

A SUPLEMENTAÇÃO DE PROTEÍNA E O EXERCÍCIO INTERFEREM NA FUNÇÃO E ESTRUTURA RENAL?

DOES PROTEIN SUPPLEMENTATION AND EXERCISE INTERFERE WITH RENAL FUNCTION AND STRUCTURE?

¿LA SUPLEMENTACIÓN DE PROTEÍNAS Y EL EJERCICIO INTERFIEREN EN LA FUNCIÓN Y ESTRUCTURA RENAL?

Thiago Pontini de Assis (Medicina) ¹
Caroline Simões Gonçalves (Medicina) ²
Maria Luísa Nonato Giannetto (Medicina) ³
Carla Patrícia Carlos (Bióloga) ⁴
Patrícia Maluf Cury (Médica) ⁵
Glória Elisa Florido Mendes (Biomédica) ⁶

1. Graduando em Medicina pela Faculdade CERES (FACERES), São José do Rio Preto, SP, Brasil.
2. Graduanda em Medicina pela Faculdade CERES (FACERES), São José do Rio Preto, SP, Brasil.
3. Graduanda em Medicina pela Faculdade CERES (FACERES), São José do Rio Preto, SP, Brasil.
4. Coordenadora do Curso de Medicina pela Faculdade CERES (FACERES), São José do Rio Preto, SP, Brasil.
5. Coordenadora do Laboratório Morfofuncional do Curso de Medicina da Faculdade CERES (FACERES), São José do Rio Preto, SP, Brasil.
6. Laboratório Morfofuncional do Curso de Medicina da Faculdade CERES (FACERES), São José do Rio Preto, SP, Brasil.

Thiago Pontini de Assis – Rua Coronel Spinola de Castro 5020, Apto 36, Centro, São José do Rio Preto, SP. CEP 15015-500. Telefone: (17) 996799566. Email: thiagopontini@gmail.com

A SUPLEMENTAÇÃO DE PROTEÍNA E O EXERCÍCIO INTERFEREM NA FUNÇÃO E ESTRUTURA RENAL?

RESUMO

Introdução: Durante atividade física o corpo faz remanejamento sanguíneo para áreas essenciais como a musculatura esquelética reduzindo o suprimento em áreas não essenciais como o rim. O whey protein (soro do leite) é um dos suplementos mais utilizados nas academias. Objetivos: avaliar a função e a estrutura renal em ratos submetidos ao exercício físico sem e com o uso da suplementação de proteína. Métodos: A proteína utilizada foi Whey Hydro PRO 2 – Probiótica® sendo administrada via oral (gavagem), diluída em água mineral (1,8g/kg do peso corporal logo após o treino de natação). Os ratos foram divididos em quatro grupos: ratos com exercício (Exc), ratos sem exercício (ñExc), ratos com exercício e com suplementação alimentar de proteína (Prot/Exc) e ratos sem exercício e com suplementação alimentar de proteína (Prot/ñExc). O treinamento consistia em natação por 30 minutos, com utilização de carga, equivalente a 2% do peso corporal 5 vezes por semana em um total de 10 semanas. A proteína foi administrada por gavagem, uma vez ao dia e logo após o treino. Resultados: Observou-se queda da filtração glomerular renal para os animais do grupo Exc vs Prot/Exc. Os valores de creatinina plasmática foram semelhantes entre os grupos que praticaram o exercício vs não praticaram. Sódio plasmático e a fração de excreção de sódio os valores foram menores quando comparados os grupos Prot/Exc vs Exc. Uréia plasmática a ureia para os animais que não praticaram exercício; quando comparados os grupos, Prot/ñExc vs ñExc foram semelhantes. Análise histológica: Observou-se degeneração hidrópica significativamente. Conclusão: Esses resultados mostram que o exercício em conjunto com a suplementação de proteína (2g/dia/Kg), determinou alterações nos

mecanismos tubulares de ajustes do sódio e alterações estruturais no parênquima renal.

PALAVRAS-CHAVES: Função renal, Estrutura renal, Proteína, Whey protein.

DOES PROTEIN SUPPLEMENTATION AND EXERCISE INTERFERE WITH RENAL FUNCTION AND STRUCTURE?

ABSTRACT

Introduction: During physical activity, the body does blood reassignment to essential areas such as skeletal muscle, reducing supply in non-essential areas such as the kidney. Whey protein (whey) is one of the most widely used supplements in gyms. Objectives: to evaluate renal function and renal structure in rats submitted to physical exercise without and with the use of protein supplementation. Methods: The protein used was Whey Hydro PRO 2 - Probiotica® being administered orally (gavage), diluted in mineral water (1.8 g / kg of body weight shortly after swimming training). The rats were divided into four groups: rats with exercise (Exc), rats without exercise (ñExc), rats with exercise and with protein supplementation (Prot / Exc) and rats without exercise and with protein supplementation (Prot / ñExc). The training consisted of swimming for 30 minutes, using load, equivalent to 2% of body weight 5 times a week for a total of 10 weeks. The protein was administered by gavage, once daily and soon after training. Results: A drop in renal glomerular filtration rate was observed for Exc vs Prot / Exc animals. The plasma creatinine values were similar between the groups that practiced the exercise vs did not practice. Plasma sodium and the sodium excretion fraction were lower when compared to the Prot / Exc vs Exc groups. Plasma urea and urea for the animals that did not exercise; When comparing the groups, Prot / ñExc vs ñExc were similar. Histological analysis: Significant hydropic degeneration was observed. Conclusion: These results show that exercise in conjunction with protein supplementation (2g / day / kg) determined changes in the tubular mechanisms of sodium adjustments and structural changes in the renal parenchyma.

KEYWORDS: Renal function, Renal structure, Protein, Whey protein.

¿LA SUPLEMENTACIÓN DE PROTEÍNAS Y EL EJERCICIO INTERFIEREN EN LA FUNCIÓN Y ESTRUCTURA RENAL?

RESUMEN

Introducción: Durante la actividad física, el cuerpo hace reubicación sanguínea hacia áreas esenciales como la musculatura esquelética reduciendo el suministro en áreas no esenciales como el riñón. La proteína del suero (suero de leche) es uno de los suplementos más utilizados en los gimnasios. Objetivos: evaluar la función y la estructura renal en ratas sometidas al ejercicio físico sin y con el uso de la suplementación de proteína. Métodos: La proteína utilizada fue Whey Hydro PRO 2 - Probiótica® siendo administrada vía oral forzada, diluida en agua mineral (1,8g / kg del peso corporal inmediatamente después del entrenamiento de natación). Los ratones fueron divididos en cuatro grupos: ratas con ejercicio (Exc), ratas sin ejercicio (ñExc), ratas con ejercicio y con suplementación alimentaria de proteína (Prot / Exc) y ratas sin ejercicio y con suplementación alimenticia de proteína (Prot / ñExc). El entrenamiento consistía en natación por 30 minutos, con utilización de carga, equivalente al 2% del peso corporal 5 veces por semana en un total de 10 semanas. La proteína fue administrada por gavado, una vez al día y poco después del entrenamiento. Resultados: Se observó una caída de la filtración glomerular renal para los animales del grupo Exc vs Prot / Exc. Los valores de creatinina plasmática fueron similares entre los grupos que practicaron el ejercicio vs no practicaron. El sodio plasmático y la fracción de excreción de sodio, los valores fueron menores cuando se compararon los grupos Prot / Exc vs Exc. Urea plasmática a la urea para los animales que no practicaron ejercicio; En comparación con los grupos, Prot / ñExc vs ñExc fueron similares. Análisis histológico: Se observó una degeneración hidrópica

significativamente. Conclusión: Estos resultados muestran que el ejercicio junto con la suplementación de proteínas (2 g / día / Kg), determinó cambios en los mecanismos tubulares de ajustes del sodio y cambios estructurales en el parénquima renal.

DESCRIPTORES: Función renal, Estructura renal, Proteína, Whey protein.

INTRODUÇÃO

Ao realizar exercício físico o corpo faz remanejamento sanguíneo para áreas essenciais como a musculatura esquelética reduzindo o suprimento em áreas não essenciais como o rim. Sabe-se que o rim recebe cerca de 20% do débito cardíaco nas atividades diárias, e diante o exercício físico o rim torna-se muito sensível ocorrendo assim uma mudança na fisiologia renal¹.

O Rim tem como uma de suas funções fisiológicas a eliminação de solutos indesejáveis do metabolismo incluindo, ureia, creatinina, ácido úrico, metabolitos hormonais e lise hemática. Essa eliminação de produtos indesejáveis está inteiramente relacionada ao fluxo sanguíneo sistêmico¹.

Ao exercício intenso e prolongado o remanejamento sanguíneo para áreas essenciais causa um estado de hipoperfusão renal ocorrendo auto regulação da taxa de filtração glomerular (TFG) sendo assim, o rim é capaz de manter a filtração glomerular e o fluxo plasmático renal normais. Inicialmente a angiotensina II e o óxido nítrico atuam controlando os efeitos da vasoconstrição das arteríolas aferente e provocando a vasodilatação da arteríola eferente para manter perfusão renal¹.

O whey protein (soro do leite) é um dos suplementos mais utilizados, com elevado valor de aminoácidos e rico em precursores da glutathione um potente antioxidante². Descoberto a 3000 anos atrás quando estômago de bezerros era utilizado para armazenar e transportar o leite e através de quimosina (coalho) uma enzima natural encontrada no estômago dos bezerros entrava em contato com o leite era então coagulado resultando em dois subprodutos, a coalhada que é matéria prima inicial para a produção do queijo e o soro do leite³.

Segundo Maughan e Burke (2004)⁴ a quantidade de proteína diária para um adulto é 0,8 a 1,0 g/dia/Kg, já para atletas a quantidade varia de 1,2 a 1,7 g/dia/Kg.

Aparicio et al (2011)⁵ observou que doses de proteína acima de 2,0 pode ser prejudicial à saúde. Quando há um aumento da concentração de um tipo específico de aminoácido no plasma e no filtrado glomerular o excesso não reabsorvido será eliminado na urina¹.

É difundido nas academias que proteína gera hipertrofia muscular gerando um prejuízo a saúde no seu uso excessivo como descreve Sgarbieri (2004)² em que a alta ingestão proteica pode acarretar riscos no metabolismo das funções hepáticas e renais. Pereira et al (2003)⁶ também relata que o uso excessivo de proteína poderia causar problemas renais, porém isso não estaria completamente elucidado.

Levando em consideração as altas doses de proteína ingerida pela população adepta a atividade física, sendo essa proteína convertida em amônia para dar origem a ureia onde, a mesma será eliminada pelo rim, podemos concluir que, o excesso de proteína também levaria a um excesso de ureia⁷, e que o consumo excessivo de proteína pode afetar a saúde renal^{8,9}. Dessa forma, o que se questiona é se, na atividade física de auto rendimento o rim estaria debilitado devido a diminuição da vascularização, levando a hipoperfusão glomerular assim, dificultando a excreção da ureia por consecutivo levando a um processo de lesão renal?

Portanto, o objetivo desse presente estudo foi avaliar a função e a estrutura renal em ratos submetidos ao exercício físico sem e com o uso da suplementação de proteína.

MATERIAIS E MÉTODOS

Animais de experimentação e tratamento

Foram utilizados 24 ratos Wistar machos (200 a 250g). Aprovação do projeto (Protocolo CEUA nº 003/2016), pela Comissão de Ética na Experimentação Animal

(CEUA) da FACERES. Os animais receberam dieta normoprotéica Labina® (Purina) e água, durante todo o período de estudo. A proteína utilizada foi (PROT) Whey Hydro PRO 2 – Probiótica® sendo administrada via oral (gavagem), diluída em água mineral (1,8g/kg do peso corporal logo após o treino de natação).

Os ratos foram divididos em quatro grupos: ratos com exercício (Exc), ratos sem exercício (ñExc), ratos com exercício e com suplementação alimentar de proteína (Prot/Exc) e ratos sem exercício e com suplementação alimentar de proteína (Prot/ñExc).

Protocolo de treinamento

Os animais realizaram o treinamento de natação por 30 minutos diários, com utilização de carga, equivalente a 2% do peso corporal 5 vezes por semana em um total de 10 semanas. A proteína (Prot) foi administrada por gavagem, uma vez ao dia e logo após o treino. Um tanque de amianto (250 litros de água), foi mantido na temperatura de $32\pm 1^{\circ}\text{C}$. Após os estudos os animais foram destinados à análise da filtração glomerular renal (FGR), análise histológica e análises bioquímicas.

Filtração glomerular renal (FGR) – Depuração de creatinina. Volume urinário (VU), fração de excreção de sódio (FeNa) e concentração plasmática de ureia (Uréia P).

Após 24 horas dos procedimentos de cada grupo, os animais foram colocados em gaiolas metabólicas (MA121R, Beira-mar, Brasil) para coleta de urina de 24 horas para determinação do volume urinário (ml/min) e para as dosagens bioquímicas. Os ratos foram submetidos à anestesia com injeção intraperitoneal de 50 mg/ml/kg de tiopental sódico. Com o animal anestesiado, cateterização arterial (PE 50) e o sangue foi coletado para as dosagens bioquímicas. Foram avaliados; a concentração

plasmática e urinária de creatinina, a concentração plasmática de ureia (Bio-200S, Bioplus, Brasil) e o sódio através do analisador de eletrólitos (Mod. 9180, AVL, EUA) (figura 1).

Análise histológica

Os animais foram eutanasiados (dose excessiva do anestésico), e foram submetidos à nefrectomia para realização da análise histopatológica. O rim foi seccionado longitudinalmente e fixado em paraformaldeído a 4% em tampão fosfato 0,2M por 48 horas, e posteriormente em álcool 70%. O material foi processado e os cortes submetidos à coloração de HE. A análise foi realizada na objetiva de 40 vezes, atribuído score 0 a 3 para zona cortical renal. Para cada score foi atribuído a porcentagem dos campos afetados, sendo: 0: degeneração hidrópica ausente; 1: até 10% dos campos afetados; 2: 11 – 25% dos campos afetados e 3: 26 – 50% dos campos afetados.

Análise estatística

Os resultados foram submetidos previamente à análise descritiva para determinação da normalidade. Para amostras com distribuição normal, utilizou-se Análise de Variância (ANOVA) e de teste de Bonferroni. O teste de Kruskal-Wallis e o teste de Dunn, foram utilizados para amostras com distribuição não normal. Significância de 5% ($P \leq 0,05$).

RESULTADOS

FGR

Valores de $1,43 \pm 0,28$ ml/min/100g no grupo Exc, no grupo ñExc de $1,77 \pm 0,33$; no grupo Prot/Exc de $2,27 \pm 0,28$ e de $2 \pm 0,48$ (Prot/ñExc). Na tabela 1, observa-se queda da FGR para os animais do grupo Exc vs Prot/Exc ($p < 0,05$; tabela 1).

Cre P

Valores foram semelhantes entre os grupos que praticaram o exercício (Exc $0,69 \pm 0,03$ mg/dl) vs não praticaram (ñExc $0,66 \pm 0,04$ mg/dl). Os animais que receberam suplementação, Prot/Exc ($0,64 \pm 0,12$ mg/dl) e sem exercício $0,65 \pm 0,11$ mg/dl ($p > 0,05$; tabela 1).

Sódio plasmático (Na P) e FeNa

Os valores foram menores quando comparados os grupos Prot/Exc ($119,2 \pm 6,5$ mmol/L) vs Exc ($132,6 \pm 3,8$ mmol/L), $p < 0,01$. De forma semelhante, a FeNa foi menor quando comparados os grupos, Prot/Exc $0,54 \pm 0,27\%$ vs Exc $1 \pm 0,4\%$ ($p < 0,05$; tabela 2).

Uréia P

A ureia para os animais que não praticaram exercício; quando comparados os grupos, Prot/ñExc $33,7 \pm 6,6$ mg/dl vs ñExc $54 \pm 5,4$ mg/dl, foram semelhantes (tabela 2).

Análise histológica

Observou-se degeneração hidrópica significativamente maior nas células tubulares renais dos animais que praticaram o exercício e receberam a suplementação com proteína (figura 2).

DISCUSSÃO

De acordo com o Departamento de Alimentos e Nutrição do Conselho Nacional de Pesquisa/Academia Nacional de Ciências (EUA), a quantidade dietética recomendada de proteína diária é de 0.8 gramas por quilo de massa corporal¹⁰. Não existe nenhum benefício ingerir excesso de proteínas, pois seu excesso sobrecarrega o fígado, responsável pela metabolização de aminoácidos, e os rins, pois grande quantidade de subprodutos do metabolismo proteico como a uréia, amônia e outros produtos nitrogenados são eliminados pela urina¹¹.

Quando a intensidade do exercício ultrapassa 50% do VO₂ máximo, o fluxo sanguíneo para os rins, a taxa de FGR, a excreção de sódio e a taxa do fluxo urinário diminuem em 30 a 60%¹². Em nossos resultados, houve queda significativa na taxa da FGR nos animais que praticaram somente o exercício quando comparados com os animais que praticaram exercício e receberam a suplementação. A FGR dos animais que praticaram somente o exercício, foram menores quando comparados aos sedentários ($p > 0,05$). Em nossas condições experimentais, utilizamos uma intensidade de exercício provavelmente correspondente ao VO₂ max acima de 50%, isso ocasionou diminuição significativa da FGR dos animais que praticaram somente o exercício, e mecanismos fisiológicos, foram suplantados pela ação do exercício (simpático, substâncias vasoconstritoras, angiotensina). Entre os grupos que receberam a suplementação com proteína, os animais que praticaram exercício vs sedentários, a FGR não apresentou diferenças significantes ($p > 0,05$). O efeito vasoconstritor causado pelo exercício causou diminuição na FGR. Podemos

considerar que a suplementação de proteína não interferiu na taxa de FGR quando administrada juntamente com a atividade física e também nos ratos sedentários.

A creatinina sérica não apresentou diferenças entre os grupos e os valores encontrados estão entre os números considerados normais para ratos^{13,14,15}. O manejo renal de sódio é importante durante o uso de qualquer tipo de suplementação devido às possíveis ações na hemodinâmica renal. Os efeitos natriuréticos são contrabalanceados pelos efeitos antinatriuréticos para garantir a homeostasia do sódio. A excreção de sódio permanece normal através de reajustes tubulares que garantem a sua homeostase sem modificar a sua excreção urinária final ou a capacidade do rim de livrar-se de sobrecargas salinas. Em nosso trabalho observamos que, o sódio plasmático encontrado, estão semelhantes aos valores de referência¹⁵, com exceção dos animais que praticaram exercício e receberam a proteína. Os valores foram significativamente menores quando comparados aos animais que realizaram exercício e sem a proteína ($p < 0,01$).

As causas pré-renais da lesão renal aguda, podem ocorrer por alterações cardiovasculares ou hipovolemia e alterações hepáticas¹⁶. Os rins filtram o plasma e realizam um delicado trabalho de ajuste fino da excreção de sódio para manter constante o volume do líquido extracelular (excreção de sódio inferior a 1%). O túbulo coletor é capaz de realizar essa tarefa. Em condições de depleção de volume ou hipoperfusão renal, a prioridade passa a ser a conservação de sódio e todos os segmentos do néfron estarão envolvidos nesse esforço. Essas alterações hemodinâmicas podem estar associadas à queda da taxa de FGR, elevação de creatinina plasmática e aumento da concentração sanguínea de uréia. Ao examinarmos a composição da urina, o fluxo urinário reduz e a concentração de sódio na urina torna-se muito baixa. Em suma, o rim busca tenazmente conservar sódio e

água. Enquanto o rim permanecer capaz de concentrar a urina e reduzir substancialmente a excreção de sódio, a lesão pré-renal pode ser revertida através da correção da hipoperfusão renal e do distúrbio primário. Valores da fração de excreção de sódio (FeNa) menores que 1% estão relacionados à hipoperfusão renal. No entanto, a manutenção dessa hipoperfusão pode causar lesão e necrose das células tubulares¹⁷. A excreção do sódio é um bom parâmetro para avaliar insuficiência e acometimento renal¹⁸.

Aparicio et al (2011)⁵ observou que doses de proteína acima de 2,0 pode ser prejudicial à saúde. No modelo experimental sugerido em nosso trabalho utilizamos doses de 1,8g/dia/Kg, sendo uma dose considerada para atletas adaptados ao exercício. O excesso de proteína sofrerá processo de desaminação, onde o grupo amino será transferido para o ácido α -cetoglutárico transformando-se em ácido glutâmico e liberar amônia. Essa será removida do sangue sendo convertida em uréia e excretada pelos rins^{1,6,7}.

Os valores da FeNa dos animais que não receberam suplementação de proteína em nossos resultados, permaneceram dentro dos parâmetros considerados normais para ratos. O valor encontrado no trabalho de Amaro¹⁹ foi de $0,8 \pm 0,05$ e no trabalho de Catunda²⁰ foi de $0,71 \pm 0,13$, mostrando-se próximos aos nossos resultados. A FeNa nos animais que receberam a suplementação de proteína foram menores quando comparados aos que não receberam a suplementação proteica. Foi menor quando comparados os animais sedentários ($p > 0,05$) e também quando comparado aos animais que realizaram o exercício ($p < 0,05$). O sódio urinário foi mais baixo para os animais que receberam a suplementação de proteína e realizaram o exercício quando comparada com aos que realizaram somente o exercício ($p > 0,05$). A creatinina e a uréia plasmáticas não apresentaram alterações significantes entre os

grupos. O VU dos animais que receberam a proteína foi menor em comparação aos animais que não receberam a suplementação ($p>0,05$). O VU dos animais que praticaram exercício foram semelhantes aos de referência²⁰. Provavelmente, o uso da suplementação com proteína nas doses utilizadas em nosso modelo e associados ao exercício, determinaram menor FeNa, com alterações nos mecanismos tubulares de ajustes do sódio, excretando pouco sódio e não houve alterações significativas na concentração plasmática de creatinina e de uréia. A Cre P apresentou semelhança entre os grupos, com queda significativa na FGR para os animais que praticaram somente exercício em relação aos que praticaram exercício e receberam proteína. O efeito vasoconstritor causado pelo exercício causou alterações na função renal e o uso concomitante da proteína na dose proposta pelo estudo, causou alterações nos mecanismos tubulares de ajustes do sódio, excretando pouco sódio e sem alterações significativas na concentração plasmática de creatinina e na uréia.

A análise histológica revelou alterações nas células tubulares renais, dos animais suplementados com proteína, como, presença de degeneração hidrópica (edema celular ou degeneração vacuolar). Essa alteração foi maior para os animais que praticaram exercício quando comparados aos animais sedentários ($p<0,05$). A Degeneração hidrópica é a primeira manifestação de quase todas as formas de dano celular²¹. As alterações estruturais observadas neste trabalho estão relacionadas ao uso da suplementação de proteína, assim como, evidenciado por outros autores^{5,8,9}.

O acúmulo intracelular de água evidencia a incapacidade da célula de manter o equilíbrio iônico e a homeostasia de fluídos, falha nas bombas dependentes de energia das membranas celulares dessas células. Com o desequilíbrio iônico, o sódio fica retido intracelularmente, provocando a rápida entrada de água²¹. Como observamos em nossos resultados, menor excreção de sódio nos animais que

praticaram exercício e com suplementação de proteína. No aspecto microscópico, observa-se as células aumentadas de volume, núcleo deslocado para a periferia, resultado do acúmulo de água²¹. Essa alteração é reversível e dependente do estímulo, e no modelo utilizado nesse trabalho, a dose de proteína determinou essa degeneração nas células tubulares renais. No entanto, se a suplementação for maior e abusiva, essa degeneração pode evoluir para uma lesão irreversível e morte celular no parênquima renal.

CONCLUSÕES

A prática do exercício físico causou a queda na taxa de FGR, determinando alterações na função renal. Essas alterações foram ocasionadas pela intensidade do exercício proposto no modelo de estudo. A suplementação com a proteína não interferiu na taxa de FGR.

A suplementação de proteína juntamente com o exercício determinou diminuição da concentração plasmática de sódio e FeNa, e determinou degeneração hídrica nas células tubulares renais. Esses resultados mostram que o exercício em conjunto com a suplementação de proteína (2g/dia/Kg), determinou alterações nos mecanismos tubulares de ajustes do sódio e alterações estruturais no parênquima renal.

REFERÊNCIAS

1. Guyton AC, Hall JE. Tratado de Fisiologia Médica, 12^o Edição. Rio de Janeiro: Elsevier. 2011, pp 255-256; 321-340; 1089-1099.

2. Sgarbieri VC. Physiological-functional properties of milk whey proteins. *Rev Nutr.* 2004;17(4):397-409.
3. Smithers GW. Whey and whey proteins - from 'gutter-to-gold'. *Dairy J.* 2008; 18:695-704.
4. Maughan RJ, Burke LM. *Nutrição Esportiva.* Porto Alegre: Artmed. 2004.
5. Aparicio VA, Nebot E, Porres JM, et al. Effects of high-whey-protein intake and resistance training on renal, bone and metabolic parameters in rats. *British Journal of Nutrition.* 2011;105:836-845.
6. Pereira RF, Lajolo MF, Hirschbruch MD. Supplement Consumption among fitness center users in São Paulo, Brazil. *Revista de Nutrição, Campinas.* 2003;16(3):265-272.
7. Alves C, Lima RVB. Dietary supplement use by adolescents. *J Pediatr.* 2009;85(4):287-94.
8. Friedman AN. High-protein Diets: Potential Effects on the Kidney in Renal Health and Disease. *Am J. Kidney Dis.* 2004;44:950-962.
9. Jia Y, Hwang SY, House JD, et al. Long-term high intake of whole proteins results in Renal Damage in Pigs. *J. Nutr.* 2010;140:1646-1652.

10. Mcardle WD, Katch FI, Katch VL. Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano. 4ª ed. Editora Guanabara Koogan; 1998. p. 25.
11. Araújo ACM, Soares YNG. Perfil de utilização de repositores proteicos nas academias de Belém, Pará. Revista de Nutrição. 1999 Jan-Abr;12(1):5-19.
12. Zambraski EJ. The kidney and body fluid balance during exercise. In: Burskirk ER, Puhl SM. Body fluid balance: exercise and sport. Boca Raton: CRC, 1996.
13. Melo MGD, Dória AA, Serafini AASA, Araújo AAS. Valores de referência hematológicos e bioquímicos de ratos (*Rattus norvegicus* linhagem Wistar) provenientes do Biotério Central da Universidade de Sergipe. *Scientia plena*. 2011;4(8):049903.
14. Dantas JA, Ambiel CR, Cuman RKN, Baroni S, Amado CAB. Valores de referência de alguns parâmetros fisiológicos de ratos do Biotério Central da Universidade Estadual de Maringá, estado do Paraná. *Acta Sci Health Sci*. 2006;28(2):165-170.
15. Isa A, Branco ACSC, Diniz MFFM, Almeida RN, Santos HB, Oliveira KM, et al. Biochemical and hematological parameters of wistar rats and swiss mice the professor Thomas George animal laboratory. *Rev Bras Ciências da Saúde*. 2011;15(2):209-214.
16. Nunes TF, Brunetta TM, Leal CM, Pisi PCB, Roriz-Filho JS. Insuficiência renal aguda. *Medicina (Ribeirão Preto)*. 2010;43(3):272-82.

17. Tu L, Burdnann ES, Seguro AC, Helou CMB, Zatz E. Insuficiência (injúria) renal aguda. In: Bases fisiológicas da Nefrologia. Ed Atheneu: São Paulo. 2011;291-313.
18. Borges DR, Birolini D, Atallah AN. Atualização terapêutica – Diagnóstico e tratamento de Prado, Ramos e Valle. 24ª Ed. São Paulo: Artes Médicas. 2013.
19. Amaro CRPR, Padovani CR, Gontijo JAR, Figueiredo JF. Avaliação da função tubular proximal utilizando o clearance de lítio no tratamento pela Ciclosporina A em ratos. J. Bras. Nefrol. 1997;19(4):369-375.
20. Catunda PRR, Deus TF, Ferreira PM, Mendes EP, Pacheco LF. Avaliação de parâmetros renais em ratos submetidos ao treinamento aeróbico moderado e com insuficiência renal aguda induzida por gentamicina. Anais do VIII Seminário de Iniciação Científica e V Jornada de Pesquisa e Pós-Graduação; 10-12 Nov 2010; UEG. Goiás: 2010.
21. ABBAS, A.K., FAUSTO, N, KUMAR, V. Robbins & Cotran - Patologia - Bases Patológicas das Doenças. 9ª ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2015. pp 45-46; 951-954.

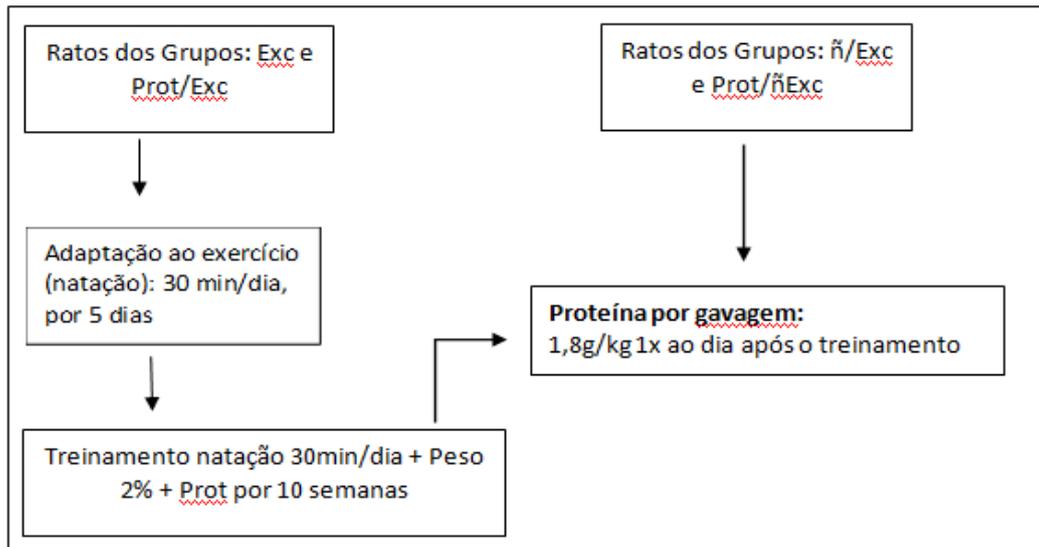


Figura 1. Organograma do protocolo de treinamento.

Tabela 1. Função renal, volume urinário ou fluxo urinário e peso: comparação entre os grupos experimentais.				
	Grupos (n) Exc	ñExc	Prot/Exc	Prot/ñExc
FGR (ml/min)	1,43 ± 0,28* (6)	1,77 ± 0,33 (5)	2,27 ± 0,28 (6)	2 ± 0,48 (7)
CreP (mg/dl)	0,69 ± 0,03 (6)	0,66 ± 0,04(6)	0,64 ± 0,12(6)	0,65 ± 0,11(7)
VU (ml/24hs)	21 ± 5,8 (6)	21 ± 9,6 (5)	18 ± 4,7 (6)	17,7 ± 4,5 (7)
Peso (g)	617 ± 22 (6)	627 ± 65 (6)	635 ± 39 (6)	21 ± 30 (7)

Os dados apresentam média ± desvio padrão (SD). Exc-praticaram exercício; ñExc-não praticaram exercício; Prot/Exc-suplementação de proteína e praticaram exercício; Prot/ñExc-suplementação de proteína e não praticaram exercício. * p<0,05 vs Prot/Exc. Filtração glomerular Renal (FGR), Concentração plasmática de creatinina (CreP), Volume Urinário (ml) e Peso dos animais (g).

Tabela 2. Fração de excreção de Sódio e Uréia plasmático: comparação entre os grupos experimentais.

	Grupos (n) Exc	ñExc	Prot/Exc	Prot/ñExc
Na P (mmol/L)	132,6 ± 3,8 (6)	126,6 ± 9,2 (6)	119,2 ± 6,5** (6)	124 ± 3,7(7)
Fe Na (%)	1 ± 0,4 (6)	0,7 ± 0,25 (5)	0,54 ± 0,27* (5)	0,3 ± 0,12 (7)
Uréia U (mg/dl)	49,5±11,5(6)	54±5,4(6)	37,6±5(6)	33,7±6,6* (7)

Os dados apresentam média ± desvio padrão (SD). Exc-praticaram exercício; ñExc-não praticaram exercício; Prot/Exc-suplementação de proteína e praticaram exercício; Prot/ñExc-suplementação de proteína e não praticaram exercício. ** p<0,01 vs Exc; * p<0,05 vs Exc. Sódio Plasmático (Na P), Fração de excreção de sódio (FeNa), Proteína urinária (Prot U) e Uréia urinária (Uréia U).

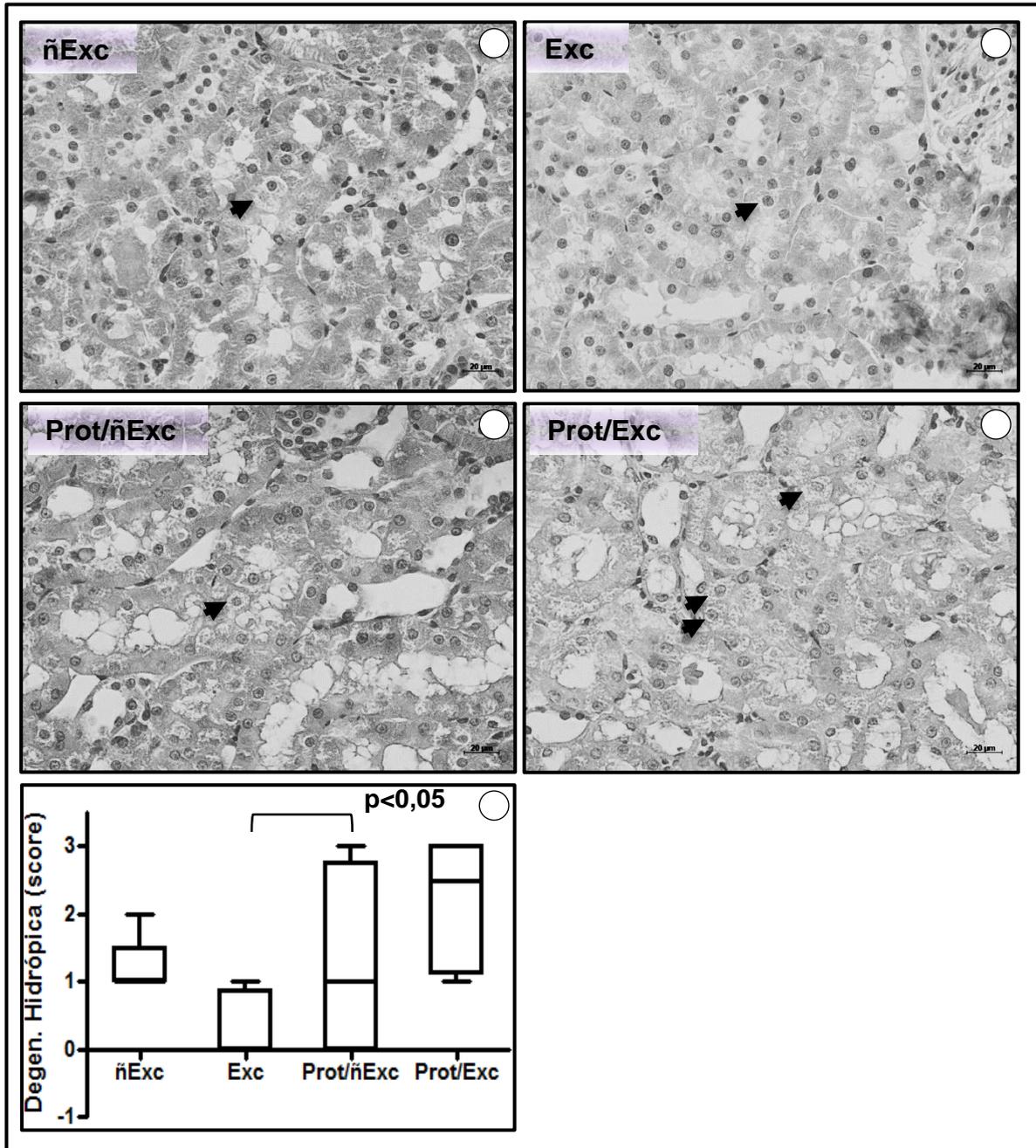


Figura 2. Comparação da degeneração hidrópica maior nos animais suplementados com proteína e praticaram atividade (Prot/Exc) vs os grupos não exercício (ñExc), exercício (Exc), proteína e não exercício (Prot/ñExc).