

**JONATHAN TAVARES DIAS
ELAINE CRISTINA DOMINGUES DOS SANTOS**

RELAÇÃO ENTRE OS TESTES INDIRETOS PARA AVALIAÇÃO DO DANO MUSCULAR APÓS OS EXERCÍCIOS EXCÊNTRICOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Educação Física, do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Câmpus Muzambinho, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof^a. MSc. Wagner Zeferino de Freitas.

**MUZAMBINHO
2013**

RELAÇÃO ENTRE OS TESTES INDIRETOS PARA AVALIAÇÃO DO DANO MUSCULAR APÓS OS EXERCÍCIOS EXCÊNTRICOS

Jonathan Tavares Dias
Elaine Cristina Domingues dos Santos
Patrícia Alvarenga Santini
Wagner Zeferino de Freitas¹
Elisângela Silva
Fabiano Fernandes da Silva
Renato Aparecido de Souza
(1) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais,
Muzambinho, Minas Gerais, Brasil
wagnerzf@yahoo.com.br

RESUMO: O dano muscular é ocasionado pela ruptura, alargamento ou prolongamento da linha Z, pelo rompimento do sarcolema e um dano às fibras musculares, o que resulta em danos a ultraestrutura, a matriz extracelular, e, possivelmente, aos capilares. O presente trabalho tem como objetivo correlacionar vários métodos indiretos de identificação de dano muscular com o teste de ação voluntária máxima, que segundo a literatura é o mais indicado. O trabalho também identificou o dano muscular provocado pelo protocolo de treino excêntrico, que segundo os autores consultados é ação que provoca maior proporção de dano muscular. A amostra do estudo foi composta de 8 indivíduos com experiência em musculação a pelo menos um ano. Estes não poderiam realizar quaisquer outras atividades durante as coletas. Antes da execução do treinamento foi avaliado a perímetria, potência, força máxima, dor muscular de início tardio, amplitude articular e força isométrica. O treinamento foi composto por 8 séries de 12 RM, onde os avaliados realizavam apenas a fase excêntrica do exercício proposto (rosca scott). Todas as avaliações foram repetidas logo após (momento 0), 24, 48, 72 e 96 horas após, para acompanhar a magnitude do dano muscular. Foi realizada uma análise estatística onde foi feita a correlação dos testes de força máxima, força isométrica e potência com a amplitude articular, DMT e perímetria, com o objetivo de identificar quais testes tem relação com o teste de ação voluntária máxima. Conclui-se que a perímetria; amplitude articular; DMT são bons marcadores de dano muscular, pois apresentaram pelo menos um dos momentos observados uma relação considerada no mínimo como “forte” na relação com os testes de ação voluntária máxima, que segundo a literatura é o método indireto que melhor identifica o dano muscular.

Palavras-Chave: dano muscular; métodos indiretos; treino excêntrico

INTRODUÇÃO

Há mais de cem anos encontramos indícios de estudos relacionados com o dano muscular. O dano muscular (DM) é uma microrruptura/microlesão no sarcômero (FRANÇA, 2011), com ruptura mecânica na fibra muscular (CLARKSON; HUBAL, 2002). Este dano é ocasionado especialmente pela ruptura, alargamento ou prolongamento da linha Z, ou pelo rompimento do sarcolema (TOGASHI, 2009). Clarkson e Hubal, (2002) relatam que o exercício físico pode provocar um dano às fibras musculares, o que resulta em danos a ultra estrutura, a matriz extracelular, e, possivelmente, aos capilares.

Já é consenso na literatura que são vários os fatores que podem interferir no surgimento e na magnitude do dano muscular, entre eles destacamos: os exercícios que não são comuns no seu dia a dia, onde estes podem ser intensos ou de longa duração (TOGASHI, 2009); o maior trabalho mecânico (BERTON et al., 2012); o maior tempo de tensão (CHAPMAN et al., 2006); a idade dos indivíduos (FRANÇA, 2011); os tipos de ações musculares concêntrica, excêntrica e isométrica (FRANÇA, 2011) entre outros.

Sabemos que na ação muscular ocorrem duas fases: a fase da ação concêntrica e a fase excêntrica; a ação concêntrica apresenta um encurtamento do músculo ou aproximação da origem e inserção muscular sendo assim a fase em que a resistência externa é superada pela ação do músculo e a ação excêntrica caracterizada pelo alongamento das fibras musculares ou quando a origem se afasta da inserção, sendo que a resistência externa vence a muscular (POWERS; HOWLEY, 2009; IDE et al., 2011; IDE, 2010) e é definida com um alongamento ativo dos sarcômeros (IDE et al., 2011).

Vários estudos indicam que a fase excêntrica provoca maior magnitude de dano muscular (FRANÇA, 2011; CLARKSON; HUBAL, 2002; TOGASHI, 2009; MOLINA; AMORIM, 2007; ALMEIDA, 1999; RADAELLI, 2003; IDE et al., 2010).

Os estudos de Ide (2010), Ide et al. (2010) e Ide et al. (2011), relatam que as ações excêntricas produzem até 60% mais força do que outras ações musculares. Algumas hipóteses justificam o motivo pelos quais as ações excêntricas produzem mais força quando comparado às outras ações musculares. A primeira hipótese é a ocorrência da não uniformidade e instabilidade do comprimento do sarcômero, pois os que estão próximos do centro das fibras musculares alongam-se mais que os outros, com isso esse sarcômero mais alongado permanece praticamente em isometria (IDE, 2010; IDE et al., 2011). A segunda hipótese é devido à presença de proteínas com característica elástica, como a titina, que é um componente elástico do músculo que tem uma grande

participação no aumento da força após o alongamento. Os aspectos mais importantes a serem considerados são basicamente: 1) os pontos de ancoragem, especificamente no disco Z e linha M; 2) os sítios de ligação com a miosina e a afinidade com os MyBP-C (IDE, 2010; IDE et. al, 2011). A terceira hipótese é que durante as ações excêntricas não há necessidade de uma molécula de ATP para desconectar as pontes cruzadas, pois estas são desconectadas mecanicamente devido ao alongamento do músculo, portanto há um menor gasto de ATP (IDE, 2010; IDE et. al, 2011).

Como falado anteriormente, as ações excêntrica causam um maior dano tecidual, isso se deve ao fato das contrações excêntricas serem resultado de uma maior agressão mecânica, isso é atribuído ao alongamento do músculo, gerando uma maior tensão sobre a mesma quantidade de fibras, facilitando o processo de ruptura das fibras (maior estresse mecânico) (CLARKSON; HUBAL, 2002; IDE, 2010; RADAELLI, 2003). Essa ação muscular produz uma maior sobrecarga por fibra muscular, por isso há maior produção de DM (TOGASHI, 2009; ALMEIDA, 1999). Ocorre também um menor recrutamento de unidades motoras para uma determina força muscular, gerando assim um maior DM (IDE, 2010; RADAELLI, 2003).

Segundo Togashi (2009), nas ações excêntricas há um menor recrutamento de fibras, o que foi comprovado por Enoka em 1996, que utilizou a eletromiografia para identificar a ativação do músculo, concluindo que quando comparado com exercícios isométricos e concêntricos, a ação excêntrica tem uma menor ativação do músculo.

Alguns estudos nos mostram que quando utilizado um protocolo de treino que exclui a fase excêntrica, há um menor incremento da força. Com isso chegaram à conclusão de que, quando maior a incidência de MTA acompanhado de um tempo adequado para regeneração das fibras, proporciona um maior incremento da força e hipertrofia muscular, gerado pelas ações excêntricas (IDE, 2010).

De acordo com Ide (2010) e Radanelli (2003), as fibras musculares do tipo 2 são mais suscetíveis a micro trauma adaptativo (MTA) e a hipertrofia, pois durante as ações excêntricas são utilizadas unidade motoras preferencialmente do tipo 2.

Segundo Clarkson; e Hubal, (2002) após a ocorrência do DM, se inicia a instalação do processo inflamatório e é um dos elementos que promovem a uma regeneração muscular.

Atualmente existem vários métodos de identificação de dano muscular em humanos (métodos diretos e indiretos): os métodos diretos são: biopsia e imagem de ressonância magnética. Porém esses métodos diretos ainda são de difíceis acessos, além disso, a biopsia utiliza apenas uma pequena parte do músculo, podendo gerar alguns

erros, já na ressonância, ainda não está totalmente esclarecido o que as imagens representam. Os métodos indiretos relatados na literatura para identificar o surgimento de dano muscular são: a) os protocolos para identificação da dor muscular de início tardio (DMIT), sabendo-se que quanto maior a dor, maior foi o dano. (CLARKSON; HUBAL, 2002); b) a quantidade de proteína no sangue, como: creatina quinase, lactato desidrogenase (LDH), mioglobina, troponina e a miosina da cadeia pesada; c) perimetria dos seguimentos corporais, pois quando ocorre à lesão há um inchaço no músculo (formação de edema muscular); d) parâmetros de performance, como a queda da capacidade de realização da força, exemplo: registro da contração voluntária máxima (TOGASHI, 2009) ou o decréscimo na produção de força isométrica (RADAELLI, 2003); e) e as alterações na amplitude muscular (BERTON et. al, 2012).

Segundo Clarkson e Hubal, (2002) a perda da força após um exercício excêntrico é um dos métodos indiretos mais validos e confiáveis de avaliação do dano muscular em humanos. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi identificar o DM ocasionado pelo protocolo de treino excêntrico e de correlacionar vários métodos indiretos de identificação de dano muscular com o teste de força.

2 METODOLOGIA

2.1 Amostra

Participaram do experimento, 8 indivíduos voluntários do gênero masculino, selecionados de forma sistemática intencional. A amostra executou a etapas do exercício proposto. Na primeira semana foi realizado o protocolo com ações musculares excêntricas. Todos os envolvidos são alunos do Projeto Musculação para Comunidade do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) - Câmpus Muzambinho, saudáveis e normotensos, tendo os mesmos no mínimo um ano de experiência em exercícios de musculação. Utilizamos como critério de exclusão, o uso de qualquer medicamento que afetasse a pressão arterial em repouso ou durante o exercício, substâncias anabólicas ou ergogênicas, ingestão de álcool, além de problemas nos sistemas músculo-esquelético e articular que possam intervir na perfeita execução dos exercícios.

Os sujeitos foram orientados a manterem sua rotina diária, se comprometendo a não realizar nenhum tipo de exercício físico durante os dias do experimento. Previamente ao estudo, todos os participantes foram informados sobre os procedimentos adotados na

pesquisa, seus respectivos riscos e benefícios, e consentiram por escrito suas participações e responderam ao questionário PAR-Q. O presente trabalho atendeu as Normas para a Realização de Pesquisa em Seres Humanos, Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde de 10/10/1996.

2.2 Escolha do exercício

O grupo testado realizou o exercício rosca scott. Sendo muito popular entre os praticantes de musculação e de fácil execução.

2.3 Procedimento experimental

Para verificar as sobrecargas agudas do treinamento excêntrico sobre as respostas musculares em praticantes de musculação foram realizadas algumas avaliações: para análise da sobrecarga muscular (dano) avaliou-se a perimetria de braço forçado, nível de amplitude articular, arremesso de medicine ball, força isométrica máxima, dor muscular de início tardio e o teste de uma repetição máxima (1RM)

Cada sujeito foi testado em 2 dias consecutivos no teste de 1RM, uma semana antes do experimento, afim de garantir confiabilidade dos testes escolhidos, familiarização dos mesmos e a determinação da carga máxima (1RM). Durante os dias dos testes, os indivíduos não realizaram qualquer exercício adicional, apenas os exercícios propostos no experimento.

Nesta mesma semana para determinar os valores basais avaliou-se, perimetria de braço forçado, nível de amplitude articular, arremesso de medicine ball e força isométrica máxima.

2.3.1 Avaliações

Perimetria de braço

Para determinação da circunferência do seguimento corporal foi feita a perimetria no braço direito, estando o mesmo a 90° em relação ao tronco e ao antebraço. A fita foi posicionada no ponto de maior perímetro aparente, realizando uma contração isométrica máxima (FERNANDES FILHO, 2003).

Nesta localização, foi feita a marcação com caneta circundando todo o braço direito dos sujeitos, e permaneceu a mesma para todos os dias das avaliações, para evitar o erro de padronização do local de medida nos outros dias das análises (QUEIROGA, 2005). Que segundo Leme (2008), com a padronização do local de medida, para todos os dias da coleta de dados é possível avaliar se houve mudanças na circunferência do braço (edema ou inchaço).

Amplitude articular

O método de avaliação escolhido foi a da fotogrametria (software para avaliação postural - SAPO) realizada por meio de fotos digitais (câmera fotográfica digital marca Sony), na vista lateral direita com o indivíduo em pé, em posição estática com cotovelos estendidos e relaxados. Os indivíduos se encontravam em trajés de esportivos possibilitando a visualização dos seguintes pontos anatômicos demarcados: acrômio direito, epicôndilo lateral e o ponto médio entre o processo estilóide do rádio e cabeça da ulna. Esta demarcação foi realizada com caneta preta formando um diâmetro de 0,9 cm. Para manter a confiabilidade da análise da articulação do cotovelo as marcas foram reforçadas em todos os momentos de coletas: pré e pós-experimento (nos momentos 0, 24, 48, 72 e 96 horas).

Para o registro fotográfico, os participantes permaneceram em local previamente demarcado, com uma distância padronizada de 3 m do centro da lente da máquina fotográfica. A câmera fotográfica foi posicionada paralela ao chão, sobre um tripé, posicionado de forma que a câmera estivesse a uma altura de 70 cm do chão. A sala estava bem iluminada, parede clara, e não reflexiva.

Para garantir a mesma base de sustentação nas fotografias nos diversos momentos de coleta o indivíduo foi orientado a posicionar-se livremente, de modo que lhe fosse mais confortável, incluindo também, a posição mais confortável para os pés.

As fotografias foram transferidas para o computador para que fosse feita análise das imagens digitalizadas da fotogrametria.

Arremesso do Medicine Ball de 3kg

O arremesso do medicine ball de 3kg foi utilizado para avaliar a potência dos membros superiores. Foi utilizado o protocolo de Jonhson e Nelson, (1979). O indivíduo, sentado em uma cadeira com a parte posterior da coluna no encosto da cadeira e posicionando a bola na altura do osso esterno, realizou um arremesso com as duas mãos sem retirar as costas do encosto. Foi medida a distância do lançamento da bola entre o ponto inicial até o ponto em que a medicine ball tocou o chão. Foram realizadas três tentativas para cada arremesso, com intervalo aproximado de 45 segundos, sendo considerado o melhor resultado obtido (GORGATTI; BOHME, 2002).

Força Isométrica

Para analisar a força isométrica, foi utilizado um dinamômetro digital portátil (modelo DD-300 da marca Instrutherm), com a capacidade de medição de até 100 quilos e com a precisão de +/- (0,5%+2 dígitos), dentro de 23+/-5°C, dentro da escala de 0 a 100 Kg. Foi utilizado o goniômetro para que todos os indivíduos se posicionassem com braço direito no ângulo de 90° paralelo ao chão, foi cronometrado o tempo de 5 segundos onde nesse tempo o individuo fazia o máximo de força sendo o pico de força sem locomover, e o valor registrado em quilos pelo display do dinamômetro era marcada.

Os voluntários foram incentivados verbalmente a realizar máximo esforço em uma tentativa de contração isométrica voluntária máxima com duração de cinco segundos. Cada contração aconteceu num ângulo fixo de 90° de flexão do cotovelo (BERTON, et. al, 2012).

Teste de uma repetição máxima (1RM)

Para determinação da carga máxima, utilizou o protocolo descrito por Sakamoto e Sinclair (2006) nos exercícios de rosca scott. Em todos os testes de 1RM os indivíduos iniciaram o movimento a partir da contração concêntrica, consistindo em 5 tentativas para levantar a maior carga possível, com aumentos ou diminuições da carga sempre que necessário, e intervalos entre as tentativas de 3 minutos, para que as reservas energéticas fossem restauradas.

Dor Muscular de Início Tardio (DMIT)

Utilizamos o protocolo de Howell et al. (1993) que pontua 4 níveis de instalação da DMT: 0, sensibilidade não percebida; 1, sensibilidade percebida somente por palpação intensa; 2, sensibilidade levemente percebida por completa extensão ou flexão do cotovelo; 3, sensibilidade substancialmente percebida por completa extensão ou flexão; 4, sensibilidade contínua. As avaliações de quantificação de DMT aconteceram ao longo da semana (ANTUNES NETO et al., 2006).

2.5 Desenho experimental

2.5.1 Descrição do desenho experimental

Foram realizadas 7 avaliações em momentos distintos. A primeira avaliação (familiarização) foi realizada uma semana antes do protocolo de treino experimental, a segunda foi realizada durante o protocolo de treino experimental, e as outras 5 avaliações nos momentos: 0 (imediatamente após o experimento), 24, 48, 72 e 96 horas após o experimento.

Antes do início do protocolo de treino experimental, foram realizados testes para medir potência, força isométrica máxima e 1RM de membros superiores. Foi realizado um aquecimento específico realizado nas mesmas condições do treinamento descrito no protocolo experimental, composto por 3 séries com o peso da barra (6 kg), 25% e 50% de 1RM, com 12 repetições em cada série e seguido de descanso de 5 minutos ao final do aquecimento.

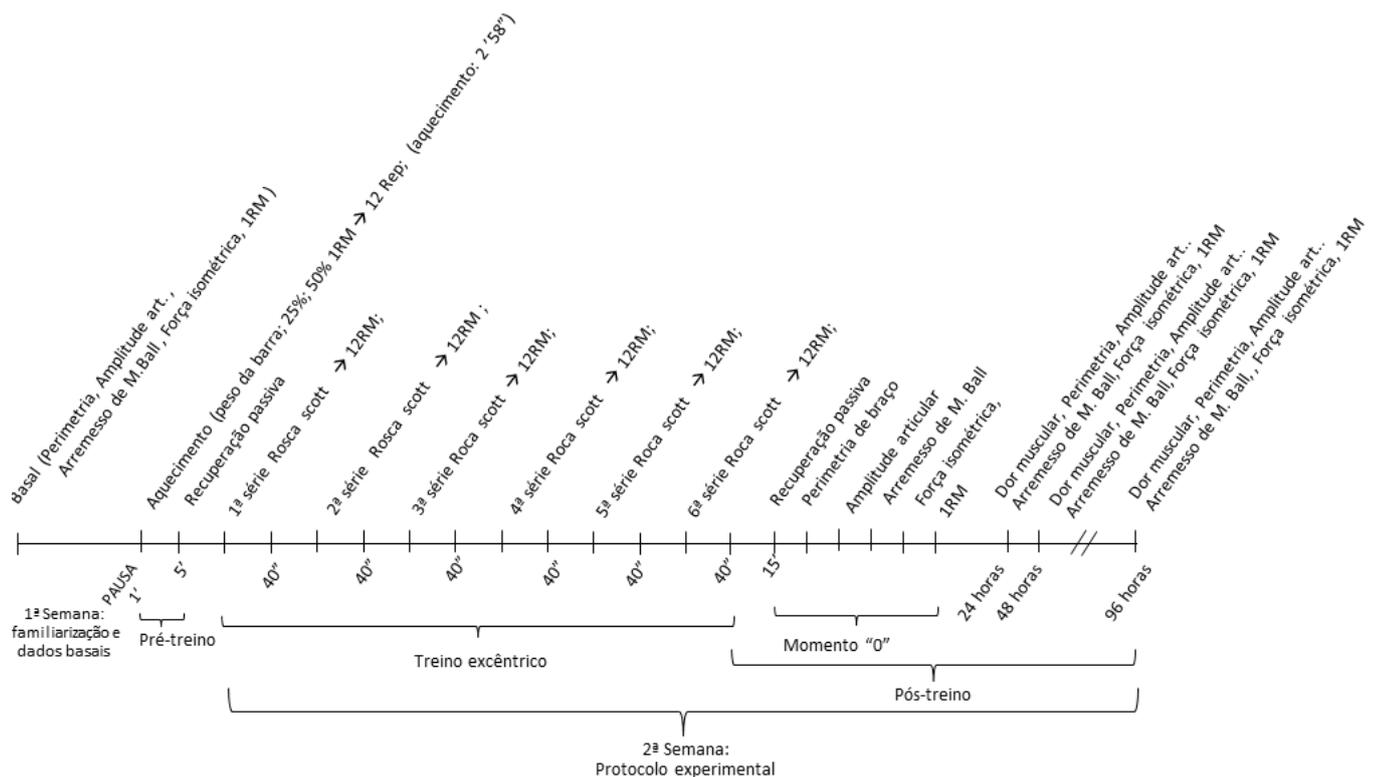


FIGURA 1 - Desenho experimental

a) 1º dia de experimento (1ª semana)

O primeiro dia de experimento foi dividido em sete etapas descritas a seguir: 1ª etapa - perimetria de braço; 2ª etapa - amplitude articular; 3ª etapa - aquecimento: 3 séries com 12 repetições e pausa de 1 minuto entre cada série. A primeira série foi realizada apenas com o peso da barra (6 kg), a segunda com 25% de 1RM e a terceira com 50% de 1RM; 4ª etapa - após aquecimento: 5 minutos de pausa passiva; 5ª etapa - arremesso com o medicine Ball; 6ª etapa - força isométrica; 7ª etapa - determinou-se 1RM do sujeito, na rosca scott.

b) 2º dia de experimento - protocolo de treino experimental (2ª semana):

O desenho experimental foi constituído de um dia de treino no início da semana (segunda-feira) com exercício da rosca scott na fase excêntrica, onde a fase concêntrica era feita somente pelos instrutores da academia. O ritmo de execução das repetições foi estabelecido por um metrônomo a 40 bpm (Seiko).

Previamente ao treino seguiu-se a rotina abaixo:

- Aquecimento de 3 séries com 12 repetições. A primeira série foi realizada apenas com o peso da barra (6kg), a segunda série com 25% de 1RM e a terceira série com 50%

de 1RM de cada indivíduo, com pausa de 1 minuto entre as séries. Seguida de uma pausa passiva de 5 minutos. O treino consistiu em 8 séries de 12 repetições máximas (12RMs) no ritmo do metrônomo, com 40 segundos de intervalo entre as séries.

Logo após a execução do protocolo de treinamento experimental foi realizada as avaliações denominada momento "0" (logo após o experimento).

c) 3º, 4º, 5º e 6º dia de experimento:

Deste ponto em diante seguiu-se os mesmos procedimentos utilizados para determinação dos valores basais.

No 3º, 4º, 5º e 6º dia de experimento, não houve treinamento, apenas repetiram-se os procedimentos e avaliações realizadas no 1º dia de experimento, para acompanhar as possíveis modificações agudas que o protocolo proposto pudesse gerar nas variáveis analisadas. Isso possibilita observar as respostas fisiológicas num curto prazo, e suas respectivas diferenças (LEME, 2008).

2.6 Análise dos dados

Utilizou-se da estatística descritiva, para caracterizar a amostra estudada em função das variáveis selecionadas: média e desvio padrão. Fez-se uso, ainda, da análise de variância ANOVA para as medidas repetidas e do Post hoc de Tukey para $p < 0,05$, e a correlação linear de Pearson através de um software estatístico IBM SPSS (versão 20.0).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente serão apresentados os resultados referentes as alterações nas variáveis investigadas com o objetivo de observar a instalação do dano muscular após a realização das ações excêntricas.

As figuras que se seguem correspondem ao comportamento da perimetria, amplitude articular, potência, 1RM, força isométrica e DMIT.

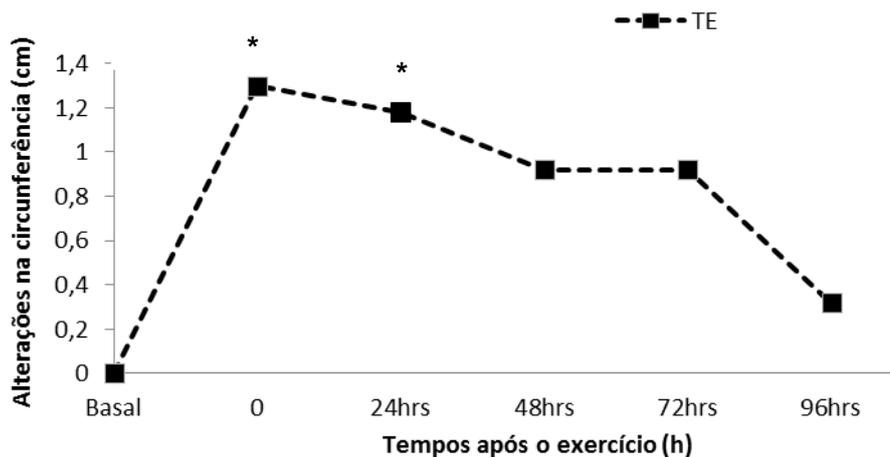


FIGURA 1: Mudanças na circunferência nos momentos basal imediatamente (0), 24, 48, 72 e 96 horas após os protocolos com ações musculares excêntricas, expressa pela diferença absoluta da linha de base.

Legenda: TE = Treinamento excêntrico. * significativo para $p < 0,05$.

Como podemos observar na figura 1, no momento 0 e 24 horas após o teste, houve um aumento significativo na perimetria do braço com $p = 0,010$ e $0,028$ respectivamente. Esse edema ou inchaço deve-se a instalação de um dano muscular e o processo inflamatório do músculo lesionado (TOGASHI, 2009; LEME, 2008; CLARKSON, 2002; FRANÇA, 2011; CHAPMAN et. al, 2006).

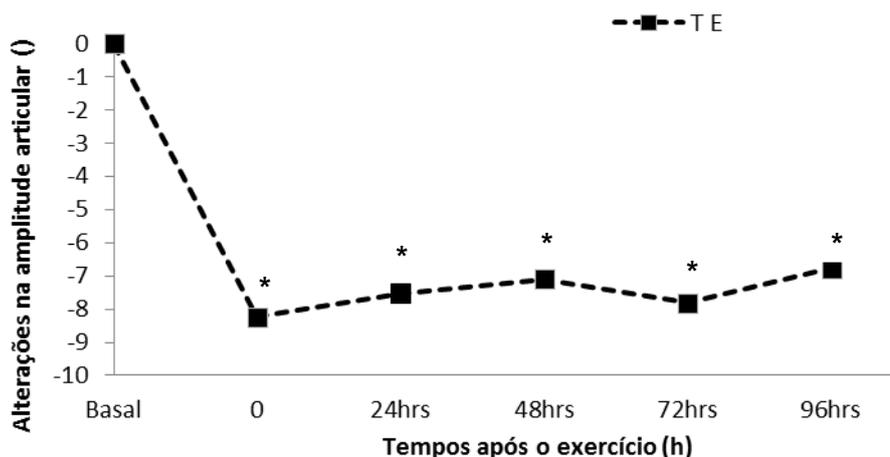


FIGURA 2: Alterações na amplitude articular nos momentos basal, 0, 24, 48, 72 e 96 horas após os protocolos com ações musculares excêntricas.

Legenda: TE = Treinamento excêntrico. * significativo para $p < 0,05$.

A figura 2 demonstra que ocorreu uma redução significativa na amplitude articular em todos os momentos (0, 24, 48, 72 e 96 horas após) com o valor de $p= 0,04$; $0,011$; $0,022$; $0,007$ e $0,035$ respectivamente. Essa diminuição da amplitude articular deve a instalação do dano muscular ocasionada pelo protocolo de treino. Esses parâmetros são associados com processo inflamatório e ativação de receptores intramusculares (BERTON et. al, 2012; MOLINA e AMORIM, 2007; CHAPMAN et. al, 2006).

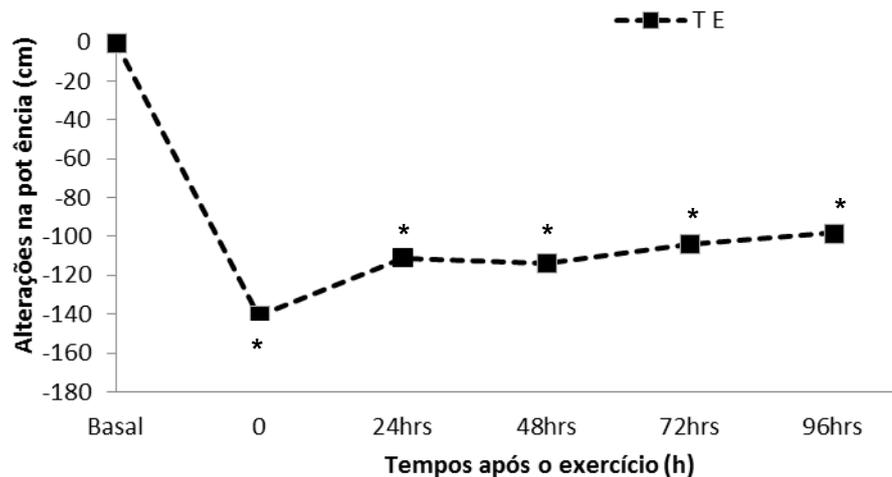


Figura 3: Alterações no arremesso de Medicine Ball nos momentos basal, 0, 24, 48, 72 e 96 horas após os protocolos com ações musculares excêntricas.

Legenda: TE = Treinamento excêntrico. * significativo para $p<0,05$.

Como observado na figura 3, ocorreu uma queda significativa da potência em todos os momento (0, 24, 48, 72 e 96 horas após) com os valorer de $p= 0,00$; $0,010$; $0,008$; $0,022$ e $0,038$. Segundo Proske e Allen, (2005) a queda da ação voluntária máxima após uma série de contrações deve se tanto pela fadiga metabólica quanto aos danos musculares.

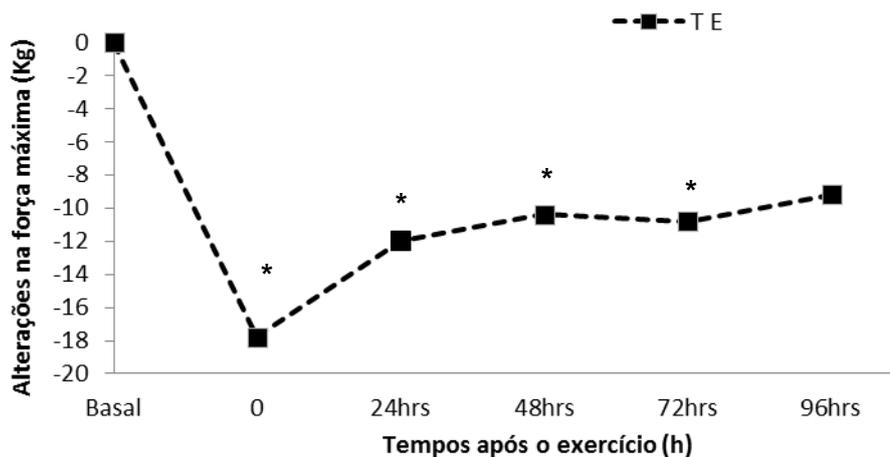


FIGURA 4: Alterações na força máxima nos momentos basal, 0, 24, 48, 72 e 96 horas após os protocolos com ações musculares excêntricas.

Legenda: TE = Treinamento excêntrico. * significativo para $p < 0,05$.

Como podemos observar na figura 4 houve um declínio da força após o teste, sendo essa queda significativa no momento 0, 24, 48, 72 horas após o teste com o valor de $p = 0,00$; $0,006$; $0,031$ e $0,021$, respectivamente. De acordo com Clarkson e Huball (2002), a perda da força prolongada pode ser um indicador fiável de lesão, que pode ser explicado pelo dano nos elementos contrácteis, perturbações da excitação no acoplamento da contração, e a inflamação.

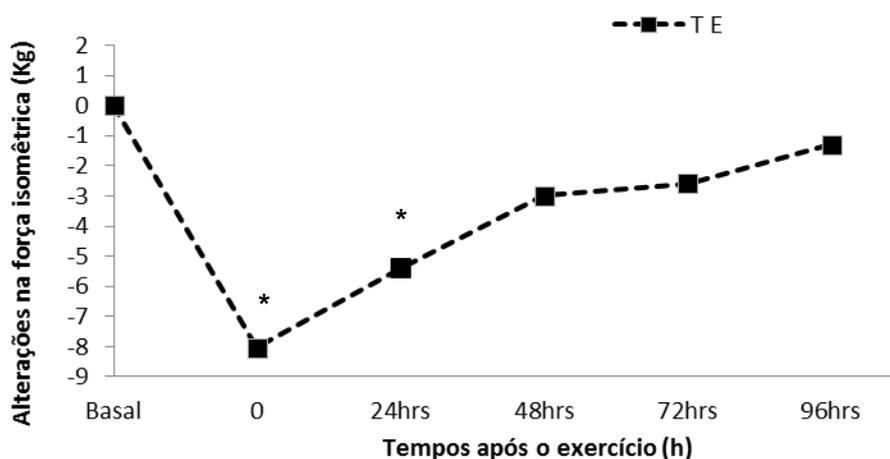


FIGURA 5: Alterações força isométrica nos momentos basal, 0, 24, 48, 72 e 96 horas após os protocolos com ações musculares excêntricas.

Legenda: TE = Treinamento excêntrico. * significativo para $p < 0,05$.

Podemos observar na figura 5 que houve uma diminuição da força isométrica ao longo dos dias porém essa diferença foi significativa apenas no momento 0 e 24 horas após com o valor de $p= 0,000$ e $0,028$, respectivamente. Segundo Berton et. al, (2012) a contração isométrica voluntária máxima está ganhando grande atenção dentre os marcadores indiretos de identificação de dano muscular, pois esta reflete na capacidade do sarcômero gerar força.

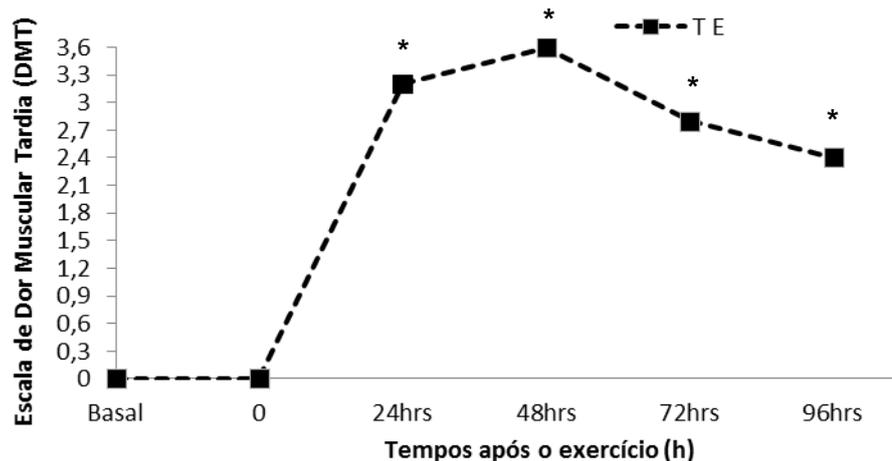


FIGURA 6: Avaliação subjetiva para quantificar a extensão da Dor Muscular Tardia (DMT) nos momentos basal, 0, 24, 48, 72 e 96 horas após os protocolos com ações musculares concêntricas e excêntricas.

Legenda: TE = Treinamento excêntrico. * significativo para $p<0,05$.

De acordo com a figura 6 observamos que houve DMT nos momentos 24, 48, 72 e 96 horas após o teste com o $p= 0,000$ para todos os momentos. No momento 0 não foi detectado DMT, o que já era esperado, pois o DMT começa a ser instalada nas primeiras horas após o exercício com picos tardios, corroborando com o resultado de nosso estudo. A DMT se relaciona-se com os eventos de microlesões celulares induzidos pelo exercício. (ANTUNES NETO, et. al, 2006; FOSCHINI, PRESTES, CHARRO, 2007; ALMEIDA, 1999; FRANÇA, 2011; TOGASHI, 2009; BERTON et. al, 2012; MOLINA; AMORIM, 2007; CHAPMAN et. al, 2006)

Visando atender ao objetivo central desta pesquisa, a qual visa correlacionar vários métodos indiretos de identificação de dano muscular com o teste de força, serão apresentados a seguir os resultados referentes às análises de correlação das variáveis estudadas.

TABELA 1: Avaliação qualitativa do grau de correlação entre duas variáveis

$|r|$	A correlação é dita
0	Nula
0 » — 0,3	Fraca
0,3 » — 0,6	Regular
0,6 » — 0,9	Forte
0,9 » — 1	Muito forte
1	Plena ou perfeita

TABELA 2: Correlação da potência muscular com a perimetria, amplitude articular e DMT

Momentos	Correlações						
	GRUPOS	Potência Muscular					
		Basal	0	24	48	72	96
Basal	Perimetria	,872					
	Amplitude art.	,308					
	DMT	.	.	.	.	.	.
0	Perimetria		,616				
	Amplitude art.		-,205				
	DMT	.	.	.	.	.	.
24	Perimetria			,564			
	Amplitude art.			,200			
	DMT			,053			
48	Perimetria				,800		
	Amplitude art.				-,200		
	DMT				,000		
72	Perimetria					,500	
	Amplitude art.					,300	
	DMT					,707	
96	Perimetria						,500
	Amplitude art.						,600
	DMT						,783

Legenda: Potência basal: valores da potência em repouso; Potência "0": valores da potência no momento logo após aplicação do protocolo experimental; Potência 24: valores da potência 24 horas após aplicação do protocolo experimental; Potência 48: valores da potência 48 horas após aplicação do protocolo experimental; Potência 72: valores da potência 72 horas após aplicação do protocolo experimental; Potência 96: valores da potência 96 horas após aplicação do protocolo experimental; Perimetria basal: valores da perimetria em repouso; perimetria "0": valores da perimetria no momento logo após aplicação do protocolo experimental; Perimetria 24: valores da perimetria 24 horas após aplicação do protocolo experimental; Perimetria 48: valores da perimetria 48 horas após aplicação do protocolo experimental; Perimetria 72: valores da perimetria 72 horas após aplicação do protocolo experimental; Perimetria 96: valores da perimetria 96 horas após aplicação do protocolo experimental; Amplitude art. basal: valores da amplitude articular em repouso; Amplitude art. "0": valores da amplitude articular no momento logo após aplicação do protocolo experimental; Amplitude art. 24: valores da amplitude articular 24 horas após aplicação do protocolo experimental; Amplitude art. 48: valores da amplitude articular 48 horas após aplicação do protocolo experimental; Amplitude art. 72: valores da amplitude articular 72 horas após aplicação do protocolo experimental; Amplitude art. 96: valores da amplitude articular 96 horas após aplicação do protocolo experimental; DMT. basal: valores da dor muscular tardia em repouso; DMT "0": valores da dor muscular tardia no momento logo após aplicação do protocolo experimental; DMT 24: valores da dor muscular tardia 24 horas após aplicação do protocolo experimental; DMT 48: valores da dor muscular tardia 48 horas após aplicação do protocolo experimental; DMT 72: valores da dor

muscular tardia 72 horas após aplicação do protocolo experimental; DMT 96: valores da dor muscular tardia 96 horas após aplicação do protocolo experimental; * significativo para $p < 0,05$.

A tabela 1 demonstra a relação entre a potência muscular com outras variáveis de identificação de dano muscular. Relacionando a potência muscular, com as outras variáveis observamos que no momento 0 a relação com a perimetria foi classificada como “forte”; já com a amplitude articular foi “fraca”; com DMIT teve relação nula neste momento.

A potência teve uma relação “regular” com a perimetria e DMIT no momento 24 horas após o treinamento, já quando se relaciona a amplitude articular com a potência, obteve-se o resultado foi considerado “fraco”. Quando observados o comportamento dos dados 72 horas após a do teste de potência, verificou-se uma relação “regular” com a perimetria, e com a amplitude articular essa relação foi “fraca”; já com a DMIT a relação foi “forte”. Após 96 horas o teste de potência teve uma “forte” relação com a DMIT e amplitude articular, já com a perimetria essa relação foi “regular”.

TABELA 3: Correlação da força Isométrica com a perimetria, amplitude articular e DMT

Momentos	Correlações						
	GRUPOS	Força isométrica					
		Basal	0	24	48	72	96
Basal	Perimetria	,900					
	Amplitude art.	-,100					
	DMT	.					
0	Perimetria		100				
	Amplitude art.		-,100				
	DMT		.				
24	Perimetria			,103			
	Amplitude art.			-,300			
	DMT			,053			
48	Perimetria				,300		
	Amplitude art.				-,200		
	DMT				-,577		
72	Perimetria					-,100	
	Amplitude art.					-,400	
	DMT					,354	
96	Perimetria						,700
	Amplitude art.						-,100
	DMT						-,112

Legenda: Força isométrica basal: valores da força isométrica em repouso; Força isométrica “0”: valores da força isométrica no momento logo após aplicação do protocolo experimental; Força isométrica 24: valores da força isométrica 24 horas após aplicação do protocolo experimental; Força isométrica 48: valores da força isométrica 48 horas após aplicação do protocolo experimental; Força isométrica 72: valores da força isométrica 72 horas após aplicação do protocolo experimental; Força isométrica 96: valores da força isométrica 96 horas após aplicação do protocolo experimental; Perimetria basal: valores da perimetria em repouso; perimetria “0”: valores da perimetria no

momento logo após aplicação do protocolo experimental; Perimetria 24: valores da perimetria 24 horas após aplicação do protocolo experimental; Perimetria 48 valores da perimetria 48 horas após aplicação do protocolo experimental; Perimetria 72: valores da perimetria 72 horas após aplicação do protocolo experimental; Perimetria 96: valores da perimetria 96 horas após aplicação do protocolo experimental; Amplitude art. basal: valores da amplitude articular em repouso; Amplitude art. "0": valores da amplitude articular no momento logo após aplicação do protocolo experimental; Amplitude art. 24: valores da amplitude articular 24 horas após aplicação do protocolo experimental; Amplitude art. 48 valores da amplitude articular 48 horas após aplicação do protocolo experimental; Amplitude art. 72: valores da amplitude articular 72 horas após aplicação do protocolo experimental; Amplitude art. 96: valores da amplitude articular 96 horas após aplicação do protocolo experimental; DMT. basal: valores da dor muscular tardia em repouso; DMT "0": valores da dor muscular tardia no momento logo após aplicação do protocolo experimental; DMT 24: valores da dor muscular tardia 24 horas após aplicação do protocolo experimental; DMT 48 valores da dor muscular tardia 48 horas após aplicação do protocolo experimental; DMT 72: valores da dor muscular tardia 72 horas após aplicação do protocolo experimental; DMT 96: valores da dor muscular tardia 96 horas após aplicação do protocolo experimental; * significativo para $p < 0,05$.

A relação da força isométrica com a perimetria e amplitude articular foi considerada "fraca" no momento 0, já com DMIT teve relação nula neste momento. Logo, após 24 horas a força isométrica teve uma relação "fraca" com a perimetria e a amplitude articular; com a DMIT essa relação foi "regular". No momento 72 horas após o treinamento, a força isométrica teve uma relação "regular" com a amplitude articular e DMIT, e com a perimetria essa relação foi "fraca". Após 96 horas a força isométrica teve uma "fraca" relação com a DMIT e amplitude articular, já com a perimetria essa relação foi "forte".

TABELA 4: Correlação da força máxima com a perimetria, amplitude articular e DMT

Momentos	Correlações						
	GRUPOS	Basal	0	Força máxima			
				24	48	72	96
Basal	Perimetria	,800					
	Amplitude art.	-,200					
	DMT	.					
0	Perimetria		,224				
	Amplitude art.		,224				
	DMT		.				
24	Perimetria			,667			
	Amplitude art.			-,900*	,037		
	DMT			-,580			
48	Perimetria				,564		
	Amplitude art.				-,975**	,005	
	DMT				-,740		
72	Perimetria					783	
	Amplitude art.					-,447	
	DMT					-,395	
96	Perimetria						,700
	Amplitude art.						-,500
	DMT						,112

Legenda: Força máxima basal: valores da máxima em repouso; Força máxima "0": valores da força máxima no momento logo após aplicação do protocolo experimental; Força máxima 24: valores da força máxima 24 horas após aplicação do protocolo experimental; Força máxima 48 valores da força

máxima 48 horas após aplicação do protocolo experimental; Força máxima 72: valores da força máxima 72 horas após aplicação do protocolo experimental; Força máxima 96: valores da força máxima 96 horas após aplicação do protocolo experimental; Perimetria basal: valores da perimetria em repouso; perimetria "0": valores da perimetria no momento logo após aplicação do protocolo experimental; Perimetria 24: valores da perimetria 24 horas após aplicação do protocolo experimental; Perimetria 48: valores da perimetria 48 horas após aplicação do protocolo experimental; Perimetria 72: valores da perimetria 72 horas após aplicação do protocolo experimental; Perimetria 96: valores da perimetria 96 horas após aplicação do protocolo experimental; Amplitude art. basal: valores da amplitude articular em repouso; Amplitude art. "0": valores da amplitude articular no momento logo após aplicação do protocolo experimental; Amplitude art. 24: valores da amplitude articular 24 horas após aplicação do protocolo experimental; Amplitude art. 48: valores da amplitude articular 48 horas após aplicação do protocolo experimental; Amplitude art. 72: valores da amplitude articular 72 horas após aplicação do protocolo experimental; Amplitude art. 96: valores da amplitude articular 96 horas após aplicação do protocolo experimental; DMT. basal: valores da dor muscular tardia em repouso; DMT "0": valores da dor muscular tardia no momento logo após aplicação do protocolo experimental; DMT 24: valores da dor muscular tardia 24 horas após aplicação do protocolo experimental; DMT 48: valores da dor muscular tardia 48 horas após aplicação do protocolo experimental; DMT 72: valores da dor muscular tardia 72 horas após aplicação do protocolo experimental; DMT 96: valores da dor muscular tardia 96 horas após aplicação do protocolo experimental; * significativo para $p < 0,05$.

A relação entre força máxima, perimetria e amplitude articular foi "fraca" no momento 0, já com DMIT teve relação nula neste momento. Logo, após 24 horas a relação entre força máxima e perimetria foi "forte", com a DMIT foi "regular", já com a amplitude articular a relação foi "muito forte". Podemos observar que 72 horas após o treinamento, a força máxima teve uma relação "regular" com a amplitude articular e a DMIT, com a perimetria essa relação foi "forte". Após 96 horas a força máxima teve uma "fraca" relação com a DMIT e uma relação "regular" com a amplitude articular, já com a perimetria essa relação foi "forte".

Com os resultados acima citados podemos observar que há uma relação "forte" quando relacionado a potência com a perimetria no momento 0; amplitude articular 96 horas após; DMT 72 e 96 horas após. Já a força isométrica teve uma relação "forte" apenas com a perimetria no momento 96 horas após. A força máxima, teve uma relação "forte" com a perimetria 24, 72 e 96 horas após; e com DMT 48 horas após. Observamos também que quando correlacionamos a força máxima com a amplitude articular no momento 24 e 48 horas após nota-se uma relação "muito forte" e significativa para $p < 0,05$ e $p < 0,01$ respectivamente.

A partir dos resultados descritos nos parágrafos anteriores pode-se notar que pelo menos uma das variáveis relacionadas com a força máxima, isométrica e com a potência, ou seja, a perimetria, a amplitude articular e a DMT, apresentaram pelo menos um dos momentos observados uma relação considerada no mínimo como "forte".

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em cumprimento ao objetivo de identificar o DM ocasionado pelo protocolo de treino excêntrico concluímos houve o dano muscular. E em cumprimento ao objetivo de correlacionar vários métodos indiretos de identificação de dano muscular com os testes de ação voluntária máxima, concluímos que os testes de perimetria, amplitude articular e DMT tiveram uma “forte” relação com o teste de potência. Já a força isométrica teve uma relação “forte” apenas com a perimetria. A força máxima, teve uma relação “forte” com a perimetria e com a DMT. Correlacionando a força máxima com a amplitude articular no momento 24 e 48 horas nota-se uma relação “muito forte”.

Diante destes resultados podemos concluir que a perimetria; amplitude articular; DMT são bons marcadores de dano muscular, pois se relacionam bem com os testes de ação voluntária máxima, que segundo a literatura é o método indireto que melhor identifica o dano muscular.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Elson De. **CREATINA QUINASE E DOR MUSCULAR TARDIA NA MUSCULAÇÃO**:: Estudo experimental em adultos jovens com o "circuit weight training" e o "multiple set system". 1999. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Educação Física, Área de Concentração Ciências do Esporte, Linha de Pesquisa Saúde Coletiva/ Epidemiologia e Atividade Física, Campinas, 1999.

ANTUNES NETO, Joaquim M. F. et al. DESMISTIFICANDO A AÇÃO DO LACTATO NOS EVENTOS DE DOR MUSCULAR TARDIA INDUZIDA PELO EXERCÍCIO FÍSICO:: PROPOSTA DE UMA AULA PRÁTICA. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**, Campinas, n. , p.1-15, 16 out. 2006.

BERTON, Ricardo Paes de Barros et al. Dano muscular:: resposta inflamatória sistêmica após ações excêntricas máximas. **Rev. Bras. Educ. Fís. Esporte**, São Paulo, v. 26, n. 3, p.367-374, 2012.

CHAPMAN, D. et al. Greater Muscle Damage Induced by Fast Versus Slow Velocity Eccentric Exercise. **Int J Sports Med**, Joondalup, n. , p.591-598, 2006.

CLARKSON, Priscilla M.; HUBAL, Monica J.. Exercise-Induced Muscle Damage in Humans. **Am. J. Phys. Med. Rehabil**, Massachusetts, v. 81, n. 11, p.52-69, nov. 2002.

DALE W. CHAPMAN, MICHAEL J. NEWTON, MICHAEL R. MCGUIGAN, AND KAZUNORI NOSAKA. Effect of slow-velocity lengthening contractions on muscle damage induced by fast-velocity lengthening contractions. **Journal of Strength and Conditioning Research** - National Strength and Conditioning Association v. 25 , n. 1, p. 211-219, Jan., 2011.

FERNANDES FILHO, J. **A prática da preparação física**. 3. ed. Shape: Rio de Janeiro, 2003.

FOSCHINI, Denis; PRESTES, Jonato; CHARRO, Mário Augusto. RELAÇÃO ENTRE EXERCÍCIO FÍSICO, DANO MUSCULAR E DOR MUSCULAR DE INÍCIO TARDIO. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, São Carlos, v. 1, n. 9, p.101-106, 2007.

FRANÇA, Rodrigo Alves. Variáveis que influenciam o dano muscular:: artigo de revisão. **Revista Digital**, Buenos Aires, v. 160, n. 16, p.1-1, set. 2011.

GORGATTI, Marcia Greguol; BOHME, Maria Tereza Silveira. Potência de Membros Superiores em Jogadores de Basquetebol em Cadeiras de Rodas. **Revista da Sabama**, São Paulo, v. 7, n. 1, p.9-14, dez. 2002.

IDE, Bernardo Neme et al. AÇÕES MUSCULARES EXCÊNTRICAS: POR QUE GERAM MAIS FORÇA?. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**: Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício, São Paulo, v. 5, n. 25, p.61-68, 2011.

IDE, Bernardo Neme et al. DISCREPÂNCIAS NA GERAÇÃO DE FORÇA ENTRE AÇÕES MUSCULARES EXCÊNTRICAS E CONCÊNTRICAS. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo, v. 4, n. 20, p.145-151, 2010.

LEME, Thomaz Castilho Ferreira. **Dinâmica das repostas da força máxima e do salto horizontal pós-treinamento de força realizado com diferentes velocidades de execução**. 2008. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

MOLINA, Renato; AMORIM, Andréa Rodrigues de. Efeito do dano muscular através de diferentes tipos de exercício excêntrico sobre a economia de movimento. **Sistema Anhanquera de Revista Eletrônica**, Anhanquera, v. 2, n. 2, p.89-99, 2007.

PROSKE, Uwe; ALLEN, Trevor J.. Damage to Skeletal Muscle from Eccentric Exercise. **Department Of Physiology**, Victoria, v. 33, n. 2, p.98-104, 2005.

TOGASHI, Giovanna Benjamin. **Dano Muscular Induzido pelo Sistema de Treinamento de Cargas Descendentes em Exercícios Resistidos**. 2009. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação Interunidades Bioengenharia, São Carlos, 2009.