
EDUCAÇÃO FÍSICA

JÚLIA PADILHA LEOPARDI

**INFLUÊNCIA DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO NO
DIAGNÓSTICO DA DOR MUSCULAR DE INÍCIO
TARDIO APÓS CORRIDA EM DECLIVE**

JÚLIA PADILHA LEOPARDI

INFLUÊNCIA DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO NO DIAGNÓSTICO DA
DOR MUSCULAR DE INÍCIO TARDIO APÓS CORRIDA EM
DECLIVE

DENADAI

Orientador: Prof. Dr. BENEDITO SÉRGIO

Lima

Co-orientador: Ms. Leonardo Coelho Rabello de

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -
Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau
de Bacharela em Educação Física.

Rio Claro
2014

617.1027 Leopardi, Júlia Padilha

L587i Influência do método de avaliação no diagnóstico da dor muscular de início tardio após corrida em declive / Júlia Padilha Leopardi. - Rio Claro, 2014

24 f. : il., gráfs., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Educação Física) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro

Orientador: Benedito Sórdio Denadai

Coorientador: Leonardo Coelho Rabello de Lima

1. Medicina esportiva. 2. Percepção subjetiva de dor. 3. Dano muscular. 4. Dor muscular de início tardio. 5. Percepção subjetiva de dor.
I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

AGRADECIMENTO

Queria começar agradecendo minha família, esse momento só foi possível por que sempre tive o apoio de vocês! Obrigada por terem se doado sempre por mim e meu irmão, com o objetivo de nos tornarem pessoas melhores e do bem.

Agradeço também ao meu orientador Prof. Dr. Benedito Denadai por toda sua confiança e apoio no amadurecimento dos meus saberes. Ao meu coorientador Ms. Leonardo Lima pela atenção e paciência que tanto me proporcionou, sem em momento algum demonstrar nenhum grau de intolerância e sim um grande profissionalismo, e mais que isso, por toda a boa vontade em ajudar.

Nesse momento, sintetizo um agradecimento especial a todos os meus amigos que fizeram parte da minha vida durante esses quatro anos de graduação, proporcionando e ao mesmo tempo dividindo momentos de alegrias, tristezas, experiências e conquistas. Em especial ao meu amigo irmão, Pedro De Camargo, por toda força e apoio concedido, os quatro anos de graduação valeram por ter te conhecido.

Às minhas amigas que estiveram próximas, com quem compartilhei angústias desse processo, em especial Flávia e Camille.

E por fim, mas não menos importante, aos voluntários participantes, que doaram parte de seu tempo enriquecendo esse trabalho. Minha eterna gratidão.

RESUMO

Diversos são os métodos utilizados na avaliação da dor muscular de início tardio (DMIT). O presente estudo teve como objetivo investigar, entre três métodos comumente adotados, qual seria o mais eficiente (apresentaria valores maiores) na quantificação desse fenômeno. Participaram do estudo 10 voluntários do sexo masculino de $22,8 \pm 3,1$ anos, $80 \pm 12,4$ kg, e $174 \pm 0,07$ cm respectivamente e sem experiência recente com treinamento resistido (membros inferiores) e/ou de corrida. Todos os indivíduos realizaram um protocolo de indução de dano muscular (DM) que consistiria de 30 minutos de corrida em declive (CD) (-16% ou -9,09°) a 80% da velocidade referente ao seu consumo máximo de oxigênio (IVO_2 máx). Marcadores de DM como o pico de torque isocinético (PTI) ($60^\circ.s^{-1}$), amplitude de movimento da articulação do joelho (ADM) e circunferência da porção medial da coxa (CIR) foram coletados antes, durante, 24, 48, 72 e 96 horas após a sessão de CD. A percepção subjetiva de dor (PSD) foi coletada nos mesmos momentos que os demais marcadores por meio de três diferentes testes: sentar e levantar de uma cadeira; subir e descer em um *step* de 45 cm; e auto palpação da coxa. Após a realização de todos os testes de PSD, os voluntários preencheram uma escala de análogos visuais com o valor percebido de dor. Mudanças ao longo do tempo nos marcadores de DM foram comparadas por meio de análises de variância (ANOVA) *one-way* para medidas repetidas. Os valores de PSD obtidos nos três diferentes testes foram comparados por meio de ANOVA *two-way* para medidas repetidas. O nível de significância adotado no presente estudo foi de $z \leq 0,05$. Não foram encontradas diferenças significativas ao longo da recuperação para os marcadores de ADM e CIR. A corrida em declive determinou queda do PTI (~22,4%). Foram encontradas correlações significativas de aumento de dor para ambos os testes de PSD a partir de 24 e 48 horas, onde a maior média registrada foi no teste de *step* após 48h, com alto grau de variação. Em conclusão, nossos dados demonstram que o teste do *step* foi o mais eficiente para avaliar a percepção subjetiva de dor.

Palavras-chaves: dano muscular. dor muscular de inicio tardio. percepção subjetiva de dor.

ABSTRACT

Several methods are used towards delayed onset muscle soreness appraisal. This study's goal was to investigate, amongst three commonly adopted methods, which one would be the most effective (the one that shows higher values) in the quantification of this phenomenon. 10 male subjects, of age 22.8 ± 3.1 years old, weight 80 ± 12.4 kg, height 174 ± 0.07 cm, without recent experience with strength training (lower limbs) and/or running took place in this study. All subjects *carried out* a muscle damage induction protocol, which consisted of 30 minute downhill running (-16% or -9.09°) at 80% speed compared to their maximum oxygen consumption. Muscle damage determinants such as isometric peak torque, knee joint range of motion and circumference of the medial portion of the thigh were measured before, during, 24, 48, 72 and 96 hours after downhill running. The subjective pain perception was measured simultaneously with the other determinants through three different tests: *sitting on and getting up of a chair; climbing and descending from a 45cm step; and self thigh palpation*. After going through all subjective pain perception tests, the subjects filled out a visual analog scale with their perception of pain. Muscle damage changes over time were compared through variance analysis (ANOVA) one way for repeated measures. Subjective pain perception values obtained in all three different tests were compared through two way ANOVAs for repeated numbers. The significance level adopted in this study was $z \leq 0.05$. The results showed that the step test was the one which better evaluated the delayed onset muscle soreness. No significant differences were found through the ADM and CIR recovery markers. Downhill running determined reduced of PTI ($\sim 22.4\%$). Significant links between pain were obtained for both subjective pain perception tests starting at 24 and 48 hours, where the highest registered average happened in the step test after 48h, with high variation rates. In conclusion, our data demonstrates that the step test was the most effective one to evaluate the subjective pain perception.

Keywords: muscle damage, onset muscle soreness, subjective pain perception tests

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	7
2. MATERIAL E MÉTODO.....	10
2.1- <i>Amostra.....</i>	<i>10</i>
2.2. <i>Delineamento experimental.....</i>	<i>10</i>
2.3. <i>Variáveis dependentes (marcadores de dano muscular).....</i>	<i>11</i>
2.4. <i>Estatística.....</i>	<i>12</i>
3. RESULTADOS	12
4. DISCUSSÕES.....	16
5. CONCLUSÃO.....	20
6. REFERÊNCIAS.....	21

JÚLIA PADILHA LEOPARDI

INFLUÊNCIA DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO NO DIAGNÓSTICO DA DOR
MUSCULAR TARDIO APÓS CORRIDA EM DECLIVE

1.INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O dano muscular (DM) induzido pelo exercício ocorre quando um indivíduo realiza exercícios não habituais, muito intensos e/ou de longa duração. A magnitude do DM depende da sobrecarga imposta, do nível de treinamento do indivíduo e do tipo de exercício realizado (CLARKSON et al., 1991). Segundo Brentano & Kruehl (2011) o DM ocorre quando há elevada tensão aplicada nas fibras musculares gerando um estresse elevado, que causa desarranjos na estrutura dos sarcômeros, particularmente em componentes não contráteis ricos em colágeno, nas linhas Z e nas bandas sarcoméricas desencadeando, assim, um processo inflamatório. Cleak & Eston (1992) demonstram mudanças ultraestruturais no músculo esquelético, mais especificamente nas linhas Z, pelo fato de serem as partes mais frágeis dos sarcômeros. No entanto, micro lesões no sarcolema, túbulos T, miofibrilas e citoesqueleto também têm sido observadas (BRENTANO & KRUEL, 2011).

A contração excêntrica é o tipo de ação muscular que provoca maiores magnitudes de dano no tecido músculo esquelético (CHEN et al., 2011; LIMA & DENADAI, 2011). Nesse tipo de contração menos unidades motoras são recrutadas, assim, as proteínas estruturais dos sarcômeros das unidades motoras recrutadas passam a suportar maior tensão, ficando mais propensas às microlesões (CLARKSON & HUBAL, 2002). Entretanto, o DM sofrido após o exercício excêntrico é, na maioria dos casos, reparável. Durante esse processo uma adaptação ocorre de tal forma que o músculo fica mais resistente a danos ao passar por sessões subsequentes de exercício excêntrico (CLARKSON et al., 1991). Este fenômeno é referido na literatura como efeito protetor da carga repetida (FOSCHINI et al., 2007).

Os marcadores de DM podem ser divididos em diretos e indiretos, sendo os diretos a mensuração das microlesões estruturais e o inchaço muscular por meio de biópsia e ressonância magnética ou ultrassonografia, respectivamente (CLARKSON & HUBAL, 2002). Já os métodos indiretos são quantificados principalmente por meio do registro de valores de produção de força, percepção subjetiva de dor (através de escalas de análogos visuais) e análise

das concentrações séricas ou plasmáticas de proteínas intracelulares (CLARKSON e HUBAL, 2002) sendo que Lima et al. (2013) citam como principais e mais utilizados marcadores indiretos de DM a atividade sérica das enzima creatina quinase (CK), lactato desidrogenase (LDH) e a dor muscular de início tardio (DMIT). A DMIT é o marcador de mais fácil acesso, sem grandes custos, simples aplicação, e pode servir de controle de intensidade do treinamento de força (TRICOLI, 2001) sendo, então, o foco de estudo da presente investigação.

A percepção subjetiva de dor (PSD) pode ser influenciada por diversos fatores como idade, gênero e normas culturais no que concerne a aceitação e o comportamento frente à dor, sendo que, mesmo frente à mesma magnitude de dano tecidual, há uma grande variabilidade na PSD entre indivíduos (UNRUH et al., 2002). A sensação de dor é considerada como um estímulo que notifica o organismo da ocorrência de dano tecidual, e sua principal função é evitar possíveis lesões e rompimentos (MILLAN, 1999). Para tanto, a dor deve ser sentida antes da ocorrência de dano irreversível ao tecido, a magnitude dessa deve ser proporcional à magnitude do dano tecidual, e deve ser correspondente à do processo de danificação e recuperação do tecido. Kingsley (2002) classifica dois tipos diferentes de dor: fisiológica (nociceptiva) e neurológica (intratável). A dor fisiológica é proveniente do já descrito estímulo de notificação de ocorrência de dano tecidual enquanto a neurológica ocorre devido a alterações no sistema nervoso que podem levar a patologias como a fibromialgia.

Para que se compreenda melhor a PSD e a manifestação da DMIT, cabe um aprofundamento nos mecanismos neurofisiológicos da dor. Embora menos estudada do que a dor proveniente de tecidos cutâneos e viscerais, a dor muscular é proveniente de vias similares. Sabe-se que qualquer informação sensorial é conduzida à medula e ao sistema nervoso central por meio de sinais aferentes. Boa parte dos nervos aferentes possui terminações nervosas livres (i.e., desmielinizadas) que servem como nociceptores, ou seja, receptores de sinais nocivos ao tecido. Esses nociceptores são ramificados e cobrem uma grande área do tecido muscular, o que explica o porquê da dor muscular não ser localizada (MENSE, 1993). Músculos esqueléticos possuem

quatro diferentes tipos de fibras aferentes: I, II, III e IV, sendo que as duas últimas respondem a estímulos nocivos como pressão mecânica, estiramento, calor, frio, e substâncias algésicas (que causam dor) como bradiquinina, potássio, serotonina e histamina (MILLAN, 1999). Portanto, acredita-se que as terminações nervosas livres dos nervos aferentes III e IV sejam responsáveis pela PSD que resulta na DMIT.

O aumento acentuado da PSD após o dano muscular ocorre devido à sensibilização dos macroceptores (nociceptores que identificam estímulos mecânicos, como as terminações nervosas livres nos nervos aferentes III e IV) (WEERAKKODY et al., 2001). Portanto, acredita-se que a DMIT não seja resultante do rompimento de células *per se*, mas pela ação da prostaglandina E₂ e íons hidrogênio (resultantes da inflamação do tecido danificado) de sensibilização dos mecanoreceptores que, por sua vez, enviam um sinal aumentado de dor ao sistema nervoso central mesmo quando aplicados estímulos pouco nocivos ao tecido muscular (MENSE, 1993; O'CONNOR & COOK, 1999).

Especificamente, a DMIT é caracterizada pela sensação de dor ou desconforto muscular, se manifestando geralmente 8 horas após a realização de um exercício intenso, sendo que seu pico ocorre entre 24 e 48 horas, podendo permanecer até sete dias após a realização desse exercício (CLARKSON e HUBAL 2002; TRICOLI, 2001). Em particular, a DMIT é comumente observada após exercícios não costumeiros, ou exercícios que envolvam grandes cargas e/ou volumes de contrações excêntricas da musculatura esquelética (MOLINA&AMORIN, 2007).

Embora a DMIT seja muito utilizada na identificação e quantificação do DM, diversos protocolos são utilizados na sua identificação. Entre esses protocolos estão o subir e descer em degraus (LIMA et al., 2013), sentar e levantar de uma cadeira(BURT et al., 2013) e a palpação da musculatura danificada (LIMA & DENADAI, 2011). Considerando a diversidade de métodos de avaliação da DMIT sem que haja um consenso em relação àquele que apresenta maior eficiência, o objetivo geral deste trabalho foi verificar, comparar e identificar qual dos testes supracitados melhor avaliou a DMIT após

uma sessão de 30 minutos de corrida em declive que, conhecidamente, gera DM. Para tanto, foi considerado como mais eficaz, o teste que levou à maior percepção subjetiva de dor. Também foram coletados outros marcadores indiretos de DM como pico de torque isocinético (dos extensores do joelho), amplitude de movimento do joelho, e circunferência da porção medial da coxa.

A hipótese testada foi que o teste de "Sentar e Levantar" foi o que melhor avaliou a dor (resultando na obtenção de valores maiores), pois, da mesma forma que o dano muscular, a magnitude da DMIT parece ser influenciada pelo tipo de ação muscular (NOSAKA, 2008). Sendo assim, acreditamos que a ação excêntrica induziu a valores mais exacerbados de PSD (FOSCHINI et al., 2007).

2. MATERIAL E MÉTODO

2.1. Amostra

Participaram do estudo 15 homens, fisicamente ativo, sem experiência com treinamento de força nos seis meses que antecederam o período de coletas. As médias de massa, idade e altura foram $80 \pm 12,4$ kg, $22,8 \pm 3,1$ anos e $174 \pm 0,07$ cm, respectivamente. Não houve alterações nos hábitos e dietas dos voluntários. Todos os sujeitos foram informados dos procedimentos, benefícios e riscos do estudo, e assinaram o Termo de Consentimento livre e esclarecido que foi aprovado pelo Comitê de Ética.

2.2. Delineamento experimental

Todos os sujeitos realizaram sete visitas totais ao laboratório. As duas primeira visitas foram designada para familiarização dos aparelhos, ambiente de coleta, determinação do consumo máximo de oxigênio (VO_2Max), explicação dos procedimentos experimentais a serem adotados nas coletas seguintes e o fornecimento do consentimento para participar da pesquisa. As cinco visitas seguintes foram planejadas para a realização do protocolo experimental com as coletas de todos os marcadores de DM e os três diferentes protocolos de avaliação de percepção subjetiva de dor (PSD). As coletas dos marcadores ocorreram antes, durante, depois e 24, 48, 72 e 96 horas após os voluntários

correrem em *declive* por 30 minutos, com inclinação de -16% e velocidade fixa em 80% VO₂Max. Os protocolos de avaliação de PSD (Sentar e levantar, step e palpação) foram coletados nos mesmos momentos que os demais marcadores de DM.

2.3. Variáveis dependentes (marcadores de dano muscular)

2.3.1. Percepção subjetiva de dor

A percepção subjetiva de dor foi monitorada por três diferentes testes. Para tanto, era quantificada a dor percebida pelos voluntários nos músculos extensores do quadril, extensores do joelho e flexores plantares. A soma dos valores relatados desses músculos para cada teste foi considerada para análises.

Teste palpação

Os indivíduos foram orientados a massagear a musculatura utilizada durante as sessões, e preencher uma escala de análogos visuais (EAV), que consiste em uma reta contínua de 100mm, de início (0mm) com os dizeres "Sem dor", e com (100mm) "Muita, muita dor" no fim.

Teste de sentar e levantar

Nesse teste os indivíduos realizaram a flexão dos joelhos e quadril para sentar em um banco de 45 cm, apoiando as costas no encosto da cadeira, e se levantaram, sem ajuda das mãos, realizando a extensão dos joelhos e quadril, terminando o teste na posição ereta e preencheram a EAV.

Teste de step

Os indivíduos foram orientados a subir e descer, pé sobre pé, em um step de aproximadamente 45 cm, flexionando o joelho durante a fase de apoio no step tanto na descida quanto na subida e preencheram a EAV.

2.3.3. Força muscular

Para medir o pico de torque e o ângulo no qual tal pico foi obtido foi usado um dinamômetro isocinético (BIODEX Pro 3 System, Shirley, NY, USA), através de três contrações isocinéticas máximas consecutivas sem intervalo, em uma amplitude articular de 70°, a uma velocidade angular de 60° por segundo.

2.3.4. Amplitude de movimento

Quanto ao protocolo de avaliação de amplitude de movimento (ADM) do joelho foi utilizado o goniômetro plástico. A ADM foi calculada por meio da subtração dos valores da extensão voluntária máxima dos valores de flexão voluntária máxima dos joelhos dos indivíduos. O examinador para ambos os testes foi o mesmo.

2.3.5. Circunferência

Nesse protocolo foi usada uma fita antropométrica para medir a circunferência medial da coxa dos voluntários (na altura correspondente a 50% da distância entre o trocânter maior do fêmur e o côndilo lateral do fêmur). Esta medida foi realizada todos os dias pelo mesmo examinador, para uma precisão maior dos resultados.

2.4. Estatística

Diferenças significantes ao longo do tempo para todos os marcadores de DM foram verificadas por meio de análises de variância *one-way*. Diferenças ao longo do tempo e entre os métodos de avaliação da PSD foram verificadas por meio de análises de variância *two-way*. Foram aplicados testes post-hocs de Tuckey para identificar diferenças entre as médias nas diferentes condições. Foi adotado nível de significância de $p \leq 0,05$.

3. RESULTADOS

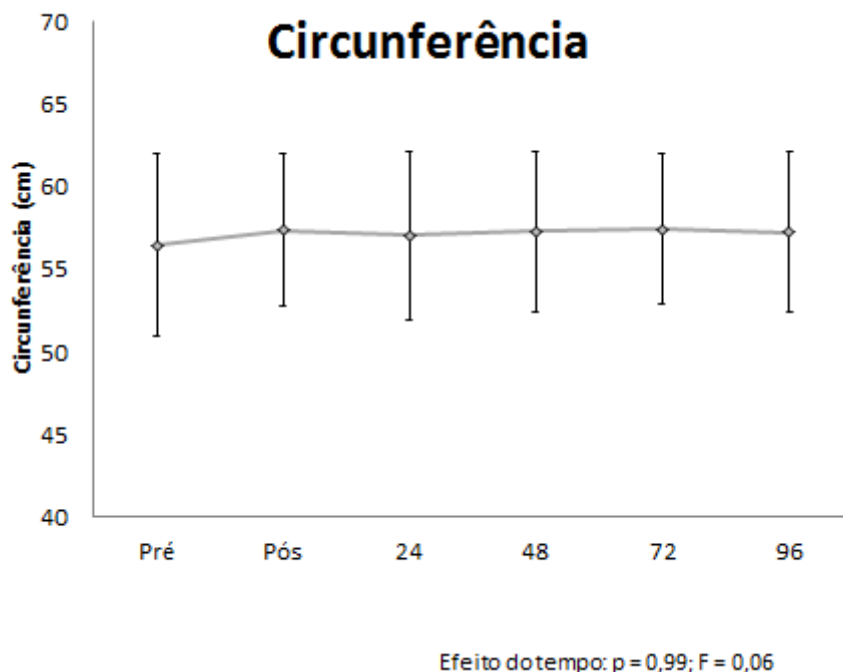


FIGURA 1: Mudanças na circunferência da coxa direita nos momentos basal imediatamente (0), 24, 48, 72 e 96.

Como podemos observar na figura 1, não foram encontradas variações estatisticamente significativas na circunferência nas medições realizadas ao nível da coxa.

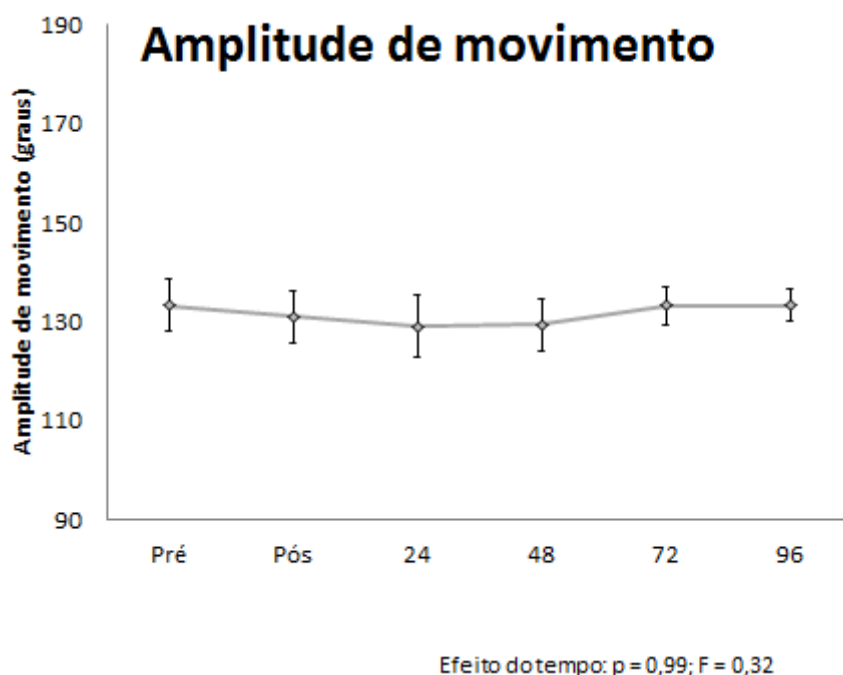


FIGURA 2: Alterações na amplitude articular nos momentos basal, 0, 24, 48, 72 e 96.

Na amplitude de movimento não encontramos variações estatisticamente significativas, mostrando que a corrida em declive não foi suficiente para promover alterações nesse marcador indireto de dano muscular.

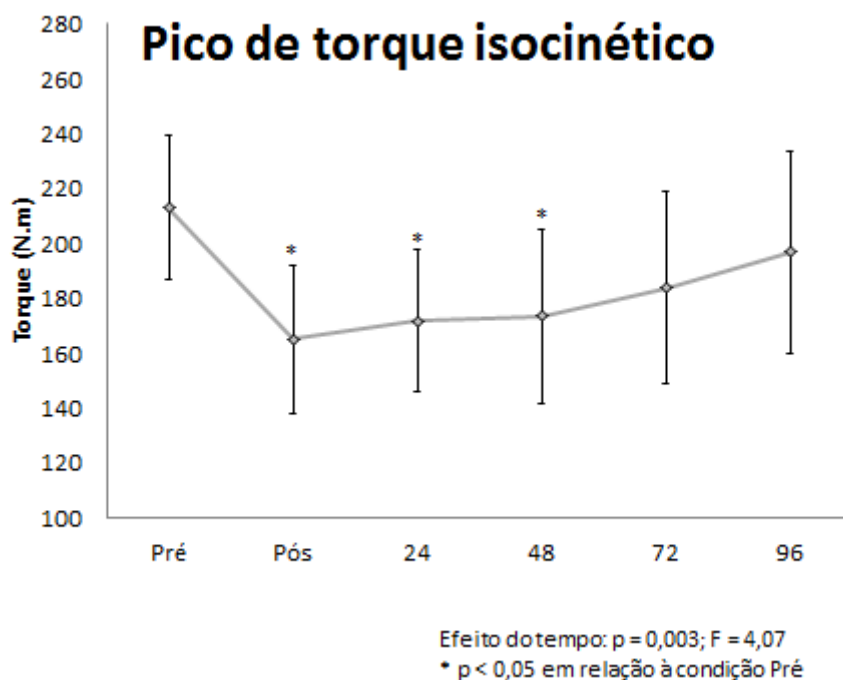


FIGURA 3: Alterações na força máxima nos momentos basal, 0, 24, 48, 72 e 96 horas.

A figura 3 mostra a perda de força que ocorre logo após a corrida em declive. Isso ocorre, pois a corrida em declive é um exercício com substancial componente excêntrico.

Tabela 1: Média e Desvio Padrão de avaliação subjetiva para quantificar a extensão da Dor Muscular Tardia (DMT) nos momentos basal, 0, 24, 48, 72 e 96 horas.

Teste	Pré	24 h	48 h	72 h	96 h
Palpação	0	5,990909	6,309091	3,463636	1,736364
	0	4,410318	4,746252	2,299249	1,610138
Sentar e Levantar	0	5,327273	4,836364	2,336364	0,863636
	0	4,967311	3,572191	2,018055	0,968786
Step	0	7,354547	7,636364	3,327273	1,318182
	0	6,517571	6,011368	2,857303	1,391271

Podemos analisar na tabela acima a intensidade da dor muscular tardia nos três testes de percepção de dor, em cada dia após o exercício realizado nesse estudo. De acordo com os dados observados, todos os protocolos estudados refletiram dor muscular até o quarto dia. No momento zero não foi detectada DMIT, o que já era esperado, pois a DMIT começa a ser instalada nas primeiras horas após o exercício, com pico tardio. A dor intensa foi relatada em ambos os testes a partir de 24 e 48h, onde a maior media registrada foi no

teste de step após 48h, chegando a 7,6, porém foi o teste em que houve a maior variação. No teste de sentar e levantar o pico de dor ocorreu 24 horas após o exercício, diferente dos outros testes que tiveram o pico máximo de dor 48 horas depois.

4. DISCUSSÃO

Sabe-se 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. A ação excêntrica é 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). É sabido que todos os tipos de contração muscular (excêntrica, concêntrica e isométrica) associadas ao treinamento de força causam dano muscular, entretanto vários pesquisadores reconhecem que a ação excêntrica causa maior magnitude de dano muscular (BALNAVE e THOMPSON, 1993; TRICOLI, 2001, CLARKSON e HUBAL, 2002) isso se deve ao fato das contrações excêntricas serem resultado de uma maior agressão mecânica. Isso pode ser 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).

Além dos protocolos tradicionais existentes na literatura que se utilizam e incluem a contração excêntrica para analisar as respostas agudas ou como forma de treinamento, a corrida e a caminhada em declive tem sido utilizada para análise da resposta aguda após o exercício, considerando o componente excêntrico presente e a magnitude do dano muscular causado (BRAUN e DUTTO, 2003), foi por essa razão que a corrida em declive foi escolhida para o presente estudo. Analisando aspectos relacionados à força muscular em exercícios desse tipo, na tabela 3, é possível observar que a queda de força já é imediatamente aparente, todavia isso não se deve exclusivamente ao DM, mas também à fadiga (RAASTAD e HELEN, 2000; PROSKE e MORGAN, 2001). Por essa razão sugere-se que a perda de força possa ser a primeira

consequência na DMIT. Nas medidas realizadas 24 e 48 horas após o protocolo, valores do pico de torque ainda estão significativamente menores do que a amostra pré. Isto pode resultar no processo inflamatório que se estabelece após o dano muscular e a recuperação gradativa das estruturas e funções musculares. De acordo com Clarkson e Hubal (2002), o marcador indireto mais eficaz em humanos é o decréscimo prolongado na produção de força muscular, a qual pode se estender por dias (STUPKA et al., 2001; PAULSEN et al., 2010) e até semanas (LAURITZEN et al., 2009). A diminuição da força é o resultado da ineficiência no acoplamento excitação-contração que ocorre por mudanças na orientação do túbulo t e tríade além de alterar a propriedade dos sensores de voltagem (INGALLS, WARREN & ARMSTRONG, 1999; WARREN, INGALLS, LOWE & ARMSTRONG, 2001) de forma que menos cálcio é lançado por potencial de ação. Outro fator que pode contribuir para a diminuição da produção de força é o rompimento das fibras musculares. Este rompimento impossibilita a interação da proteína necessária para a produção de força dos sarcômeros, assim limitando a produção de força do músculo lesionado (LINDSTEDT, LASTAYO & REICH, 2001), além de uma perda em quantidade e qualidade, de proteínas musculares (Nosaka et al., 2006). Pode vir há ocorrer danos à estrutura do tendão e demais estruturas de tecido conjuntivo, o que também pode contribuir com o decréscimo na produção de força (CLARKSON E HUBAL, 2002).

Outro indicativo indireto de DM que foi encontrado nesse estudo é a DMIT, que é caracterizada por Tricoli (2001) como sendo uma sensação de desconforto e/ou dor na musculatura esquelética que ocorre algumas horas após a prática da atividade física, à qual não estamos acostumados.

Algumas teorias apontavam vários mecanismos como responsáveis pela etiologia da DMIT. A principal apoiava-se na ideia de que o acúmulo de produtos metabólicos tóxicos, principalmente o H⁺ derivado do ácido láctico (ou lactato), é responsável pela percepção de dor tardia, porém esse paradigma foi superado quando alguns estudos clássicos demonstraram que a concentração de ácido láctico retornava aos valores próximos aos normais algumas horas após o exercício (WILMORE e COSTILL, 2001). O estresse mecânico, danos ao tecido muscular (causado pelo aumento da temperatura) e o controle

neuromuscular alterado (o qual produzia espasmo) também foram utilizados como justificativa para possíveis causadores de DMIT (ARMSTRONG et al., 1984; BYRNES e CLARKSON, 1986).

Já segundo SMITH (1991), após o dano no tecido conectivo e/ou na estrutura contrátil, entre seis e 12 horas, monócitos se acumulariam na região, com o pico de concentração perto de 48 horas após o exercício. Os monócitos seriam, então, convertidos em macrófagos os quais, por sua vez, sintetizariam grandes quantidades de prostaglandinas (PGE2). As PGE2 aumentariam a sensibilidade dos receptores de dor tipo III e tipo IV. Portanto, a lenta liberação de PGE2, associada ao processo de lesão muscular, podem explicar a sensação dolorosa relacionada à DMIT (TRICOLI, 2001). No entanto, vários autores citam que a dor muscular tardia, mesmo sendo um sintoma de lesão muscular, não necessariamente reflete o tempo de recuperação e a magnitude da lesão muscular (JAMURTAS & PASCHALIS, 2005; NOSAKA & NEWTON, 2002; NOSAKA, NEWTON & SACCO, 2002), cabendo cautela na análise.

Segundo os dados avaliados, verificou-se que a dor registrada foi bastante variada entre os indivíduos, com alguns indivíduos que relataram pouca dor e outros indivíduos que relataram máxima dor. Isso ocorre segundo Milani et al., (1997); Lake e Lafortune (1998) porque a percepção que um indivíduo tem sobre um determinado estímulo depende das suas vivências durante sua vida, das expectativas que ele possui sobre esse estímulo e das condições do ambiente no momento do experimento. Logo, a percepção de dor é uma característica pessoal, e depende da resistência que cada indivíduo tem a ela. Além disso, segundo Nunes (1999), o exercício que produz acidose suficiente para lesionar os tecidos musculares, promove uma resposta orgânica que adota a β -endorfina para aliviar a sensação dolorosa, pois, quando liberada, se liga a receptores específicos inibindo a atividade nervosa nas áreas relacionadas com a dor. Assim, a secreção de β -endorfina também pode estar relacionada à maior tolerância à dor (McARDLE, et al., 2003). A DMIT, entretanto, e por si só, não representa um marcador indireto de DM confiável.

No caso da PSD, os testes step, e sentar e levantar possuem movimentos excêntricos que acreditamos induzir efeitos mais exacerbados de DMIT, pois o

músculo é alongado, mas continua sobtensão. No teste do step, a subida (concêntrica), e a descida (excêntrica) foi realizada unilateralmente, diferente do teste sentar e levantar que tanto a fase excêntrica, efetivamente quando “agacha”, quanto a fase concêntrica quando volta-se a posição, foi trabalhada bilateralmente. Alguns estudos têm demonstrado que a carga desenvolvida durante ações bilaterais é menor do que a soma das cargas desenvolvidas unilateralmente, por cada membro, sendo esta diferença chamada de déficit bilateral (KURUGANTI e SEAMAN, 2006; CHAVES et al.; 2004; TANIGUCHI, 1998; VANDERVOOT, SALE e MOROZ, 1984). Além disso, ocorre diferença na intensidade de ativação dos músculos em ambos os testes. Podendo ser a razão da diferença da media de PSD nesses testes. Já com a palpação externa do musculo com DM, intensificam-se os pequenos aumentos da pressão intramuscular, provocando um estímulo mecânico para a hipersensibilidade dos receptores de dor, por isso o teste de palpação foi efetivo em relação a PSD. Porem em ambos os testes o pico de dor surge entre 24 e 48 horas, passando a decrescer após isso, o que corrobora com os estudos de Nascimento e colaboradores (2007), que indicam que a dor muscular tardia surge após 8 horas depois do exercício, aumentando a intensidade nas próximas 24 a 48 horas, diminuindo progressivamente após 72 horas.

Acredita-se que caso os testes fossem repetidos, o grau de DMIT iria diminuir. O que é caracterizado como teoria do “efeito de carga repetida”. Essa teoria se baseia nos estudos onde os indivíduos realizaram a primeira sessão de treinamento de força e mostraram aumentos dos sintomas de DMIT e concentração sérica de CK, em seguida foram submetidos à nova sessão de mesma natureza, obtendo diminuição dos sintomas de DMIT e concentração sérica de CK (LIEBER, SHAH E FRIDEN, 2002).

As contrações excêntricas levam a sensação de dor e rigidez muscular nos dias subsequentes ao exercício (HOUGH, 1902). O dano na musculatura leva a uma resposta inflamatória que é acompanhada por formação de edema (PROSKE E MORGAN, 2001), sendo a circunferência do segmento uma medida importante e bastante utilizada para a mensuração deste quadro. Porem não foi isso que ocorreu, no presente estudo não foram encontradas variações estatisticamente significativas pra esse método indireto, talvez uma

explicação plausível para tal resultado seja que o método de avaliação dessa variável é indireto e impreciso, a validade e a fidedignidade das medidas são afetadas pela habilidade do avaliador e há uma grande variabilidade existente. Para resultados mais precisos são indicados métodos diretos, como a IRM, uma técnica de imagem que tem como finalidade avaliar o DM através do edema, porém, é uma técnica de alto custo (KHAN et al., 2003; REEVES et al., 2004) e de difícil utilização no âmbito científico, devido a sua grande demanda clínica (REEVES et al., 2004), ou então através de imagens por ultrassonografia.

Para a amplitude de movimento também não foram obtidos variações estatisticamente significantes. Segundo Fujikake et al. (2009) ainda não foi elucidado o mecanismo por trás da diminuição da amplitude de movimento, porém acredita-se que está relacionado com o encurtamento do tecido conectivo, ocorrido pelo inchaço e o aparecimento de edema muscular. Como mostrado na figura 1, não houve aumento significativo da circunferência, podendo de fato estar ligado à não diminuição da amplitude. Ou então ligado ao fato dessa medição ser considerada indireta e de alta variabilidade, o que pode influenciar diretamente nos resultados, já que a confiabilidade do uso do goniômetro depende da habilidade dos examinadores, da articulação avaliada e do movimento testado.

Podemos notar nesse estudo que a dor muscular tardia possui correlações fracas ou mesmo inexistentes com outros marcadores indiretos de dano muscular (amplitude de movimento e circunferência de membro). Este resultado indica que não necessariamente quem demonstra maiores níveis de DMIT indicaram maiores mudanças nos outros marcadores de dano muscular (WARREN, LOWE e ARMSTRONG, 1999; NOSAKA, NEWTON E SACCO, 2002).

5. CONCLUSÃO

Diante destes resultados podemos concluir que o melhor teste para avaliar a percepção subjetiva de dor é o teste do step, pois levou a uma ação excêntrica dos extensores do joelho na descida do step, o que induziu efeitos mais

exacerbados de DMIT. Porém, o teste de sentar e levantar também tem as mesmas predominâncias excêntricas, e foi o teste de menor resultado de dor, portanto mais pesquisas devem ser realizadas para uma determinação precisa.

6. REFERÊNCIAS

BALNAVE, C.D. E THOMPSON, M.W. Effect of training on eccentric exercise-induced muscle damage. **J. Appl. Physiol.** v.75, p. 1545-1551, 1993.

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.

Braun, W. A. & Dutton, D. J. (2003). The effects of a single bout of downhill running and ensuing delayed onset of muscle soreness on running economy performed 48 h later. **European Journal of Applied Physiology**, 90(1-2), 29-34. doi: 10.1007/s00421-003-0857-8

BRENTANO, M.A.; KRUEL, L.F.M. A review on strength exercise-induced muscle damage: applications, adaptation mechanisms and limitations. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, n. 51, p. 1-10, mar. 2011.

BURT, D.; LAMB, K.; NICHOLAS, C.; TWIST, C. Effects of repeated bouts of squatting exercise on sub-maximal endurance running performance. **European Journal of Applied Physiology**, v. 113, p. 285-293, 2013.

CHEN, T.C.; LIN, K.Y.; CHEN, H.L.; LIN, M.J. NOSAKA, K. Comparison in eccentric exercise-induced muscle damage among four limb muscles. **European Journal of Applied Physiology**, v. 111, n. 2, p. 211-223, 2011.

CLARKSON, P. M.; NOSAKA, K.; BRAUN, B. Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation. **Official Journal of the American College Sports Medicine**, v. 24, n. 5, p. 512-520, 1991.

CLARKSON, P.M.; HUBAL, M.J. Exercise-induced muscle damage in humans. **American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 24, n. 5, p. 512-520, 1992.

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.

CLEAK, M.J.; ESTON, R.G. Delayed onset muscle damage soreness: Mechanisms and management. **Journal of Sports Sciences**, v. 10, p. 325-341, 1992.

FOSCHINI, D.; PRESTES, J.; CHARRO, A.M. Relação entre exercício físico, dano muscular e dor muscular de início. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, n. 9, p. 101-106, 2007.

IDE, Bernardo Nemeet 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 Nemeet 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.

JAMURTAS, A.Z.; PASCHALIS, V. Comparison between leg and arm eccentric exercises of the same relative intensity on indices of muscle damage. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.95, p.179-85, 2005.

KHAN, K. M. et al. Are ultrasound and magnetic resonance imaging of value in assessment of Achilles tendon disorders? **A two year prospective study. British Journal of Sports Medicine**, v. 37, n. 2, p. 149-53, Apr 2003.

KINGSLEY, R.E. **Concise text of neuroscience**. 2^a ed. Baltimore: Lippincot, Williams & Wilkins, 2002.

Kurunganti, Usha; Seaman, Kenneth. The bilateral leg strenght deficit is present in old, young and adolescent females during isokinetic knee extension and flexion. **European Journal of Applied Physiol.** V.120, p.721-726, 2008

LAKE, M.J.; LAFORTUNE, M.A. Mechanical inputs related to perception of lower extremity impact loading severity. **Med. Sci. Sports Exerc.**, Madison, v.30, n.1,p.136-143, 1998.

LIEBER, R. L., SHAH, S., and FRIDEN, J. Cytoskeletal disruption after eccentric contraction-induced muscle injury. **ClinOrthop.**, p.90-99, 2002

LIMA, L.C.R.; DENADAI, B.S. Efeito protetor após sessões de exercício excêntrico: comparação entre membros superiores e inferiores. **Motriz**, v. 17, n. 4, p. 738-747, 2011.

LIMA, L.C.R.; OLIVEIRA, T.P.; OLIVEIRA, F.B.D.; ASSUMPÇÃO, C.O.; GRECO, C.C.; DENADAI, B.S. Monitoringmusclerdamagemarkersduring a four-weekdownhillwalkingexerciseprogram. **Motriz**, v. 19, n. 4, p. 703-708, 2013.

MacIntyre, D. L.; Reid, W. D.; McKenzie, D. C. (1995).Delayed muscle soreness: the inflammatory response to muscle injury and its clinical implications. **Sports Med.** 20: 24-40

McARDLE, W.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L.D. , Fisiologia do exercício – energia, nutrição e desempenho humano. 5 ed. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan**, 2003.

MEYER, T.; SCHWARZ, L.; KINDERMANN, W., Exercise and endogenous opiates, In: WARREN, M. P.; CONSTANTINI, N. W., **Sports Endoc., New Jersey: Humana Press**, 2000.

MENSE, S. Nociception from skeletal muscle in relation to clinical muscle pain. **Pain**, v. 54, n. 3, p. 241-289, 1993.

MILLAN, M.J. The introduction of pain: an integrative review. **Progress in Neurobiology**, v. 57, n. 1, p. 1-164, 1999.

MOLINA, R.; AMORIN, R.A. Efeito do dano muscular através de diferentes tipos de exercício excêntrico sobre a economia de movimento. **Sistema Anhanguera de Revistas Eletrônicas**, v. 2, n. 2, p. 89-99, 2007.

Nascimento, C. R. V.; Arruda, S. F. M.; Bacurau, R. F. P.; Navarro, F. Dor Muscular Tardia: Etiologia e Tratamento. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**. São Paulo. Vol.1. Num.2. 2007. p.90-99.

NOSAKA, K. Muscle soreness and damage and the repeated bout effect. In: TIIDUS, P.M. **Skeletal muscle damage and repair**. 1ª ed. Champaign: HumanKinetics, 2008.

NOSAKA, K.; NEWTON, M.; SACCO, P. Delayed-onset muscle soreness does not reflect the magnitude of eccentric exercise induced muscle damage. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, Copenhagen**, v.12, p.337-46, 2002.

NOSAKA, K.; NEWTON, M.; SACCO, P.; CHAPMAN, D.; LAVENDER, A. Partial protection against muscle damage by eccentric actions at short muscle lengths. **Medicine and Science in Sports & Exercise, Madison**, v.37, p.746-53, 2005.

NUNES, M. T., A glândula hipófise, In: AIRES, M. M., **Fisiologia**, 2ª ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999.

Reeves, N. D.; MAGANARIS, C.N.; NARICI, M.V. Ultrasonographic assessment of human skeletal muscle size. **Eur J Appl Physiol**, v. 91, n. 1, p. 116-8, Jan 2004.

Shellock, F. G.; Fukunaga, T.; Mink, J. H.; Edgerton, V. R. (1991). Acute effects of exercise on MR image of skeletal muscle: concentric vs eccentric actions. **Am. J. Radiol.** 156: 659-664

O'CONNOR, P.J.; COOK, D.B. Exercise and pain: the neurobiology, measurement, and laboratory study of pain in relation to exercise in humans. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 27, p. 119-166, 1999.

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

TRICOLI, W. Mecanismos envolvidos na etiologia da dor muscular tardia. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 9, n. 2, p. 39-44, 2001.

WARREN, G.L.; LOWE, D.A.; ARMSTRONG, R.B. Measurement tools used in the study of eccentric contraction-induced injury. **Sports Medicine**, Auckland, v.27, n.1, p.43-59, 1999.

WEERAKKODY, N.S.; WHITEHEAD, N.P.; CANNY, B.J.; GREGORY, J.E.; PROSKE, U. Large fiber mechanoreceptors contribute to muscle soreness after eccentric exercise. **Journal of Pain**, v. 2, n. 4, p. 209-219, 2001.