

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM REABILITAÇÃO FÍSICO –
MOTORA

Kety Suelyn Ferreira

**ALTERAÇÕES ELETROLÍTICAS ESTÃO CORRELACIONADAS COM
DOR MUSCULAR 24 HORAS APÓS EXERCÍCIOS RESISTIDOS**

Santa Maria, RS
2018

Kety Suelyn Ferreira

**ALTERAÇÕES ELETROLÍTICAS ESTÃO CORRELACIONADAS COM
DOR MUSCULAR 24 HORAS APÓS EXERCÍCIOS RESISTIDOS**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Reabilitação Físico-Motora, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Especialista em Reabilitação Físico-Motora**.

Orientador: Prof. Dr. Luis Ulisses Signori

Santa Maria, RS
2018

Kety Suelyn Ferreira

**ALTERAÇÕES ELETROLÍTICAS ESTÃO CORRELACIONADAS COM
DOR MUSCULAR 24 HORAS APÓS EXERCÍCIOS RESISTIDOS**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Reabilitação Físico-Motora, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Especialista em Reabilitação Físico-Motora**.

Aprovado em 15 de agosto de 2018:

Luis Ulisses Signori, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Antônio Marcos Vargas da Silva, Dr. (UFSM)

Edson Missau, Msc. (UFSM)

Michele Forgiarini Saccol, Dr. (UFSM)

Santa Maria, RS
2018

RESUMO

ALTERAÇÕES ELETROLÍTICAS ESTÃO CORRELACIONADAS COM DOR MUSCULAR 24 HORAS APÓS EXERCÍCIOS RESISTIDOS

AUTORA: Kety Suelyn Ferreira
ORIENTADOR: Prof. Dr. Luis Ulisses Signori

O exercício resistido (ER) é definido quando um ou mais grupos musculares recebem a aplicação de uma resistência externa amplificando a contração muscular. Contudo, o esforço excessivo predispõe, a uma resposta inflamatória, dor muscular de início tardio (DMIT) e redução da função muscular. Dentre os mecanismos envolvidos estão às alterações circulatórias, produção de metabólitos tóxicos, desequilíbrios hormonais e alterações eletrolíticas. Porém, as alterações eletrolíticas plasmáticas do sódio (Na^+), do potássio (K^+), do cálcio (Ca^{2+}) e do magnésio (Mg^{2+}) durante e logo após os exercícios resistidos necessitam ser melhor investigadas. Deste modo a presente pesquisa objetivou estudar as alterações eletrolíticas após o exercício resistido e correlaciona-los com a DMIT. Estudo transversal com 20 voluntários, submetidos a sessão de exercícios (cadeira extensora, agachamento e *leg press*), avaliados hemograma, perfil lipídico, glicose, lactato, eletrólitos (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+}), basal, imediatamente, e 30 minutos após os ER. A DMIT foi avaliada 24 horas após as sessões. As concentrações plasmáticas do Na^+ e do K^+ se correlacionam imediatamente ($r = -0,511$; $p = 0,021$) e 30min ($r = -0,455$; $p = 0,049$) após os ER. O Ca^{2+} e o Mg^{2+} não se modificaram durante o estudo. As concentrações do Na^+ imediatamente após os ER se correlacionam com a DMIT avaliada 24 horas, indicando que os voluntários com menores alterações do Na^+ após os exercícios tiveram maior DMIT.

Palavras-chave: Tolerância ao exercício. Eletrólitos. Dor.

ABSTRACT**ELECTROLYTIC CHANGES ARE CORRELATED WITH MUSCULAR PAIN 24 HOURS AFTER RESISTANT EXERCISES**

AUTHOR: Kety Suelyn Ferreira
ORIENTER: Prof. Dr. Luis Ulisses Signori

Resistance exercise is defined when one or more muscle groups receive the application of an external resistance amplifying muscle contraction. However, excessive exertion predisposes to an inflammatory response, late-onset muscle pain (DOMS) and reduced muscle function. Among the mechanisms involved are circulatory changes, production of toxic metabolites, hormonal imbalances and electrolyte changes. However, plasma electrolyte changes of sodium (Na^+), potassium (K^+), calcium (Ca^{2+}) and magnesium (Mg^{2+}) during and shortly after resistance exercises need to be investigated better. Thus the present research aimed to study the electrolytic alterations after resisted exercise and correlate them with DOMS. Hemoglobin, lipid profile, glucose, lactate, electrolytes (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} and Mg^{2+}), baseline, immediately and 30 minutes after the exercise session (extensor chair, squatting and leg press) after the resistance exercise. DOMS was assessed 24 hours after the sessions. Plasma concentrations of Na^+ and K^+ were correlated immediately ($r = -0.511$, $p = 0.021$) and 30min ($r = -0,455$; $p = 0.049$) after resistance exercise. Ca^{2+} and Mg^{2+} did not change during the study. The concentrations of Na^+ immediately after ER correlate with DOMS assessed 24 hours, indicating that volunteers with lower Na^+ changes after exercise had higher DOMS.

Key words: Tolerance to exercise. Electrolytes. Pain.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	06
2	ARTIGO	08
3	CONCLUSÃO	29
	REFERÊNCIAS	30
	APÊNDICES	32
	APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido	33
	APÊNDICE B – Solicitação da sala de musculação do centro esportivo da FURG	35
	ANEXOS	36
	ANEXO A - Registro do gabinete de projetos (GAP)	37
	ANEXO B - Registro do comitê de ética	38

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o sedentarismo é considerado um fator de risco modificável, mas a realização regular de atividades físicas e/ou exercícios físicos atuam na prevenção e no tratamento de doenças cardiovasculares (FREITAS; CESCHINI; RAMALLO, 2014; HOEKSTRA; BISHOP; LEICHT, 2017; NEVES et al., 2014). Dentre os diversos tipos de exercícios existem os exercícios resistidos, normalmente associados a musculação, mas considera-se exercício resistido (ER) quando um ou mais grupos musculares deslocam certa quantidade de massa a partir do estado de repouso durante uma atividade física (REGO et al., 2016).

Durante e após a realização de exercícios físicos de alta intensidade ocorre uma resposta inflamatória, onde algumas citocinas inflamatórias são liberadas no sangue dentre elas o fator de necrose tumoral (TNF- α) e as interleucinas (IL) IL6, IL1 β (JUNIOR et al., 2015; STUPKA et al., 2000). Esta resposta inflamatória ocorre quando o esforço muscular excede aquilo que o indivíduo está acostumado, deste modo às contrações musculares repetidas danificam os sarcômeros e podem levar a morte de algumas fibras miofibrilares (INGALLS et al., 2004; PROSKE; MORGAN, 2001).

Essas alterações são percebidas quando há ocorrência de dor muscular de início tardio (DMIT), e ainda que ela possa ocorrer imediatamente após o exercício, geralmente acontece entre 24 a 72 horas depois da atividade física, mas pode perdurar por dias, apresentando o seu pico em aproximadamente 48 horas após o evento (CRUZAT et al., 2007; NAVARRO; NAVARRO, 2013). Dentre as explicações para tais alterações estão o grau de estresse induzido pelo exercício, alterações na microcirculação, produção de metabólitos tóxicos e depleção dos substratos da microcirculação, além desses estuda-se os desequilíbrios eletrolíticos e os outros fatores reguladores hormonais e metabólicos (CÓRDOVA; NAVAS, 2000).

Os eletrólitos são substâncias com cargas positivas (cátions) e cargas negativas (ânions), distribuídos no líquido intracelular (LIC), no líquido extracelular (LEC) e no plasma sanguíneo, que possuem a função de regular e manter os níveis ideais de fluídos entre os compartimentos. O cloro (Cl $^-$), o sódio (Na $^+$), o potássio (K $^+$), o cálcio (Ca $^{2+}$) e o magnésio (Mg $^{2+}$) são eletrólitos comuns no corpo e suas alterações podem gerar distúrbios eletrolíticos. Os efeitos do ER sobre esses componentes séricos são influenciados pelas condições ambientais, intensidade do exercício e

duração do esforço, assim como a quantidade de eletrólitos perdidos durante os exercícios resistidos (DE MARA et al., 2007; VETERIN, 2009).

Neste contexto, estudar esta interação parece ser de alta relevância para entendermos o impacto das alterações eletrolíticas sobre a dor muscular de início tardio. Portanto, para a melhor compreensão dos efeitos dos ER, na presente pesquisa estudaremos as alterações eletrolíticas plasmáticas (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+}) em voluntários destreinados após a realização de ER de alta intensidade e sua possível relação com a dor muscular de início tardio.

A seguir serão apresentados os resultados da pesquisa que resultou no artigo intitulado “Alterações eletrolíticas relacionadas à dor muscular após exercícios resistidos” a ser submetido à Revista Brasileira de Medicina do Esporte (Qualis A2 na área 21).

2 ARTIGO

Alterações eletrolíticas relacionadas a dor muscular após exercícios resistidos

Electrolyte changes related to muscle pain after resistance exercises

Alteraciones electrolíticas relacionadas a dolor muscular después de ejercicios de resistencia

Autores:

Kety Suelyn Ferreira; André de Oliveira Teixeira, Luis Ulisses Signori

Pós-graduanda em Reabilitação Físico-Motora da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil.

Mestre em Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS, Brasil.

Doutor em Ciências da Saúde, Professor do Programa de Mestrado em Reabilitação Funcional da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil.

Endereço para correspondência:

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Centro de Ciências da Saúde (CCS), Departamento de Fisioterapia e Reabilitação, Av. Roraima nº 1000, Cidade Universitária, Bairro Camobi, CEP: 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. Tel: (55) 55 3220-8234. E-mail: l.signori@hotmail.com

Resumo

Introdução: Os exercícios resistidos (ER) realizados em alta intensidade provocam uma resposta inflamatória e alterações eletrolíticas no plasma sanguíneo. **Objetivos:** Estudar as alterações eletrolíticas plasmáticas resultantes de uma sessão ER de alta intensidade em voluntários destreinados e correlacionar com a dor muscular de início tardio (DMIT). **Métodos:** Vinte voluntários com 26,9 ($\pm 4,4$) anos de idade, foram submetidos a sessão de ER. A sessão de exercícios (cadeira extensora, agachamento e *leg press*) consistiram de quatro séries de 10 repetições máximas. Hemograma, perfil lipídico, glicose, lactato, eletrólitos (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+}) foram avaliados previamente (basal), imediatamente e 30 minutos após os ER. A DMIT foi avaliada 24 horas após as sessões. **Resultados:** O Na^+ aumentou imediatamente após os ER e retornou ao normal após 30min ($p < 0,001$). Em 30min o K^+ aumentou em relação aos valores basais e imediatamente após os ER ($p < 0,001$). O Ca^{2+} e o Mg^{2+} não se modificaram ao longo do estudo. As alterações do Na^+ e do K^+ se correlacionaram imediatamente ($r = -0,511$; $p = 0,021$) e 30min ($r = -0,455$; $p = 0,049$) após os ER. As concentrações plasmáticas do Na^+ 0min se correlacionam ($r = -0,520$; $p = 0,018$) com a DMIT. **Conclusão:** Os ER de alta intensidade em voluntários destreinados aumentaram as concentrações plasmáticas do Na^+ e do K^+ . As concentrações do Na^+ imediatamente após os ER se correlacionam com a DMIT, sugerindo que os indivíduos que apresentam menores alterações do Na^+ após os exercícios referem mais DMIT.

Descritores: exercício; inflamação; eletrólitos; mialgia.

ABSTRACT

Introduction: Resistance exercise (RE) performed at high intensity are the cause of an inflammatory response and electrolyte abnormalities in blood plasma. **Objectives:** To

study the plasma electrolyte changes resulting from a high-intensity session of the RE in untrained volunteers and to correlate with the delayed onset muscle soreness

Methods: Twenty volunteers of 26.9 (± 4.4) years old, no RT practitioners underwent a RE session. The workout (leg extension, squat and leg press) consisted of four sets of 10 maximum repetitions. Complete blood count, lipid profile, glucose, lactate, electrolytes (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+}) were evaluated before the training (baseline), immediately, and 30 minutes after the RT. The DOMS were assessed 24 hours after the sessions.

Results: The Na^+ increased immediately after the RE and returned to normal after 30 minutes ($p < 0.001$). In 30min K^+ increased if compared to baseline results and immediately after RE ($p < 0.001$). Ca^{2+} and Mg^{2+} levels did not change throughout the study. Changes on Na^+ and K^+ levels were immediately correlated ($r = -0.511$; $p = 0.021$) and 30 minutes ($r = -0.455$; $p = 0.049$) after RE. Plasma concentrations of Na^+ 0min were correlated ($r = -0.520$; $p = 0.018$) with the DOMS.

Conclusion: The high-intensity RE volunteers change plasma concentrations of Na^+ and K^+ . Na^+ 0min concentrations if relate to DOMS, suggesting that these individuals have a greater and increased pain after exercise.

Keywords: *exercise; inflammation; electrolytes; myalgia.*

RESUMEN

Introducción: Los ejercicios de resistencia (ER) realizados a alta intensidad causan respuestas inflamatorias y cambios de electrolitos en el plasma sanguíneo. Propósito: Estudiar las alteraciones electrolíticas plasmáticas resultantes de una sesión ER de alta intensidad en voluntarios destreinados y correlacionarse con el dolor muscular de inicio tardío (DMAT). Métodos: Veinte voluntarios con 26,9 ($\pm 4,4$) años de edad, no practicantes de ER se sometieron a una sesión de ER. El entrenamiento (extensión de pierna, de prensa en cuclillas y la pierna) consistió en cuatro series de 10 repeticiones máximas. Conteo sanguíneo completo, perfil lipídico, glucosa, lactato, y los electrolitos (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+}) se evaluaron previamente (línea de base), inmediatamente y 30 minutos después de la sesión ER. El DMAT se evaluó 24 horas después de las sesiones. Resultados: Aumento de Na^+ inmediatamente después de la sesión ER y retorno a la normalidad después de 30 minutos ($p < 0,001$). En 30 min K^+ ha aumentado en comparación con la línea de base y inmediatamente después de ER ($p < 0,001$). Los niveles de Ca^{2+} y Mg^{2+} no se han cambiado durante toda la investigación. Los cambios de Na^+ y K^+ se correlacionan inmediatamente ($r = -0,511$, $p = 0,021$) y 30 minutos ($r = -0,455$, $p = 0,049$) después de ER. Las concentraciones plasmáticas de Na^+ basal están correlacionadas ($r = -0,520$, $p = 0,018$) con el DMAT. Conclusión: Los ER de alta intensidad en voluntarios sanos aumentar, concentraciones de plasma de Na^+ y K^+ . Las concentraciones de Na^+ inmediatamente después de los ER se correlacionan con la DMAT, sugiriendo que los individuos que presentan menores alteraciones del Na^+ después de los ejercicios refieren más DMAT.

Descriptor: *exercise; inflammation; myalgia; electrolitos.*

INTRODUÇÃO

O exercício resistido (ER) é uma modalidade de atividade física, que tem por finalidade aumentar a força e a hipertrofia muscular ⁽¹⁻³⁾. A prática regular desses exercícios, melhoram o desempenho esportivo, promovem saúde, previnem doenças e fazem parte fundamental da reabilitação de pacientes ⁽²⁻⁴⁾. Entretanto, o ER realizado de forma intensa provoca uma resposta inflamatória aguda ⁽⁵⁻⁸⁾.

O processo inflamatório decorre da lesão nas fibras musculares ^(9,10), devido ao aumento na produção de espécies reativas de oxigênio (EROS) e espécies reativas de nitrogênio (ERN), elevando o processo de estresse oxidativo ^(8,11,12). Deste modo após o ER citocinas inflamatórias, são liberadas no sangue, dentre elas as interleucinas (IL), o fator de necrose tumoral (TNF α) e a proteína C-reativa (PCR) ^(2,13).

Clinicamente a resposta inflamatória é percebida pela dor muscular de início tardio (DMIT), que pode ocorrer imediatamente após o exercício, mas geralmente acontece entre 24 a 72 horas (h) depois da atividade física, apresentando o seu pico

em aproximadamente 48h e pode perdurar por até sete dias,

(14-16) levando ao

abandono dos programas de exercícios especialmente em indivíduos sedentários e/ou destreinados ^(17,18).

Os eletrólitos são substâncias com cargas positivas (cátions) e negativas (ânions), distribuídos no líquido intracelular, extracelular e plasma sanguíneo que possuem a função de osmoregulação ⁽¹⁹⁾. Os eletrólitos mais comumente mensurados são o sódio (Na⁺), potássio (K⁺), cálcio (Ca²⁺) e magnésio (Mg²⁺) e suas alterações podem gerar distúrbios eletrolíticos, os quais compreendem desidratação, alterações neuromusculares, parestesias e dores musculares ⁽¹⁹⁻²¹⁾. Os ER sobre esses componentes séricos são influenciados pelas condições ambientais, intensidade do exercício e duração do esforço, pois estes fatores interferem na desidratação, o que reduz a quantidade de eletrólitos biodisponíveis durante os exercícios ^(22,23).

Neste contexto, as alterações eletrolíticas após os ER ainda foram pouco estudadas e estas são de suma importância para promover medidas adequadas para a reidratação e a possível prevenção dos desconfortos após os exercícios. Os objetivos desta pesquisa foram estudar as alterações eletrolíticas do Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} em voluntários destreinados após a realização de exercício resistido e, analisar a influência destas alterações sobre a dor muscular de início tardio.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo transversal foi aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande (FURG, nº 23116.002536/2010-48). A pesquisa segue as normas da Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e está de acordo com a Declaração de Helsinque (2013). Todos os voluntários foram previamente avaliados por médico assistente, em seguida foram informados sobre os procedimentos, coleta de dados e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Critérios de elegibilidade

Amostra foi composta por 20 voluntários. Os critérios de inclusão compreenderam idades entre 20 a 35 anos, com índice de massa corporal menor que 30 kg/m^2 , não praticantes de atividade físicas e/ou exercícios físicos regularmente (+ de uma vez por semana), que não estavam incluídos em programas de dietas alimentares, bem como, sem diagnóstico prévio de doenças musculoesqueléticas, reumatológicas, cardiovasculares, metabólicas, neurológicas, oncológicas, imunológicas e hematológicas. Os voluntários em uso de qualquer tipo de medicação, suplementos alimentares, vitamínicos e/ou ergogênicos e fumantes; no dia do exame os que apresentassem resposta inflamatória (PCR $>3 \text{ mg/dL}$), glicemia ($>100 \text{ mg/dL}$), fibrinogênio (<200 e $>400 \text{ mg/dL}$), leucocitose ($>11.000 \times 10^3/\text{mm}^3$), pressão arterial

sistêmica >140/90 mmHg e/ou algum sintoma de dor e/ou desconforto foram excluídos do estudo. O consumo de sucos de frutas, bebidas alcoólicas e a realização atividades físicas foram suprimidas 72h antes da coleta de dados. Por estes critérios foram excluídos três voluntários por apresentarem resposta inflamatória no dia do exame.

Avaliação da força muscular

O teste de 10 repetições máximas (10RM) foi adotado para a realização do protocolo de treinamento com sobrecarga controlada ⁽²⁴⁾. Os exercícios foram a cadeira extensora (CE), o agachamento (AG) e o *leg press* (LP) realizados em equipamentos marca *Physicus*[®] (modelo *Plus*, SP, Brasil). O tempo de recuperação entre os exercícios foi de cinco minutos. Os valores das cargas máximas no teste de 10RM foram obtidos ao longo de três a cinco tentativas, quando o voluntário apresentou quadro de falha concêntrica no movimento dinâmico. A cada nova tentativa realizou-se adição de incrementos progressivos de cinco kg, com intervalo de três a quatro minutos entre cada série. Validou-se como carga máxima a que foi obtida na última execução ^(7,8,12).

Sessão de exercícios

Para cada exercício proposto os voluntários realizaram aquecimento (uma série de 15 repetições com 40% da carga máxima obtida no teste de 10RM). A sequência dos exercícios (cadeira extensora, agachamento e *leg press*) foi randomizada através de sorteio por envelope pardo fechado, e as sessões foram desenvolvidas por quatro séries de 10RM, com intervalo de um minuto entre séries e dois minutos entre os exercícios. Durante as avaliações e exercícios foram realizados estímulos verbais ao voluntário ^(7,8,12).

Coleta de dados

Os voluntários se encontravam em jejum de 12h. As coletas sanguíneas ocorreram antes dos exercícios (basal), imediatamente após (0mim) e 30 minutos da sessão de ER. Decorridas 24h após a sessão de exercícios foi avaliada a percepção subjetiva da dor pela escala visual analógica ^(8,25).

Medidas bioquímicas

O colesterol total, triglicerídeos, lipoproteínas de alta densidade (HDLc), glicose, ácido úrico e ureia foram avaliados por kits comerciais *LAB TEST* (Lagoa Santa, MG, Brasil) e analisados no aparelho *LAB MAX 240*[®] (Tokio, Japão). As lipoproteínas de baixa densidade (LDLc) foram calculadas pela fórmula de Friedewald. O fibrinogênio foi analisado no aparelho modelo *START (DIAGNÓSTICA STAGO*, Asnieres, France) com kits comerciais *LAB TEST* (Lagoa Santa, MG, Brasil). A transaminase glutâmico oxalacética (TGO) e a transaminase glutâmico pirúvica (TGP) séricas foram dosadas pelo método IFCC (aparelho *HITACHI 917*[®], Roche Diagnostics, Florida, USA). A Proteína C-reativa Ultrassensível foi avaliada por Nefelometria (Nephelometer Beckman Coulter, modelo Image com reagentes do laboratório CCRP IMAGE, Fullerton, CA, USA). O lactato foi avaliado através de fitas (Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Germany) e analisado no aparelho Accutrend PLUS (Roche, Schweiz, Suíça).

Os testes de eritograma e leucograma foram realizados no analisador automatizado *ABX micros 60* (Horiba Diagnóstica, Curitiba, Brasil) baseado nos princípios de impedância e fotometria. Além disso, foram realizadas as análises em microscópio ótico (Olympus, CX41, Center Valley, PA, USA) para a identificação e quantificação diferencial dos leucócitos através da avaliação de esfregaços sanguíneos, que foram previamente preparados com coloração hematológica (May-Grünwald Giemsa). Para quantificação das variáveis hematológicas as amostras eram

contadas duas vezes e os valores expressos pela média das medidas. Na ocorrência de uma diferença maior que 10% entre os dois resultados o procedimento foi repetido.

O Mg^{2+} e o Ca^{2+} foram avaliados por kits comerciais *LAB TEST* (Lagoa Santa, MG, Brasil) e analisados no aparelho (*LAB MAX 240*[®], Tokio, Japão). Na^+ e K^+ séricos foram dosados pelo método do eletrodo seletivo automatizado (*ROCHE 9180 Electrolyte Analyzer*, AVL Medical Instruments, Switzerland, Austria).

Análise estatística

Os dados estão expressos em média e desvio padrão ($\pm DP$) e os dados significantes estão apresentados pelas diferenças médias (DEM) e seus respectivos intervalos de confiança de 95% (IC95%). A distribuição dos dados foi testada pelo teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov. As variáveis com duas medidas foram comparadas pelo teste T pareado de Student. As variáveis com mais de duas medidas foram analisadas pela ANOVA de uma via para medidas repetidas ou pelo teste de Friedman, seguidos do *post hoc* de Bonferroni. As correlações de Pearson (r) ou Spearman (ρ) foram utilizadas quando adequadas. A significância estatística aceita foi de 5% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

A amostra de 20 voluntários saudáveis destreinados apresentava idade 26,9 ($\pm 4,4$) anos de idade e 26,1 ($\pm 2,9$) kg/m^2 . A força muscular média dos voluntários avaliada pelo teste de 10RM para o exercício de *leg press* foi de 121 (± 23) kg, para o agachamento 73 (± 16) kg e para extensão do joelho 56 (± 12) kg. O perfil lipídico, glicose, ácido úrico, ureia, TGO, TGP encontravam-se dentro dos valores de referência para amostra. A DMIT avaliada 24 horas após os ER apresentou uma intensidade média de 6,2 ($\pm 1,7$) pontos (dados apresentados na Tabela 1). O lactato (basal: 1,8 $\pm 0,5$ mmol/L) aumentou aproximadamente 6 vezes após (10,5 $\pm 1,25$

mmol/L) os ER (DEM: 8,7 IC95%: 8,1 a 9,4 mmol/L; $p < 0,001$). Durante o estudo todos os voluntários relataram fadiga muscular, mas não foram observadas ou relatadas lesões musculoesqueléticas ou efeitos adversos aos exercícios.

(Tabela 1)

Os resultados dos hemogramas, leucograma e marcadores inflamatórios encontram-se dentro dos valores de normalidade e, estão apresentados na tabela 2.

(Tabela 2)

Imediatamente após os ER as concentrações plasmáticas do Na^+ aumentaram 1,4 mEq/L (IC95%: 0,2 – 2,6 mEq/L; $p < 0,001$) e 30min após os ER estes valores diminuíram 1,3 mEq/L (IC95%: -2,5 – -0,1 mEq/L; $p < 0,001$) em relação as concentrações imediatamente após o término dos exercícios 0min, retornando próximo aos valores basais (139,5 mEq/L) após os exercícios. As concentrações plasmáticas do K^+ aumentaram 30min após os ER ($p < 0,001$), sendo esses valores respectivamente 6% (DEM: 0,27 IC95%: 0,1 a 0,45 mEq/L) maiores em relação ao basal e 9% (DEM: 0,41 IC95%: 0,23 – 0,59 mEq/L) em relação à medida realizada imediatamente após o término dos ER 0min. As concentrações plasmáticas do Ca^{2+} e do Mg^{2+} não se modificaram ao longo do estudo (Figura 1).

(Figura 1)

Os valores plasmáticos do Na^+ e do K^+ basais não se correlacionaram ($r = 0,26$ IC95%: -0,6274 to 0,2107; $p=0,276$). Entretanto, imediatamente após os ER essas medidas apresentaram uma correlação inversamente proporcional ($r=-0,51$; IC95%: -0,09 a -0,77; $p=0,021$), onde o Na^+ aumentava e o K^+ diminuía. Esses resultados se repetiram 30min após os ER ($r=-0,445$; IC 95%: -0,01 a -0,74; $p=0,049$), mas de forma inversa, pois quando o Na^+ diminuía o K^+ aumentava. As concentrações plasmáticas do Na^+ imediatamente após os ER se correlacionam inversamente com a DMIT ($r=-0,520$; IC95% 0,10 a 0,78; $p=0,018$).

(Figura 1)

DISCUSSÃO

Os exercícios resistidos realizados em alta intensidade por voluntários saudáveis destreinados alteram as concentrações plasmáticas dos eletrólitos, sendo que imediatamente após o ER o Na^+ aumenta e depois retorna as concentrações basais. Por outro lado, o K^+ apresenta-se aumentado 30min após o término dos exercícios. As concentrações plasmáticas do Na^+ imediatamente após os exercícios se correlacionam inversamente com a DMIT avaliada 24h após os ER.

As alterações nas concentrações plasmáticas do Na^+ encontradas no presente estudo estão associadas às adaptações da osmolaridade e estão dentro dos valores de referência em jejum (136 a 144 mEq/L) ^(19,23). Estas alterações em parte se devem a hemoconcentração ⁽¹²⁾. De Mara e colaboradores observaram que os níveis plasmáticos de Na^+ se correlacionam com o percentual de desidratação de atletas ao final da prova de Triatlon ⁽²²⁾. Estes autores também observaram que os atletas de Triatlon que se desidrataram menos ou ganharam peso ao longo da prova tendem à hiponatremia ⁽²²⁾. O presente estudo demonstra que a DMIT se correlaciona com as

menores concentrações plasmáticas do Na^+ avaliadas imediatamente após os ER. Na hiponatremia (<135 mmol/L) ocorre a perda de fluídos durante ou até 24h após a realização de exercícios prolongados ⁽²⁶⁾. No estudo, após o término dos ER, os voluntários tinham livre acesso a água o que favorece ainda mais a redução plasmática do Na^+ . Outro fator a ser considerado é que voluntários destreinados são mais vulneráveis a essas alterações eletrolíticas ^(19,23). A desidratação e a diminuição de eletrólitos podem gerar câimbras, mas o mecanismo fisiológico para o evento ainda não está bem esclarecido, porém a perda de Na^+ combinada com a desidratação estão relacionadas a este mecanismo ⁽²⁰⁾.

Os ER realizados em alta intensidade aumentaram as concentrações plasmáticas do K^+ 30min após o término dos exercícios. A concentração de K^+ é regulada pelos rins e atua no potencial de membrana ⁽²⁷⁾ e, seus níveis normais variam entre 3,5 a 5 mEq/L ^(19,22). Durante os exercícios, o K^+ pode apresentar um rápido decréscimo no meio intracelular, ocasionando aumento nos níveis extracelulares, porém após os exercícios os níveis plasmáticos podem reduzir ^(19,22). Essas alterações foram em parte demonstradas no presente estudo após ER, onde se observou uma tendência ($p>0,05$) a uma diminuição imediatamente após os ER. A ausência de significância estatística da redução do K^+ imediatamente (0min) após os ER se deve ao livre acesso a ingestão de água pelos voluntários após os exercícios. Os sintomas de fadiga são sentidos a partir de uma depleção de 2% de K^+ ⁽²²⁾. Salienta-se que no presente estudo os voluntários trabalham com carga máxima e apresentavam fadiga ao final dos exercícios, mas sem demais efeitos adversos. As concentrações plasmáticas desses eletrólitos são dependentes da atividade da enzima Na^+/K^+ -ATPase ⁽²⁸⁾, pois esta estabiliza as concentrações desses eletrólitos durante os exercícios ⁽²⁹⁾. Nossos resultados demonstram que as alterações nas concentrações

plasmáticas do Na^+ e do K^+ se correlacionaram inversamente (0min e 30min) após os ER e isso se deve a atividade da Na^+/K^+ -ATPase. Esta enzima atua diretamente na função muscular, pois modula a contratilidade e excitabilidade do músculo esquelético e também contribui para o seu remodelamento ^(28,29). Estudo recente demonstrou que existem duas isoformas desta enzima (isoformas $\alpha 1$ que corresponde a 15% e a isoforma $\alpha 2$), onde a isoforma $\alpha 1$ responde mais a exercícios resistidos e a $\alpha 2$ exercícios aeróbicos ⁽²⁸⁾. Acreditamos que as diminuições nas concentrações plasmáticas do Na^+ e em especial o aumento do K^+ encontrados 30min após os ER no presente estudo, se devem a menor atividade da Na^+/K^+ -ATPase ⁽²⁹⁾, em especial a isoforma $\alpha 1$ ⁽²⁸⁾. Isso é mais evidenciado em voluntários detreinados ^(19,23). Salienta-se, ainda que esses foram submetidos à carga máxima de ER, o que favoreceria a dificuldade desta enzima em restabelecer as concentrações dos eletrólitos plasmáticos ⁽²⁹⁾.

O Ca^{2+} e Mg^{2+} não se modificaram durante o estudo. O equilíbrio do Ca^{2+} é regulado pelos hormônios das paratireoides e tireoides, e apesar de sua pequena fração no plasma e extracelular as alterações desse eletrólito podem ocasionar consequências clínicas graves como parestesia, convulsões e arritmias ^(19,30). Durante o exercício o aumento do Ca^{2+} sarcoplasmático, reduz a regeneração da adenosina trifosfato (ATP), causando rigidez e redução do movimento ⁽³¹⁾. O transporte de Ca^{2+} no retículo sarcoplasmático, necessita de íons Mg^{2+} , sendo ele necessário durante a contração muscular. Os níveis plasmáticos esperados para o Mg^{2+} variam entre 1,5 e 2,5 mEq/L, entretanto sua deficiência causa alterações neuromusculares, ligando desta forma as alterações do Ca^{2+} e do Mg^{2+} às funções musculares ^(19,31). O perfil nutricional de praticantes de ER demonstra que 97% dos estudantes avaliados possuem índice inadequado de Mg^+ na dieta

A ausência das medidas da atividade ou da expressão das isoformas ($\alpha 1$ e $\alpha 2$) da enzima Na^+/K^+ ATPase é uma limitação do presente estudo.

CONCLUSÃO

Os ER realizados em alta intensidade por voluntários saudáveis destreinados alteram as concentrações plasmáticas do Na^+ e do K^+ e, estas alterações se inter-relacionam. As concentrações do Na^+ imediatamente após os exercícios se relacionam inversamente com a DMIT, sugerindo que estes indivíduos apresentam uma maior tendência a perda deste eletrólito e isso em parte se relaciona com dor muscular após os ER. Medidas preventivas, tais como uso de bebidas isotônicas durante as sessões de exercício devem ser testadas, pois podem atenuar estas alterações e o desconforto musculoesquelético após os ER em voluntários saudáveis destreinados.

Agradecimentos

Ao Instituto de Ciências Biológicas – FURG, ao Laboratório de Análises Clínicas da Associação Beneficente do Hospital Santa Casa de Rio Grande, e ao Laboratório Rouget Perez de Pelotas e ao, que colaboraram na análise e processamento de dados. O presente estudo teve o suporte do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS).

Conflitos de Interesse

Os autores declaram não haver potenciais conflitos de interesse.

REFERÊNCIAS

1. Morton RW, Murphy KT, McKellar SR, Schoenfeld BJ, Henselmans M, Helms E, et al. A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. *Br J Sports Med.* 2018;52:376–384.
2. Junior MP, Andrade RD, Junior JRL, Ornellas FH. Efeito agudo do exercício resistido sobre a interleucina 6 e fator de necrose tumoral alfa em idosos: uma revisão sistemática. *RBPFX.* 2015;9(56):597–604.
3. Silva Jr. AJ, Souza MVC, Tomaz LM, Bertucci DR, Souza GS de, Vanevazzi GHR, et al. Estudo do comportamento cortisol, gh e insulina após uma sessão de exercício resistido agudo. *Rev Bras Med Esporte.* 2014;20(1):21–5.
4. American College Sports Medicine C. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2009. p. 668–708.
5. Pestana MDS, Netto EM, Pestana MCS, Pestana VS, Schinoni MI. Pilates versus resistance exercise on the serum levels of hs-CRP, in the abdominal circumference and body mass index (BMI) in elderly individuals. *Motricidade.* 2016;12(1):128–40.
6. Rego LAM, Filho MDBP, Cavalcante JCC e, Linhares JPT, Leite JAD. Efeito musculoesquelético do exercício resistido em idosos: revisão sistemática. *Revista de Medicina da UFC.* 2016;56(2):39–46.
7. Teixeira ADO, Paulitsch FDS, Umpierre MDM, Moraes MB, Rosa CDE, Signori LU. Inflammatory response after session of resistance exercises in untrained volunteers. *Acta Scientiarum - Health Sciences.* 2014;37(1):31–39.
8. Missau E, Teixeira ADO, Franco OS, Martins CN, Paulitsch F da S, Perez W, et al. Cold water immersion in the inflammatory response after resistant exercises. *Rev Bras Med Esporte.* 2018;In Press.
9. Ingalls CP, Wenke JC, Nofal T, Armstrong RB. Adaptation to lengthening contraction-induced injury in mouse muscle. *J Appl Physiol.* 2004;97(3):1067–76.
10. Proske U, Morgan DL. Muscle damage from eccentric exercise: Mechanism, mechanical signs, adaptations and clinical applications. *Journal of physiology.* 2001;537(2):333–45.

11. Coqueiro AY, Godois A da M, Raizel R, Tirapegui J. Creatina como antioxidante em estados metabólicos envolvendo estresse oxidativo. *RBPFX*. 2017;11(64):128–37.
12. Teixeira A de O, Franco OS, Borges MM, Martins CN, Guerreiro LF, Rosa CE da, et al. The Importance of Adjustments for Changes in Plasma Volume in the Interpretation of Hematological and Inflammatory Responses after Resistance Exercise. *American Society of Exercise Physiologists*. 2014;17(4):72–83.
13. Hoekstra SP, Bishop NC, Leicht CA. Can intervals enhance the inflammatory response and enjoyment in upper-body exercise? *Eur J Appl Physiol*. 2017;117(6):1155–63.
14. Cruzat VF, Rogero MM, Borges MC, Tirapegui J. Current aspects about oxidative stress , physical exercise and supplementation. *Rev Bras Med Esporte*. 2007;13(5):304–10.
15. Navarro A, Navarro F. Dano muscular no voleibol: estratégias de prevenção e recuperação. *RBPFX*. 2013;8(47):246–54.
16. Glasgow PD, Ferris R, Bleakley CM. Cold water immersion in the management of delayed-onset muscle soreness: is dose important? a randomised controlled trial. *Physical Therapy in Sport*. Elsevier Limited; 2014;15(4):228–33.
17. Paulsen G, Mikkelsen UR, Raastad T, Peake JM. Leucocytes, cytokines and satellite cells: what role do they play in muscle damage and regeneration following eccentric exercise? *Exercise Immunology Review*. 2012;18:42–97.
18. Cheung K, Hume P a, Maxwell L. Treatment Strategies and Performance Factors. *Sports Medicine*. 2003;33(2):145–64.
19. Évora P, Reis C, Ferez M a, Conte D, Garcia L. Distúrbios do equilíbrio hidroeletrólítico e do equilíbrio acidobásico – uma revisão prática. *Medicina, Ribeirão Preto*. 1999;32(4):451–69.
20. Giuriato G, Pedrinolla A, Federico S, Venturelli M. Muscle cramps: A comparison of the two-leading hypothesis. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2018;41(1):89–95.
21. Rasmussen AQ, Jørgensen NR, Schwarz P. Identification and functional characterization of a novel mutation in the human calcium-sensing receptor that Co-segregates with autosomal-dominant hypocalcemia. *Frontiers in Endocrinology*. 2018;9:1–10.
22. De Mara LS, Lemos R, Brochi L, Rohlf's ICPDM, De Carvalho T. Alterações

- hidroeletrolíticas agudas ocorridas no Triatlon Ironman Brasil. *Rev Bras Med Esporte*. 2007;13(6):397–401.
23. Veterin M. Determinação de eletrólitos, gases sanguíneos, osmolalidade, hematócrito, hemoglobina, base titulável e. *Arq Bras Med Vet Zootec*. 2009;61(5):1021–7.
 24. Kraemer WJ, Kent Adams, Cafarelli E, Dudley GA, Dooly C, Feigenbaum MS, et al. Progression models in resistance training for healthy adults. *American College of Sports Medicine*. 2002;34(2):364–80.
 25. Hudson GM, Green JM, Bishop PA, Richardson MT. Effects of caffeine and aspirin on light resistance training performance, perceived exertion, and pain perception. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2008;22(6):1950–7.
 26. Del Coso J, Lara B, Salinero JJ, Areces F, Ruiz-Vicente D, Gallo-Salazar C, et al. CFTR genotype-related body water and electrolyte balance during a marathon. *Scand J Med Sci Sports*. 2016;26:1036–44.
 27. Viana L de A, Burgos MGP de A, Silva R de A. Refeeding syndrome: clinical and nutritional relevance. *ABCD Arq Bras Cir Dig*. 2012;25(1):56–9.
 28. Kutz LC, Mukherji ST, Wang X, Bryant A, Larre I, Heiny JA, et al. Isoform-specific role of Na/K-ATPase $\alpha 1$ in skeletal muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2018;314(2):620–9.
 29. Mckenna MJ, Bangsbo J, Renaud J. Muscle K^+ , Na^+ , and Cl^- disturbances and Na^+-K^+ pump inactivation : implications for fatigue. *J Appl Physiol*. 2008;104(1):288–95.
 30. Barbosa AP, Sztajnbok J. Fluid and electrolyte disorders. *Jornal de Pediatria*. 1999;75(8):223–33.
 31. Córdova A, Navas FJ. Os radicais livres e o dano muscular produzido pelo exercício : papel dos antioxidantes. *Rev Bras Med Esporte*. 2000;6(5):204–8.
 32. Carvalho EG de, Matos LM, Cavalcante ACM, Almeida JZ de. Perfil Nutricional de Adolescentes Praticantes de Exercício Resistido. *RBPS*. 2013;26(4):489–97.

Lista de Figuras

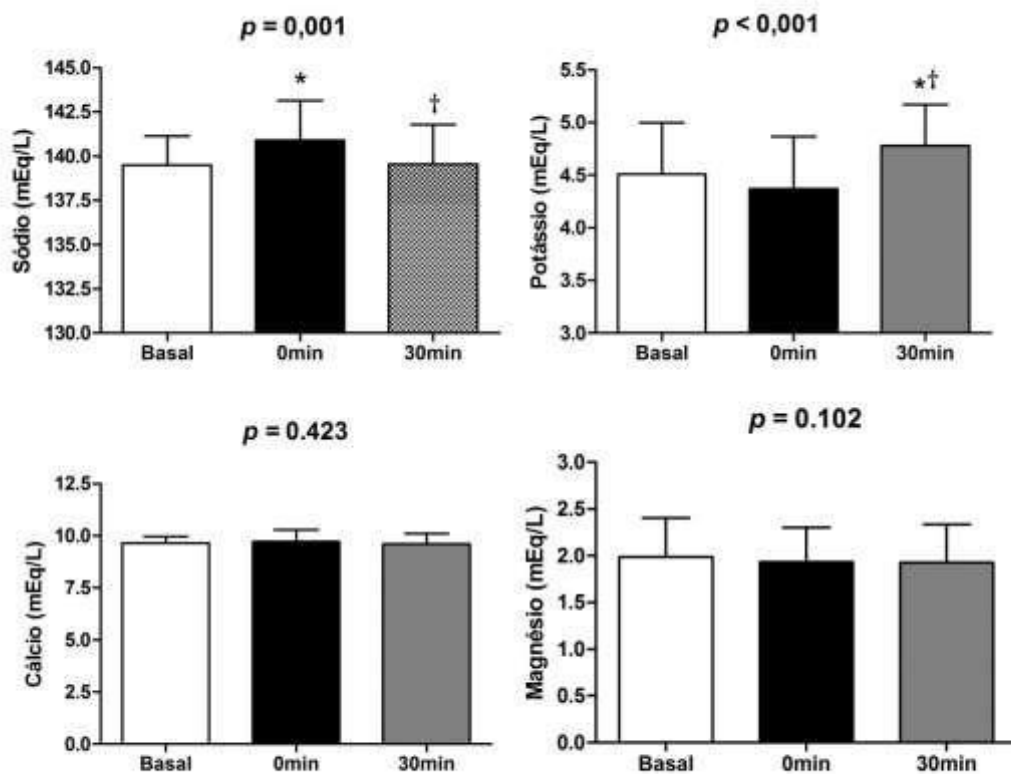
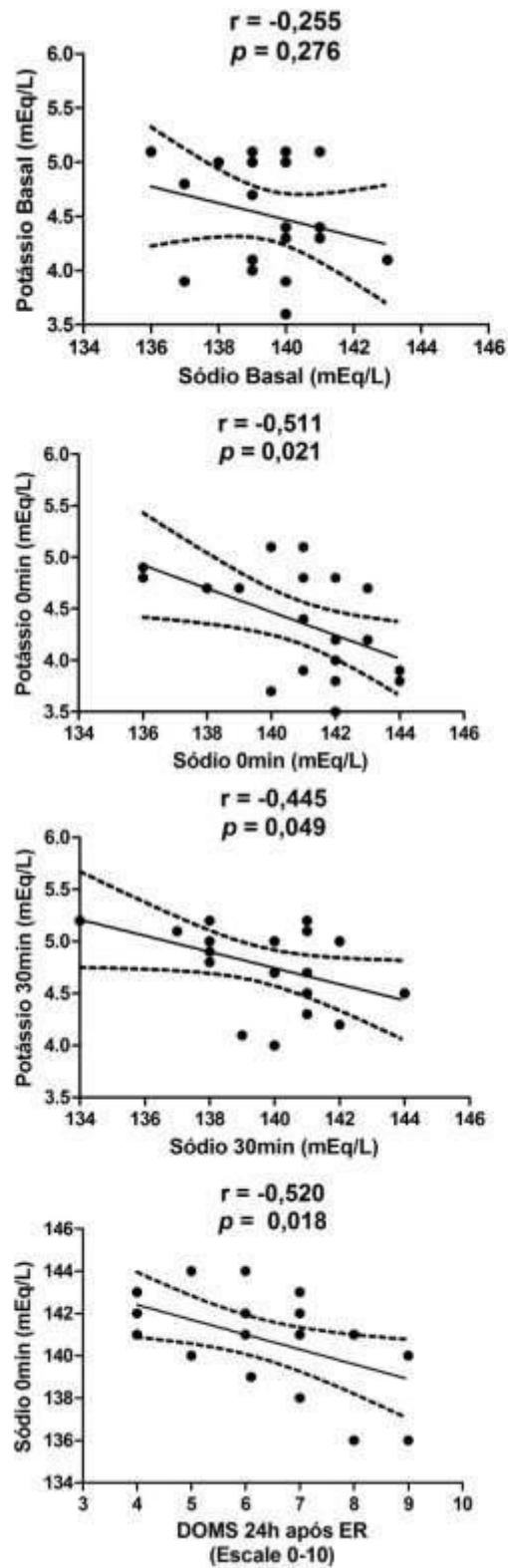
FIGURA 1. Comportamento dos eletrólitos. * $p < 0,05$ vs Basal; † $p < 0,05$ vs 0min

FIGURA 2. Correlações entre os eletrólitos e a DMIT. r : Pearson.



Lista de Tabelas

Tabela 1. Características antropométricas, laboratoriais e DMIT.

Nome	Média	DP
Idade (anos)	26,9	4,4
Peso (kg)	78,8	8,14
Altura (m)	1,74	0,06
IMC (kg/m²)	26,1	2,9
Colesterol Total (mg/dL)	154,2	29,1
HDL (mg/dL)	32,9	5,8
VLDL (mg/dL)	22,7	12,4
LDL (mg/dL)	99,3	27,7
Triglicerídeos (mg/dL)	113,7	62,7
Glicose (mg/dL)	83,5	26,5
Ácido Úrico (mg/dL)	7,7	7,9
Ureia (mg/dL)	28,9	6,7
TGO (U/L)	33,2	13,2
TGP (U/L)	31,2	10,3
DMIT 24h (0 - 10 pontos)	6,2	1,7

Dados apresentados em forma de média e desvio padrão (DP). IMC: Índice de massa corporal, HDL: lipoproteína de alta densidade, VLDL: lipoproteína de densidade muito baixa LDL: lipoproteína de baixa densidade, TGO: Transaminase glutâmico oxalacética, TGP: transaminase glutâmico pirúvica, DMIT: Dor muscular de início tardio.

Tabela 2. Hemograma, leucograma e marcadores inflamatórios.

Variáveis	Média	DP
Hematócrito (%/L)	48	2,2
Plaquetas ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	250	31,1
Eritrócitos ($\times 10^5/\text{mm}^3$)	5,21	0,31
Leucócitos Totais ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	6875	876
Neutrófilos jovens ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	72	13
Neutrófilos segmentados ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	3738	730
Eosinófilos ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	123	70
Monócitos ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	289	72
Linfócitos ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	2616	484
Fibrinogênio (mg/dL)	293	85
PCR (mg/dL)	0,96	0,68

Dados apresentados em forma de média e desvio padrão (DP). PCR: Proteína C reativa.

3 CONCLUSÃO

A presente pesquisa possibilitou avaliar as alterações eletrolíticas plasmáticas do Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , e do Mg^{2+} , após a realização de exercícios resistidos (cadeira extensora, agachamento e *leg press*) e correlacionar os achados com a dor muscular de início tardio (DMIT).

A amostra de vinte voluntários destreinados apresentou os resultados dos hemogramas, dos leucogramas, dos marcadores inflamatórios, e dos eletrólitos basal dentro dos valores esperados para a população. O Na^+ aumentou imediatamente após os exercícios e retornou aos valores basais após 30min. O K^+ avaliado 30 minutos após os ER aumentou em relação aos valores basais e 0min. O Ca^{2+} e o Mg^{2+} não se modificaram no decorrer deste estudo. A DMIT se correlacionou inversamente com a concentração de Na^+ imediatamente após o término dos ER. Deste modo sugerimos, que os voluntários que apresentaram menor concentração plasmática do Na^+ após os ER apresentam mais dor muscular tardia.

REFERÊNCIAS

CÓRDOVA, A.; NAVAS, F. J. Os radicais livres e o dano muscular produzido pelo exercício : papel dos antioxidantes. **Rev Bras Med Esporte**, v. 6, n. 5, p. 204–208, 2000.

CRUZAT, V. F. et al. Aspectos atuais sobre estresse oxidativo, exercícios físicos e suplementação. **Rev Bras Med Esporte**, v. 13, n. 5, p. 336–342, 2007.

DE MARA, L. S. et al. Alterações hidroeletrólíticas agudas ocorridas no Triatlon Ironman Brasil. **Rev Bras Med Esporte**, v. 13, n. 6, p. 397–401, 2007.

FREITAS, M. C.; CESCHINI, F. L.; RAMALLO, B. T. Resistência à insulina associada à obesidade: Efeitos anti-inflamatórios do exercício físico. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 22, n. 3, p. 139–147, 2014.

HOEKSTRA, S. P.; BISHOP, N. C.; LEICHT, C. A. Can intervals enhance the inflammatory response and enjoyment in upper-body exercise? **Eur J Appl Physiol**, v. 117, n. 6, p. 1155–1163, 2017.

INGALLS, C. P. et al. Adaptation to lengthening contraction-induced injury in mouse muscle. **J Appl Physiol**, v. 97, n. 3, p. 1067–1076, 2004.

JUNIOR, M. P. et al. Efeito agudo do exercicio resistido sobre a interleucina 6 e fator de necrose tumoral alfa em idosos: uma revisao sistematica. **RBPFEEX**, v. 9, n. 56, p. 597–604, 2015.

NAVARRO, A.; NAVARRO, F. Dano muscular no voleibol: estratégias de prevenção e recuperação. **RBPFEEX**, v. 8, n. 47, p. 246–254, 2013.

NEVES, P. R. DA S. et al. Efeitos de diferentes intensidades de exercício sobre a concentração sérica de interleucinas. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 28, n. 4, p. 545–552, 2014.

PROSKE, U.; MORGAN, D. L. Muscle damage from eccentric exercise: Mechanism, mechanical signs, adaptations and clinical applications. **Journal of physiology**, v. 537, n. 2, p. 333–345, 2001.

REGO, L. A. M. et al. Efeito musculoesquelético do exercício resistido em idosos: revisão sistemática. **Revista de Medicina da UFC**, v. 56, n. 2, p. 39–46, 2016.

STUPKA, N. et al. Gender differences in muscle inflammation after eccentric

exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 89, p. 2325–2332, 2000.

VETERIN, M. Determinação de eletrólitos, gases sanguíneos, osmolalidade, hematócrito, hemoglobina, base titulável e. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**, v. 61, n. 5, p. 1021–1027, 2009.

APÊNDICES

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Consentimento Livre e Esclarecido

Efeitos dos antioxidantes associados à hipotermia na dinâmica hematológica, marcadores inflamatórios e estresse oxidativo provocadas pelo treinamento de força em sedentários saudáveis

Nome:

Idade:

Gênero:

(Nome completo do voluntário - preencher em letra de forma) Idade Gênero

Ministério da Saúde Resolução nº196/96 – República Federativa do Brasil

O Senhor está sendo convidado a participar de forma voluntária de uma pesquisa que tem por objetivo comparar as alterações na dinâmica hematológica (células vermelhas e brancas do sangue), marcadores inflamatórios e estresse oxidativo (radicais livres) provocadas pelo treinamento de força em voluntários sedentários saudáveis (pessoas que não tem o hábito de praticar exercícios físicos).

Os procedimentos de estudos se dividirão em cinco dias distintos. No 1^a dia será realizada apenas a avaliação da força muscular, o 2^a compreenderá a primeira coleta de dados, onde serão realizadas coletas sanguíneas (quatro) anterior aos exercícios, imediatamente após, 30 e 120 minutos após os exercícios de musculação para membros inferiores. No 3^a dia de coleta serão realizados os procedimentos de coletas anteriores acrescidos de uma coleta sanguínea e o uso prévio de antioxidantes (vitamina C e E). No 4^o dia se repetirá o procedimento anterior e será adicionado o uso pós-exercício de hipotermia (imersão até cintura em água a 15°C). No último e 5^o dia serão realizadas as coletas sanguíneas apenas com a hipotermia. Entre cada dia de coleta de dados compreenderá 3 horas e meia de duração e serão respeitados sete dias de intervalo.

A avaliação da força muscular máxima será efetuada através do teste de 10 repetições máximas (para determinar a carga que será usada nos exercícios de musculação) nos equipamentos: cadeira extensora, agachamento e *leg press* (pressão de pernas) presentes em qualquer academia de musculação.

A carga de estipulada para os exercícios nos equipamentos será a mesma obtida no teste de 10 repetições máximas (RM), onde serão executas 4 séries de cada exercício, com intervalo de 1 minuto entre as séries e 2 minutos entre os exercícios. A dosagem de vitamina C (1000mg) e E (800 IU) serão diluídas e administrada por via oral. A hipotermia será efetuada em imersão em água a 15°C até cintura.

Cada coleta sanguínea compreenderá a punção de uma veia do antebraço, onde nossa equipe retirará aproximadamente 2 colheres de sopa de sangue (aproximadamente 10 mL), para que se possam realizar os exames laboratoriais (os quais compreendem: glicose, insulina, colesterol e triglicérides, células vermelhas e brancas sanguíneas, marcadores inflamatórios e a avaliação do estresse oxidativo e dos marcadores inflamatórios). Salienta-se que sucessivas coletas são frequentemente realizadas em exames laboratoriais, tais como curva glicêmica e de lactato. Estes procedimentos e exames são amplamente empregados em pesquisas e já foram realizados por nossa equipe, sendo, portanto, um procedimento extremamente seguro.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Os riscos que você ficará exposto serão mínimos incluindo a dor “coleta de sangue” na hora das punções e eventualmente um hematoma (mancha roxa), que poderá surgir após a retirada das agulhas das suas veias.

Estes exames aos quais os Sr. esta sendo submetido, lhe proporcionarão benefícios tanto a médio quanto a longo prazo. Os benefícios iniciais consistem em realizar uma avaliação bioquímica verificando através desta, o seu estado clínico e saber das condições vasculares e hemodinâmicas. O Sr. (a) poderá desistir de fazer o exame e a qualquer momento durante o procedimento, mesmo após o início deste exame, e isso não lhe trará nenhum prejuízo futuro. Todas as informações e os resultados destes exames serão guardados sob nosso sigilo, resguardando seu anonimato, assim como nossa ética profissional exige. Não haverá despesas pessoais para o Sr. em qualquer fase desta pesquisa incluindo exames bioquímicos e a avaliação física. Também não haverá compensações financeiras relacionadas à sua participação. Os dados e o material coletado serão utilizados somente para fins científicos.

Eu..... acredito ter sido suficientemente informado a respeito da pesquisa que tem por objetivo avaliar o efeito da musculação em parâmetros bioquímicos e estresse oxidativo em indivíduos sedentários saudáveis.

Eu discuti com o Prof. André de Oliveira Teixeira e a equipe o qual o assessora nesta pesquisa sobre a minha decisão de participar desta pesquisa. Ficam claros para mim, quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos, riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimento permanente. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e de remuneração, e que a qualquer momento posso desistir do exame sem prejuízo ao acesso para os projetos e práticas realizadas nas FURG.

Declaro que este formulário foi lido para(nome do paciente) em
 ____/____/____ (data) pelo (nome do pesquisador)
 enquanto eu estava presente.

Assinatura da Testemunha:..... Nome:

Telefone para contatos:

Prof. Esp. André de Oliveira Teixeira 053 32351131 – 053 91429535

Dr.: Luis Ulisses Signori 053 3201 7362

Universidade Federal do Rio Grande. Instituto de Ciências Biológicas / ICB. 053 3233 6633

APÊNDICE B – SOLICITAÇÃO DA SALA DE MUSCULAÇÃO DO CENTRO ESPORTIVO DA FURG



Universidade Federal do Rio Grande
Curso de Licenciatura em Educação Física

SOLICITAÇÃO

Sr^a prof. Ms. Raquel da Silveira
Coordenadora do Curso de Educação Física

Vimos através deste, solicitar a permissão para o uso das instalações da sala de musculação do Centro Esportivo da FURG no segundo semestre de 2010. Tal pedido destina-se a realização do projeto de pesquisa intitulado: **Efeitos dos antioxidantes associados à hipotermia na dinâmica hematológica, marcadores inflamatórios e estresse oxidativo provocados pelo treinamento de força em sedentários saudáveis**; sob responsabilidade dos pesquisadores e professores do Curso de Educação Física desta instituição Luis Ulisses Signori e André de Oliveira Teixeira. O uso do espaço será de forma a não interferir nas atividades já existentes, e as coletas de dados serão agendadas previamente com a vossa senhoria.


Sem mais para o momento agradecemos.

Atenciosamente.

Pesquisador
Dr. Luis Ulisses Signori

ANEXOS

ANEXO A - REGISTRO NO GABINETES DE PROJETOS (GAP)


	Universidade Federal de Santa Maria - UFSM	Data/Hora: 25/10/2017 13:56 Autenticação: 96A0.15A6.3509.51DF.FBD8.A5AE.D830.29EF Consulte em http://www.ufsm.br/autenticacao
	Projeto na Íntegra	
Título: EFEITOS DOS ANTIOXIDANTES ASSOCIADOS À HIPOTERMIA NA DINÂMICA HEMATOLÓGICA, MARCADORES INFLAMATÓRIOS E ESTRESSE OXIDATIVO PROVOCADAS PELO TREINAMENTO DE FORÇA EM SEDENTÁRIOS SAUDÁVEIS		
Número: 044993	Classificação: Pesquisa	Registrado em: 29/11/2016
Situação: Em andamento	Início: 31/08/2016	Término: 30/09/2018
Avaliação: Não avaliado		Última avaliação:
Fundação: Não necessita contratar fundação		Número na fundação: Não se aplica
Supervisor financeiro: Não se aplica		
Proteção do conhecimento: Projeto não gera conhecimento passível de proteção		
Público alvo:	Público envolvido:	Tipo de público: Geral
Tipo de evento: Não se aplica	Carga Horária: Não se aplica	Alunos matriculados: Não se aplica Alunos concluintes: Não se aplica
Palavras-chave: Muscle soreness, Free radicals, Resistance training, Exercise tolerance		
Resumo: Os exercícios de força muscular, em especial os excêntricos podem promover muitas adaptações no organismo, onde o treinamento e o tipo de programa influenciam nas adaptações fisiológicas, possibilitando a médio e longo prazo efeitos favoráveis na qualidade de vida. Entretanto, esta prática induz de forma geral, a uma resposta inflamatória, que pode surgir em decorrência da lesão tissular advinda do estresse mecânico (que provoca lesões em tecidos contráteis e conjuntivos) e/ou do estresse metabólico (ativação hormonal e seus resultantes) causando lesões dos componentes celulares. Isso se deve em parte a resposta inflamatória que se acompanha de estresse oxidativo e leucocitose. Estes eventos são responsáveis pelo desconforto após o exercício, os quais favorecem ao abandono da atividade física. Contudo a utilização de agentes antioxidantes exógenos e a hipotermia alteram a formação dos radicais livres, podendo reduzir o estresse oxidativo e conseqüentemente os danos tissulares causados ao tecido muscular advindo do exercício de alta intensidade. Entretanto, a associação entre antioxidantes (vitamina C e E, pré-exercício) e hipotermia (imersão na água a 15°C, pós-exercício) ainda não foi avaliada em exercícios de contração excêntrica. O objetivo deste estudo é comparar o efeito dos antioxidantes associados à hipotermia nas alterações metabólicas, nos marcadores inflamatórios, no estresse oxidativo e na leucocitose em resposta ao treinamento de força (musculação).		
Observação: O Presente projeto de pesquisa está em desenvolvimento junto a Universidade Federal do Rio Grande.		

Página 1 de 2

Participantes							
Matrícula	Nome	Vínculo	Função	Bolsa	C.H.*	Início	Término
201670091	EDINEIA DE BRITO	Aluno de Pós-graduação	Participante		20	18/01/2017	30/09/2018
201570138	EDSON MISSÁU	Aluno de Pós-graduação	Participante		8	31/08/2016	30/09/2018
201770649	JULIANA ROSA NASCIMENTO	Aluno de Pós-graduação	Participante		8	01/08/2017	30/09/2018
201770067	KETY SUELYN FERREIRA	Aluno de Pós-graduação	Participante		8	01/08/2017	30/09/2018
1673921	LUIS ULISSES SIGNORI	Docente	Coordenador		8	31/08/2016	06/05/2017
1673921	LUIS ULISSES SIGNORI	Docente	Coordenador		4	07/05/2017	30/09/2018
201240271	NATIELE CAMPONOGARA RIGHI	Aluno de Graduação	Participante		8	18/01/2017	30/09/2018
* carga horária semanal							
Unidades vinculadas							
Unidade	Função	Valor	Início	Término			
04.37.00.00.0.0 - DEPTO. FISIOTERAPIA E REABILITAÇÃO - FSR	Participante		31/08/2016	30/09/2018			
04.70.01.00.0.0 - PG-E em Reabilitação Físico-Motora	Participante		31/08/2016	30/09/2018			
04.74.00.00.0.0 - CURSO-PROGRAMA PG EM REABILITAÇÃO FUNCIONAL	Responsável		31/08/2016	30/09/2018			
Classificações							
Tipo de classificação	Classificação						
Classificação CNPq	4.08.00.00-8 - FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL						
Linha de pesquisa	09.01.00 - MOVIMENTO HUMANO						
Quanto ao tipo de projeto de pesquisa	2.11 - Projeto de convênio de pesquisa						
Regiões de atuação							
Cidade	UF	País	Início	Término			
Rio Grande	Rio Grande do Sul	Brasil	31/08/2016	30/09/2018			
Santa Maria	Rio Grande do Sul	Brasil	31/08/2016	30/09/2018			
Atividades							
Atividade	Início previsto	Início efetivo	Término previsto	Término efetivo			

Página 2 de 2

ANEXO B – REGISTRO NO COMITÊ DE ÉTICA



CEPAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA NA ÁREA DA SAÚDE
Universidade Federal do Rio Grande
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação - PROPEP
Avenida Itália km 08 - Campus Carreiros - Caixa Postal 474 - Rio Grande - RS - CEP: 96201-900
Telefone: 3233 6736 - Fax: 3233 6822
E-Mail: propep@furg.br Homepage: www.propep.furg.br
cepas@furg.br Homepage: www.cepas.furg.br
Fone: 32330235

PARECER Nº 56/ 2010

PROCESSO Nº 23116.002536/2010-48 CEPAS 15/2010

TÍTULO DO PROJETO: "Efeitos dos antioxidantes associados à hipotermia na dinâmica hematológica, marcadores inflamatórios e estresse oxidativo provocadas pelo treinamento de força em sedentários saudáveis."

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Prof. Luis Ulisses Signori.

PARECER DO CEPAS:

O Comitê, considerando o atendimento às pendências informadas no Parecer 38/2010, emitiu o parecer de **APROVADO** para o projeto "Efeitos dos antioxidantes associados à hipotermia na dinâmica hematológica, marcadores inflamatórios e estresse oxidativo provocadas pelo treinamento de força em sedentários saudáveis."

Segundo normas da CONEP, deve ser enviado relatório de acompanhamento ao Comitê de Ética em Pesquisa, conforme modelo disponível na página <http://www.cepas.furg.br>.

Data de envio do relatório final: 01/02/2012.

Rio Grande, RS, 31/05/2010.

Eli Sinnott Silva
Profa. MSc. Eli Sinnott Silva
Coordenadora do CEPAS



MINISTÉRIO DA SAÚDE - Conselho Nacional de Saúde - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP
FOLHA DE ROSTO PARA PESQUISA ENVOVENDO SERES HUMANOS
 (versão outubro/99) Para preencher o documento, use as indicações da página 2.

1. Projeto de Pesquisa: EFEITOS DOS ANTIOXIDANTES ASSOCIADOS À HIPOTERMIA NA DINÂMICA HEMATOLÓGICA, MARCADORES INFLAMATÓRIOS E ESTRESSE OXIDATIVO PROVOCADAS PELO TREINAMENTO DE FORÇA EM SEDENTÁRIOS SAUDÁVEIS			
2. Área do Conhecimento (Ver relação no verso) Ciências da Saúde		3. Código: 4.08	4. Nível: (Só áreas do conhecimento 4) Fisioterapia e Terapia Ocupacional
5. Área(s) Temática(s) Especial (s) (Ver fluxograma no verso)		6. Código(s): Grupo III	7. Fase: (Só área temática 3) I () II () III () IV ()
8. Unidades: (3 opções) ANTIOXIDANTES, INFLAMAÇÃO, EXERCÍCIOS			
SUJEITOS DA PESQUISA			
9. Número de sujeitos No Centro: Total: 15	10. Grupos Especiais: <18 anos () Portador de Deficiência Mental () Embrião/Feto () Relação de Dependência (Estudantes, Militares, Presidários, etc) () Outros () Não se aplica ()		
PESQUISADOR RESPONSÁVEL			
11. Nome: Luis Ulisses Signori			
12. Identidade: 1039771892	13. CPF: 37151143091	19. Endereço (Rua, n.º): Senador Costa nº413	Bloco: 1 ap: 402
14. Nacionalidade: Brasileiro	15. Profissão: Professor	20. CEP: 94200000	21. Cidade: Rio Grande
16. Maior Titulação: Pós-Doutorado	17. Cargo: Professor adjunto I	23. Fone: 053 3201 7362	24. Fax:
18. Instituição a que pertence:			25. E-mail: lsignori@hotmail.com
Termo de Compromisso: Declaro que conheço e cumpro os requisitos da Res. CNS 196/96 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito a responsabilidade pela condução científica do projeto acima. Data: 11/05/2010			
INSTITUIÇÃO ONDE SERÁ REALIZADO			
26. Nome: Universidade Federal do Rio Grande		29. Endereço (Rua, n.º): Av. Itália, KM 8, Nº Campos castelos - Rio Grande	
27. Unidade/Origem: PURG/ICB		30. CEP: 96025-810	32. U.F.: RS
28. Participação Estrangeira: Sim () Não (x)		33. Fone: 53 32336976	34. Fax: 53 32336976
35. Projeto Multicêntrico: Sim () Não (x) Nacional () Internacional () (Anexar a lista de todos os Centros Participantes no Brasil)			
Termo de Compromisso (da responsabilidade da instituição): Declaro que conheço e cumpro os requisitos da Res. CNS 196/96 e suas complementares e como esta instituição tem condições para o desenvolvimento deste projeto, autorizo sua execução. Nome: ADALTO BIANCHINI Carga: DIRETOR Data: 11/05/10 Assinatura: Prof. Dr. Adalto Bianchini UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG Diretor			
PATROCINADOR			
36. Nome:		39. Endereço: Instituto de Ciências Biológicas - ICB	
37. Responsável:		40. CEP:	41. Cidade:
38. Cargo/Função:		43. Fone:	44. Fax:
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP			
45. Data de Entrada: 21/03/2010	46. Registro no CEP: 15/2010	47. Conclusão: Aprovado (x) Data: 31/05/2010	48. Não Aprovado () Data: / /
49. Relatório(s) do Pesquisador responsável previsto(s) para: Data: 01/02/2012 Data: / /			
Exame(s) a CONEP: 50. Os dados acima para registro (x) 51. O projeto para apreciação () 52. Data: / /		53. Assinatura/Rome: Teli Simmott Silva Prof. Assistente Anexar o parecer consultoria(s)	
COMISSÃO NACIONAL DE ÉTICA EM PESQUISA - CONEP			
54. Nº Expediente:	56. Data Recebimento:	57. Registro na CONEP:	
55. Processo:			
58. Observações:			