UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS - DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS E NUTRIÇÃO

MESTRADO EM CIÊNCIAS NUTRICIONAIS

EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE TAURINA NA OXIDAÇÃO DE SUBSTRATOS ENERGÉTICOS E NO DESEMPENHO DE ATLETAS NADADORES

MARIANA PEREIRA NOBREGA

ARARAQUARA

2013

MARIANA PEREIRA NOBREGA

EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE TAURINA NA OXIDAÇÃO DE SUBSTRATOS ENERGÉTICOS E NO DESEMPENHO DE ATLETAS NADADORES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade Estadual Paulista – UNESP, para obtenção do título de Mestre em Ciências Nutricionais.

Orientador: Prof. Dr. Júlio Sérgio Marchini
Coorientadora: Prof^{a}. Dr^{a}. Ellen Cristini de Freitas

ARARAQUARA

2013

COMISSÃO EXAMINADORA

Ficha Catalográfica

Elaborada Pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
UNESP – Campus de Araraquara

Nobrega, Mariana Pereira
N754e Efeito da suplementação de taurina na oxidação de substratos energéticos e no desempenho de atletas nadadores / Mariana Pereira Nobrega. – Araraquara, 2013
61 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. "Júlio de Mesquita Filho". Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição
Orientador: Júlio Sérgio Marchini
Coorientador: Ellen Cristini de Freitas

1. Taurina. 2. Oxidação. 3. Atletas. 4. Desempenho. I. Marchini, Júlio Sérgio, orient. II. Freitas, Ellen Cristini de, coorient. III. Título.

CAPES: 50700006

Profª. Drª. Ellen Cristini de Freitas

Coorientadora

Profª. Drª. Thais Borges César

Prof. Dr Enrico Fugini Puggina

Dedicatória

À DEUS, por me proporcionar forças, persistência, e saúde para alcançar meus sonhos.

À minha mãe Lúcia Helena que está vendo sua "melhor semente" concluindo o mestrado, meu pai José Carlos por todo o incentivo desde sempre, minha tia madrinha Vera, pois sem ela meus estudos teriam tomado outro caminho.

Agradecimentos

Ao meu orientador, Prof. Dr. Júlio Sérgio Marchicni, agradeço a oportunidade.

À minha coorientadora Profa. Dra Ellen por todo o incentivo, paciência e tempo dedicados.

À. Thaís Borges Cesar pelo estágio de docência e pela abertura e amizade que sempre me ofereceu.

Ao meu namorado Danilo, que sempre esteve ali, pronto para me ajudar, conversar, acalmar, facilitando a conclusão deste sonho.

Aos amigos Letícia, Neusa e Antônio Carlos Orselli, por abrir as portas de casa e me acolher em Araraquara facilitando o caminho para conclusão desta etapa.

À Anna, que sempre ouviu meus problemas e soluções; e me apoiou em todos os momentos.

Às amigas Lisiane e Mariana, pelos necessários momentos de descontração.

À Taila, Fabiana e Gisele, pelas trocas de informações, apoio acadêmico, psicológico e amizade conquistada graças ao mestrado.

À comissão examinadora.

Aos professores e funcionários da pós-graduação da FCFAR- UNESP, pelo auxílio e atenção dispensados.

Aos voluntários que participaram deste estudo, pela disponibilidade e colaboração.

A CAPES, pela bolsa concedida.

A todos que torceram pela conclusão de mais esta etapa.

Muito Obrigada!

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Avaliação da ingestão energética e de macronutrientes de nadadores nos períodos pré e pós- suplementação de taurina (n:16). 44

Tabela 2 - Concentração sérica de taurina nos períodos pré e pós suplementação de taurina. 45

Tabela 3 - Valores médios da calorimetria indireta nos períodos antes e após a suplementação de taurina (n:16). 45

Tabela 4 - Comparação do Gasto Energético Total por Gasto energético predito por FA DRI, 2002, do Gasto Energético estimado pela DRIs, Gasto Energético Total pelo Gasto energético predito adicionado do gasto calculado por METs antes e após a suplementação de taurina. 46

Tabela 5 - Valores médios de lactato nos períodos antes e após suplementação de taurina. 47

Tabela 6 - Tempo médio obtido durante teste de esforço antes e após suplementação de taurina 47

RESUMO

A taurina é um aminoácido livre, abundante no meio intracelular, sendo indispensável para felinos e condicionalmente indispensável em humanos. É um composto final do metabolismo dos aminoácidos sulfurados (metionina e cisteína). Suas funções principais são osmorregulação, modulação do cálcio iônico, estabilização da membrana plasmática, detoxificação dos ácidos biliares, desenvolvimento do sistema nervoso central e da retina, neurotransmissor inibitório, imunomodulação e atividade antioxidante, diminuição da formação do ácido hipocloroso (HOCl-) na eclosão fagocitária e, também, possível modulação das citocinas pró-inflamatórias. Acredita-se que por meio da suplementação de taurina ocorrerão alterações no desempenho físico e oxidação de nutrientes em atletas de natação. O objetivo do presente trabalho é avaliar a taxa de oxidação de nutrientes em repouso, bem como o desempenho físico e a ingestão energética antes e após a suplementação de taurina durante o período de treinamento. Será avaliado o efeito da suplementação de taurina por oito semanas em 16 atletas nadadores de elite, do sexo masculino de Ribeirão Preto. Foram realizadas medidas de calorimetria indireta, oxidação de nutrientes e nitrogênio urinário, avaliação da taurina plasmática, avaliação da ingestão alimentar e avaliação de desempenho através de medidas de lactato. Os valores de taurina plasmática apresentaram diferença estatística. O lactato aumentou no grupo que recebeu taurina, sendo que este aumento apresentou diferença estatística, as outras variáveis não apresentaram diferenças. Conclui-se que a suplementação de taurina elevou a concentração de taurina plasmática, no entanto não causou alterações quanto à

ingestão energética, no gasto energético, na oxidação de substratos e nas respostas da concentração de lactato.

Palavras chaves: Taurina, Oxidação, Atletas, Desempenho.

ABSTRACT

Taurine is a free amino acid, abundant intracellularly, that is essential for cats and conditionally essential for humans. Thus, it is believed that taurine supplementation is able to promote positive changes in physical performance and oxidation of nutrients in elite swimmers. The purpose of this study is to evaluate the rate of oxidation of nutrients at rest as well as physical performance and energy intake before and after supplementation of taurine throughout the training period. The effect of taurine supplementation was assessed for eight weeks in 16 elite male swimmers from Ribeirão Preto. Measurements of indirect calorimetry, oxidation of nutrients and urinary nitrogen were performed and the assessments of plasma taurine and food intake as well as the performance evaluation through measurements of lactate. The values of plasma taurine showed statistical difference. Lactate increased in the group that received taurine, whereas this increase showed statistical difference, the other variables showed no differences. It is concluded that taurine supplementation increased plasma concentration of taurine, however caused no changes on the energy intake, energy expenditure, the oxidation of substrates.

Keywords: Taurine, Oxidation, Athletes, Performance.

SUMÁRIO

CAPITULO I 13

1 INTRODUÇÃO GERAL 14

2 OBJETIVO 15

2.1 Objetivo geral 15

2.2 Objetivos específicos 15

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 16

3.1 Taurina 16

3.1.1 Histórico 16

3.1.2 Considerações Gerais 16

3.1.3 Metabolismo 19

3.1.4 Taurina e exercício 20

3.2 Metabolismo Energético 24

3.3 Oxidação de Nutrientes e Estimativa de Gasto Energético 25

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 27

CAPITULO 2 – Efeito da suplementação de taurina na oxidação de 34

substratos energéticos e no desempenho de nadadores de elite

RESUMO 35

INTRODUÇÃO 36

METODOLOGIA 38

Casuística 38

Desenho de estudo 38

Gasto energético basal 38

Oxidação de nutrientes 39

Nitrogênio Urinário 39

Avaliação nutricional e Ingestão Alimentar 40

Coleta de sangue 40

Ensaio de aminoácidos 40

Lactato 42

Controle do tempo 42

Análises estatísticas 43

RESULTADOS 44

DISCUSSÃO 48

CONCLUSÃO 54

Capitulo 1

1. INTRODUÇÃO GERAL

A taurina é um aminoácido livre, abundante no meio intracelular, sendo indispensável para felinos e condicionalmente indispensável em humanos. É um composto final do metabolismo dos aminoácidos sulfurados (GANONG, 1993). A síntese de taurina ocorre a partir dos aminoácidos metionina e cisteína, através de diversas reações de oxidação e transulfuração, que possuem a vitamina B6 (piridoxina), como cofator. Este processo envolve duas enzimas diferentes a primeira cisteína di-oxigenase, responsável por promover a oxidação da cisteína a cisteína ácido sulfínico, esta que é descarboxilada pela cisteína acido sulfínico descarboxilase, produzindo hipotaurina que será oxidada a taurina (BOUCKENOOGHE et al, 2006). Ambas as enzimas aparecem principalmente no fígado (NAKAMURA et al, 2006). A diminuição da ingestão de metionina e cisteína, e também da vitamina B6 leva ao aumento das necessidades de ingestão de taurina (HUXTABLE, 1992).

Suas funções principais são osmorregulação, modulação do cálcio iônico, estabilização da membrana plasmática, detoxificação dos ácidos biliares, desenvolvimento do sistema nervoso central e da retina, neurotransmissor inibitório, imunomodulação e atividade antioxidante, diminuição da formação do ácido hipocloroso (HOCl-) na eclosão fagocitária e, também, possível modulação das citocinas pró-inflamatórias (REDMOND, 1998; SCHAFFER, 2000; SCHULLER-LEVIS, 2003).

A liberação de taurina pelo músculo esquelético já foi descrita na literatura, possivelmente afim de regular a elevada osmolaridade das fibras musculares que ocorre pela produção de metabólicos, pois há um aumento na força de contração das fibras secundário ao aumento na liberação de Cálcio pelo reticulo sarcoplasmático que leva a uma maior sensibilidade do filamento contrátil. (BAKKER E BERG, 2002). Diversos trabalhos têm demonstrado efeito ergogênico da suplementação de taurina em atletas (YATABE, 2003, ZHANG, 2004 AGNOL, 2009), portanto a perda de taurina pelo músculo poderia afetar o desempenho muscular de forma significativa, assim acredita-se que por meio da suplementação de taurina ocorrerá alterações na performance física e oxidação de nutrientes em atletas de natação.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Avaliar a taxa de oxidação de nutrientes em repouso, bem comoo desempenho físico antes e após a suplementação de taurina durante período de treinamento.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar gasto energético em repouso antes e após a suplementação de taurina.
- Avaliar ingestão alimentar.
- Avaliar a concentração plasmática de taurina plasmática.
- Avaliar o concentração de lactato após teste de esforço.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Taurina

3.1.1 Histórico

O interesse pela taurina (Tau) iniciou-se em meados de 1960, após a constatação de sua presença em diversos tecidos corporais. As primeiras publicações sobre essa substância datam da década de 60, observando-se um aumento do número de trabalhos a partir da década de 70. (BARBEAU,1978). Em 1975, foi visto sua importância na nutrição humana, com a descoberta de que recém-nascidos pré-termos, alimentados por fórmulas não eram capazes de sustentar seus níveis séricos de taurina (RAIHA, 1975).

A Taurina por sua vez apresenta diferentes funções, tendo como as principais a osmorregulação, modulação do cálcio iônico, estabilização da membrana plasmática, detoxificação dos ácidos biliares, desenvolvimento do sistema nervoso central e da retina, neurotransmissor inibitório, imunomodulação e atividade antioxidante, diminuição da formação do ácido hipocloroso (HOCl-) na eclosão fagocitária e, também, possível modulação das citocinas pró-inflamatórias (REDMOND, 1998; SCHAFFER, 2000; SCHULLER-LEVIS, 2003). Clinicamente, a taurina tem sido utilizada em diversos tratamentos, incluindo: doenças cardiovasculares, epilepsia e outras convulsões, degeneração macular, doença de Alzheimer, distúrbios hepáticos e fibrose cística.

3.1.2 Considerações Gerais

A taurina é considerada um aminoácido condicionalmente indispensável em humanos apesar de não ser incorporada as proteínas. Pode ser sintetizada no

fígado, rins e cérebro a partir dos aminoácidos sulfurados metionina e cisteína. A síntese envolve duas enzimas a cisteína dioxigenase, e cisteína-ácido sulfinico descarboxilas (BOUCKENOOGHE, 2006).

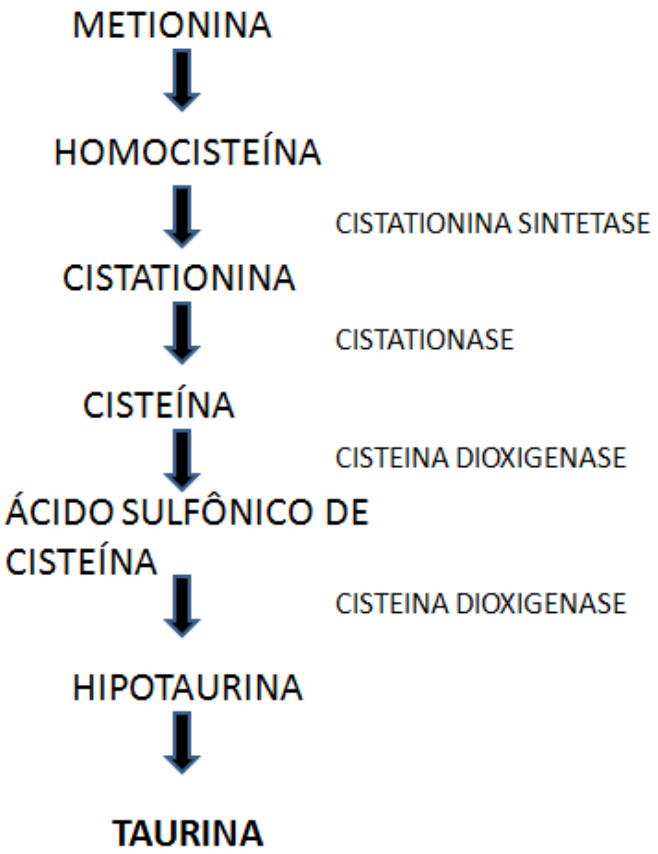

Figura 1 – Síntese de taurina – adaptado de Lourenço & Camilo, 2002.

Recém nascidos possuem baixos níveis de cisteína dioxigenase e, além disswo os rins ainda são imaturos dificultando a reabsorção a reabsorção tubular de taurina, de maneira que nesta faixa etária a taurina é considerada um aminoácido essencial. (SCHULLER-LEVIS & PARK, 2004; VERNER et al, 2007).

Diversas situações como estresse metabólico, sepse, traumas e cirurgias, podem levar a redução das concentrações plasmáticas de taurina, sendo classificado por isso como aminoácido condicionalmente essencial. (LAMONICA-GARCIA et al, 2008).

A excreção da taurina ocorre pelas fezes, por via renal e também através dos sais biliares que podem ser conjugados com a taurina para aumentar sua solubilidade (DONOVAN & KONIKOFF, 2007). O excesso de taurina ingerida por via alimentar pode então, ser eliminado na urina, porém uma redução na ingestão de

taurina, leva os rins a aumentarem a reabsorção tubular, a fim de diminuir s excreção do mesmo. (STURMAN, 1991).

Já foram descritas diversas funções da taurina na literatura dentre elas osmoregulação, conjugação com sais biliares, detoxificação, ação antioxidante, imunomodulação, ação no sistema nervoso central, modulação do cálcio, diminuição da formação do ácido hipocloroso . e modulação de citocinas inflamatórias. (BOUCKENOOGHE et al, 2006; SCHAFFER et al, 2010; REDMOND, 1998; SCHAFFER, 2000; SCHULLER-LEVIS, 2003).

A taurina é utilizada por diversas espécies para osmorregulação. (SCHAFFER et al, 2000).Desta maneira as variações na concentração de taurina no tecido pode auxiliar no equilíbrio osmótico. Em peixes e moluscos marinhos, esta função é primordial, já em mamíferos, apenas a taurina não é capaz de controlar a regulação osmótica por completo, (HUXTABLE, 1992; SCHAFFER et al, 2000).

A capacidade de se conjugar com derivados do colesterol para formar sais biliares também já foi descrita. Parte dos sais biliares secretados sãoPartes dos sais biliares secretados são conjugados com taurina, de maneira que ocorre aumento da solubilidade dos sais, promovendo uma resistência a precipitação em pH fisiológico. (DONOVAN & KONIKOFF, 2007).

A ação da taurina como antioxidante tem sido muito estudada nos últimos anos e esta relacionada principalmente a capacidade de atenuar os efeitos tóxicos de uma molécula, e redução da formação de radicais livres formados na cadeia respiratória (BALKAN et al, 2001). A taurina tem capacidade de proteger a célula contra o estresse oxidativo, já que reduz também a peroxidação lipídica celular (OLIVEIRA 2010). Além disso, a taurina pode reagir com o hipoclorito, um composto tóxico, formando a taurina-Cloramina, um composto mais estável, que parece ter a capacidade de regular o sistema imune, reduzindo a produção de mediadores pró-inflamatórios (SCHULLER-LEVIS & PARK, 2004).

A taurina é bastante encontrada em células da glia, células acessórias do sistema nervoso central. (KONTRO & OJA, 1983), porém, enquanto em situações de estresse os níveis deste aminoácido caem em diversos órgãos, os níveis cerebrais são mantidos (STURMAN & GAULL, 1975). Sua ação no cérebro envolve, modulação da liberação hormonal modulação da excitabilidade neuronal, neurodesenvolvimento, manutenção da função do cerebelo, e anticonvulsivante (KONTRO & OJA, 1983).

3.1.3 Metabolismo

A taurina é um aminoácido livre, abundante no meio intracelular. Está presente em muitos tecidos, incluindo o músculo esquelético e cardíaco, e o cérebro. Contém um grupo ácido sulfônico, em vez da porção de ácido carboxílico encontrada em outros aminoácidos (HUXTABLE, 1992). É condicionalmente indispensável em humanos, não sendo utilizado na síntese de proteínas. É um composto final do metabolismo dos aminoácidos sulfurados (GANONG, 1993). A síntese de taurina ocorre a partir dos aminoácidos metionina e cisteína, através de diversas reações de oxidação e transulfuração, que possuem a vitamina B6 (piridoxina), como cofator. Este processo envolve duas enzimas diferentes a primeira cisteína di-oxigenase, responsável por promover a oxidação da cisteína a cisteína ácido sulfínico, esta que é descarboxilada pela cisteína acido sulfínico descarboxilase, produzindo hipotaurina que será oxidada a taurina (BOUCKENOOGHE et al, 2006). Ambas as enzimas aparecem principalmente no fígado (NAKAMURA et al, 2006).

Em comparação com outros mamíferos, os seres humanos têm a atividade da cisteína descarboxilase relativamente baixa, e possivelmente uma menor capacidade de sintetizar taurina (WORDEN, 1985).

Embora este composto possa ser sintetizado a partir de outros aminoácidos, a produção endógena é insuficiente para atender as necessidades do organismo humano e de outros primatas, de modo à taurina tem que ser ingerida por via alimentar. (STURMAN, 1993; SZYMAŃSKI, 2008), além disso, a diminuição da ingestão de metionina e cisteína, e também da vitamina B6 leva ao aumento das necessidades de ingestão de taurina (HUXTABLE, 1992). É muito encontrada em alimentos de origem animal como leite, queijo, frutos do mar, carne vermelha, peixes, carne escura de frango e peru e também em alimentos vegetais como nozes e feijão, porém em menor quantidade (LAIDLAW, 1990). Os tratamentos tecnológicos dos alimentos de origem animal reduzem significativamente concentração deste aminoácido no produto final, bem como cozinhar carnes, aves e

ovinos que pode causar diminuição da quantidade de taurina em até 75% (SPITZE, 2003).

A absorção da taurina ocorre no trato gastrointestinal, principalmente no intestino delgado. Ocorre também no intestino grosso, porém de maneira mais lenta (TOMEI, 2003). A absorção é mediada por Na^+ e Cl^-, dependente do transportador TauT (SMITH, 1992).

A excreção ocorre principalmente pelas fezes, podendo ser excretada na forma livre, ou associada a ácidos graxos. As perdas de taurina nas fezes aumentam quando se utiliza uma dieta rica em proteína (BACKUS, 1995). Ocorre também excreção renal, neste caso tanto pode haver excreção como reabsorção renal, sendo isto dependente da concentração sanguínea deste aminoácido (PATEL, 1995).

3.1.4 Taurina e exercício

A taurina tem ação direta na homeostase do cálcio, mineral necessário para contração do músculo esquelético, e cardíaco. As concentrações fisiológicas de taurina aumentam a sensibilidade da protrombina, complexo enzimático envolvido na contração muscular, ao cálcio (SCHAFFER, 2010). Além disso, a taurina é capaz de aumentar o armazenamento de cálcio no retículo sarcoplasmático e reduzir a difusão passiva do calcio pela membrana celular (SCHAFFER, 2010).

A liberação de taurina pelo músculo esquelético já foi descrita na literatura, possivelmente afim de regular a elevada osmolaridade das fibras musculares que ocorre pela produção de metabólicos, pois há um aumento na força de contração das fibras secundário ao aumento na liberação de Cálcio pelo reticulo sarcoplasmático que leva a uma maior sensibilidade do filamento contrátil. (BAKKER & BERG, 2002). Também já foi observado aumento da tensão mecânica (DE LUCA et al, 1996), pode promover a estabilização da membrana intracelular (HUXTABLE & BLESSLER, 1973), e causar o aumento da polarização da membrana (CONTE-CAMERINO et al, 1987).

Alguns estudos têm demonstrado efeito ergogênico da suplementação de taurina em atletas como melhora no tempo de exaustão, diminuição das

catecolaminas, melhora de desempenho, maio volume de ejeção cardíaca, maior carga máxima entre outros. Portanto a perda de taurina pelo músculo poderia afetar o desempenho muscular de forma significativa (OLIVEIRA, 2008).

Num estudo feito por Geib et al (1994), 10 atletas de resistencia foram submetidos a 60 minutos de ciclismo a 70% do VO_2 maximo com subsequente protocolo incremental até a exaustão. Foi demonstrado aumento significativo do tempo de exaustão, assim como diminuição da concentração das catecolaminas e, consequente, melhora do desempenho após a ingestão de 500 ml de bebida energética contendo Tau. Tais efeitos possivelmente ocorram devido à maior economia cardíaca e ao efeito inotrópico positivo da Tau. Esse efeito inotrópico é devido ao aumento da taxa de bombeamento e da quantidade de cálcio nas proteínas miofibrilares contráteis. Essas ações farmacológicas e fisiológicas da Tau são muito similares às das características dos digitálicos, medicamentos usados no tratamento de doenças cardíacas, potencializando a ação do bombeamento cardíaco (GEIB et al, 1994).

Ward (1999) verificou que os níveis plasmáticos de taurina aumentavam significativamente em atletas treinados após a prática de exercícios de resistência aeróbica de diferentes intensidades e durações (corrida de 90 minutos em esteira ergométrica a 70% de VO2 máximo, maratona e corrida de 100Km). Percebeu-se que a intensidade, mais do que a duração do exercício, estava relacionada aos níveis elevados de taurina (WARD, 1999). Possivelmente isto ocorra devido à liberação de taurina pelas fibras musculares.

Baum e Weiss (2001) forneceram três diferentes tipos de bebidas, entre elas uma contendo taurina a 13 atletas de resistência treinados os quais realizaram uma série exaustiva de exercícios por 32 minutos em três diferentes períodos a fim de avaliar as influências da taurina no músculo cardíaco. Os atletas consumiram 500 ml das diferentes bebidas sendo uma contendo taurina e cafeína composta por 2g taurina, 160 mg de cafeína, 10,5g de glicose, 43g de sacarose; a seguinte não havia taurina, contendo apenas 160mg de cafeína, 10,5g de glicose, 43g de sacarose; e uma bebida placebo composta por 10,5g de glicose, 43 g de sacarose. Após investigações ecocardiográficas foi visto que o volume de ejeção foi significativamente influenciado quando foi consumida a bebida com taurina, principalmente devido à diminuição no volume e no diâmetro sistólico final (BAUM e WEIB, 2001). Acredita-se que a taurina reduz a carga de trabalho do coração por

redução da resistência vascular periférica pois leva a redução da concentração de sódio corporal, modulação na contração de vasos sanguíneos periféricos e tem ação antagonista a angiotensina II (SCHAFFER S., 2000).

Agnoll e Souza (2009) estudaram 22 homens saudáveis onde se objetivou avaliar as respostas metabólicas e hemodinâmicas decorrentes da administração de Taurina contida em uma bebida energética durante teste ergoespirométrico em indivíduos fisicamente ativos. Os indivíduos foram submetidos a duas sessões de testes, quando receberam de forma randomizada e duplo-cega, uma solução contendo taurina 2g, cafeína 160mg, glicose 10,5g e sacarose 43g e, em outro momento do teste, uma solução Placebo, similar, porém sem Taurina. As bebidas foram administradas 60 minutos antes do início do exercício. Os participantes foram submetidos ao exercício em bicicleta ergométrica até a exaustão. Foi concluído que a suplementação de taurina, não foi capaz de aumentar o desempenho para esse perfil de indivíduos já que não ocorreram diferenças nas respostas metabólicas e cardiovasculares dos mesmos (AGNOLL e SOUZA, 2009).

Manabe et al (2003), em um experimento realizado em ratos, observaram que após sessões de exercício de resistência os níveis de lactato sanguíneo e de 3-metilhistidina foram significativamente menores no grupo que fez uso crônico de taurina. Outros resultados também foram observados após o período de suplementação de taurina como redução dos níveis sanguíneos de triglicerídeos e colesterol, também uma diminuição da resistência à insulina. De acordo com os autores, estes achados possivelmente indiquem que a suplementação com taurina pode ser útil para reduzir a fadiga e os danos musculares durante o exercício, e devido às propriedades antioxidantes, pode ocorrer melhora das funções tanto do músculo cardíaco como do músculo esquelético.

Em um estudo feito por Miyazaki et al (2004) investigou-se a dose mais eficaz referente a suplementação de taurina por via oral em ratos por um período de duas semanas e seu efeito sobre o exercício a fim de prolongar o desempenho e manter as concentrações de taurina no tecido durante a realização do esforço físico. A dose que apresentou melhores resultados no desempenho físico dos animais foi de 500mg/Kg/dia, de acordo com os autores, está próxima das doses testadas em estudos anteriores feitos com ratos. No entanto acredita-se que doses nestas proporções possivelmente sejam muito elevadas para serem oferecidas a humanos (MIYAZAKI et al, 2004).

Zhang (2004) a fim de avaliar o efeito protetor da taurina em relação ao estresse oxidativo induzido pelo exercício, forneceu 6 gramas de taurina por dia, por sete dias para onze homens de 18 a 20 anos. No estudo foram avaliados danos ao DNA de leucócitos no VO_2 máximo. Os sujeitos realizaram exercícios até a exaustão em bicicleta ergométrica. Foi encontrado aumento significativo no VO_2 máximo, no tempo de exaustão e na carga máxima do teste nos indivíduos suplementados com taurina, além de diminuição aos danos no DNA (ZHANG, 2004).

Um estudo realizado por Silva et al (2011) investigou os efeitos da suplementação de taurina em biomarcadores de estresse oxidativo após o exercício excêntrico (EE). Foram avaliados vinte e quatro ratos machos divididos nos grupos controle, EE, EE mais taurina, EE mais solução salina (EE + salina). A partir do 14 º dia de suplementação, os animais foram submetidos a uma sessão de 90 minutos de exercício. Quarenta e oito horas após a sessão de exercício, os animais foram sacrificados e os músculos quadríceps foram removidos cirurgicamente. A suplementação de taurina diminui a produção de radicais superóxido, CK, e oxidação lipídica, mas não afetou a atividade da enzima antioxidante após EE, sugerindo que a taurina afeta a contração do músculo esquelético, diminuindo o estresse oxidativo, em associação com a diminuição da produção de radical superóxido, mas sem afetar a enzima antioxidante.

No exercício prolongado até a exaustão realizado em roedores, foi observado um declínio na quantidade da taurina presente no músculo esquelético, sendo a queda maior em fibras de contração rápida (MATSUZAKI Y, et al, 2002.).

Cuisinier et al (2001) analisou alterações na quantidade de taurina da urina e do plasma em corredores de maratona imediatamente após a conclusão do evento e 24 horas após a recuperação. Foi observado aumento na excreção urinária de taurina imediatamente após a Maratona, embora não significativamente. Essas mudanças de taurina urinária foram relacionadas com variações percentuais na creatina quinase plasmática possivelmente indicando que a fonte da taurina foi muscular. A concentração de taurina permaneceu elevada 24 horas após a conclusão da corrida. Os autores sugerem que o aumento provavelmente está relacionado ao comprometimento da função muscular e ainda que este aumento na excreção urinária poderia ser usado como um indicador de dano muscular que ocorre durante o exercício exaustivo.

Balshaw et al (2012) investigou o efeito da ingestão aguda de 1.000 mg de taurina no desempenho de corredores. Foram avaliados oito indivíduos do sexo masculino. Foram realizados ensaios com uma semana de intervalo. O trabalho foi duplo-cego, cruzado e randomizado. Os participantes consumiram taurina ou placebo, e após duas horas, foram iniciados testes de corrida de 3000 metros. Foram avaliados. lactato sanguíneo, gás expirado, frequência cardíaca (FC), taxas de esforço percebido (TEP), e tempos parciais foram medidos em intervalos de 500 metros durante o teste. A ingestão de taurina melhorou significativamente o desempenho (melhoria de 1,7%). Consumo de oxigênio relativo, FC, TEP, e lactato sanguíneo não foram diferentes entre as condições No entanto, houve uma queda no músculo taurina.

Os estudos aqui descritos têm mostrado que o uso de taurina em atletas relaciona-se com modulações metabólicas refletindo em melhorias no desempenho físico, diante disso, acredita-se que por meio da suplementação de taurina ocorrerão alterações no desempenho físico e oxidação de nutrientes em atletas de natação.

3.2 Metabolismo Energético

Para os seres humanos manterem suas funções vitais, necessitam de energia, sendo esta obtida pela oxidação de nutrientes contidos nos diversos alimentos ingeridos (BENZINGER, 1983; WELCH, 1991). A energia vem das ligações entre carbono e hidrogênio presentes nos carboidratos, lipídios e proteínas e é liberada por oxidação desses substratos dentro das células, numa série de passos bioquímicos que ocorrem no citosol e nas mitocôndrias, conhecidos como metabolismo intermediário (MUELLER, 1975). Esse processo consome oxigênio e produz água, gás carbônico, energia química armazenada nas ligações fosfato do trifosfato de adenosina (ATP) e calor, que é dissipado para o meio ambiente (MUELLER, 1975).

O gasto energético diário compreende o dispêndio basal, o dispêndio da atividade física e o efeito térmico dos alimentos. O dispêndio basal representa a energia gasta por um indivíduo mantido em repouso, em um ambiente termicamente

neutro, pela manhã, ao acordar após 12 horas de jejum, e é dependente principalmente da massa corporal magra, da idade e do sexo do individuo (HOUSSAY, 1969; BOGARDUS, 1986).

A condição basal não é encontrada nas situações habituais, já que o individuo normalmente tem que se adequar ao ambiente em que vive, por isto o gasto energético fora das condições que caracterizam o gasto energético basal, recebe o nome de gasto energético de repouso, sendo este normalmente 10% maior do que o gasto energético basal (DEVLIN , 1991). A energia gasta na digestão dos alimentos, no transporte de substâncias, na transformação e armazenamento dos substratos energéticos inclui um componente no gasto energético denominado termogênese. Uma dieta mista habitual tem o efeito térmico estimado entre 5 a7% do seu conteúdo energético (MOLINA, 1995). Já a energia empregada para realizar trabalho mecânico externo representa 15% a 30% do dispêndio energético diário e varia com o nível de atividade física do indivíduo (ASTRAND, 1970). Define-se, como efeito térmico do exercício, o gasto de energia acima do basal, provoca do pelo exercício físico (SUEN, 1998).

3.3 Oxidação de Nutrientes e Estimativa de Gasto Energético

Os nutrientes ingeridos são oxidados a partir do equivalente calórico do oxigênio adquirido na respiração, desta forma, o gás carbônico produzido é oriundo dos processos oxidativos. Como todo gás carbônico é eliminado na respiração, é possível calcular a energia produzida, tanto na forma de ATP como na forma de calor (SIMONSON, 1990).

Conhecendo-se as taxas de produção de gás carbônico, consumo de oxigênio e excreção de nitrogênio urinário num determinado período de tempo, pode-se calcular a taxa de consumo dos substratos e definir a participação percentual de cada substrato na produção de energia (SIMONSON, 1990). A quantidade de energia produzida equivale à quantidade de oxigênio consumido (VO_2) e a

quantidade de gás carbônico produzido (VCO_2) por grama de substrato metabólico oxidado no organismo (SWYER, 1991). A relação entre o VCO_2 e o VO_2 é referida como quociente respiratório (QR) e pode ser empregada para conhecer o tipo de substrato que está sendo oxidado pelo indivíduo em estudo (BURTON, 1991). Valores de RQ próximos a 1,0 indicam oxidação de carboidratos, valores próximos a 0,85 indicam oxidação de proteínas, e valores próximos a 0,7 indicam oxidação de lipídios (SUEN, 1998).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agnol, T D; SOUZA, P A. Efeitos fisiológicos agudos da taurina contida em uma bebida energética em indivíduos fisicamente ativos. **Rev Bras Med Esporte**, 2009, v. 15, n. 2, 123-126.

Astrand PO, Bergh U, Kilbom A. A 33-yr follow-up of peak oxygen uptake and related variables of former physical education students. **J Appl Physiol**. 1997 Jun;82:1844-52.

Backus R.C., Rogers Q.R., Rosenquist G.L., Calam J., Morris J.G.: Diets causing taurine depletion in cats substantially elevated postprandial plasma cholecystokinin concentration. **J. Nutr**., 1995; 125: 2650–2657.

Balkan J, Doğru-Abbasoğlu S, Kanbağli O, Cevikbaş U, Aykaç-Toker G, Uysal M. Taurine has a protective effect against thioacetamide-induced liver cirrhosis by decreasing oxidative stress.**Hum Exp Toxicol.** 2001 20:251-4.

Balshaw, Thomas G., et al. The effect of acute taurine ingestion on 3-km running performance in trained middle-distance runners. **Amino Acids**, 2012, 1-7.

Bakker AJ, Berg HM. Effect of taurine on sarcoplasmic reticulum function and force in skinned fast-twitch skeletal muscle fibres of the rat. **J Physiol**. 2002 1:185-94

Barbeau A, Huxtable RJ, editors. Taurine and neurological disorders. New York: **Raven Press**, 1978

Baum M, Weiss M. The influence of a taurine containing drink on cardiac parameters before and after exercise measured by echocardiography. **Amino Acids**. 2001;20:75-82.

Benzinger TH. Thermodynamics of living matter: physical foundations of biology. **Am J Physio** 1983; 244: R743-R750.

Bogardus C, Lillioja S, Ravussin E. *et al*. Familial dependence of the resting metabolic rate. **N Engl J Med** 1986; 315: 96-100

Bouckenooghe, T.; Remacle, C.; Reusens, B. Is Taurine a functional nutrient? **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, 2006; 9:v728v-v733.

Burton B. Metabolismo energético. In: Nutrição humana. Editora **McGraw-Hill** do Brasil, Sáo Paulo, p. 23-33, 1979.

Conte-Camerino D, Franconi F, Mambrini M, Bennardini F, Failli P,Bryant SH, Giotti, A The action of taurine on chloride con-ductance and excitability characteristics of rat striated muscle fibers.**Pharmacol Res Commun** 198719: 685–701

Cuisinier C., Ward R.J., Francaux M., Sturbois X, De Witte, P. Changes in plasma and urinary taurine and amino acids in runners immediately and 24 h after a marathon. **Amino Acids** 2001; n. 20, 13-23.

De Luca A., Pierno S., Tricarico D., Desaphy J.F., Liantonio A., Barbieri M., Camerino C., Montanari L., Camerino D.C.: Taurine and skeletal muscle ion channels. **Adv. Exp. Med. Biol**., 2000; 483: 45–56

De Luca A, Pierno S, Conte-Camerino D Effect of taurine depletionon excitation–contraction couplingand chloride conductance of rat skeletal muscle. **Eur J Pharmacol** 1996 296: 215–222

Devlin JT, Horton ES. Necesidades energéticas.In: Conocimientos actuales sobre nutrición. 6ª ed. Washington, **OPAS**, 1991; 1-7.

Donovan JM, Konikoff FM. Gallstone Disease: Pathogenesis and treatment. In: Schiff E, Sorrel MF and Maddrey WC (Org). Diseases of the liver. Philadelphia, PA: Lippincott Wlliams & Wilkins, 2007. I**:**139-147.

Ganong, W.F. **Fisiologia Médica**. 17.ed. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1993. *680 p.* parameters before and after exercise measured by echocardiography. **Amino Acids,** 2001 v.20: 75-82.

Geib KR, Jester I, Falke M, Hamm M, Waag KL. The effect of a taurine-containing drink on performance in 10 endurance athletes. **Amino Acids**. 1994;7:45-6.

Houssay BA, Caldeyro-Barcia R, Covian MR *et al*. El intercambio material y energético del organismo. *In*: *Fisiologia humana*. Buenos Aires, Libreria El **Ateneo Editorial**, 1969; 487-502.

Huxtable R.J. Physiological actions of taurine. **Physiol Rev**. 1992;72:101-63.

Huxtable R.J.: Taurine in the central nervous system and the mammalian actions of taurine. **Prog. Neurobiol**., 1989; 32: 471–533

Huxtable R.J. The physiological actions of taurine. **Physiol. Rev**. 1992; 72: 101–163

Huxtable RJ, Bressler R Effect of taurine on a muscle intracellularmembrane. **Biochim Biophy Acta** 1973 323: 573–583.

Kontro P, Oja SS. Mutual interactions in the transport of taurine, hypotaurine, and GABA in brain slices. **Neurochem Res**.1983;8:1377-87.

Laidlaw SA, Grosvenor M, Kopple JD. The taurine content of common foodstuffs. **JPEN J Parenter Enteral Nutr**. 1990; 14:183-8.

Lamonica-Garcia VC, Marin FA, Lerco MM, et al. Plasma taurine levels in patients with esophagus cancer. **Arq Gastroenterol**. 2008. 45: 199-203.

Lourenço R, Camilo ME. Taurine: a conditionally essential amino acid in humans? An overview in health and disease. **Nutr Hosp**. 2002 17:262-70.

Manabe S, Kurroda I, Okada K, Morishima M, Okmoto M, Harada N, et al. Decreased blood levels of lactic acid and urinary excretion of 3-methylhistidine after exercise by chronic taurine treatment in rats. **J Nutr Sci Vitaminol**. 2003. v.49 n.6:375-80.

Matsuzaki Y, Miyazaki T, Miyakawa S, Bouscarel B, Ikegami T, Tanaka N. Decreased taurine concentration in skeletal muscles after exercise for various durations***. Med Sci Sports Exerc*** 34: 793–797, 2002.

Miyazaki T, Matsuzaki Y, Ikegami T, Miyakawa S, Doy M, Tanaka N, Bouscarel B. Optimal and effective oral dose of taurine to prolong exercise performance in rat. **Amino Acids**. 2004;27:291-8

Molina P, Bursztein S, Abumrad N. Theories and assumptions on energy expenditure. **Crit Care Clin** 1995; 11: 587-601.

Mueller CB, Thomas EJ. Nutritional needs of the normal adult. Ballinger WF, Collins JA, Drucker WR **Manual of surgical nutrition**. Philadelphia, WB Saunders, 1975; 142-65.

Nakamura H, Yatsuki J, Ubuka T . Production of hypotaurine, taurine and sulfate in rats and mice injected with L-cysteinesulfinate. **Amino Acids**. 2006;31:27-33.

Oliveira MW, Minotto JB, de Oliveira MR, Zanotto-Filho A, Behr GA, Rocha RF, Moreira JC, Klamt F. Scavenging and antioxidant potential of physiological taurineconcentrations against different reactive oxygen/nitrogen species. **Pharmacol Rep**. 2010;62:185-93.

Patel A., Rochelle J.M., Jones J.M., Sumegi G., Uhl G.R., Seldin M.F., Meisler M.H., Gregor P.: Mapping of the taurine transporter gene to mouse chromosome 6 and to the short arm of human chromosome 3. **Genomics**, 1995; 1: 314–317

Raiha N, Rassin D, Heinonen K, Gaull GE. Milk protein quality and quantity: Biochemical and growth effects in low birth weight infants (LBWI). **Pediatr Res** 1975;9:370.

Redmond HP, Stapleton PP, Neary P, Bouchier-Hayes D. Immunonutrition: the role of taurine. **Nutrition**. 1998;14:599-604. Review.

Schaffer S, Solodushko V, Azuma J. Taurine-deficient cardiomyopathy: role of phospholipids, calcium and osmotic stress. **Adv Exp Med Biol**. 2000;483:57-69.

Schuller-Levis G.B., Gordon R.E., Wang C., Park E.: Taurine reduces lung infl ammation and fi brosis caused by bleomycin. **Adv. Exp. Med. Biol**., 2003; 526: 395–402

Schuller-Levis G.B., Park E.: Taurine and its chloramine: modulators of immunity. **Neurochem. Res**., 2004; 29: 117–126

Simonson DC, DeFronzo R. Indirect calorimetry: methodological and interpretative problems. **Am J Physiol** 1990; 258: E399-E412

Smith KE, Borden LA, Wang CH, Hartig PR, Branchek TA, Weinshank RL (1992) Cloning and expression of a high affinity taurine transporter from rat brain. **Mol Pharmacol** 42:563–569

Spitze A.R., Wong D.L., Rogers Q.R., Fascetti A.J.: Taurine concentration in animal feed ingredients: cooking influence taurine content. **J. Anim. Physiol. Anim. Nutr**., 2003; 87: 251–262

Sturman JA, Gaull GE. Taurine in the brain and liver of the developing human and monkey. **J Neurochem**. 1975;25:831-5.

Suen, V. M. M., Silava, G. A., Marchini, J. S. Determinação do metabolismo energético no homem. Medicina, Ribeirão Preto, Simpósio: Nutrição Clínica, 31: 13-21, jan./mar. 1998.

Swyer PR. Assumptions used in measurements of energy metabolism. **J Nutr** 1991; 121: 1.891-6.

Szymańsk, K., Zakład, K., W. Taurine and its potential therapeutic application **Hig Med Dosw**, 2008; 62: 75-86

Tomei S., Torimoto M., Hayashi Y., Inoue K., Yuasa H., Watanabe J.: Kinetic characterization of carrier-mediated transport systems for D-glucose and taurocholate in the everted sacs of colon. Biol. **Pharm. Bull**., 2003; 26: 899–901

Verner A, Craiq S, McGuire W. Effect of taurine supplementation on growth and development in preterm or low birth weight infants.**Cochrane Database Syst Rev**. 2007 17:CD006072.

Ward RJ, Francaux M, Cuisinier C, Sturbois X, De Witte P. Changes in plasma taurine levels after different endurance events**. Amino Acids**. 1999;16:71-7

Welch GR. Termodynamics and living systems: problems and paradigms. **J Nutr** 1991; 121: 1.902-6.

Worden JA, Stipanuk MH. A comparison by species, age and sex of cysteinesulfinate decarboxylase activity and taurine concentration in liver and brain of animals. **Comp Biochem Physiol** 1985;82:233-239.

Yatabe Y.; Miyakawa, S.; Miyazaki, T.; Matsuzaki Y.; Ochiai, N. Effects of taurine administration in rat skeletal muscles on exercise. **J Orthop Sci,** 2003 v.8 n.3:415–419.

Zhang M, Bi LF, Fang JH, Su XL, Da GL, Kuwamori T, et al. Beneficial effects of taurine on serum lipids in overweight or obese non-diabetic subjects. **Amino Acids**; 2004 v.26 n. 8:267–271.

Capitulo 2

EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE TAURINA NA OXIDAÇÃO DE SUBSTRATOS ENERGÉTICOS E NO DESEMPENHO DE NADADORES DE ELITE

Autores: Mariana Pereira Nóbrega[1], Júlio Sérgio Marchini[2], Adelino Sanchez Ramos da Silva[3], Gilberto José Padovan[2], Flávia Giolo de Carvalho[1], Ellen Cristini de Freitas[3].

Afiliação:

1 Departamento de Alimentos e Nutrição, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo – UNESP.

[2] Departamento de Clínica Médica, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo – FMRP/USP.

3 Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto

RESUMO

A taurina é um aminoácido livre, abundante no meio intracelular, sendo indispensável para felinos e condicionalmente indispensável em humanos. Acredita-se que por meio da suplementação de taurina ocorrerão alterações no desempenho físico e oxidação de nutrientes em atletas de natação. O objetivo do presente trabalho é avaliar a taxa de oxidação de nutrientes em repouso, bem como o desempenho físico e a ingestão energética antes e após a suplementação de taurina durante o período de treinamento. Será avaliado o efeito da suplementação de taurina por oito semanas em 16 atletas nadadores de elite, do sexo masculino de Ribeirão Preto. Foram realizadas medidas de calorimetria indireta, oxidação de nutrientes e nitrogênio urinário, avaliação da taurina plasmática, avaliação da ingestão alimentar e avaliação de desempenho através de medidas de lactato. Os valores de taurina plasmática apresentaram diferença estatística. O lactato aumentou no grupo que recebeu taurina, sendo que este aumento apresentou diferença estatística, as outras variáveis não apresentaram diferenças. Conclui-se que a suplementação de taurina elevou a concentração de taurina plasmática, no entanto não causou alterações quanto à ingestão energética, no gasto energético, na oxidação de substratos e nas respostas da concentração de lactato.

Palavras chaves: Taurina, Oxidação, Atletas, Desempenho.

INTRODUÇÃO

A taurina é um aminoácido livre, abundante no meio intracelular, sendo condicionalmente indispensável em humanos. É um dos compostos do metabolismo dos aminoácidos sulfurados (GANONG, 1993). Estudos relatam que a suplementação de taurina pode estar relacionada à modulação do gasto energético. Tsuboyama-kasaoka (2006) observou que a suplementação de 5% de taurina por 18 semanas elevou significativamente o consumo de oxigênio e o gasto energético em repouso de camundongos. Também foi observado pelos mesmos autores o aumento significativo na expressão de genes relacionados à regulação da oxidação de ácidos graxos do tecido adiposo, proporcionando assim um maior consumo de oxigênio via alteração de expressão gênica.

Por outro lado, Harada et al (2004) constataram aumento da oxidação da glicose pós-prandial e do armazenamento do glicogênio muscular em ratos diabéticos após a suplementação de taurina. Ratos com deficiência hereditária na manutenção de taurina muscular mostraram redução de 80% na capacidade de exercício realizado em esteira rolante quando comparados com ratos saudáveis (WARSKULAT et al,2004), mostrando que possivelmente a concentração muscular de taurina reduzida comprometa o desempenho físico.

No exercício moderado e contínuo, a razão de troca respiratória diminui indicando a redução da oxidação de carboidratos e consequente o aumento da oxidação de lipídios, concomitantemente, a concentração de lactato circulante e a taxa de utilização de glicogênio muscular seguem diminuindo (MEDBO & TABATA, 1989; MEDBO & TABATA, 1993). A mensuração da concentração de lactato sanguíneo é um procedimento padrão para determinar a intensidade do exercício físico. O valor absoluto da concentração de lactato é utilizado para estimar a intensidade do exercício ou também como critério de exaustão máxima. O acúmulo de lactato durante a execução de exercício físico demonstra que a produção de lactato excedeu a sua remoção o que pode levar o indivíduo a fadiga (SALES et al.,2005).

As metas nutricionais associadas com o treinamento físico devem envolver aporte energético adequado para o músculo e outros tecidos, serem capazes de favorecer a adaptação, crescimento e reparo, além de promoverem o sistema imune.

(MAUGHAN E BURKE, 2002.). De acordo com Burke (2001) nadadores apresentam uma insuficiente ingestão energética (IE), tal como uma inadequada ingestão de macronutrientes e micronutrientes (CARVALHO et al, 2012). Desta forma acredita-se que a adequada ingestão energética baseada no gasto energético de cada atleta auxilie na melhoria do desempenho esportivo. Visto que o uso de taurina em atletas relaciona-se com modulações metabólicas refletindo em melhorias no desempenho físico, acredita-se que por meio da suplementação de taurina ocorrerão alterações no desempenho físico e oxidação de nutrientes em atletas de natação;

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo avaliar a influencia da suplementação de taurina na concentração sérica, na oxidação de nutrientes, na ingestão energética, no gasto energético, e nas respostas do lactato em atletas nadadores de elite.

METODOLOGIA

Casuística

O estudo foi duplo-cego e randomizado. Participaram 16 atletas praticantes de natação de nível regional e estadual com massa corporal 78,6 ± 5,8 Kg; faixa etária média 19,7 ± 5,6 anos etária entre, altura média 180 ± 4 cm, índice de massa corpora (IMC) médio 24,1± 0,6 Kg/m^2. O Comitê de Ética da Faculdade de Ciências Farmacêuticas do Câmpus de Araraquara da UNESP aprovou o estudo (00526312.9.0000.5426) e todos os sujeitos assinaram o termo de consentimento o qual informava o protocolo experimental e os riscos do estudo.

Desenho de estudo

Os participantes foram divididos em dois grupos, placebo (GP, n = 8) e taurina (GT, n = 8). O grupo GT recebeu 3 g de taurina por dia (SHAO & HATHCOCK, 2008) e o grupo GP recebeu 3 g de farinha de amido. Tanto a taurina como o amido foram entregues em cápsulas, produzidas na farmácia do Hospital Universitário de Ribeirão Preto. O protocolo experimental foi aplicado no início do estudo e após 8 semanas de suplementação.

Cada voluntário compareceu em duas visitas em jejum de 12 horas, no Hospital Universitário de Ribeirão Preto, quando foram realizadas as medidas antropométricas, calorimetria indireta e a coleta sanguínea. Nestes encontros, foi combinada a coleta de urina de 24 horas. Foram também definidos três dias para realização de registros alimentares de 24 horas.

Gasto energético basal

O gasto energético basal (GEB) foi determinado usando um sensor Medics ® calorímetro (Sensor Medics Corporation, Yoba Linda, Califórnia, EUA), de acordo com o Ferranini (1988). O consumo de oxigênio e produção de gás carbônico foi medido por calorimetria indireta durante um período de 30 minutos. Os valores que mostraram uma variação maior que 10% foram descartados. A média dos valores de oxigênio consumido ($VO_{2)}$ e do volume de gás carbônico produzido ($VCO_{2)}$ foi utilizada para o cálculo do gasto energético, aplicando-se na fórmula de Weir (WEIR, 1949).

Além disso, foi calculado o gasto energético total (GET) com uso de três diferentes metodologias:

- resultados da calorimetria associado ao fator atividade (FA) da DRI (2002)
- fórmula e fator atividade DRI (2002)
- resultados da calorimetria associado ao MET (Metabolic **Equivalent** of Tasks) referente ao esforço físico realizado (AINSWORTH, 1990).

Oxidação de nutrientes

Por meio das taxas de consumo de oxigênio, produção de gás carbônico e excreção de nitrogênio urinário calculou-se a participação percentual da oxidação de glicose, lipídeos e proteínas na produção de energia.

A relação entre o VO_2 e o VCO_2 refere-se ao quociente respiratório (QR) e pode ser utilizada para mostrar o tipo de substrato que está sendo oxidado preferencialmente pelo indivíduo num dado momento (SUEN et al, 1998).

A oxidação de glicose e de lipídios foi calculada de acordo com as fórmulas abaixo (FRAYN, 1983):

glicose (g/min) = (4,56 x VCO_2) – (3,21 x VO_2) – (2,88 x Nu)
lipipídios (g/min) = (1,67 x VO_2) – (1,67 x VCO_2) – (1,92 x Nu)

Nitrogênio Urinário

A dosagem de nitrogênio em urina de 24 horas foi realizada pelo método da quimiluminescência, que por cromatografia permite medir metabólitos relacionados ao NO_2 (RASSAF et al, 2002). Baseado neste fator é possível calcular a oxidação proteica

Proteina (g/min) = (6,25 x Nu) (g/min)

Avaliação nutricional e Ingestão Alimentar

Foram medidas a massa corporal e a altura que foram utilizadas para o calculo do índice de massa corporal (WHO, 1995).

Três registros alimentares foram analisados para avaliar a ingestão de alimentos (FISBER, 2005). Os registros foram preenchidos pelos voluntários em dois dias da semana e um dia de fim de semana. O Programa de Apoio à Nutrição NutWin da Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo foi utilizado para quantificar a média de ingestão de macronutrientes e energia.

Coleta de sangue

Foram obtidas amostras de 5 ml em jejum, os quais foram centrifugados em tubos heparinizados. A pós a coleta os tubos foram mantidos em refrigeração até serem centrifugadas. Após o plasma foi removido e coletado em tubos Eppendorf até analise da taurina plasmática.

Ensaio de aminoácidos

Foi realizado por meio do teste quantitativo e qualitativo para análise dos aminoácidos plasmáticos. Essas determinações foram efetuadas no instrumento HPLC Shimatizu®, modelo LC 10AD, constando de 2 bombas de fluxo contínuo para o gradiente de eluição das fases móveis. A fase A foi uma solução de fosfato de sódio 25mmol/L, pH 6,9 contendo 20ml/L de metanol (MEOH), 20 ml/L de acetonitrila (ACN), 20 ml/L de tetrahidrofurano (THF), e a fase B, uma solução de metanol a 65% todos com grau para cromatografia. O equipamento possui módulo (modelo CBM 10A) responsável pela proporção (%) entre os solventes ou fases de acordo com a programação pré-estabelecida. O fluxo utilizado foi 0,8ml/ minuto, a temperatura ambiente de 23+2°C. A coluna utilizada na separação dos aminoácidos foi Adsorbosphere OPA-HS, de 150mm comprimento por 4,6 mm diâmetro interno e partícula 5μm (Alltech Associates, Inc. – USA).

Nas mostras de 10μL de plasma, foram adicionadas 200μL de metanole, estes foram agitados em vortex, por 30 segundos e a seguir centrifugados (Centrifuga Refrigerada Jouan modelo MR1812 USA), por 10 minutos, a 1800xG. O sobrenadante foi transferido para outro tubo de 1,5mL e o metanol evaporado no “Speed-Vac” (Savant, modelo AES 2010, USA), por 25 minutos. Após a evaporação total do metanol, o plasma seco foi dissolvido com 100μL da solução fase A e agitado em vortex por 30 segundos. Foram retirados 10μL de cada amostra bem como da solução padrão, os quais foram colocados em tubos próprios para análise e em seguida, estes tubos foram colocados no amostrador (Sil 10A), para realização das análises. No amostrador há um tubo com o padrão interno (carboxi-metil-cisteína) e um frasco com o reagente ortofitaldialdeído (OPA; Sigma Company USA). Este reagente foi preparado com 10mg de ortofitaldialdeído, 250mL de metanol puro, 2,25 mL de tampão borato pH 9,5, 10μL do padrão interno e adicionado a cada tubo contendo a amostra para análise, e a seguir foi aspirado 50μL do reagente OPA. As misturas destas soluções foram realizadas pelo equipamento, que foi programado para esperar 1 minuto para que a reação ocorresse, processo conhecido como derivatização pré-coluna.

Foram injetados 25μL do produto da reação, na coluna de sílica C18, e os aminoácidos foram separados de acordo com peso molecular e polaridade e detectados através do detectador de fluorescência Shimadzu modelo RF535, em 335mm de excitação e 455mm de emissão (CARDUCCI et al, 1996).

A taurina no plasma foi determinada por HPLC (Shimadzu ® modelo LC 10AD), com um modelo Shimadzu RF535 detector de fluorescência usando taurina ≥ 99% como o padrão (Sigma-Aldrich ®, St. Louis, MO, EUA) (Deyl et al, 1986; Carducci, et al., 1996). A concentração de aminoácidos livres no plasma foi determinada por cromatografia gasosa (GC-FID 17A Shimadzu ®, Kyoto, Japão), por derivatização de aminoácidos utilizando um EZ: kit Livre FAAST (fisiológica), para a análise de aminoácidos (Phenomenex ®).

Lactato

Após aquecimento padronizado com duração de aproximadamente 15min, os atletas foram submetidos a três nados de 400m sendo o primeiro com intensidade de 85%, o segundo 90% e o terceiro 100% do desempenho do atleta para este percurso. Entre cada percurso houve uma pausa de 3 minutos (PEREIRA, 2002). Foram realizadas coletas de sangue do lóbulo da orelha para análise do lactato após 1 minuto do término de cada nado, sendo que no ultimo percurso também foi realizada coleta sanguínea no terceiro e quinto minuto (PAPOTI, 2005).

Foram coletados 25µl de sangue do lóbulo da orelha, através de um capilar heparinizado. O sangue foi imediatamente transferido para microtúbulos de polietileno de tampa lisa de 1,5ml, contendo 50µl de fluoreto de sódio (NaF) a 1% e este foi armazenado em gelo. A análise foi realizada através do analisador eletroquímico YSI 1500 *Sport* (OH, EUA) (MADER et al, 1976).

Controle do tempo

Os tempos dos três nados de 400 metros foram controlados por cronometro digital manual.

Análises estatísticas

Todas as variáveis do presente estudo foram apresentadas por meio de média e erro padrão.

A análise estatística das variáveis investigadas foi realizada por meio do teste ANOVA, post-hoc Tukey-Kramer Multiple Comparisons Test. A significância estatística considerada foi de $p \leq 0,05$ em todas as comparações efetuadas.

Foi realizado teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov (KS) em todos os dados anteriormente as análises estatísticas.

RESULTADOS

Para confirmação da hipótese do presente estudo apresentam-se os dados abaixo.

Tabela 1- Avaliação da ingestão energética e de macronutrientes de nadadores nos períodos pré e pós- suplementação de taurina (n:16).

	Placebo		Taurina	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Energia (kcal)	3696±261	3118±384	3576±192	3718±257
Proteína (% do VET)	14,1±3,0	15,1±2,2	13,3±2,9	16,7±0,9
Lipídeo (% do VET)	24,2±3,2	33,8±5,0	26,6±2,7	27,4±6,9
Carboidratos (% do VET)	62,9±4,4	50,9±6,6	62,1±5,6	56,4±7,5
Proteínas (gramas)	134,3±18,4	116,1±5,8	120,2±14,7	156,1±13,4
Lipídeos (gramas)	99,3±8,1	115,3±7,7	105,5±6,5	113,4±14,0
Carboidratos (gramas)	576,6±35,1	402,6±35,5*	554,2±31,2	523,7±42,0

Média ± EP

VET= valor energético total.

*Diferença significativa com relação ao Grupo placebo pré..

Não foi observada diferença estatística significativa no consumo de energia dos grupos em ambos os períodos avaliados conforme visto na tabela 1. Quanto ao consumo de macronutrientes observou-se uma redução na ingestão de carboidratos no grupo placebo de 30% entre os períodos, sendo que esta redução apresentou diferença estatística. Houve também aumento no consumo de lipídios no mesmo grupo de 16%, porém as diferenças apresentadas não foram estatisticamente significativas.

Na tabela 2 observam-se os resultados referentes aos níveis sanguíneos de taurina.

Tabela 2 – Concentração sérica de taurina nos períodos pré e pós suplementação de taurina.

	Placebo		Taurina	
	GPPré	GPPós	GTPré	GTPós
Tau (nmol/ml)	49,91±8,1	174,00±49,1**	104,75±36,1	3983,48±313,9*

Média ± EP

*diferença significativa em relação a GTPré ($p \leq 0,05$)

**diferença significativa em relação a GTPós ($p \leq 0,05$)

Não se observou diferença estatística nos níveis de concentração de taurina sérica no período basal entre os grupos GT e GP.

No entanto, o GT apresentou uma elevação significativa no período pós quando comparado ao pré, ocorrendo o mesmo evento quando comparado o período pós entre ambos os grupos (GT *versus* GP), demonstrando a eficiência do modelo experimental usado.

Tabela 3 – Valores médios da calorimetria indireta nos períodos antes e após a suplementação de taurina (n:16).

	Placebo		Taurina	
	Pré	Pós	Pré	Pós
GEB/min	1,68±0,036	1,67±0,094	1,74±0,034	1,75±0,085
VO_2	0,444±0,021	0,443±0,037	0,431±0,083	0,458±0,089
VCO_2	0,305±0,007	0,320±0,004	0,314±0,006	0,332±0,06
RQ	0,87±0,0	0,86±0,0	0,89±0,0	0,84±0,04
Oxidação de lipídeos g/min	0,206±0,09	0,184±0,08	0,174±0,12	0,189±0,14
Oxidação de carboidratos g/min	1,006±0,28	0,960±0,22	0,925±0,36	0,992±0,37

Média ± EP

GEB= Gasto Energético Basal

Na Tabela 3 estão os valores obtidos por meio da calorimetria indireta antes e após o período de suplementação de taurina.

Os valores medidos não apresentaram diferenças entre os grupos e períodos estudados

Na tabela 4 vemos a comparação do GEB predito pela calorimetria indireta multiplicado pelo fator de atividade intensa da DRI 2002 (FA=1,48), GET calculado pela fórmula da DRI multiplicado pelo fator de atividade intensa da DRI, e GEB predito adicionado pelo gasto calórico calculado por METS.

Tabela 4 – Comparação do Gasto Energético Total por diferentes metodologias Gasto energético predito por Fator Atividade DRI, 2002, do Gasto Energético estimado pela DRIs, Gasto Energético Total pelo Gasto energético predito adicionado do gasto calculado por METs antes e após a suplementação de taurina.

	Placebo		Taurina	
	Pré	Pós	Pré	Pós
GEB predito FA DRI	4469*±225	4701*±95	4528*±249	4767*±225
GET DRI	3781**±64	3809**±69	3872**±201	8884**±128
GET MET	4056***±51	4111***±98	4041***±134	4148***±112
Energia (kcal)	3696±261	3118±384	3576±192	3718±257

MD ±EP

*diferença significativa em relação a GET DRI e GET MET

**diferença significativa em relação a GET DRI FA e GET MET

*** diferença significativa em relação a GET DRI e GET DRI FA

Não houve diferença estatística entre os grupos quando o mesmo procedimento de cálculo é utilizado, porém, há diferença estatística quando comparado os diferentes tipos de cálculo de gasto energético total.

A tabela 5 mostra as médias dos valores de lactato obtidos nos cinco pontos analisados. Ocorreu diferença estatística em dois pontos da coleta entre o grupo taurina antes e após a suplementação. Os demais pontos não apresentaram diferença estatística.

Tabela 5 – Valores médios de lactato nos períodos antes e após suplementação de taurina

	Placebo		Taurina	
Medida de lactato (mmol/L)	Pré	Pós	Pré	Pós
1 º400m	3,8±0,4	4,7±0,5	2,6±0,3	4,1±0,5
2 º400m	7,0±0,4	7,2±0,8	4,8±0,3	7,5*±0,9
3 º400m	9,3±1,1	10,9±1,2	8,7±1,1	12,2±0,8
3 min. intervalo	10,4±0,9	10,5±1,3	7,2±0,7	14,2*±1,2
5 min. intervalo	7,9±0,7	10,6±1,5	6,4±0,8	12,1±0,9

MD±EP

*diferença significativa em relação ao grupo Taurina Pré (p≤0,05)

Tabela 6 - Tempo médio em segundos obtido durante teste de esforço antes e após suplementação de taurina

Placebo			Taurina	
	Pré	Pós	Pré	Pós
1º 400 (s)	313,1±4,8	309,7±5,0	307,6±3,3	303,7±2,9
2º 400(s)	303,4±3,8	300,4±4,7	300,6±2,3	296,4±2,0
3º400(s)	294,5±3,7	292,3±4,0	290,3±0,8	285,4±2,0

MD±EP;

A tabela 6 mostra a média dos tempos obtidos em segundos dos três nados de 400 metros realizados pelos atletas em diferentes intensidades (85%, 90% e 100% do desempenho do atleta naquele momento). Não ocorreram diferenças estatísticas entre os grupos avaliados.

DISCUSSÃO

Foi observado no presente estudo que a suplementação com taurina induziu ao aumento na concentração sérica desse composto em atletas de natação. Com isso verificou-se que após oito semanas com 3g/dia de suplementação de taurina ocorreu uma mudança de aproximadamente 35 vezes o valor inicial.

Alguns estudos corroboram com esse resultado. Galloway, et al (2008) estudaram a resposta aguda da suplementação de 5 gramas de taurina em indivíduos fisicamente ativos, e detectaram que ocorreu aumento da concentração de taurina plasmática de aproximadamente 16 vezes comparado a concentração inicial.

Yatabe et al. (2003) investigaram os efeitos da administração de 0,5 g/kg/dia de taurina em ratos em exercício durante 14 dias e constataram o aumento da concentração deste aminoácido tanto no plasma quanto no músculo esquelético dos animais. Verificaram ainda que as concentrações de taurina no músculo esquelético foram significativamente menores nos grupos exercitados que não receberam taurina. Observou-se também que o grupo que recebeu taurina apresentou tempo de corrida de exaustão significativamente maior que o grupo que não recebera taurina, sugerindo que a administração por via oral de taurina favorece o aumento da resistência física.

Quanto à oxidação de nutrientes, os valores encontrados no presente estudo referentes ao consumo de oxigênio, e oxidação de nutrientes não mostraram diferenças estatisticas após o período de suplementação com taurina quando comparado ao grupo placebo (Tabela 3).

Galloway et al (2008) também não encontraram diferença significativa na oxidação de carboidratos e lipídios após um período de 7 dias de suplementação de taurina/ placebo durante a realização de um teste de esforço por duas horas a 60% do volume máximo de oxigênio (VO2max). As medidas de oxidação no presente trabalho foram realizadas em repouso, porém não foram encontrados trabalhos com as mesmas condições.

Em contrapartida Rutherford et al (2010), após avaliarem o efeito agudo da ingestão de taurina em ciclistas, não observaram diferenças nas taxas de oxidação de carboidrato e proteína, porém verificaram um aumento na taxa de oxidação de gordura. Esses dados suportam a idéia de que a suplementação com taurina possivelmente esteja associada a modulações no metabolismo lipídico. Foi realizado um estudo por Zhang et al, (2004) em que foi observado reduções nos níveis de triglicerídeos e na massa corporal, os autores sugerem que tenha ocorrido alterações no metabolismo lipídico causado pela taurina.

O estabelecimento de recomendações nutricionais específicas para atletas (ACSM, 2001), representa a disponibilização de um instrumento para o planejamento dietético destinado aos mesmos. A adequação do consumo energético é essencial para a manutenção do desempenho, da composição corporal e da saúde desses indivíduos (ACSM, 2001; THONG et al, 2000). Assim, na análise da ingestão alimentar devem ser observados aspectos inerentes à rotina esportiva como o tipo, a intensidade e a duração do exercício; além da tolerância à prática alimentar durante o esforço, os possíveis locais para reabastecimento durante os exercícios externos prolongados, a necessidade de controle de peso corporal e outros (BURKE, et al, 1991), permitindo identificar e contornar fatores que possam limitar o seu consumo dietético.

No presente trabalho a ingestão energética variou de 3120 a 3720 Kcal/dia. Os valores de energia em Kcal e os macronutrientes não apresentaram alterações durante todo o período de treinamento físico. Visto que não ocorreram mudanças na massa corporal, acredita-se que a ingestão energética foi adequada para suprir as necessidades energéticas impostas pelo gasto energético total desses atletas e assim como a suplementação de taurina não tenha causado nenhuma influência no consumo alimentar destes atletas.

Quando analisados cada grupo de macronutrientes encontrou-se para carboidratos um consumo médio entre 50,9 % (GPPós –Grupo PLACEBO PÓS) e 62,9 % (GTPré – Grupo Placebo Pré) representando em gramas 402 e 554 respectivamente (TABELA 2). De acordo com a JISSN (2010) deve-se atingir um consumo de carboidratos para atletas entre 55-65% do valor calórico total que representa estar numa faixa de variação de consumo entre 5 a 8 gramas/ kg/ dia, a fim de manter as reservas de glicogênio muscular. Sendo assim, o grupo GPPós, não alcançou as recomendações do consumo de carboidratos segundo JISSN (2010).

Estudos têm mostrado a importância de se consumir uma dieta contendo carboidratos que atenda os níveis mínimos preconizados durante a realização do esforço físico em busca de um melhor desempenho físico (HARGREAVES, 1984; FIELDING, 1985; NEUFER, 1987; JEUKENDRUO, 2004). Achten et al (2004) ofereceram a corredores uma dieta contendo 8,5g CHO/Kg/dia (65% VCT) e compararam com uma dieta controle contendo 5,4 gramas CHO/Kg/ dia (41% VCT) por um período de 11 dias em período de treinamento intenso a fim de avaliar o desempenho dos participantes em percursos de 8 e 16 Km. O tempo no percurso de 16 Km e a pontuação para fadiga foi maior quando o consumo de carboidratos foi menor, assim entende-se que o maior consumo de CHO permite uma melhor manutenção do desempenho físico.

No entanto, Coelho et al (2006) avaliaram a ingestão alimentar referente a carboidratos de 26 atletas de quatro diferentes modalidades: basquete, karatê, tênis de

mesa e voleibol, em que apresentaram um consumo médio de 50,6% de carboidratos /dia, os quais também não atingem a recomendação diária.

Quanto ao consumo proteico no presente estudo, o consumo médio ficou entre 13,3% (GTPré) e 16,7% (GTPós) correspondentes a um consumo de 1,48 a 1,95 gramas/ Kg/dia respectivamente (TABELA 1). Para a ingestão deste macronutriente, recomenda-se segundo SBME, (2009) para atletas de resistência o consumo de 1,2 a 1,6g/kg e para atletas de força, a recomendação é 1,6 a 1,7g/kg de peso. Portanto, no presente estudo, o consumo proteico dos atletas está adequado às recomendações.

Lopes (2009) avaliou 16 atletas judocas e nadadores para analisar e comparar qualitativamente e quantitativamente a ingestão nutricional dos mesmos por sete dias. Os nadadores apresentam consumo médio de 2,2 g/PRO/kg de peso/dia, enquanto judocas 1,8g/PRO/kg/dia. Martin (2006) avaliou por sete dias a ingestão alimentar de jogadoras de futebol de elite por registro alimentar. O consumo médio de proteína foi 16,8%, mostrando consumo adequado para este macronutriente. Estes resultados estão de acordo com os obtidos pelo presente trabalho, indicando que os atletas tem um consumo proteico adequado.

Com relação ao consumo de gorduras, a ingestão variou de 24,2% (GPPré) e 33,8% (GPPós) (TABELA 1), as recomendações dietéticas de ingestão de gordura para atletas são semelhantes ou ligeiramente maiores do que as recomendadas para não atletas de modo a promover a saúde. De acordo com Dietary Guidelines for Americans (2005), o consumo de gorduras deve ser dividido em 10% monoinssaturados, 10% poliinsaturados, e 10% de saturado. O ACSM (2009) orienta que os atletas devem seguir estas mesmas recomendações. No entanto no presente trabalho não foi analisado o consumo individualizado dos diferentes grupos de lipídeos e sim apenas o consumo total. De acordo com a análise realizada o grupo GPPós ficou acima das recomendações para este macronutriente.

Prado (2006) avaliou a ingestão alimentar de jogadores de futebol profissionais de acordo com suas posições, e observou uma média de 29,2 % de ingestão de gorduras, porém os meio campistas chegaram até 33 % de ingestão de gorduras. Ghloum e Haiji (2011) avaliaram o consumo alimentar de jogadores de esgrima do Kuwait, foi visto um consumo médio de 37% de gordura na dieta. Estes resultados demonstram que o consumo de alimentos ricos em lipídeos faz-se presente nos hábitos alimentares cotidianos de atletas.

Em relação ao gasto energético e a utilização de taurina, alguns estudos relatam que a taurina causa um aumento no gasto energético, no entanto, este aumento não foi observado nos resultados deste estudo, assim como também não foram encontrados na

literatura estudos que avaliaram o efeito da taurina sobre gasto energético em repouso em nadadores.

No presente estudo foi avaliado e comparado o gasto energético total dos atletas de diferentes formas. Foi constatado que os valores preditos encontrados foram maiores que os valores de ingestão relatada pelos atletas. Isto pode ter ocorrido por possíveis erros no relato dos registros alimentares, ou por uma superestimação nas formulas de gasto energético.

Outros autores que realizaram comparações entre o gasto energético obtidos por calorimetria e formulas padronizada, e constataram diferentes resultados (GOMES E RODRIGUES, 2001; CARLSOHN ET AL, 2011; WONG ET AL, 2012) Gomes e Rodrigues (2001) avaliaram o gasto energético em sessões de treinamento de vôlei a partir do VO_2 max obtido pelo protocolo de Margarida (1976), e da frequência cardíaca. Este valor foi equiparado aos METs obtendo resultado semelhante ao valor estimado. Carlsohn et al (2011) compararam o gasto energético medido por calorimetria indireta com a equação de Harris-Benedict de 17 remadores de elite e com o método demonstrado por Cunningham (1991), o qual deve ser adicionado 22 Kcal para cada quilograma de massa magra. Foi observada uma subestimação do gasto energético em ambas as fórmulas utilizadas. Wong et al (2012) comparou o gasto energético por calorimetria indireta com diversas fórmulas [FAO (1985), ISMAIL (1998), DE LORENZO(1999), CUNNINGHAM (1980), HARRIS BENEDICT (1919)] de 125 atletas entre homens e mulheres com treinos diários de 6 horas a pelo menos 1 ano. Foi observado que Cunningham (1980) e FAO (1985) subestimaram o gasto energético em até 6%, enquanto Ismail (1998) subestimou em 14 % o gasto energético quando comparados com a calorimetria indireta. As outras equações não mostram diferenças estatísticas ao serem comparadas com a calorimetria indireta. As fórmulas são o método mais utilizado para estimativa de gasto energético pelo fato de ser de fácil aplicação, sem custo financeiro e não invasivo, porém muitas vezes os resultados calculados são bastante diferentes do resultado real, podendo prejudicar o desempenho do atleta.

E por fim, com intuito de avaliar o efeito da suplementação de taurina sobre o desempenho físico, analisou-se a concentração de lactato e os tempos em três nados de 400 metros antes e após 8 semanas de treinamento físico associado a suplementação e comparado com grupo placebo. No grupo que recebeu taurina, observou-se um aumento no lactato na comparação entre os períodos em 2 momentos análisados. Não houve diferença estatística quando comparado GPPré e GTpós. Os tempos não apresentaram diferença estatística. Agnol et al (2009) não encontraram alterações nos níveis de lactato sanguíneo após teste em cicloergometro iniciando a 60 rpm até esforço máximo seguindo o protocolo

de Balke (1959), em indivíduos fisicamente ativos os quais receberam bebida contendo 2 gramas de taurina quando comparados ao grupo placebo.

Entretanto, Manabe et al (2003) em estudo realizado em ratos avaliou a formação de lactato e de 3-metilhistidina, um marcador de lesão muscular, foi observado que o grupo que não recebeu taurina teve valores tanto de lactato como de 3-metilhistidina significativamente mais elevados que o grupo que recebeu taurina. O autor conclui que a taurina pode ser útil para reduzir a fadiga durante o exercício de resistência em ratos. Hansen (2009) observou que níveis mais altos de taurina sanguínea podem estimular o aumento da biogênese mitocondrial e com isso melhorar o funcionamento desta organela tornando mais eficientes as enzimas da beta oxidação, aumentando o fornecimento de energia e em contrapartida reduzindo a produção de lactato.

Em contrapartida, apesar de não quantificarem a concentração de lactato, pesquisadores constataram resultados relevantes em relação ao desempenho atlético. Yatabe et al (2003) avaliou o efeito da taurina sobre a performance de ratos em exercício, comparando grupos que recebiam 0,5 g/kg/dia de taurina e placebo, durante 14 dias. O grupo que recebeu taurina apresentou tempo de corrida de exaustão significativamente maior que o grupo que não recebeu taurina, sugerindo que a administração por via oral de taurina favorece o aumento da resistência física.

Beyranvand et al (2001) avaliaram o efeito da suplementação de 500 mg/taurina, 3 vezes/dia em 7 pacientes com insuficiência cardíaca, por duas semanas, foi realizado teste de tolerância ao exercício antes e após o período de suplementação em que o grupo suplementado apresentou diferença significativa no tempo de realização do exercício e também na distância percorrida.

Algumas limitações metodológicas do presente estudo devem ser apontadas. A pequena dimensão da amostra impede conclusões definitivas, especialmente para o fato de que os indivíduos que participam são atletas com elevado nível de desempenho físico que dificilmente mostrariam melhora em um curto período de tempo. Pode também, ter ocorrido sub-relato por parte dos participantes com relação a ingestão alimentar.

Mais trabalhos devem ser desenvolvidos no futuro a fim de determinar os efeitos da suplementação de taurina em atletas de natação.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados deste estudo, é possível concluir que a suplementação de taurina elevou a concentração de taurina plasmática, no entanto não causou alterações quanto à ingestão energética, no gasto energético, na oxidação de substratos e nas respostas da concentração de lactato em atletas nadadores de elite.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Achten J, Halson SL, Moseley L, Rayson MP, Casey A, Jeukendrup AE. Higher dietary carbohydrate content during intensified running training results in better maintenance of performance and mood state. **J Appl Physiol** 2004, 96: 1331–1340,.

Agnol, T D; SOUZA, P A. Efeitos fisiológicos agudos da taurina contida em uma bebida energética em indivíduos fisicamente ativos. **Rev Bras Med Esporte**, 2009, v. 15, n. 2, 123-126.

Ainsworth BE, Haskell WL, Leon AS. Compendium of Physical Activities: classification of energy costs of human physical activities. **Med Sci Sports Exerc.** 1993. v. 25, n. 1, 71-80.

American Dietetic Association, Dietitians of Canada, American College of Sports Medicine. Position of American Dietitic Association, Dietitians of Canada, and American College of Sports Medicine: nutritrion and athletic performance. **J Am Diet Assoc**. 2001; n. 100, v. 12, 1543-56.

Berning J R. **Energy intake, diet, and muscle wasting.** In Overtraining in Sport. Edited by Kreider RB, Fry AC, O'Toole ML. Champaign: Human Kinetics; 1998, 275-88.

Beyranvand, MR, et al. Effect of taurine supplementation on exercise capacity of patients with heart failure. **J Cardiol.** 2011;57:333-7

Beyranvand, MR, et al. Effect of taurine supplementation on exercise capacity of patients with heart failure. Journal of Cardiology. 2011, v. 57, n. 3, 333-37.

Burke LM, Angus DJ, Cox GR, Cummings NK et al. Effect of fat adaptation and carbohydrate restoration on metabolism and performance during prolonged cycling. J Appl Physiol. 2000 v.89 n. 6, 2413-21.

Burke LM, Cox GR, Culmmings NK, Desbrow B. Guidelines for daily carbohydrate intake: do athletes achieve them? **Sports Med**. 2001, n. 31, v. 4, 267-99.

Burke LM, Gollan RA, Read RSD. Dietary intakes and food use of groups of elite australian male athletes**. Int J Sport Nutr**. 1991; n.1, v.4, 378-94.

Carlsohn A. Scharhag-Rosenberger F. Cassel M. Mayer F. Resting Metabolic Rate in Elite Rowers and Canoeists: Difference between Indirect Calorimetry and Prediction. **Annals of Nutrition and Metabolism (*Journal of Nutrition, Metabolic Diseases and Dietetics*)** v. 58, n. 3, 2011.

Carvalho, F G, Rosa F T, Suen M D, Freitas E C et al, Evidence of zinc deficiency in competitive swimmers. **Nutrition**, 2012, v.11, n.12, 1127-31.

Carducci, Claudia, et al. Automated method for the measurement of amino acids in urine by high-performance liquid chromatography. **Journal of Chromatography** 1996, v.729, n.1: 173-180.

Coelho, B ET AL Perfil nutricional e análise comparativa dos hábitos alimentares e estado nutricional de atletas profissionais de basquete, karatê, tênis de mesa e voleibol. **RBNE**, 2009; v.18, n.3, 570- 577.

Cuisinier C., Ward R.J., Francaux M., Sturbois X, De Witte, P. Changes in plasma and urinary taurine and amino acids in runners immediately and 24 h after a marathon. **Amino Acids** 2001; n. 20, 13-23.

Cunningham J. Body composition as a determinant of energy expenditure. **Am J Clin Nutr.** 1991, n. 54: 963-969.

Cunningham JJ. A reanalysis of the factors influencing basal metabolic rate in normal adults. **Am J Clin Nutr** 1980; v.33:2372-4.

De Lorenzo A, Bertini I, Candeloro N, et al. A new predictive equation to calculate resting metabolic rate in athletes. **J Sports Med Phys Fitness** 1999; v.39:213-9.

Diretriz Da Socieadade Brasileira De Medicina Do Esporte. Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. **Rev. Bras. Med. Esporte**. 2003, v. 15, n.3: 3 – 12.

FAO/WHO/UNU. Energy and Protein Requirements. Geneva: World Health Organization, 1985.

Ferrannini, E. Insulin Resistance versus Insulin Deficiency in Non-Insulin-Dependent Diabetes Mellitusz Problems and. **Endocrine Reviews**, 1998*,* v.19 n.4: 477-495.

Fielding RA, Costill DL, Fink WJ, King DS, Hargreaves M, Kovaleski JE. **Effect of carbohydrate feeding frequencies and dosage on muscle glycogen use during exercise.** Med Sci Sports Exerc*.* 1985, v.17:472-6

Fisber RM; Slater B; Marchioni DML; Martini LA. **Inquéritos alimentares** – Métodos e bases científicos. Barueri, SP: Manole, 2005. 1-31 p.

Galloway SD, Talanian JL, Shoveller AK, Heigenhauser GJ, Spriet LL. Seven days of oral taurine supplementation does not increase muscle taurine content or alter substrate metabolism during prolonged exercise in humans. **J Appl Physiol**. 2008. v. 105 n.2:643-51.

Ganong, W.F. **Fisiologia Médica**. 17.ed. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1993. *680 p.* parameters before and after exercise measured by echocardiography. **Amino Acids,** 2001 v.20: 75-82.

Ghloum e K,Hajji S. Comparison of diet consumption, body composition and lipoprotein lipid values of Kuwaiti fencing players with international norms. **J Int Soc Sports Nutr**. 2001. v. 8 n.13: 2783-8

Gomes AC, Rodrigues LOC. Avaliação do estado de hidratação dos atletas, estresse térmico do ambiente e custo calórico do exercício durante sessões de treinamento em voleibol de alto nível. **Revista Paulista de Educação Física**. 2001. v. 15 n.2:201-11.

Hansen S D, Andersen M L, Cornett C, Gradinaru R, Grunnet N. A role for taurine in mitochondrial function. **Journal of Biomedicinal Science**, 2010, **17**(Suppl 1):S23

Harada H**, Tsujino T, Watari Y, Nonaka H, Emoto N, Yokoyama M.** Oral taurine supplementation prevents fructose-induced hypertension in rats**. Heart Vessels** 2004*,* v.19: 132–136.

Hargreaves M, Costill DL, Coggan A, Fink WJ, Nishibata I. Effect of carbohydrate feedings on muscle glycogen utilisation and exercise performance. **Med Sci Sports Exerc.** 1984;v.16 n. 3:219-22

Harris JA, Benedict FG. A biometric study of basal metabolism in man. Washington DC: **Carnegie Institute of Washington**, 1919 n.279.

Ismail MN, Ng KK, Chee SS, Roslee R, Zawiah H. Predictive equation for the estimation of basal metabolic rate in Malaysian adults. **Mal J Nutr** 1998; v.4:81-90.

Jeukendrup, A.E. Carbohydrate intake during exercise and performance. **Nutrition**. 2004; v.20 n 7-8: 669–677.

Lopes M, Teixeira A, Massart A. Estudo Comparativo da Ingestão Nutricional entre os Jovens Nadadores e os Jovens Judocas, 2009 Disponivel em <http://hdl.handle.net/10316/12031>, acesso em 04/03/2013

Mader A, Liesen H, Heck H, Philippi H, Rost R, Scharch PA, et al. Zur beurteilung der sportartspezifischen ausdauerlei-stungsfahigkeit. **Sportarzt Sportmed**, 1976. v 27, n 1 : 80-88.

Manabe S, Kurroda I, Okada K, Morishima M, Okmoto M, Harada N, et al. Decreased blood levels of lactic acid and urinary excretion of 3-methylhistidine after exercise by chronic taurine treatment in rats. **J Nutr Sci Vitaminol**. 2003. v.49 n.6:375-80.

Martin, L. ; Lambeth A. ; Scott, D. Nutritional practices of national female soccer. **J Sports Sci Med**. 2006; n.5: 130-137.

Maughan, Ronald; Burke, Louise M. Nutrição esportiva. Porto Alegre: **Artmed**, 2002.

Medbo, J.I. & Tabata, I.; Anaerobic energy release in working muscle during 30s to 3 min. of exhausting bicycling. **J Appl Physiol**, 1993. v.75:.1654-1660.

Medbo, J.I. e Tabata, I.; Relative importance of aerobic and anaerobic energy release during short-lasting exhaustive bicycle exercise. **J Appl Physiol**, 1989 v.67:1881-86.

Neufer PD, Costill DL, Flynn MG, Kirwan JP, Mitchell JB, Houmard J. Improvements in exercise performance: effects of carbohydrate feedings and diet). **J Appl Physiol**. 1987; v.62 n. 3:983-8

Prado, W.L et al. Perfil antropométrico e ingestão de macronutrientes em atletas profissionais brasileiros de futebol de acordo com suas posições. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. 2006 v.12, n.2: 61-65.

Papoti, Marcelo, ZAGATTO, Alessandro M., MENDES, Olga C. *et al*. Utilização de métodos invasivo e não invasivo na predição das performances aeróbia e anaeróbia em nadadores de nível nacional. **Rev. Port. Cien. Desp**, 2005, vol.5, n.1:7-14.

Pereira RR, Zagatto AM, Papoti M, Gobatto CA. Validação de dois protocolos para determinação do limiar anaeróbio em natação**. Motriz**, 2002 v 8, n 1:63–68.

Rassaf, T.; Bryan, N. S.; Kelm, M.; Feelisch, M. Concomitant presence of N-nitroso and S-nitroso proteins in human plasma. **Free Radic. Biol. Med**, 2002 v 33, n 1:1590-96.

Rutherford, J., Spriet, L. and Stellingwerff, T. The effect of acute taurine ingestion on endurance performance and metabolism in well-trained cyclists. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metab.** 2010, v.20, n.4:322-29.

Sales, R.P. et al. Efeitos da suplementação aguda aspartato de arginina na fadiga muscular em voluntários treinados. **Rev Bras Méd Esporte**, 2005 v. 11, n.6:347-351.

Schofield, W. N. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. **Hum. Nutr. Clin. Nutr**. 1985 n.39 (Suppl.1):5-41.

Sizer F, Whitney E. **Nutrição: conceitos e controvérsias**. 8 ed. Barueri: Manole; 2003.

Suen, V.; Silva, G.; Marchini, J. Determinação do metabolismo energético no homem. Em*:* **Simpósio Nutrição Clínica**, cap. 1. Medicina, Ribeirão Preto. 1998 v 31:13-21.

Thong FSL, McLean C, Graham TE. Plasma leptin in female athletes: relationship with body fat, reproductive, nutritional, and endocrine factors. **J Appl Physiol**. 2000 v.88 n.6:2037-44.

Tsuboyama-Kasaoka N, Shozawa C, Sano K, Kamei Y, et al. Taurine (2-aminoethanesulfonic acid) deficiency creates a vicious circle promoting obesity. **Endocrinology***.* 2006 v.147 n.7: 3276–84.

United States Department of Health and Human Services and United States Department of Agriculture. Dietary Guidelines for Americans. Washington (DC): US Government Printing Office; 2005.

Veldhorst MA, Nieuwenhuizen AG, et al. Effects of high and normal soyprotein breakfasts on satiety and subsequent energy intake, including amino acid and 'satiety' hormone responses. Eur J Nutr; 2009 v.48 n.2: 92-100.

Ward, R.J. et al. Changes in plasma taurine levels after different endurance events. **Amino Acids**, 1999 v.16, n.1, p.71-77.

Warskulat U, Flogel U, Jacoby C, Hartwig HG, Thewissen M, Merx MW, Molojavyi A, Heller-Stilb B, Schrader J, Haussinger D Taurinetransporter knockout depletes muscle taurine levels and results insevere skeletal muscle impairment but leaves cardiac function uncom-promised. **FASEB J** 2004 v18 n.3:577–579.

Weir JB. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. **J Physiol**, 1949 v 65, n 3, p 243-254.

Williams MH. **Nutrição para saúde, condicionamento físico & desempenho esportivo**. Barueri: Manole; 2002.

Wilson J, Wilson GJ. Contemporary Issues in Protein Requirements and Consumption for Resistance Trained Athletes. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**. 2006 v.3 n. 1:7-27.

Yatabe Y.; Miyakawa, S.; Miyazaki, T.; Matsuzaki Y.; Ochiai, N. Effects of taurine administration in rat skeletal muscles on exercise. **J Orthop Sci,** 2003 v.8 n.3:415–419.

Zhang M, Bi LF, Fang JH, Su XL, Da GL, Kuwamori T, et al. Beneficial effects of taurine on serum lipids in overweight or obese non-diabetic subjects. **Amino Acids**; 2004 v.26 n. 8:267–271.