

Análise da eficácia de dois protocolos de treinamento físico no desempenho motor de ratos

Analysis of the efficacy of two physical training protocols in the motor performance of rats

Bruna A. Cândido¹, Bruno M. Gomes², Vinícius R. Cota³, Alessandro de Oliveira¹, Laila C. M. Damázio^{2*}

¹ Departamento de Ciências da Educação Física e Saúde (DCEFS), Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), São João del-Rei, Brasil.

² Departamento de Medicina (DEMED), Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), São João del-Rei, Brasil.

³ Departamento de Engenharia Elétrica (DEPEL), Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), São João del-Rei, Brasil.

*Contato: lailadamazio@ufsj.edu.br

Resumo. O objetivo do estudo é analisar a eficácia de dois protocolos de treinamento físico de alta intensidade sobre o desempenho motor de ratos. Vinte e quatro ratos Wistar machos foram distribuídos nos seguintes grupos experimentais: grupo TRF (n=8) são os animais que realizaram o protocolo de treinamento de resistência física; grupo TFM (n=8) são os animais que realizaram o protocolo de treinamento de força muscular e o grupo S (n=8) são os animais que não realizaram o treinamento físico. Para análise do desempenho motor foram aplicados dois testes (teste passo em falso e teste das barras paralelas) antes e após o treinamento. Os resultados demonstraram que o desempenho motor dos grupos TRF e TFM foi melhor que o grupo S.

Palavras-chaves. Treinamento de resistência física; Treinamento de força muscular; Testes funcionais

Abstract. The aim of the study is to analyze the efficacy of two physical training protocols of high intensity on the rats motor performance. Twenty four male Wistar rats were distributed in the following groups: PRT group (n = 8) are the animals who performed physical resistance training protocol; MST group (n = 8) are the animals that performed the muscular strength training protocol and the S group (n = 8) are the animals that did not undergo physical training. For motor performance analysis were applied two tests (false step test and parallel bars test) before and after training. The results showed that the motor performance of the PRT and MST group was better than the S group.

Keywords. Physical endurance training; Muscle strength training; Functional tests

Recebido:

30set2016

Aceito:

14mar2017

Publicado:

25ago2017

Editado por Arthur França e revisado por Anônimo

Introdução

O desempenho motor é definido pelo conjunto de movimentos lineares e eficientes que caracterizam a execução de um determinado movimento (Almeida, 1999). A execução desses movimentos se origina das informações processadas no sistema nervoso central (SNC) que são transmitidas pelos neurônios motores até a musculatura esquelética. O controle motor possibilita a execução do movimento com qualidade para o desempenho funcional permitindo a realização dos gestos motores com precisão e eficiência durante as atividades físicas. No controle de movimento são transmitidas informações sobre a

força de contração e a ativação simultânea e coordenada das fibras motoras, garantindo a produção de um movimento dinâmico (Leporace *et al.*, 2009).

Atualmente os modelos experimentais (Hornberger e Farrar, 2004; Pena *et al.*, 2012, Cassilhas *et al.*, 2013) com ratos permitem esclarecer, de forma objetiva, várias questões sobre os efeitos do treinamento físico no organismo, inclusive possibilitando identificar programas de treinamento físico que promova melhoria no desempenho motor. Dentre os vários protocolos de treinamentos físicos utilizados em modelos experimentais com ratos, atualmente, o treinamento de alta intensidade na escada vertical vem sendo sugerido, uma vez que, não utiliza recur-

soos aversivos como choques elétricos que causam estresse no animal podendo interferir diretamente nos resultados finais (Cassilhas *et al.*, 2013). Com isso, o modelo de treinamento que utiliza a escada vertical possibilita a realização de diferentes protocolos de treinamento, sendo que, um deles poderá estar estruturado para o ganho de força progressiva e o outro poderá direcionar o ganho de resistência física. Além disso, o treinamento físico na escada vertical tem como objetivo o aumento da hipertrofia muscular, melhora da capacidade do sistema cardiorrespiratório e do desempenho motor do animal (Hornberger e Farrar, 2004; Pena *et al.*, 2012).

Dentre os diferentes protocolos de treinamentos físicos aplicados em ratos que utilizam a escada vertical podemos citar o protocolo de treinamento físico que visa a melhora da resistência física sendo caracterizado por um maior número de repetições durante as escaladas e um menor tempo de descanso entre as séries. Já o protocolo de treinamento que visa o aumento da força muscular é caracterizado por altas intensidades (cargas), aproximando-se de 100% de uma repetição máxima (1RM), com um número menor de repetições e intervalos maiores entre as séries (Cassilhas *et al.*, 2013; Hornberger e Farrar, 2004; Pena *et al.*, 2012).

Para avaliação da funcionalidade e desempenho motor de ratos submetidos ao treinamento físico, são utilizados testes funcionais como o teste passo em falso e barra paralela. Os testes funcionais foram desenvolvidos com o intuito de avaliar a coordenação motora de animais em um período de 3 e 5 minutos onde se contabiliza os erros cometidos pelas patas traseiras (barra paralela) e patas dianteiras (passo em falso) (Ding *et al.*, 2002). Com a utilização desses testes é possível avaliar não só a coordenação motora, mas também equilíbrio e agilidade do animal onde o menor índice de erros cometidos pelas patas dianteiras e traseiras indicam melhores condições funcionais (Ding *et al.*, 2002, 2004; Lim *et al.*, 2008).

O presente estudo descreve modelos diferentes de treinamento de alta intensidade na escala

vertical; apresenta a aplicabilidade de testes funcionais na avaliação do desempenho motor de ratos, além de demonstrar os benefícios desses treinamentos no aprimoramento da capacidade motora desses animais.

Desta forma, o presente estudo tem como objetivo analisar os efeitos de dois protocolos de treinamento no desempenho motor dos animais submetidos aos exercícios de alta intensidade.

Material e Métodos

Animais: Esta pesquisa foi submetida no Comitê de Ética Animal da Universidade Federal de São João del-Rei, obtendo a aprovação pelo protocolo nº012/2015. Para a realização do presente estudo foram utilizados vinte e quatro ratos heterogênicos da linhagem Wistar, machos, peso inicial 140g com 40 dias de vida. Os mesmos foram mantidos em gaiolas, com acesso livre a água e ração, foto período de 12 horas, temperatura ambiente entre 21 e 22°C e umidade relativa do ar entre 60 e 70%. As gaiolas apresentaram as dimensões de 110 x 90 cm, sendo que, em cada gaiola permaneceu 4 ratos.

Para a realização do estudo, os animais foram igualmente subdivididos em dois grupos (Sedentário e Treinado) sendo o grupo treinado subdividido de acordo com o tipo de treinamento a ser realizado: animais que realizaram o protocolo de treinamento de resistência física [protocolo adaptado de Hornberger e Farrar (TRF; n=8)] e os animais que realizaram o treinamento de força muscular [protocolo adaptado de Pena *et al.* e Cassilhas *et al.*, (TFM; n=8)], conforme consta na Tabela 1.

Treinamento Físico: Primeiramente, durante três dias consecutivos, os animais treinados (TRF e TFM) realizaram a familiarização ao local e tipo de exercício a ser realizado na escada vertical (Figura 1). Inicialmente, os animais foram posicionados na câmara de alojamento por 60 segundos; esse período foi suficiente para familiarização dos animais ao ambiente (Hornberger e Farrar, 2004, Pena *et al.*,

Tabela 1. Distribuição dos 24 ratos segundo os grupos experimentais.

Grupo Experimental	Número de Animais
Animais Sedentários	S (n=8)
Animais treinados com o protocolo de resistência física	TRF (n=8)
Animais treinados com o protocolo de força muscular	TFM (n=8)

2012, Cassilhas *et al.*, 2013). Após este período, estes animais realizavam as três tentativas que consistiam em alcançar a câmara de alojamento saindo de um ponto cada vez mais distante da câmara (Hornberger e Farrar, 2004). Os animais foram posicionados inicialmente na primeira tentativa a uma distância de 35 cm da câmara de alojamento, na segunda tentativa a uma distância de 55 cm e na terceira tentativa a uma distância de 110 cm da câmara de alojamento (Pena *et al.*, 2012). Ao colocar uma tampa na parte superior da câmara de alojamento os animais são motivados a subir a escada e permanecer em um ambiente mais escuro dentro da câmara de alojamento. Dessa forma, todos os animais subiram a escada nos dois treinamentos.

Após o período de adaptação, os ratos pertencentes ao grupo TRF, foram submetidos ao exercício na escada vertical durante quatro semanas, cinco dias por semana, com uma duração média de 30 a 45 minutos por dia. Neste caso, o treinamento proposto por Hornberger e Farrar (2004) foi adaptado, sendo que nas três primeiras semanas os animais realizaram 8 séries, com 8 a 12 subidas em cada série, totalizando de 64 a 96 subidas na escada, com intervalos de um minuto entre as séries e carga de 15%, 25% e 50% do peso corporal em cada semana respectivamente. Por questões éticas, foram incluídos todos os animais que subiram ao menos 8 vezes. Por essa razão, o número de subidas no protocolo varia entre

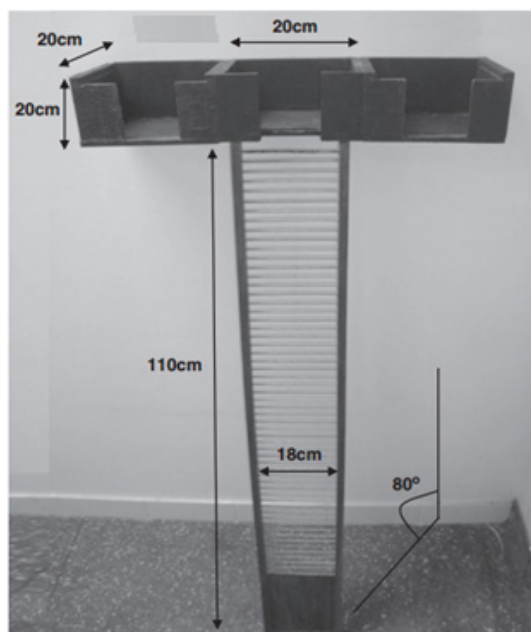


Figura 1. Aparato de treinamento, escada vertical. Escada vertical medindo 110 cm de comprimento, 18 cm de largura, 80° de inclinação. A caixa de alojamento na extremidade superior da escada possui 20 cm de altura, 20 cm de largura e 20 cm de setores (modificado de Pena *et al.*, 2012).

8 e 12 subidas. Na quarta semana, nos quatro primeiros dias foram realizadas 6 séries de 8 subidas, com sobrecarga de 75%, e 90%, totalizando 48 subidas por dia, e, finalmente, nos dois últimos dias foram realizadas 4 séries de 6 escaladas com sobrecarga de 100% do peso corporal, totalizando 24 subidas por dia. Cabe ressaltar que as mudanças das cargas utilizadas ocorriam sempre nas sextas-feiras da 1ª, 2ª e 3ª semanas. Na quarta semana também foram aplicados intervalos de um minuto entre as séries.

Já o grupo TFM, o treinamento ocorreu cinco dias por semana durante quatro semanas com duração média de 15 minutos por dia. Esse treinamento foi proposto por Pena *et al.*, (2012) e Cassilhas *et al.*, (2013). Cada unidade, consistiu na realização de 8 séries de escalada contendo de 8 a 12 movimentos das patas do animal até a câmara de alojamento, com intervalos de um minuto entre as séries, totalizando 8 subidas por dia. Quanto às sobrecargas utilizadas no primeiro dia de treinamento, os animais foram submetidos as cargas progressivas de 50%, 75%, 90% e 100% do peso corporal ao longo das séries. Dessa forma, no primeiro dia de treinamento: a primeira, segunda e terceira subidas foram com 50% do peso corporal; na quarta, quinta e sexta subidas, com 75% do peso corporal; na sétima com 90% do peso e na oitava com 100% do peso corporal. A partir do segundo dia foi adicionado sobrecarga de 10g a sobrecarga máxima a cada dia do treinamento e assim sucessivamente.

A carga a ser utilizada nos dois protocolos de treinamento TRF e TFM foi fixada na porção proximal da cauda do animal a 3 cm da raiz caudal contendo um formato cilíndrico que totalizava 16 cm de comprimento. Esse peso era preso por uma linha de lã envolvida por uma fita de borracha adesiva ajustado de forma a proteger a pele do animal (Hornberger e Farrar, 2004, Pena *et al.*, 2012, Cassilhas *et al.*, 2013).

Após o término do treinamento físico, no dia seguinte, todos os animais foram submetidos aos dois testes funcionais (teste passo em falso e teste das barras paralelas) para avaliação do desempenho motor. Para aplicação dos testes funcionais, três avaliadores foram treinados antes da aplicação dos testes, que foi realizada de forma cega. Foi realizada a média de erros cometidos pelos animais nos dois testes funcionais. Os testes funcionais foram filmados para análises posteriores dos dados. Todos os testes funcionais e treinamento físico foram realizados no período da tarde.

Para realização do teste passo em falso, foi utilizada uma placa (estrutura) gradeada (figura 2) de 100 x 50 cm, com intervalo de grade de 3 x 3 cm

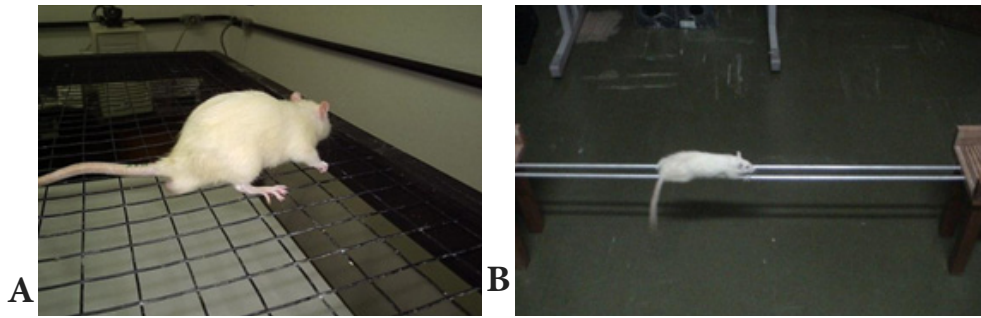


Figura 2. Aparato dos testes funcionais. Em A, o teste passo em falso, placa gradeada de 100x50cm, com intervalo de grade de 3x3 cm (9cm²) e diâmetro de 1/2 cm da grade de metal. Em B, o teste das barras paralelas, duas plataformas de madeiras unidas por barras paralelas de metal (115 cm), com distância entre grades de 1 cm e diâmetro da barra de metal de 2 cm.

(9 cm²) e diâmetro da grade de 1/2 cm. A duração do teste foi de seis minutos, sendo realizado em dois períodos de três minutos para avaliação de cada pata dianteira. O erro foi considerado quando a pata passasse por entre as grades (Ding *et al.*, 2002, 2004; Lim *et al.*, 2008).

Para realização do teste das barras paralelas foram utilizadas duas plataformas de madeira unidas por barras paralelas de metal (figura 2), as plataformas mediam 115 cm de comprimento, 1 cm de diâmetro e 3 cm de distância. O teste teve a duração de cinco minutos e foi considerado erro quando o animal colocava as duas patas traseiras na mesma barra ou quando a pata traseira passava entre as duas barras ou por fora delas (Ding *et al.*, 2002, 2004).

Foi utilizado um intervalo de 2 horas entre um teste e o outro (Ding *et al.*, 2002, 2004). A média dos erros cometidos pelos ratos, nos dois testes funcionais foram analisados e calculados antes e após os treinamentos físicos.

Estatística: Os resultados foram expressos em média \pm erro padrão da média (SEM). Para análise da média de erros cometidos pelos animais antes e após o treinamento físico foi utilizado o teste *t-student* pareado, considerando um nível de significância de $p < 0,05$. Para a análise da média de erros cometidos pelos animais entre os grupos: TRF, TFM e S, foi utilizada a análise de variância (ANOVA), seguido do *post-hoc* de Mann-Whitney e Brown-Forsythe, para verificar se existem diferenças entre as médias de erros, considerando o nível de significância de $p < 0,05$.

Resultados

Os animais submetidos ao protocolo TRF apresentaram no teste das barras paralelas, antes e após o treinamento físico, uma média de erros come-

tidos pelas patas traseiras de $17,13 \pm 1,55$ e $4,25 \pm 0,65$, respectivamente. No teste *t-student* pareado foi evidenciado diferença antes e após o treinamento físico no grupo TRF, com valor de $p < 0,001$. O grupo TFM apresentou uma média de erros nesse teste antes e após o treinamento físico de $17,25 \pm 2,36$ e $4,75 \pm 0,88$ respectivamente. Foi evidenciado diferença no número de erros antes e após o treinamento ($p = 0,0030$). O grupo S apresentou uma média de erros antes e após o período de treinamento de $14,5 \pm 1,09$ e $8,75 \pm 0,8$, respectivamente. Foi identificado diferença no número de erros cometidos antes e após o período de sedentarismo dos animais ($p = 0,0009$).

No início do experimento não foi evidenciado diferença no número de erros entre os grupos S e TRF ($p = 0,1296$); entre os grupos S e TFM ($p = 0,2342$) e TRF e TFM ($p = 0,9905$).

No final do experimento foi evidenciado diferença no número de erros cometidos entre os grupos S x TRF ($p = 0,0017$) e S x TFM ($p = 0,0118$). Entre o grupo TRF x TFM não foi evidenciado diferença na média de erros no final do experimento ($p = 0,6954$). No entanto, o grupo TRF apresentou uma diminuição de 12,88 erros; o grupo TFM apresentou uma diminuição de 12,5 erros e o grupo S apresentou uma diminuição de 5,75 erros. O grupo sedentário (S) apresentou menor diminuição de erros nesse teste. Os resultados do teste das barras paralelas estão representados na figura 3.

A média de erros cometidos na pata dianteira direita pelo grupo TRF antes e após o treinamento foi de $11,13 \pm 0,74$ e $6,5 \pm 0,96$ respectivamente ($p < 0,05$). No teste *t-student* pareado foi evidenciado diferença antes e após o treinamento físico no grupo TRF, com valor de p igual a 0,0031. O grupo TFM apresentou uma média de erros antes e após o treinamento de $6,13 \pm 0,81$ e $2,25 \pm 0,59$. Foi evidenciado diferença no número de erros cometidos antes e após o treinamento nesse grupo, com valor de p igual a

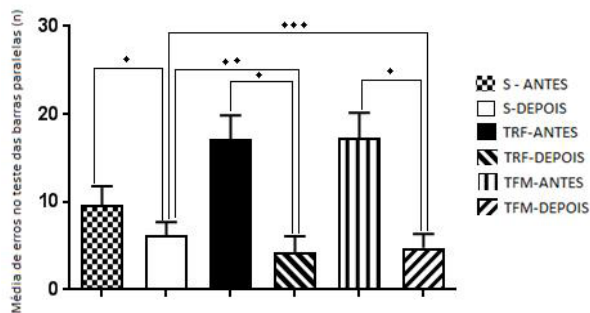


Figura 3. Número de erros cometidos no teste das barras paralelas, análise das patas traseiras antes e após o período de treinamento dos grupos experimentais. (♦) representa diferença significativa antes e após o período de sedentarismo ou treinamento (teste *t student* pareado); (♦♦) representa diferença significativa entre os grupos no início do experimento (ANOVA, seguido do *post-hoc* Brown-Forsythe); (♦♦♦) representa diferença significativa entre os grupos no final do experimento (ANOVA, seguido do *post-hoc* Brown-Forsythe).

0,0023. Já o grupo S apresentou uma média de erros antes e depois de $7,38 \pm 0,5$ e $5,63 \pm 0,99$, respectivamente. Não foi evidenciado diferença no número de erros cometidos pelo grupo S antes e depois do período de sedentarismo ($p=0,2221$).

No início do experimento foi evidenciado diferença na média de erros cometidos entre os grupos S e TRF ($p=0,0036$) e TRF e TFM ($p=0,0016$); entre os grupos S e TFM não foi identificado diferença ($p=0,3207$).

No final do experimento foi evidenciado diferença entre os grupos TRF x TFM ($p=0,0065$) e S x TFM ($p=0,0228$). Entre os grupos S x TRF não foi identificado diferença entre as médias de erros cometidos. Os grupos treinados apresentaram uma diminuição no número de erros no teste passo em falso (análise da pata dianteira direita). Sendo que, o grupo TRF apresentou uma diminuição de 4,63 erros; o grupo TFM apresentou uma diminuição de 3,88 erros e o grupo S apresentou uma diminuição de 1,75 erros. O grupo TRF apresentou maior diminuição de erros nesse teste, como evidenciado na figura 4.

No teste passo em falso os erros cometidos pela pata dianteira esquerda do grupo S antes e após o período de sedentarismo foi de $6,875 \pm 0,3$ e $4 \pm 0,68$, respectivamente. Foi evidenciado diferença antes e após o período de sedentarismo ($p=0,0012$). O grupo TRF apresentou uma média de erros antes e após o treinamento de $10,75 \pm 0,98$ e $5,63 \pm 0,61$, sendo que, foi identificado diminuição do número de erros antes e após esse treinamento ($p=0,0102$). No grupo TFM ocorreu uma média de erros antes e após o treinamento de $6,38 \pm 0,57$ e $1,63 \pm 0,32$ e também foi evidenciado diminuição na média de erros antes

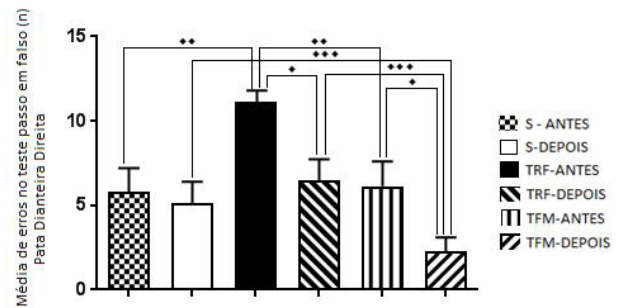


Figura 4. Número de erros cometidos no teste passo em falso. Análise da pata dianteira direita antes e após o período de treinamento dos grupos experimentais. (♦) representa diferença significativa antes e após o período de sedentarismo ou treinamento (teste *t student* pareado); (♦♦) representa diferença significativa entre os grupos no início do experimento (ANOVA, seguido do *post-hoc* Brown-Forsythe); (♦♦♦) representa diferença significativa entre os grupos no final do experimento (ANOVA, seguido do *post-hoc* Brown-Forsythe).

e depois do treinamento nesse grupo ($p=0,0003$).

No início do experimento foi evidenciado diferença entre a média de erros cometidos nos grupos S x TRF ($p=0,0026$) e TRF x TFM ($p=0,0017$). Entre o grupo S x TFM ($p=0,4463$) não foi evidenciado diferença no número de erros no início do experimento.

No final do experimento foi encontrado diferença entre os grupos TRF x TFM ($p=0,0289$) e S x TFM ($p=0,0131$). Entre os grupos S x TRF não ocorreu diferença no final do experimento ($p=0,7776$). O grupo S apresentou uma diminuição de 2,875 erros, no grupo TRF uma diminuição de 5,125 erros e no grupo TFM uma diminuição de 4,75 erros. O grupo TRF também apresentou maior diminuição

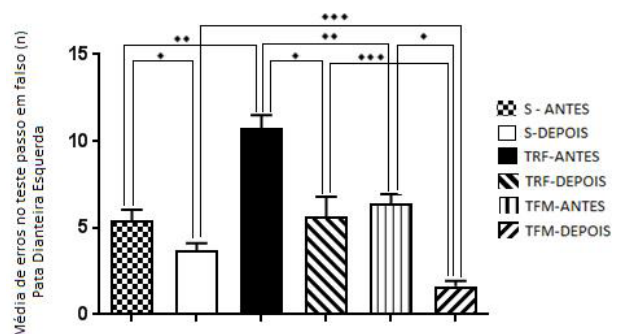


Figura 5. Número de erros cometidos no teste passo em falso. Análise da pata dianteira esquerda antes e após o período de treinamento dos grupos experimentais. (♦) representa diferença significativa antes e após o período de sedentarismo ou treinamento (teste *t student* pareado); (♦♦) representa diferença significativa entre os grupos no início do experimento (ANOVA, seguido do *post-hoc* Brown-Forsythe); (♦♦♦) representa diferença significativa entre os grupos no final do experimento (ANOVA, seguido do *post-hoc* Brown-Forsythe).

de erros neste teste. Esses dados podem ser observados na figura 5.

Discussão

A presente pesquisa teve como objetivo analisar os efeitos de dois protocolos de treinamento em ratos e destacar qual deles possibilitou maiores benefícios motores, sendo um voltado para o ganho de força (TFM) o outro para ganho de resistência física (TRF). De acordo com os dados apresentados no teste das barras paralelas foi possível observar uma diminuição no número de erros cometidos pelos animais dos grupos S, TRF e TFM antes e após o programa de exercícios físicos. Os dois protocolos de treinamento utilizados nos experimentos demonstram ser benéficos na coordenação motora da pata traseira dos animais treinados. Não foi observado diferença significativa no número de erros entre o grupo TRF e TFM após o treinamento físico.

No teste passo em falso, ao analisar a coordenação motora da pata dianteira direita dos grupos TRF e TFM também foi possível observar uma diminuição de erros antes e após o protocolo de treinamento físico em comparação com o grupo S. Ao comparar a diminuição de erros após o treinamento físico, os grupos TRF e TFM demonstraram diminuição de erros significativa no final do experimento. O grupo sedentário não apresentou diminuição significativa de erros no final do experimento. O grupo TRF apresentou no início do experimento maior número de erros em comparação com o grupo S e TFM, o que pode ter interferido no número de erros após o treinamento desses animais, onde foi evidenciado maior diminuição de erros nesse grupo no final do experimento. Esses dados demonstram a eficácia dos dois protocolos de treinamento na melhora do desempenho motor dos animais treinados.

Os resultados do teste passo em falso da pata dianteira esquerda demonstraram diminuição significativa no número de erros antes e após o protocolo de exercícios físicos e o período de sedentarismo nos grupos S, TRF e TFM. Sendo que, no início do experimento também foi identificado diferença entre a média de erros cometidos no grupo TRF em comparação com o grupo S e TFM. Essa diferença pode ter interferido na diferença entre a média final de erros desse grupo, onde foi identificado menor quantidade de erros cometidos pelos animais desse grupo (TRF).

Os dados do presente estudo demonstraram a eficácia dos dois protocolos de treinamento físico na melhora da coordenação motora da pata dianteira e traseira de animais treinados em comparação com animais sedentários. Esses dados corroboram com

estudo proposto por Cassilhas *et al.* (2013) onde foi evidenciado melhora do desempenho motor dos ratos (hipertrofia muscular) após treinamento de resistência física em escada vertical.

No treinamento de força ocorrem adaptações musculares que geram não só o aumento de força, mas também aumento da secção transversa das fibras musculares (hipertrofia) proporcionando maiores números de fibra motoras ativadas durante o movimento (Takarada *et al.*, 2000, 2002). Esse aumento da secção transversa só ocorre devido a ativação de células satélites responsáveis pela reconstrução da fibra muscular lesionada durante o estresse mecânico (McCardle e Katch, 2008). O treinamento de resistência promove mudanças no sistema cardiovascular (Kraemer *et al.*, 2002) possibilitando aumento do VO₂ máx, diminuição da frequência cardíaca em repouso e maiores capacidades de sustentar determinados estresses por um período de tempo (Jurgen, 1999). De acordo com os resultados obtidos no presente estudo foi possível verificar que o treinamento de resistência física e força possibilitou uma melhora no desempenho motor dos animais avaliado pelos testes funcionais. No estudo de Damázio *et al.* (2015) que também utilizou os testes funcionais para avaliação do desempenho motor dos animais com isquemia cerebral foi identificado melhora da coordenação motora dos animais quando exercitados antes e após o evento isquêmico.

A diferença de erros cometidos entre os grupos TRF e TFM não foi significativa e os dois grupos obtiveram reduções de erros nos testes funcionais em comparação ao grupo S. O treinamento de resistência e de força permitiu melhora do desempenho motor dos animais por beneficiar às adaptações cardiovasculares que atuam no fornecimento de oxigênio ao organismo, por melhorar as adaptações musculares gerando aumento de fibras motoras ativadas e como consequência melhora na coordenação motora (Agostini, 2000; Conley e Rozenek, 2001) e melhora do aporte sanguíneo (Hagerman *et al.*, 2000).

Conclusão

Conclui-se que os dois protocolos de treinamento (resistência e força muscular) trouxeram benefícios na função motora dos animais submetidos aos exercícios, permitindo a diminuição significativa dos erros cometidos antes e após os treinamentos. Dessa forma, protocolos de treinamento físico que enfatizam o ganho de resistência física e força muscular possibilitam melhora do desempenho motor. Com isso é interessante pensar na hipótese de se trabalhar com o protocolo de treinamento de força e re-

sistência física em seres humanos quando o objetivo for a melhora da funcionalidade motora. Além disso, é de extrema importância se basear nos princípios do treinamento esportivo e levar em consideração as suas cargas e tempo de duração de cada método de treinamento visto que no presente estudo os treinamentos foram realizados em quatro semanas, onde ocorre o início das adaptações do organismo ao stress imposto.

Agradecimentos

Agradecimentos aos pesquisadores do Laboratório Interdisciplinar de Neuroengenharia e Neurociência Experimental (LINNce) da Universidade Federal de São João del-Rei pelo apoio científico e a agência de financiamento da pesquisa – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Referências Bibliográficas

- Agostini GG. 2000. O estudo do limiar de lactato em exercício resistido. [Master's thesis]. São Carlos: 85.
- Almeida GL. 1999. Biomecânica e controle motor aplicado no estudo de disfunções motoras. *Motriz* 5(2): 178-182.
- Cassilhas SRC, Reis IT, Venâncio D, Fernandes I, Tufik S, Mello MT. 2013. Animal model for progressive resistance exercise: a detailed description of model and its implications for basic research in exercise. *Motriz* 19:178-184.
- Conley MS, Rozenek R. 2001. National strength and conditioning association position statement: Health aspects of resistance exercise and training. *Strength Cond. J.* 23: 9-23.
- Damázio LCM, Melo RTR, Lima MC, Pereira VG, Ribeiro RIMA, Alves NR, Monteiro BS, Natali AJ, Del Carlo RJ, Maldonado IRSC. 2015. Exercício físico promove neuroproteção estrutural e funcional em ratos com isquemia cerebral. *Revista Neurociências.* 23:581-588.
- Ding YC, Zhou YD, LAI Q, Li J, Park H, Diaz FG. 2002. Impaired motor activity and motor learning function in rat with middle cerebral artery occlusion. *Behavioural Brain Research* 132: 29-36.
- Ding Y, Li J, Lai Q, et al. 2004. Motor balance and coordination functional outcome in rat with cerebral artery occlusion training enhances transient middle. *Neuroscience* 123: 667-674.
- Hagerman FC, Walsh SJ, Hikida RS, Gilders RM, Murray TF, et al. 2000. Effects of High-Intensity Resistance Training on Untrained older Men. I. Strength, Cardiovascular and Metabolic Responses. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 55(7): B336-B346.
- Jurgen W. 1999. *Treinamento Ideal*. São Paulo: 120.
- Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E, Dudley GA, Dooly C, et al. 2002. Progression models in resistance training for healthy adults. *American College of Sports Medicine position stand (ACSM)*. *Med. Sci. Sports. Exerc.* 34: 364-380.
- Hornberger TAJR, Farrar RP. 2004. Physiological hypertrophy of the FHL muscle following 8 weeks of progressive resistance exercise in the rat. *Canadian Journal of Applied Physiology Champaign* 29: 16-31.
- Leporace G, Metsavaht, L, Sposito MMM. 2009. Importância do treinamento da propriocepção e do controle motor na reabilitação após lesões músculo-esqueléticas. *Acta fisiatra* 16(3): 126-131.
- Lim SHJ, Lee S, Lee, et al., 2008. The quantitative assessment of functional imparment and its correlation to infarct volume in rats with transient middle cerebral artery occlusion. *Brain Research.* 1230: 303-309.
- Mcardle WD, Katch IV. 2008. *Fisiologia do Exercício: Energia, nutrição e desempenho humano*. Rio de Janeiro: 471-511.
- Pena LFP, Fernandes J, Almeida AA, Fabiano GNG, Ricardo C, Daniel PV, Marco TM, et al. 2012. A strength exercise program in rats with epilepsy is protective against seizures. *Epilepsy & Behavior* 25: 323-328.
- Takarada Y, Sato Y, Ishii N. 2002. Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. *European Journal of Applied Physiology. Heidelberg* 86: 308-314.
- Takarada Y, Takazawa H, Sato Y, Takebayashi ST, Tanaka Y, Ishii N. 2000. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *Journal of Applied Physiology. Bethesda* 88: 2097-2106.