

## MESA REDONDA: RECURSOS ERGOGÊNICOS E DOPING.

### TAURINA E EXERCÍCIO FÍSICO: aplicações e reflexões

MARINA RODRIGUES BARBOSA – CRN3 23554

Universidade Tiradentes. Aracaju/SE. Brasil

Email: [marinarbarbosa@yahoo.com.br](mailto:marinarbarbosa@yahoo.com.br)

BÁRBARA LÚCIA FONSECA CHAGAS - CRN5 6018

Universidade Federal de Sergipe. São Cristovão/SE. Brasil

Email: [barbarachagas90@yahoo.com.br](mailto:barbarachagas90@yahoo.com.br)

MARCUS VINICIUS SANTOS DO NASCIMENTO - CRN5 5373

Universidade Tiradentes. Aracaju/SE. Brasil

Email: [marcusnascimentone@gmail.com](mailto:marcusnascimentone@gmail.com)

LUIS PAULO DE SOUZA GOMES – CREF 1156-G/S

Universidade Tiradentes. Aracaju/SE. Brasil

Email: [siulpaulo@yahoo.com.br](mailto:siulpaulo@yahoo.com.br)

### RESUMO

Os efeitos da suplementação com antioxidantes sobre marcadores de estresse oxidativo e melhora de *performance* tem sido alvo de diversos estudos. A taurina é um composto nitrogenado, encontrado principalmente no coração, leucócitos, retina, sistema nervoso central, e principalmente nos músculos. Estudos mostram que a taurina exerce diversos benefícios no organismo. Um dos benefícios conhecidos deste aminoácido é de proteger a integridade do tecido hepático, contra os efeitos colaterais de tratamentos com hormônios que induzem a hepatotoxicidade e a peroxidação lipídica. Estudos indicam que a taurina pode ter efeitos benéficos no músculo esquelético por reduzir estresse oxidativo por meio de vários mecanismos. A associação de taurina com exercício físico tem sido estudada, mostrando benefícios resultantes da suplementação deste aminoácido. Porém, para prescrição da taurina na prevenção e modulação dos danos oxidativos musculares causados pelo exercício físico são necessários mais estudos para explicar melhor o funcionamento, principalmente em humanos.

## INTRODUÇÃO

TAURINA: definições, metabolismo e funções.

A taurina ou ácido beta-aminossulfônico é um aminoácido não essencial, pode ser obtida diretamente por uma dieta rica em frutos do mar, carne e ovos (DALL'AGNOL; SOUZA, 2009) ou indiretamente a partir da metionina e cisteína na presença de vitamina B6 no fígado (LOURENÇO; CAMILO, 2002). Nos tecidos, encontra-se uma maior concentração de taurina nos músculos e no cérebro (GOODMAN et al., 2009). Porém como a sua produção endógena é insuficiente, há a necessidade de ser consumida na dieta (DE LA PUERTA et al, 2010).

A síntese de taurina ocorre através de uma sequência de reações enzimáticas de oxidação e transulfuração que requerem a participação da vitamina B6 como cofator (DALL'AGNOL; SOUZA, 2009). A principal síntese de taurina ocorre no fígado e no tecido adiposo branco, sendo que nestes tecidos há a maior produção da enzima cisteína dioxigenase, enzima chave para a biossíntese da taurina (BOUCKNOOGHE, REMACLE, REUSENS; 2006).

O pool de taurina é controlado pelos rins por meio do transportador de taurina em resposta à disponibilidade, ingestão e absorção desse aminoácido (HAN et al., 2006). Além disso, o transporte de taurina para todos os tecidos é modulado pela ativação de duas enzimas sensíveis ao cálcio, proteína quinase C (que inibe o transporte) e calmodulina (que estimula o transporte) (SOLE; JEJEEBHOY, 2000).

A taurina faz parte de vários processos metabólicos como contração cardíaca, atividade antioxidante, permeabilidade e proteção da membrana e contração muscular (WILLIAMS, 2005). Estudos mostram que a taurina exerce diversos benefícios no organismo. Um dos benefícios conhecidos deste aminoácido é de proteger a integridade do tecido hepático, contra os efeitos colaterais de tratamentos com hormônios que induzem a hepatotoxicidade e a peroxidação lipídica (WARSKULAT et al., 2006).

Experimentos clínicos têm demonstrado que a taurina tem efeitos estabilizantes nas membranas celulares, sendo reguladora da homeostase de do íon cálcio ( $Ca^{2+}$ ), além de ser *scavenger* (sequestradora) de radicais livres (TANG et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2010) e também atua na inibição do retorno de macrófagos e neutrófilos durante a *respiratory burst*, reduzindo a formação de

Espécies Reativas de Oxigênio (EROs) (BIRDSALL, 1998). A suplementação de taurina tem mostrado em estudos benefícios à saúde.

Cuisinier et al. (2000) verificaram em um estudo que o miofilamento cálcio-sensível e as características mecânicas são dependentes da taurina. Seu papel no controle da homeostase do  $\text{Ca}^{2+}$  intracelular ajuda no controle da excitação-contracção muscular (CONTE-CAMERINO et al., 2004). O consumo de taurina pode prevenir a progressão de aterosclerose e isquemia cardíaca (NONAKA et al., 2001). A função antioxidante da taurina ainda não é bem esclarecida fisiológica e bioquimicamente, como comprovaram alguns estudos. Evidências consideráveis mostram que a ação antioxidante da taurina pode estar relacionada a alguns processos: regulação dos canais de eletrólitos (CHANG et al., 2004; HAMILTON et al., 2006), equilíbrio osmótico celular (CONTE-CAMERINO et al., 2004; MURZAEVA et al., 2008) e neutralização de EROs (ZEYBEK et al., 2006). É possível que um dos mecanismos de proteção da taurina sobre as proteínas, além de reduzir a produção de EROs, possa estar relacionado com o metabolismo protéico, uma vez que a degradação de proteínas, durante o exercício e nos dias seguintes, torna-se necessária para a reconstrução de novas fibras musculares (MEYDANI et al., 1997).

A taurina pode estar envolvida, também, no processo de proteção de proteínas musculares acometidas pelo ataque de EROs produzidas durante a atividade oxidativa da xantina (CHANG et al., 2004). Nos momentos de hipóxia tecidual e alta produção de EROs, a taurina modula a disponibilidade do cálcio intracelular (CONTE-CAMERINO et al., 2004).

### **Taurina e Exercício Físico**

Diversos estudos mostram o efeito aditivo e benéfico da taurina quando associado a prática de um exercício físico. Pacientes com insuficiência cardíaca suplementados com 500 mg de taurina, três vezes por dia, por duas semanas, mostraram que os indivíduos suplementados realizaram o exercício por maiores tempo e distância, possivelmente pelo papel da taurina na regulação do cálcio intracelular, já que concentrações fisiológicas de taurina aparentemente aumentam a sensibilidade de cálcio nas proteínas de contracção (BEYRANVAND et al., 2011).

Outro efeito que é atribuído à taurina é a capacidade de aumentar o armazenamento de cálcio no retículo sarcoplasmático e de reduzir a difusão

passiva de cálcio pelas membranas, fundamentando o seu papel no processo de contração muscular. Rahnema, Gaeini, Kazemi (2010) estudaram os efeitos de duas bebidas energéticas que continham taurina em sua composição, e concluíram que as bebidas aumentaram o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ) e o tempo de exaustão dos atletas avaliados. Os autores propõem que a taurina pode auxiliar na função contrátil do músculo, pois, esta aumenta o teor de cálcio no retículo sarcoplasmático e amplia a geração de força muscular.

Gonzalez et al (2011) testaram o efeito pré-exercício em homens treinados que receberam uma bebida energética com taurina combinada com outras substâncias, resultados mostraram que o consumo dessa mesma bebida dez minutos antes de um exercício de resistência melhorou significativamente a performance por aumentar o tempo de exaustão e também aumentar a produção de força nas fibras de contração rápida.

Durante o exercício, Zhang (2004) reportou que sete dias de suplementação de taurina induziram significativamente o aumento do  $VO_{2max}$  e o tempo para chegar à exaustão na pedalada. O autor sugeriu que os efeitos ergogênicos foram ocasionados pela propriedade antioxidante da taurina e proteção das membranas celulares. No estudo feito por Galloway et al. (2008), o mesmo tempo de suplementação de taurina não alterou a concentração de carboidratos e oxidação de lipídeos no músculo esquelético, mas causou impacto na metabolização, metabolismo ou transporte de indispensáveis aminoácidos no músculo durante exercício prolongado.

Por outro lado, Dall'Agnol & Souza (2009) conduziram um estudo com objetivo de avaliar respostas metabólicas, como frequência cardíaca, lactato sanguíneo,  $VO_{2max}$ , após o consumo de 500 mL bebida energética que continha 2g de taurina. O resultado obtido foi que o desempenho dos indivíduos que consumiram a bebida não aumentou, sendo assim, os autores concluíram que a dose de taurina não foi capaz de alterar o desempenho e sugerem que novos estudos sejam conduzidos.

Tromm et al (2010) estudaram os efeitos da suplementação de taurina após o exercício físico sobre biomarcadores de estresse oxidativo, evidenciaram que a suplementação reduz o dano oxidativo causado pelo exercício físico. Durante a peroxidação lípica, ocorre à formação do radical peroxil e do hidroperóxido, substâncias que formam produtos citotóxicos, como os aldeídos. Os autores afirmam que a taurina reduz o dano oxidativo pela sua habilidade de sequestrar o

peroxil, e que também por poder impedir a geração de superóxido pelo sistema mitocondrial, reduzindo assim os efeitos deletérios nos constituintes celulares. Porém, poucos estudos têm avaliado diretamente o potencial antioxidante da taurina contra os efeitos deletérios do estresse oxidativo em resposta ao exercício excêntrico (ZHANG et al., 2004; Baumer-Tromm et al., 2011)

Yatabe et al. (2003) realizaram um estudo visando avaliar os efeitos da administração da taurina no músculo esquelético de ratos após exercício de resistência, e observaram que os animais que não receberam a taurina tiveram uma diminuição da concentração deste aminoácido no músculo após o exercício comparando-os com os que receberam, além disso foi observado que o tempo de exaustão foi significativamente aumentado com a suplementação de taurina. Os autores citam estudos que afirmam que a taurina é um poderoso estabilizador de membrana e pode afetar a hiperexcitabilidade celular. Sendo assim, sugerem que a manutenção de um nível apropriado de taurina intracelular garante um melhor desempenho muscular.

Não há efeitos colaterais relatados nas doses recomendadas, porém, alguns efeitos adversos podem ser associados ao consumo excessivo de taurina, como, risco hepático, renal e de desenvolvimento de doenças cardiovasculares (HEIRD, 2004). É importante ressaltar que, segundo a RDC n. 273 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2005), o limite máximo de ingestão de taurina como ingrediente de bebidas energéticas é de 400 mg/100 ml como alimento para atletas, sendo assim, não é recomendada para os que se exercitam por lazer ou estética, pois para estes casos, em geral, uma dieta balanceada é o suficiente.

## **CONCLUSÃO**

Estudos indicam que a taurina pode ter efeitos benéficos no músculo esquelético por reduzir estresse oxidativo por meio de vários mecanismos. A associação de taurina com exercício físico vem sido estudada, mostrando benefícios resultantes da suplementação deste aminoácido. Porém, para prescrição da taurina na prevenção e modulação dos danos oxidativos musculares causados pelo exercício físico são necessários mais estudos para explicar melhor o funcionamento, principalmente em humanos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAUMER-TROMM, C.; BOM, K.; MOREIRA DA SILVA, D.; WINGIST GUERRO, G.; LAURENTINO DA ROSA, G.; PINHO, R.A.; ACORDI DA SILVA, L. Suplementação com taurina reduz estresse oxidativo em soro após exercício excêntrico. **Brazilian Journal of Biomotricity**, v. 5, n. 1, p. 34-44, 2011.
- BEYRANVAND M.R.; KHALAFI, M.K.; ROSHAN, V.D.; CHOOBINEH, S.; PARSA, S.A.; PIRANFAR, M.A. Effect of taurine supplementation on exercise capacity of patients with heart failure. **Journal of Cardiology**; v.57, n.3, p.333-337, 2011.
- BIRDSALL, T.C. Therapeutic applications of taurine. **Alternative Medicine Review**, v. 3, p. 128-36, 1998.
- BOUCKNOOGHE T.; REMACLE C.; REUSENS B. Is taurine a functional nutrient? **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, v.9, n.6, p.728-33, 2006.
- CHANG, L.; XU, J. X.; ZHAO, J.; PANG, Y. Z.; TANG, C. S.; YONG, Q. I. Taurine antagonized oxidative stress injury induced by homocysteine in rat vascular smooth muscle cells. **Acta Pharmacologica Sinica**, n.25, p. 341-346, 2004.
- CONTE-CAMARINO, D; TRICARICO, D.; PIERNO, S.; DESAPHY, J.; LIANTONIO, A.; PUSCH, M.; BURDI, R.; FRAYSE, B. Taurine and skeletal muscle disorders. **Neurochemical Research**, n.1, p. 135-142, 2004.
- CUISINIER, C.; GAILLY, P.; FRANCAUX, M.; LEBACQ, J. Effects of guanidinoethane sulfonate on contraction of skeletal muscle. In: DELLA CORTE, L.; HUXTABLE, R. J.; TIPTON, K. F. Taurine 4: taurine and excitable tissues. **New York: Kluwer Academic Plenum**, p. 403–409, 2000.
- DALL'AGNOL T.; SOUZA P.F.A. Efeitos fisiológicos agudos da taurina contida em uma bebida energética em indivíduos fisicamente ativos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.15, n.2, p.123-126, 2009.
- DE LA PUERTA, C.; ARRIETA, F.J.; BALSAL, J.A.; BOTELLA-CARRETERO, J.I.; ZAMARRÓN, I.; VÁZQUEZ, C. Taurine and glucose metabolism: a review. **Nutrición Hospilaria**, v.25, n.6, p.910-919, 2010.
- GALLOWAY, S. D. R.; TALANIAN, J. L.; SHOVELLER, A. K.; HEIGENHAUSER, G. J. F.; SPRIET, L. L. Seven days of oral taurine supplementation does not increase muscle taurine content or alter substrate metabolism during prolonged exercise in humans. **Journal of Applied Physiology**, n.105, p.643-651, 2008.
- GONZALEZ, A.M.; WALSH, A.L.; RATAMESS, N.A.; KANG, J.; HOFFMAN, J.R. Effect of a pre-workout energy supplement on acute multi-joint resistance exercise. **Journal of Sports Science & Medicine**, v.10, p.261–266, 2011.
- GOODMAN, C. A.; HORVATH, D.; STATHIS, C.; MORI, T.; CROFT, K.; GURUJAYALASHMI, G.; WANG, Y.; GIRI, S. N. Taurine and niacin block lung and fibrosis by down-regulating bleomycin-induced activation of transcription nuclear factor-kB in mice. **The Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics**, n. 293, p. 82 – 90, 2009.
- HAMILTON, E. J.; BERG, H. M.; EASTON, C. J.; BAKKER, A. J. The effect of taurine depletion on the contractile properties and fatigue in fast-twitch skeletal muscle of the mouse. **Amino acids**, n.31, p. 273 – 278, 2006.

HAN, X.; PATTERS, A.B.; JONES, D.P.; ZELIKOVIC, I.; CHESNEY, R.W. The taurine transporter: mechanisms of regulation. **Acta Physiologica**, v.187, n.1-2, p.61-73, 2006.

Heird, W.C. Taurine in neonatal nutrition--revisited. **Europa Arch Dis Child Fetal and Neonatal**, v.89, n.6, p.473 - 474, 2004.

LOURENÇO, R.; CAMILO, M. E. Taurine: a conditionally essential amino acid in humans? An overview in health and disease. **Nutricion Hospitalaria**, n. 17, p. 262-270, 2002.

MEYDANI, S. N. M.; MEYDANI, J. B.; BLUMBERG, L. S.; LEKA, G.; SIBER, R.; LOSZEWSKI, C.; THOMPSON, M. C.; PEDROSA, R. D; STOLLAR B.D. Vitamin E supplementation and in vivo immune response in healthy elderly subjects: a randomized controlled trial. **The Journal of American Medical Association**, n. 277, p. 1380-1386, 1997.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Resolução RDC nº 273, de 22 de setembro de 2005 ementa não oficial: Aprova o REGULAMENTO TÉCNICO PARA MISTURAS PARA O PREPARO DE ALIMENTOS E ALIMENTOS PRONTOS PARA O CONSUMO.

MURZAEVA, S. V.; BELOSLUDTSEVA, N. V.; GAVROVSKAYA, L.; MIRONOVA, G. D. The effect of taurine on the ion transport system in mitochondria. **Biophyscs**, n. 6, p. 515-518, 2008.

NONAKA, H.; TSUJINO, T.; WATARI, Y.; EMOTO, N.; YOKOYAMA, M. Taurine prevents the decrease in expression and secretion of Extracellular Superóxide Dismutase induced by Homocysteine: Amelioration of Homocysteine-Induced Endoplasmatic Reticulum Stress by Taurine. **Circulation**, n. 104, p. 1165 – 1170. 2001.

OLIVEIRA, M.W. S.; MINOTTO, J.B.; OLIVEIRA, M.R.; ZANOTTO, A.; BEHR, G.A.; ROCHA, R.F.; MOREIRA, J.C. F.; KLAMT, F. Scavenging and antioxidant potential of physiological taurine concentrations against different reactive oxygen/nitrogen species. **Pharmacological Reports**, v. 62, p.185-193, 2010.

RAHNAMA N.; GAENI A.A.; KAZEMI F. The effectiveness of two energy drinks on selected indices of maximal cardiorespiratory fitness and blood lactate levels in male athletes. **Journal of Research in Medical Sciences**, v.15, n.3, p.127–132, 2010.

SOLE, M.J.; JEEJEEBHOY K.N. Conditioned nutritional requirements and the pathogenesis and treatment of myocardial failure. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, v.3, n.6, p.417-24, 2000.

TANG, X. C.; RAO, M. R.; HU, G.; WANG, H. Alterations of amino acid levels from striatum, hippocampus, and cerebral ischemia in gerbil. **Acta Pharmacologica Sinica**, n.21, p.819-823, 2000.

WARSKULAT, U.; Borsch, E.; Reinehr, R.; Heller-Stilb, B.; Mönnighoff, I.; Buchczyk, D.; Donner, M.; Flögel, U.; Kappert, G.; Soboll, S.; Beer, S.; Pfeffer, K.; Marschall, H.U.; Gabrielsen, M.; Amiry - Moghaddam, M.; Ottersen, O.P.; Dienes, H.P.; Häussinger, D. Chronic liver disease is triggered by taurine transporter knockout in the mouse. **Federation of American Societies for Experimental Biology**, v. 20, n.3, p.574–76, 2006.

WILLIAMS, M. Dietary supplements and sports performance: Amino acids. **Journal of International Society of Sports Nutrition**, n. 2, p. 63-67, 2005.

YATABE, Y.; MIYAKAWA, S.; OHMORI, H.; MISHIMA, H.; ADACHI, T. Effects of taurine administration in rat skeletal muscles on exercise. **Journal of Orthopaedic Science**, v.8, n.3, p.415–419, 2003.

ZEYBEK, A.; SAGLAM, B.; CIKLER, E.; CETINEL, S.; ERCAN, F.; SENER, G. Protective effects of taurine on protamine sulfate induced bladder damage. **World Journal of Urology**, n. 24, p. 438-444, 2006.

ZHANG, M. Role of taurine supplementation to prevent exercise-induced oxidative stress in healthy young men. **Amino Acids**, n.26, p. 203-207, 2004.

ZHANG, M.; IZUMI, I.; KAGAMIMORI, S.; SOKEJIMA, S.; YAMAGAMI, T.; LIU, Z.; QI, B. Role of taurine supplementation to prevent exercise-induced oxidative stress in healthy young men. **Amino Acids**, v. 26, p. 203-207, 2004.