico e psíquico sejam fundamentais para se diagnosticarem elevações na secreção de cortisol (Acevedo et al., 2007).

Fica clara a necessidade de se ampliar as pesquisas com medidas objetivas do stresse, que esclareçam os procedimentos utilizados para a colheita de dados, bem como suas limitações, a fim de permitir a padronização nos métodos de análise da testosterona e cortisol em atletas e encontrar valores referenciais.

Parece-nos pertinente abordar o treino de força em mulheres e as suas implicações hormonais, tendo como base, cada vez mais a procura dos benefícios do treino de força nas mulheres.

Estudos posteriores sobre o assunto parecem necessários, assim como as suas aplicações em termos de futuro e otimização do processo.

Referências bibliográficas

Ahtiainen, P.; Häkkinen, K. Strength Athletes Are Capable to Produce Greater Muscle Activation and Neural Fatigue During High-Intensity Resistance Exercise Than Nonathletes. The Journal of Strength & Conditioning Research. Vol. 23. Num. 4. p. 1129-1134 July 2009;

Amiri, E., Pirani, H, Esfahani, M, (2011), Iranian Journal of Health and Physical Activity;

Araújo, M., (2008). A influência do treinamento de força e do treinamento aeróbio sobre as concentrações hormonais de testosterona e cortisol. Motricidade, 4 (2), p. 67-75;

Argus, C., Gill, N., Keogh, J., Hopkins, W.,G, Beaven, C., (2009), changes in concentration, power and steroid hormones during a competition of professional rugby, The journal of Strenght and Condicionado Research, 1583-1592;

Badillo, G. & Ayestarán, E., Fundamentos do Treinamento de Forca: Aplicação ao Alto Rendimento Desportivo-2 ed.- Porto Alegre : Artmed Editora , 2001;

Baechle, T., Earle, R., (2009). Essencial of strength and conditioning;

Bueno, R., & Gouvêa, P., (2012). Cortisol e exercício: efeitos, secreção e metabolismo. RBPFEX-Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício, 5 (29);

Cadore, E., Brentano, M., Lhullier, F., & Kruel, L., (2008). Fatores relacionados com as respostas da testosterona e do cortisol ao treinamento de força = Factors concerned with the testosterone and cortisol response to strength training. Revista brasileira de medicina do esporte. São Paulo. Vol. 14, n. 1, p. 74-78;

Cadore, E., et al. (2012). Hormonal responses to concurrent strength and endurance training with different exercise orders. Journal of Strength and Conditioning Research, 26 (12): p. 3281-328;

Clarke, D., (1973). Adaptations in strength and muscular endurance resulting from exercise. In Wilmore JH, editor. Exercise and sports science reviews. New York: academic press, 73-102;

Cole, Bellizzi, Flegal, & Dietz, establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey; British Medical Association; 2000, 6;320(7244):1240-3;

Coltinho, H., Brinco, R., e Diniz, S., respostas hormonais da testosterona e cortisol depois de determinado protocolo de hipertrofia muscular; Revista Brasileira de prescrição e fisiologia do exercício, São Paulo, v.1, n.3, p.72-77, 2007;

Correa, C. et al, Reprodutibilidade do teste de 1RM e dor muscular tardia em homens idosos saudáveis, Revista da Faculdade de Educação Física da UNICAMP, Campinas, vol. 9, nº 2, p.1 – 17, 2011;

Dias, R. et al, Segurança, reprodutibilidade, fatores intervenientes e aplicabilidade de teste de 1RM, Motriz, Rio Claro, vol. 19; nº1; p.231-242; 2013;

Esquema de ensaio – Nova Tec, Immundiagnostica GmbH, Technologie & Waldpark, Germany, s.d.).

Filaire, E., Sagnol, M., Ferrand, C., Maso, F., & Lac, G. (2001). Psychophysiological stress in judo athletes during competitions. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 41(2), 263-268;

Filho, M., Análise do teste de uma repetição máxima no exercício de supino para a predição da carga, Brazilian Journal of Biomotricity vol. 4, nº 1, pp.57-64, 2010;

Fry, A., & Lohnes, A., (2010). Acute testosterone and cortisol responses to high power resistance exercise. Human physiology, 36(4), 457-461;

Ghigiarelli, J., Sell, K., Raddock, J.,& Taveras, K., (2013). Effects of strongman training on salivary testosterone levels in a sample of trained men. J Strength Cond Res 27(3): 738–747;

Hofstra, A., & De Weerd, W., (2008). How to assess circadian rhythm in humans: A review of literature. Epilepsy and Behavior, 13(3), 438-444;

Instruções de utilização – Testosterone Saliva – ELISA, 2013;

Kraemer, W., & Hakkinen, K., (2002). Strength Training for Sport. IOC Medical Comission. Blackwell Science Ltd.

Kraemer, W., et al. (1999). Eff ects of heavy resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. J Appl Physiol; 87(3):982-992;

Lacio, M., et al, Precisão das equações preditivas de 1RM em praticantes não competitivos de treino de força, Revista Motricidade vol. 6, nº 1, pp. 31-37 2010;

Lewis, J.G.: Steroid Analysis in Saliva: An overview. Clin Biochem Rev 2006, Volume 27:139-146;

McCaulley, G., et al, (2009), Acute hormonal and neuromuscular responses to hypertrophy, strength and type of energy, European Journal of Applied Physiology, Volume 105, pp 695-704;

Monteiro, L., (2008); Capacidade motora – A força; Mestrado em Treino do Jovem Atleta; Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologia, pág., 23 a 33.

Moradi, Aminiagndam, Abdi & Matinhomaee, effects of strength training on serum levels of adiponectin, testosterone, and Cortisol in sedentary lean men, Journal of Birjand University of Medical Sciences, 2013, 20(2): 125-135;

Rahimi, A., & Tayebi, S., (2013). The Effect of a Single Session of Moderate and Heavy Intensity Weight-lifting Exercise on Plasma Testosterone and Cortisol in Elite Male Weight-lifters. Annals of Applied Sport Science, 1(1), 1-5;

Santos, P., Machado, T., Osiecki, A., Góes, S., Leite, N., Stefanello, J., (2014). A necessidade de parâmetros referenciais de cortisol em atletas: Uma revisão sistemática;

Soares, J., & Alves, G., (2006). Cortisol como variável em psicologia da saúde. Psicologia, Saúde e Doenças, 7(2), 165-177;

Viru A, Viru M. (2001). Assessing changes in adaptivity for optimizing training strategies. In: Viru A, Viru M, editors. Biochemical monitoring of sport training. Champaign: Human Kinetics;193-220.

CAPITULO III – DISCUSSÃO GERAL

Discussão geral

Neste ponto, apresentamos uma síntese das principais conclusões do estudo que realizámos e as suas implicações, a partir das quais propomos também algumas pistas de investigação.

O treino de hipertrofia não promove alterações nos níveis de testosterona (p-value = 0.2324), no entanto, há uma variação que é visível na representação gráfica da amostra (nomeadamente ao nível da mediana, que aumenta).

O treino de hipertrofia não promove alterações nos níveis de cortisol, uma vez que o valor-p é de 0,02, a hipótese pode ser rejeitada para um nível de significância de 0,05. Ou seja, podemos afirmar que o treino de hipertrofia, muito provavelmente, promove alterações nos níveis de cortisol.

O treino de força máxima não promove alterações nos níveis de testosterona, tendo em conta o valor-p obtido, rejeita-se H_0 para um nível de significância inferior a 0,01, pelo que se pode afirmar que muito provavelmente o treino de força máxima promove alterações nos níveis de testosterona.

O treino de força máxima não promove alterações nos níveis de cortisol, tendo em conta o valor-p obtido, rejeita-se H_0 para um nível de significância inferior a 0,01, pelo que se pode afirmar que muito provavelmente o treino de força máxima promove alterações nos níveis de cortisol.

Uma vez que as amostras relativas ao treino de força máxima e ao treino de hipertrofia são radicalmente diferentes, não é possível estabelecer uma relação entre a variação provocada por ambos.

No entanto, tendo em conta os resultados obtidos, pode afirmar-se que as alterações provocadas são mais evidentes no treino de força máxima.

Limitações e pontos fortes

O baixo número de participantes torna a aplicação dos resultados relativamente limitada para outras populações. De uma forma geral, os resultados seriam mais confiáveis com uma amostra maior, envolvendo diferentes perfis de indivíduos, tornando os resultados mais aplicáveis à população em geral.

A escolha dos exercícios também dificultou a generalização das respostas hormonais encontradas para todos os grupos musculares, de acordo com a evidência científica, apenas exercícios para os membros inferiores, como o agachamento, extensão de joelho e prensa de pernas são encontrados como referência (Ahtiainen & Häkkinen, 2009).

É evidente a importância do conhecimento sobre os fatores relacionados com a resposta hormonal ao exercício físico, a resposta poderá influenciar no balanço entre hormonas anabólicas e catabólicas, o que pode interferir nas adaptações procuradas através do treino de força, especialmente quando o objetivo é a melhoria da capacidade de produção de força e o aumento de massa muscular (Both, 2009).

Nem sempre é fácil conhecer a essência e a estrutura do que se quer medir e por vezes pode acontecer querermos medir uma variável e medir outra. Portanto, temos de procurar a validade da medição para termos a certeza que estamos a medir o que realmente desejamos.

O instrumento que estamos a medir dever ser constante e possuir uma precisão suficiente de forma que cada magnitude da característica, qualidade ou fenómeno que se está a medir tenha uma valorização idêntica ou suficientemente semelhante em todos os casos em que o instrumento seja utilizado.

Disto depende a confiança que podemos depositar nos dados, ou seja, a fiabilidade da medição.

Também é necessário ter em conta as circunstâncias em que se realiza a medição: o aquecimento prévio, a temperatura, a hora e, sobretudo, a atitude do desportista que nem sempre se "entrega" da mesma forma durante a realização do teste.

Tudo isto nos leva a dar especial atenção a uma série de limitações que devemos superar para conseguirmos uma boa medição.

Devemos ter em conta, que quando fazemos medições na área do exercício físico, temos de medir o que explica suficientemente uma variação de força no rendimento específico, podem-se utilizar os dados de várias medições (testes), que em conjunto expliquem uma variação maior, ainda que individualmente não tenha uma grande relação com o rendimento desportivo.

Algumas considerações sobre as medições de 1RM, Abernethy et al, (1995) dizem-nos o seguinte: A RM possui uma maior generalização e validade externa na aplicação de testes isométricos e isocinéticos, a sua fiabilidade é alta, ainda que possa variar com o tipo de exercício.

Por último, devemos ter atenção em relação à velocidade com que se alcança a RM, Quanto maior for a velocidade da RM, maior será a percentagem de potência máxima. Existe uma altíssima correlação entre estas

duas variáveis (r = 0,94), mesmo que não seja estatisticamente significativa (p = 0,06), devido ao número reduzido de casos (Ballesteros, 1996).

O conhecimento destas informações poderá trazer substanciais contribuições para a orientação, prescrição e a adesão a programas de exercício físico.

Conclusão geral

Como citado anteriormente, a razão entre a concentração de testosterona e cortisol é frequentemente utilizada como indicador do nível de stress imposto pelo exercício, alterações na concentração destas hormonas são responsáveis por modular diversas respostas induzidas pelo treino, como hipertrofia e ganho de força (Uchida, et al, 2004).

Portanto, esta dissertação de mestrado assumiu como objetivo compreender os efeitos do treino de força nos níveis de testosterona e cortisol, tendo como base dois protocolos de treino de força; treino de hipertrofia (P1) e treino de força máxima (P2), para tal, este estudo apoiou-se num conjunto de variáveis que contemplam os apelos às referências bibliográficas, por conseguinte, realizou-se em primeiro lugar uma revisão de literatura sobre o objetivo deste estudo.

A revisão sistemática de literatura realizada no âmbito do presente estudo constatou que, apesar de ser difícil a comparação entre estudos devido à diversidade de abordagens metodológicas e heterogeneidade das amostras, chegando à conclusão que o treino de força parece ter implicações nos níveis hormonais de testosterona e cortisol, Arazi, Damirchi, & Asadi, (2013), contudo,

não se confirma as varáveis da prescrição dos exercícios, que eventualmente poderem levar às implicações hormonais.

Tendo como base a revisão sistemática de literatura, o trabalho desenvolveu-se com a direção de anular as dúvidas existentes.

Apesar das limitações identificadas, e de outras que podem ser apontadas, considera-se que o estudo permitiu responder às hipóteses de estudo.

Ao longo da elaboração do presente trabalho percebemos que a amostra num estudo com esta dimensão é fundamental, pois constitui o cerne da investigação e que o processo de amostra só está concluído quando se esgota a informação a extrair através do confronto das várias fontes de evidência.

Futuras investigações poderiam utilizar amostras mais amplas quer incidindo nestas faixas etárias quer alargando o âmbito a outras faixas etárias, como também os efeitos do treino de força nas mulheres.

Dada a importância do tema considera-se que muito há ainda que percorrer no campo da investigação nesta área sendo, portanto, um campo fértil de trabalho para ouros investigadores.

Finalizando, concluímos que um estudo representa um método de investigação relevante, sobretudo porque assenta numa pesquisa intensiva e aprofundada de um determinado objeto de estudo, que se encontra extremamente bem definido e que visa compreender a singularidade e globalidade do caso em simultâneo.

Referências bibliográficas

Abernethy, P; Wilson, G; Logan, P., (1995). Strength and power assessment; issues, controversies and challenges. *Sport medicine* 19 (6) 401-417;

Ahtiainen, P.; Häkkinen, K. Strength Athletes Are Capable to Produce Greater Muscle Activation and Neural Fatigue During High-Intensity Resistance Exercise Than Nonathletes. The Journal of Strength & Conditioning Research. Vol. 23. Num. 4. p. 1129-1134 July 2009;

Ballesteros, J., (1996), Los test de campo y su valorización. Pedagógica editorial. Madrid;

Both, L., 2009, respostas hormonais esteroides ao exercício, pág. 25; Universidade federal do rio grande do sul – Escola de educação física.

ANEXOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

A. Convidamos Vª Exª a participar do projeto de dissertação de mestrado, que objetiva examinar a influência de dois protocolos de treino de força (P1: força máxima e P2: hipertrofia) sobre a relação entre a concentração salivar de testosterona e cortisol em homens adultos e saudáveis.

B. Caso pretenda participar de forma voluntária neste estudo, será necessário retirar 2 amostras de saliva, constituído por um tubo plástico que contém um rolo de algodão de alta absorção. É um instrumento específico para a recolha de tal substância. O rolo de algodão será mantido na cavidade oral por 1 minuto, depois colocado no suporte dento do tubo plástico e imediatamente armazenado para posterior análise.

C. Pesar e realizar alguns testes de força (RM´s).

D. Realizar um protocolo de treino de força durante 8 semanas, com 10 exercícios e com uma frequência semanal de duas vezes.

E. Não há riscos envolvendo estes procedimentos, todos são simples e muitas vezes rotineiros no seu treino.

F. Deverá comparecer no local previamente definido pela equipa de avaliação (Mário Sá).

G. Qualquer dúvida pode ser esclarecida pelo pesquisador principal (Mário Sá; 916833679 ou 967191691).

H. Está garantido o seu acesso a todas as informações que pretenda antes, durante e depois do estudo.

I. A sua participação neste estudo é voluntária, tem a liberdade de recusar participar do estudo, ou se aceitar a participar, retirar o seu consentimento a qualquer momento.

J. As informações divulgadas em publicações serão feitas sob forma codificada, para que a confidencialidade seja mantida.

K. Esta pesquisa não tem fins lucrativos e pela sua participação no estudo, você não receberá qualquer valor em dinheiro.

L. Quando os resultados forem publicados, não aparecerá o seu nome, mas sim um código.

Eu, _____ li o texto acima e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual fui convidado a participar. A explicação que recebi menciona os riscos do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação no estudo a qualquer momento sem justificar minha decisão.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

_____ _____

Assinatura do operacional Assinatura do pesquisador

Data: ____/____/____ Data: ____/____/____

Physical Activity Readness Questionnaire - ParQ

Responda SIM ou NÃO

1. Alguma vez o seu médico lhe disse que você tem problemas cardíacos e só pode fazer atividade física recomendada por ele ou por outro médico?

2. Quando está a fazer atividade física sente alguma dor no peito?

3. No último mês, teve alguma dor no peito quando estava a fazer esforço físico?

4. Alguma vez perdeu a consciência ou já perdeu o equilíbrio por causa de vertigem ou tontura?

5. Tem problemas ósseos ou articulares que possam piorar com o incremento da atividade física?

6. O seu médico prescreveu-lhe algum medicamento para a tensão arterial ou para o coração?

7. Sabe da existência de um outro motivo de saúde que leve a que a atividade física não lhe seja recomendada?

Treino de hipertrofia (P1) – Valores iniciais e finais (testosterona e cortisol)

		PRÉ PROTOCOLO			PÓS PROTOCOLO		
	idade	Hipertrofia - Pré (08/12h)			Hipertrofia - Pós (08/12h)		
		1	Testosterona	Cortisol		Testosterona	Cortisol
	33	1	77,6	1,3	1	118,7	1,4
	34	2	77,9	1,7	2	187,2	6
	43	3	163,2	2,8	3	113,7	2,9
	37	4	63,7	1,9	4	106	1,5
	29	5	65,3	2,4	5	65,5	2,1
	37	6	76,4	3,7	6	84,5	2,9
	29	7	68,9	4,5	7	83	1,5
	30	8	78,2	6,8	8	95,8	1,2
	35	9	103,5	1	9	88,7	1,7
	42	10	239,7	6,8	10	147,9	6,4
	29	11	110,8	3,1	11	61,3	2,1
	30	12	96	3,4	12	105	2,1
	43	13	293,8	6,9	13	64,3	1,7
	34	14	30,1	3,9	14	48,9	2
	25	15	429,5	9,5	15	189,9	6,4
Média	34		131,64	3,98		104,0	2,79
D. Padrão	5,57		108,62	2,48		42,7	1,86

Treino de força máxima (P2) – Valores iniciais e finais (testosterona e cortisol)

		PRÉ PROTOCOLO			PÓS PROTOCOLO		
	idade	Força Máxima - Pré (12/16h)			Força Máxima - Pós (12/16h)		
			Testosterona	Cortisol		Testosterona	Cortisol
	37	1	80,1	5,1	1	188,9	6,4
	34	2	69,9	4,5	2	172	4,3
	25	3	64,2	1,6	3	214,2	5,4
	24	4	106	4	4	158,2	9,6
	42	5	56,6	6,4	5	227,9	11,7
	34	6	67,4	6,4	6	133,1	6
	37	7	60,4	1,6	7	116,7	3
	24	8	61,4	1,3	8	184,6	3,4
	23	9	81,4	1	9	101,5	2,5
	41	10	87,3	1,9	10	107	7,1
	39	11	84,7	4,3	11	197	6,7
	37	12	89,1	1,7	12	224,4	2,2
	36	13	76,7	1,4	13	100,1	1,3
	25	14	70,6	1,3	14	129,8	6,6
	35	15	82,7	1,3	15	93,1	0,7
Média	32,87		75,90	2,92		156,57	5,13
D. Padrão	6,73		13,31	1,97		48,02	3,07

Grupo treino de hipertrofia (P1) - Valores pré protocolo

	Nome	Idade	Peso	Altura	IMC	Resultado IMC
1	Pedro Soares	33	75	1,8	23,1	normal
2	Mário Sá	34	70	1,76	22,6	excesso de peso
3	Frias Martins	43	82	1,82	24,8	normal
4	Carlos Gonçalves	37	89	1,9	24,7	normal
5	Claudio Estima	29	78	1,75	25,5	excesso de peso
6	Mário Gandra	37	80	1,71	27,4	excesso de peso
7	Henrique Cavaleiro	29	76	1,85	22,2	normal
8	Diogo Pires	30	95	1,84	28,1	excesso de peso
9	Rui Minhoto	35	85	1,8	26,2	excesso de peso
10	Paulo Alexandre	42	83	1,8	25,6	excesso de peso
11	Carlos Alexandre	29	73	1,8	22,5	normal
12	José Pires	30	78	1,76	25,2	excesso de peso
13	Pedro Cunha	43	76	1,79	23,7	normal
14	António Lima	34	80	1,87	22,9	normal
15	Sérgio Ribeiro	25	70	1,7	24,2	normal
	Média	34,00	79,33	1,80	24,6	

Grupo treino de hipertrofia (P1) - Valores pós protocolo

	Nome	Idade	Peso	Altura	IMC	Resultado IMC
1	Pedro Soares	33	75	1,8	23,1	normal
2	Mário Sá	34	70	1,76	22,6	excesso de peso
3	Frias Martins	43	82	1,82	24,8	normal
4	Carlos Gonçalves	37	89	1,9	24,7	normal
5	Claudio Estima	29	78	1,75	25,5	excesso de peso
6	Mário Gandra	37	80	1,71	27,4	excesso de peso
7	Henrique Cavaleiro	29	76	1,85	22,2	normal
8	Diogo Pires	30	95	1,84	28,1	excesso de peso
9	Rui Minhoto	35	85	1,8	26,2	excesso de peso
10	Paulo Alexandre	42	83	1,8	25,6	excesso de peso
11	Carlos Alexandre	29	73	1,8	22,5	normal
12	José Pires	30	78	1,76	25,2	excesso de peso
13	Pedro Cunha	43	76	1,79	23,7	normal
14	António Lima	34	80	1,87	22,9	normal
15	Sérgio Ribeiro	25	70	1,7	24,2	normal
	Média	34,00	79,33	1,80	24,6	

Grupo treino de força máxima (P2) - Valores pré protocolo

Nome	Idade	Peso	Altura	IMC	Resultado IMC
Luis Pedrosa	37	87	1,9	24,1	normal
José Pedro	34	80	1,78	25,2	excesso de peso
Carlos Cunha	25	68	1,7	23,5	normal
Luis Santos	24	69	1,75	22,5	normal
Sérgio Ramos	42	71	1,82	21,4	normal
Vasco Ramos	34	89	1,86	25,7	excesso de peso
Pedro Correia	37	67	1,75	21,9	normal
João Santos	24	69	1,7	23,9	normal
Mariano Alves	23	71	1,68	25,2	excesso de peso
José Calado	41	75	1,8	23,1	normal
Gerson Alves	39	78	1,76	25,2	excesso de peso
Hugo Tábuas	37	81	1,75	26,4	excesso de peso
Duarte Pedroso	36	90	1,78	28,4	excesso de peso
Júlio Silva	25	78	1,79	24,3	normal
Mário Matos	35	81	1,83	24,2	normal
Média	32,87	76,93	1,78	24,4	

Grupo treino de força máxima (P2) - Valores pós protocolo

Nome	Idade	Peso	Altura	IMC	Resultado IMC
Luis Pedrosa	37	87	1,9	24,1	normal
José Pedro	34	80	1,78	25,2	excesso de peso
Carlos Cunha	25	68	1,7	23,5	normal
Luis Santos	24	69	1,75	22,5	normal
Sérgio Ramos	42	71	1,82	21,4	normal
Vasco Ramos	34	89	1,86	25,7	excesso de peso
Pedro Correia	37	67	1,75	21,9	normal
João Santos	24	69	1,7	23,9	normal
Mariano Alves	23	71	1,68	25,2	excesso de peso
José Calado	41	75	1,8	23,1	normal
Gerson Alves	39	78	1,76	25,2	excesso de peso
Hugo Tábuas	37	81	1,75	26,4	excesso de peso
Duarte Pedroso	36	90	1,78	28,4	excesso de peso
Júlio Silva	25	78	1,79	24,3	normal
Mário Matos	35	81	1,83	24,2	normal
Média	32,87	76,93	1,78	24,4	

RM´s grupo de hipertrofia (P1)

Nome		Percentagens de RM						
Pedro Soares		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	90,0	81,0	72,9	65,6	59,0	53,1	47,8
2	Agachamento na máquina	105,0	94,5	85,1	76,5	68,9	62,0	55,8
3	Flexão de cotovelo com barra W	25,0	22,5	20,3	18,2	16,4	14,8	13,3
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	60,0	54,0	48,6	43,7	39,4	35,4	31,9
5	Flexão de joelho na máquina	50,0	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	60,0	54,0	48,6	43,7	39,4	35,4	31,9
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	85,0	76,5	68,9	62,0	55,8	50,2	45,2
8	Abdução vertical de ombro na máquina	20,0	18,0	16,2	14,6	13,1	11,8	10,6
9	Extensão de joelho na máquina	75,0	67,5	60,8	54,7	49,2	44,3	39,9
10	Flexão plantar com halteres	30,0	27,0	24,3	21,9	19,7	17,7	15,9

Nome		Percentagens de RM						
Mário Sá		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	50,0	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6
2	Agachamento na máquina	80,0	72,0	64,8	58,3	52,5	47,2	42,5
3	Flexão de cotovelo com barra W	30,0	27,0	24,3	21,9	19,7	17,7	15,9
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6	23,9
5	Flexão de joelho na máquina	50,0	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	40,0	36,0	32,4	29,2	26,2	23,6	21,3
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6	23,9
8	Abdução vertical de ombro na máquina	20,0	18,0	16,2	14,6	13,1	11,8	10,6
9	Extensão de joelho na máquina	50,0	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6
10	Flexão plantar com halteres	20,0	18,0	16,2	14,6	13,1	11,8	10,6
Nome		Percentagens de RM						
Frias Martins		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6	23,9
2	Agachamento na máquina	80,0	72,0	64,8	58,3	52,5	47,2	42,5
3	Flexão de cotovelo com barra W	40,0	36,0	32,4	29,2	26,2	23,6	21,3
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6	23,9
5	Flexão de joelho na máquina	60,0	54,0	48,6	43,7	39,4	35,4	31,9
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	30,0	27,0	24,3	21,9	19,7	17,7	15,9
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6	23,9
8	Abdução vertical de ombro na máquina	15,0	13,5	12,2	10,9	9,8	8,9	8,0
9	Extensão de joelho na máquina	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6	23,9
10	Flexão plantar com halteres	25,0	22,5	20,3	18,2	16,4	14,8	13,3
Nome		Percentagens de RM						
Carlos Gonçalves		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	65,0	58,5	52,7	47,4	42,6	38,4	34,5
2	Agachamento na máquina	56,0	50,4	45,4	40,8	36,7	33,1	29,8
3	Flexão de cotovelo com barra W	35,0	31,5	28,4	25,5	23,0	20,7	18,6
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	68,0	61,2	55,1	49,6	44,6	40,2	36,1
5	Flexão de joelho na máquina	35,0	31,5	28,4	25,5	23,0	20,7	18,6
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	60,0	54,0	48,6	43,7	39,4	35,4	31,9
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6	23,9
8	Abdução vertical de ombro na máquina	20,0	18,0	16,2	14,6	13,1	11,8	10,6
9	Extensão de joelho na máquina	50,0	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6
Nome		Percentagens de RM						
Claudio Estima		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	78,0	70,2	63,2	56,9	51,2	46,1	41,5
2	Agachamento na máquina	90,0	81,0	72,9	65,6	59,0	53,1	47,8
3	Flexão de cotovelo com barra W	35,0	31,5	28,4	25,5	23,0	20,7	18,6
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	58,0	52,2	47,0	42,3	38,1	34,2	30,8
5	Flexão de joelho na máquina	60,0	54,0	48,6	43,7	39,4	35,4	31,9
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	56,0	50,4	45,4	40,8	36,7	33,1	29,8
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	55,0	49,5	44,6	40,1	36,1	32,5	29,2
8	Abdução vertical de ombro na máquina	25,0	22,5	20,3	18,2	16,4	14,8	13,3
9	Extensão de joelho na máquina	50,0	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6
10	Flexão plantar com halteres	17,5	15,8	14,2	12,8	11,5	10,3	9,3

Nome		Percentagens de RM						
Mário Gandra		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	92,0	82,8	74,5	67,1	60,4	54,3	48,9
2	Agachamento na máquina	105,0	94,5	85,1	76,5	68,9	62,0	55,8
3	Flexão de cotovelo com barra W	55,0	49,5	44,6	40,1	36,1	32,5	29,2
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	80,0	72,0	64,8	58,3	52,5	47,2	42,5
5	Flexão de joelho na máquina	50,0	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6	23,9
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	70,0	63,0	56,7	51,0	45,9	41,3	37,2
8	Abdução vertical de ombro na máquina	18,0	16,2	14,6	13,1	11,8	10,6	9,6
9	Extensão de joelho na máquina	54,0	48,6	43,7	39,4	35,4	31,9	28,7
10	Flexão plantar com halteres	24,0	21,6	19,4	17,5	15,7	14,2	12,8
Nome		Percentagens de RM						
Henrique Cavaleiro		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	50,0	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6
2	Agachamento na máquina	82,0	73,8	66,4	59,8	53,8	48,4	43,6
3	Flexão de cotovelo com barra W	33,0	29,7	26,7	24,1	21,7	19,5	17,5
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6	23,9
5	Flexão de joelho na máquina	50,0	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	34,0	30,6	27,5	24,8	22,3	20,1	18,1
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6	23,9
8	Abdução vertical de ombro na máquina	28,0	25,2	22,7	20,4	18,4	16,5	14,9
9	Extensão de joelho na máquina	50,0	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6
10	Flexão plantar com halteres	20,0	18,0	16,2	14,6	13,1	11,8	10,6
Nome		Percentagens de RM						
Diogo Pires		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	98,0	88,2	79,4	71,4	64,3	57,9	52,1
2	Agachamento na máquina	101,0	90,9	81,8	73,6	66,3	59,6	53,7
3	Flexão de cotovelo com barra W	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6	23,9
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	78,0	70,2	63,2	56,9	51,2	46,1	41,5
5	Flexão de joelho na máquina	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6	23,9
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	44,0	39,6	35,6	32,1	28,9	26,0	23,4
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	68,0	61,2	55,1	49,6	44,6	40,2	36,1
8	Abdução vertical de ombro na máquina	20,0	18,0	16,2	14,6	13,1	11,8	10,6
9	Extensão de joelho na máquina	57,0	51,3	46,2	41,6	37,4	33,7	30,3
10	Flexão plantar com halteres	28,0	25,2	22,7	20,4	18,4	16,5	14,9
Nome		Percentagens de RM						
Rui Minhoto		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	92,0	82,8	74,5	67,1	60,4	54,3	48,9
2	Agachamento na máquina	98,0	88,2	79,4	71,4	64,3	57,9	52,1
3	Flexão de cotovelo com barra W	27,0	24,3	21,9	19,7	17,7	15,9	14,3
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	65,0	58,5	52,7	47,4	42,6	38,4	34,5
5	Flexão de joelho na máquina	54,0	48,6	43,7	39,4	35,4	31,9	28,7
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	62,5	56,3	50,6	45,6	41,0	36,9	33,2
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	85,0	76,5	68,9	62,0	55,8	50,2	45,2
8	Abdução vertical de ombro na máquina	23,0	20,7	18,6	16,8	15,1	13,6	12,2
9	Extensão de joelho na máquina	77,0	69,3	62,4	56,1	50,5	45,5	40,9
10	Flexão plantar com halteres	33,0	29,7	26,7	24,1	21,7	19,5	17,5
Nome		Percentagens de RM						
Paulo Alexandre		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	90,0	81,0	72,9	65,6	59,0	53,1	47,8
2	Agachamento na máquina	89,0	80,1	72,1	64,9	58,4	52,6	47,3
3	Flexão de cotovelo com barra W	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6	23,9
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	78,0	70,2	63,2	56,9	51,2	46,1	41,5
5	Flexão de joelho na máquina	52,5	47,3	42,5	38,3	34,4	31,0	27,9
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	47,5	42,8	38,5	34,6	31,2	28,0	25,2
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	70,0	63,0	56,7	51,0	45,9	41,3	37,2
8	Abdução vertical de ombro na máquina	20,0	18,0	16,2	14,6	13,1	11,8	10,6
9	Extensão de joelho na máquina	57,5	51,8	46,6	41,9	37,7	34,0	30,6
10	Flexão plantar com halteres	26,0	23,4	21,1	19,0	17,1	15,4	13,8

Nome		Percentagens de RM						
Carlos Alexandre		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	46,0	41,4	37,3	33,5	30,2	27,2	24,4
2	Agachamento na máquina	86,0	77,4	69,7	62,7	56,4	50,8	45,7
3	Flexão de cotovelo com barra W	42,0	37,8	34,0	30,6	27,6	24,8	22,3
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	47,5	42,8	38,5	34,6	31,2	28,0	25,2
5	Flexão de joelho na máquina	62,5	56,3	50,6	45,6	41,0	36,9	33,2
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	33,0	29,7	26,7	24,1	21,7	19,5	17,5
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	47,0	42,3	38,1	34,3	30,8	27,8	25,0
8	Abdução vertical de ombro na máquina	15,5	14,0	12,6	11,3	10,2	9,2	8,2
9	Extensão de joelho na máquina	41,0	36,9	33,2	29,9	26,9	24,2	21,8
10	Flexão plantar com halteres	22,0	19,8	17,8	16,0	14,4	13,0	11,7
Nome		Percentagens de RM						
José Pires		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	52,0	46,8	42,1	37,9	34,1	30,7	27,6
2	Agachamento na máquina	87,5	78,8	70,9	63,8	57,4	51,7	46,5
3	Flexão de cotovelo com barra W	34,0	30,6	27,5	24,8	22,3	20,1	18,1
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	46,5	41,9	37,7	33,9	30,5	27,5	24,7
5	Flexão de joelho na máquina	52,0	46,8	42,1	37,9	34,1	30,7	27,6
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	35,0	31,5	28,4	25,5	23,0	20,7	18,6
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	47,5	42,8	38,5	34,6	31,2	28,0	25,2
8	Abdução vertical de ombro na máquina	29,0	26,1	23,5	21,1	19,0	17,1	15,4
9	Extensão de joelho na máquina	48,5	43,7	39,3	35,4	31,8	28,6	25,8
10	Flexão plantar com halteres	22,0	19,8	17,8	16,0	14,4	13,0	11,7
Nome		Percentagens de RM						
Pedro Cunha		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	60,0	54,0	48,6	43,7	39,4	35,4	31,9
2	Agachamento na máquina	67,5	60,8	54,7	49,2	44,3	39,9	35,9
3	Flexão de cotovelo com barra W	35,5	32,0	28,8	25,9	23,3	21,0	18,9
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	77,5	69,8	62,8	56,5	50,8	45,8	41,2
5	Flexão de joelho na máquina	52,5	47,3	42,5	38,3	34,4	31,0	27,9
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	47,5	42,8	38,5	34,6	31,2	28,0	25,2
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	77,0	69,3	62,4	56,1	50,5	45,5	40,9
8	Abdução vertical de ombro na máquina	22,5	20,3	18,2	16,4	14,8	13,3	12,0
9	Extensão de joelho na máquina	57,5	51,8	46,6	41,9	37,7	34,0	30,6
10	Flexão plantar com halteres	26,0	23,4	21,1	19,0	17,1	15,4	13,8
Nome		Percentagens de RM						
António Lima		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	82,0	73,8	66,4	59,8	53,8	48,4	43,6
2	Agachamento na máquina	87,0	78,3	70,5	63,4	57,1	51,4	46,2
3	Flexão de cotovelo com barra W	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6	23,9
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	77,5	69,8	62,8	56,5	50,8	45,8	41,2
5	Flexão de joelho na máquina	46,0	41,4	37,3	33,5	30,2	27,2	24,4
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	40,0	36,0	32,4	29,2	26,2	23,6	21,3
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6	23,9
8	Abdução vertical de ombro na máquina	20,0	18,0	16,2	14,6	13,1	11,8	10,6
9	Extensão de joelho na máquina	42,5	38,3	34,4	31,0	27,9	25,1	22,6
10	Flexão plantar com halteres	28,0	25,2	22,7	20,4	18,4	16,5	14,9
Nome		Percentagens de RM						
Sérgio Ribeiro		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	90,0	81,0	72,9	65,6	59,0	53,1	47,8
2	Agachamento na máquina	96,0	86,4	77,8	70,0	63,0	56,7	51,0
3	Flexão de cotovelo com barra W	30,0	27,0	24,3	21,9	19,7	17,7	15,9
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	67,5	60,8	54,7	49,2	44,3	39,9	35,9
5	Flexão de joelho na máquina	52,0	46,8	42,1	37,9	34,1	30,7	27,6
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	62,5	56,3	50,6	45,6	41,0	36,9	33,2
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	80,0	72,0	64,8	58,3	52,5	47,2	42,5
8	Abdução vertical de ombro na máquina	16,0	14,4	13,0	11,7	10,5	9,4	8,5
9	Extensão de joelho na máquina	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6	23,9
10	Flexão plantar com halteres	35,0	31,5	28,4	25,5	23,0	20,7	18,6

RM´s grupo de força máxima (P2)

Nome		Percentagens de RM						
Luis Pedrosa		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	78,0	70,2	63,2	56,9	51,2	46,1	41,5
2	Agachamento na máquina	90,0	81,0	72,9	65,6	59,0	53,1	47,8
3	Flexão de cotovelo com barra W	35,0	31,5	28,4	25,5	23,0	20,7	18,6
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	58,0	52,2	47,0	42,3	38,1	34,2	30,8
5	Flexão de joelho na máquina	60,0	54,0	48,6	43,7	39,4	35,4	31,9
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	56,0	50,4	45,4	40,8	36,7	33,1	29,8
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	55,0	49,5	44,6	40,1	36,1	32,5	29,2
8	Abdução vertical de ombro na máquina	25,0	22,5	20,3	18,2	16,4	14,8	13,3
9	Extensão de joelho na máquina	50,0	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6
10	Flexão plantar com halteres	17,5	15,8	14,2	12,8	11,5	10,3	9,3
Nome		Percentagens de RM						
José Pedro		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	78,0	70,2	63,2	56,9	51,2	46,1	41,5
2	Agachamento na máquina	90,0	81,0	72,9	65,6	59,0	53,1	47,8
3	Flexão de cotovelo com barra W	35,0	31,5	28,4	25,5	23,0	20,7	18,6
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	58,0	52,2	47,0	42,3	38,1	34,2	30,8
5	Flexão de joelho na máquina	60,0	54,0	48,6	43,7	39,4	35,4	31,9
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	56,0	50,4	45,4	40,8	36,7	33,1	29,8
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	55,0	49,5	44,6	40,1	36,1	32,5	29,2
8	Abdução vertical de ombro na máquina	25,0	22,5	20,3	18,2	16,4	14,8	13,3
9	Extensão de joelho na máquina	50,0	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6
10	Flexão plantar com halteres	17,5	15,8	14,2	12,8	11,5	10,3	9,3
Nome		Percentagens de RM						
Carlos Cunha		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	50,0	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6
2	Agachamento na máquina	82,0	73,8	66,4	59,8	53,8	48,4	43,6
3	Flexão de cotovelo com barra W	33,0	29,7	26,7	24,1	21,7	19,5	17,5
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6	23,9
5	Flexão de joelho na máquina	50,0	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	34,0	30,6	27,5	24,8	22,3	20,1	18,1
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6	23,9
8	Abdução vertical de ombro na máquina	28,0	25,2	22,7	20,4	18,4	16,5	14,9
9	Extensão de joelho na máquina	50,0	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6
10	Flexão plantar com halteres	20,0	18,0	16,2	14,6	13,1	11,8	10,6
Nome		Percentagens de RM						
Luis Santos		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	98,0	88,2	79,4	71,4	64,3	57,9	52,1
2	Agachamento na máquina	101,0	90,9	81,8	73,6	66,3	59,6	53,7
3	Flexão de cotovelo com barra W	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6	23,9
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	78,0	70,2	63,2	56,9	51,2	46,1	41,5
5	Flexão de joelho na máquina	47,0	42,3	38,1	34,3	30,8	27,8	25,0
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	44,0	39,6	35,6	32,1	28,9	26,0	23,4
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	68,0	61,2	55,1	49,6	44,6	40,2	36,1
8	Abdução vertical de ombro na máquina	20,0	18,0	16,2	14,6	13,1	11,8	10,6
9	Extensão de joelho na máquina	57,0	51,3	46,2	41,6	37,4	33,7	30,3
10	Flexão plantar com halteres	28,0	25,2	22,7	20,4	18,4	16,5	14,9

Nome		Percentagens de RM						
Sérgio Ramos		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	37,5	33,8	30,4	27,3	24,6	22,1	19,9
2	Agachamento na máquina	78,0	70,2	63,2	56,9	51,2	46,1	41,5
3	Flexão de cotovelo com barra W	34,0	30,6	27,5	24,8	22,3	20,1	18,1
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6	23,9
5	Flexão de joelho na máquina	50,0	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	36,0	32,4	29,2	26,2	23,6	21,3	19,1
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6	23,9
8	Abdução vertical de ombro na máquina	30,0	27,0	24,3	21,9	19,7	17,7	15,9
9	Extensão de joelho na máquina	52,5	47,3	42,5	38,3	34,4	31,0	27,9
10	Flexão plantar com halteres	30,0	27,0	24,3	21,9	19,7	17,7	15,9

Nome		Percentagens de RM						
Vasco Ramos		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	42,5	38,3	34,4	31,0	27,9	25,1	22,6
2	Agachamento na máquina	80,0	72,0	64,8	58,3	52,5	47,2	42,5
3	Flexão de cotovelo com barra W	26,0	23,4	21,1	19,0	17,1	15,4	13,8
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	30,0	27,0	24,3	21,9	19,7	17,7	15,9
5	Flexão de joelho na máquina	54,0	48,6	43,7	39,4	35,4	31,9	28,7
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	38,5	34,7	31,2	28,1	25,3	22,7	20,5
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	50,0	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6
8	Abdução vertical de ombro na máquina	24,0	21,6	19,4	17,5	15,7	14,2	12,8
9	Extensão de joelho na máquina	52,5	47,3	42,5	38,3	34,4	31,0	27,9
10	Flexão plantar com halteres	34,0	30,6	27,5	24,8	22,3	20,1	18,1

Nome		Percentagens de RM						
Pedro Correia		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	40,0	36,0	32,4	29,2	26,2	23,6	21,3
2	Agachamento na máquina	65,0	58,5	52,7	47,4	42,6	38,4	34,5
3	Flexão de cotovelo com barra W	37,0	33,3	30,0	27,0	24,3	21,8	19,7
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6	23,9
5	Flexão de joelho na máquina	52,0	46,8	42,1	37,9	34,1	30,7	27,6
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	28,0	25,2	22,7	20,4	18,4	16,5	14,9
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	38,0	34,2	30,8	27,7	24,9	22,4	20,2
8	Abdução vertical de ombro na máquina	32,5	29,3	26,3	23,7	21,3	19,2	17,3
9	Extensão de joelho na máquina	55,0	49,5	44,6	40,1	36,1	32,5	29,2
10	Flexão plantar com halteres	32,0	28,8	25,9	23,3	21,0	18,9	17,0

Nome		Percentagens de RM						
João Santos		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	40,0	36,0	32,4	29,2	26,2	23,6	21,3
2	Agachamento na máquina	80,0	72,0	64,8	58,3	52,5	47,2	42,5
3	Flexão de cotovelo com barra W	38,0	34,2	30,8	27,7	24,9	22,4	20,2
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	50,0	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6
5	Flexão de joelho na máquina	52,5	47,3	42,5	38,3	34,4	31,0	27,9
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	40,0	36,0	32,4	29,2	26,2	23,6	21,3
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	52,5	47,3	42,5	38,3	34,4	31,0	27,9
8	Abdução vertical de ombro na máquina	26,0	23,4	21,1	19,0	17,1	15,4	13,8
9	Extensão de joelho na máquina	54,0	48,6	43,7	39,4	35,4	31,9	28,7
10	Flexão plantar com halteres	20,0	18,0	16,2	14,6	13,1	11,8	10,6

Nome		Percentagens de RM						
Mariano Alves		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	50,0	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6
2	Agachamento na máquina	85,0	76,5	68,9	62,0	55,8	50,2	45,2
3	Flexão de cotovelo com barra W	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6	23,9
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	47,0	42,3	38,1	34,3	30,8	27,8	25,0
5	Flexão de joelho na máquina	55,0	49,5	44,6	40,1	36,1	32,5	29,2
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	36,0	32,4	29,2	26,2	23,6	21,3	19,1
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6	23,9
8	Abdução vertical de ombro na máquina	34,0	30,6	27,5	24,8	22,3	20,1	18,1
9	Extensão de joelho na máquina	55,0	49,5	44,6	40,1	36,1	32,5	29,2
10	Flexão plantar com halteres	40,0	36,0	32,4	29,2	26,2	23,6	21,3

Nome		Percentagens de RM						
José Calado		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	86,0	77,4	69,7	62,7	56,4	50,8	45,7
2	Agachamento na máquina	90,0	81,0	72,9	65,6	59,0	53,1	47,8
3	Flexão de cotovelo com barra W	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6	23,9
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	47,0	42,3	38,1	34,3	30,8	27,8	25,0
5	Flexão de joelho na máquina	55,0	49,5	44,6	40,1	36,1	32,5	29,2
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	40,0	36,0	32,4	29,2	26,2	23,6	21,3
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	47,5	42,8	38,5	34,6	31,2	28,0	25,2
8	Abdução vertical de ombro na máquina	34,0	30,6	27,5	24,8	22,3	20,1	18,1
9	Extensão de joelho na máquina	54,0	48,6	43,7	39,4	35,4	31,9	28,7
10	Flexão plantar com halteres	20,0	18,0	16,2	14,6	13,1	11,8	10,6

Nome		Percentagens de RM						
Gerson Alves		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	102,0	91,8	82,6	74,4	66,9	60,2	54,2
2	Agachamento na máquina	80,0	72,0	64,8	58,3	52,5	47,2	42,5
3	Flexão de cotovelo com barra W	38,0	34,2	30,8	27,7	24,9	22,4	20,2
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	60,0	54,0	48,6	43,7	39,4	35,4	31,9
5	Flexão de joelho na máquina	54,0	48,6	43,7	39,4	35,4	31,9	28,7
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	37,0	33,3	30,0	27,0	24,3	21,8	19,7
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6	23,9
8	Abdução vertical de ombro na máquina	34,0	30,6	27,5	24,8	22,3	20,1	18,1
9	Extensão de joelho na máquina	50,0	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6
10	Flexão plantar com halteres	42,0	37,8	34,0	30,6	27,6	24,8	22,3

Nome		Percentagens de RM						
Hugo Tábuas		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	92,5	83,3	74,9	67,4	60,7	54,6	49,2
2	Agachamento na máquina	85,0	76,5	68,9	62,0	55,8	50,2	45,2
3	Flexão de cotovelo com barra W	37,0	33,3	30,0	27,0	24,3	21,8	19,7
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	76,0	68,4	61,6	55,4	49,9	44,9	40,4
5	Flexão de joelho na máquina	54,0	48,6	43,7	39,4	35,4	31,9	28,7
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	36,0	32,4	29,2	26,2	23,6	21,3	19,1
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	45,5	41,0	36,9	33,2	29,9	26,9	24,2
8	Abdução vertical de ombro na máquina	34,0	30,6	27,5	24,8	22,3	20,1	18,1
9	Extensão de joelho na máquina	56,0	50,4	45,4	40,8	36,7	33,1	29,8
10	Flexão plantar com halteres	32,5	29,3	26,3	23,7	21,3	19,2	17,3

Nome		Percentagens de RM						
Duarte Pedroso		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	76,0	68,4	61,6	55,4	49,9	44,9	40,4
2	Agachamento na máquina	90,0	81,0	72,9	65,6	59,0	53,1	47,8
3	Flexão de cotovelo com barra W	40,0	36,0	32,4	29,2	26,2	23,6	21,3
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	78,0	70,2	63,2	56,9	51,2	46,1	41,5
5	Flexão de joelho na máquina	50,0	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	36,0	32,4	29,2	26,2	23,6	21,3	19,1
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	52,5	47,3	42,5	38,3	34,4	31,0	27,9
8	Abdução vertical de ombro na máquina	36,0	32,4	29,2	26,2	23,6	21,3	19,1
9	Extensão de joelho na máquina	54,0	48,6	43,7	39,4	35,4	31,9	28,7
10	Flexão plantar com halteres	18,0	16,2	14,6	13,1	11,8	10,6	9,6

Nome		Percentagens de RM						
Júlio Silva		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	106,0	95,4	85,9	77,3	69,5	62,6	56,3
2	Agachamento na máquina	80,0	72,0	64,8	58,3	52,5	47,2	42,5
3	Flexão de cotovelo com barra W	34,0	30,6	27,5	24,8	22,3	20,1	18,1
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	80,0	72,0	64,8	58,3	52,5	47,2	42,5
5	Flexão de joelho na máquina	55,0	49,5	44,6	40,1	36,1	32,5	29,2
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	50,0	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	85,0	76,5	68,9	62,0	55,8	50,2	45,2
8	Abdução vertical de ombro na máquina	38,0	34,2	30,8	27,7	24,9	22,4	20,2
9	Extensão de joelho na máquina	52,5	47,3	42,5	38,3	34,4	31,0	27,9
10	Flexão plantar com halteres	22,5	20,3	18,2	16,4	14,8	13,3	12,0

Nome		Percentagens de RM						
Mário Matos		100	90	80	70	60	50	40
1	Supino com barra em banco horizontal	65,0	58,5	52,7	47,4	42,6	38,4	34,5
2	Agachamento na máquina	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6	23,9
3	Flexão de cotovelo com barra W	34,0	30,6	27,5	24,8	22,3	20,1	18,1
4	Puxador dorsal vertical com pega larga	45,0	40,5	36,5	32,8	29,5	26,6	23,9
5	Flexão de joelho na máquina	55,0	49,5	44,6	40,1	36,1	32,5	29,2
6	Extensão de cotovelo com cabo na máquina	38,0	34,2	30,8	27,7	24,9	22,4	20,2
7	Supino com barra em banco inclinado a 30º	47,0	42,3	38,1	34,3	30,8	27,8	25,0
8	Abdução vertical de ombro na máquina	32,0	28,8	25,9	23,3	21,0	18,9	17,0
9	Extensão de joelho na máquina	52,5	47,3	42,5	38,3	34,4	31,0	27,9
10	Flexão plantar com halteres	34,0	30,6	27,5	24,8	22,3	20,1	18,1

Script do R (o código)

```
dados_estudo<-read.table("Dados_do_estudo.txt",header = TRUE)
dados_estudo
```

Treino hipertrofia

Testosterona (antes)

```
summary(dados_estudo$Hiper_Pre_Testosterona)
```

Cortisol (antes)

```
summary(dados_estudo$Hiper_Pre_Cortisol)
```

Testosterona (depois)

```
summary(dados_estudo$Hiper_Pos_Testosterona)
```

Cortisol (depois)

```
summary(dados_estudo$Hiper_Pos_Cortisol)
```

Treino força máxima

Testosterona (antes)

```
summary(dados_estudo$Forca_Pre_Testosterona)
```

Cortisol (antes)

```
summary(dados_estudo$Forca_Pre_Cortisol)
```

Testosterona (depois)

```
summary(dados_estudo$Forca_Pos_Testosterona)
```

Cortisol (depois)

```
summary(dados_estudo$Forca_Pos_Cortisol)
```

BOXPLOT

Treino hipertrofia

Testosterona

```
box<-boxplot
(data.frame(dados_estudo$Hiper_Pre_Testosterona,
dados_estudo$Hiper_Pos_Testosterona),
```

```
col=(c("cyan4","olivedrab3")),
main="Testosterona",


par(mar = c(5, 5, 4, 2) + 0.6),
names = c("",""),
ylim=c(0,200),id.n=Inf,
outcol="firebrick1",outpch=16)
```

Argumentos do eixo

```
mtext("Pre protocolo", side=1, line=1, at=1, las=1, font=2)
mtext("Pos protocolo", side=1, line=1, at=2, las=1, font=2)
```

Axis labels

```
mtext("Treino de hipertrofia", side = 1, line = 3, cex = 1, font = 3)
```

Cortisol

```
box<-boxplot(
data.frame(dados_estudo$Hiper_Pre_Cortisol,
dados_estudo$Hiper_Pos_Cortisol),
col=(c("indianred1","orange")),
main="Cortisol",
par(mar = c(5, 5, 4, 2) + 0.6),
names = c("",""),
ylim=c(0,10),id.n=Inf,
outcol="darkblue",outpch=16)
```

Argumentos do eixo

```
mtext("Pre protocolo", side=1, line=1, at=1, las=1, font=2)
mtext("Pos protocolo", side=1, line=1, at=2, las=1, font=2)
```

Axis labels

```
mtext("Treino de Hipertrofia", side = 1, line = 3, cex = 1, font = 3)
```

Treino força máxima

Testosterona

```
box<-boxplot(
data.frame(dados_estudo$Forca_Pre_Testosterona,
dados_estudo$Forca_Pos_Testosterona),
col=(c("cyan4","olivedrab3")),
main="Testosterona",

par(mar = c(5, 5, 4, 2) + 0.6),
names = c("",""),
ylim=c(0,250),id.n=Inf,
outcol="firebrick1",outpch=16)
```

Argumentos do eixo

```
mtext("Pre protocolo", side=1, line=1, at=1, las=1, font=2)
mtext("Pos protocolo", side=1, line=1, at=2, las=1, font=2)
```

Axis labels

```
mtext("Treino de força", side = 1, line = 3, cex = 1, font = 3)
```

Cortisol

```
box<-boxplot(
data.frame(dados_estudo$Forca_Pre_Cortisol,
dados_estudo$Forca_Pos_Cortisol),
col=(c("indianred1","orange")),
main="Cortisol",

par(mar = c(5, 5, 4, 2) + 0.6),
names = c("",""),
ylim=c(0,13),id.n=Inf,
outcol="firebrick1",outpch=16)
```

Argumentos do eixo

```
mtext("Pre protocolo", side=1, line=1, at=1, las=1, font=2)
mtext("Pos protocolo", side=1, line=1, at=2, las=1, font=2)
```

Axis labels

```
mtext("Treino de Força", side = 1, line = 3, cex = 1, font = 3)
```

Teste de hipóteses

```
wilcox.test(dados_estudo$Hiper_Pre_Testosterona,
dados_estudo$Hiper_Pos_Testosterona,
paired=TRUE)

wilcox.test(dados_estudo$Hiper_Pre_Cortisol,
dados_estudo$Hiper_Pos_Cortisol,
paired=TRUE)

wilcox.test(dados_estudo$Forca_Pre_Testosterona,
dados_estudo$Forca_Pos_Testosterona,
paired=TRUE)

wilcox.test(dados_estudo$Forca_Pre_Cortisol,
dados_estudo$Forca_Pos_Cortisol,
paired=TRUE)
```