



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS
FARMACÊUTICAS – CÂMPUS DE
ARARAQUARA



Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição

**EFEITO DA INGESTÃO AGUDA DE TAURINA SOBRE O
DESEMPENHO FÍSICO E METABOLISMO LIPÍDICO DE
NADADORES DE ELITE DE RIBEIRÃO PRETO**

CARLA CRISTINA DATO

ARARAQUARA - SP

Novembro de 2014

CARLA CRISTINA DATO

**EFEITO DA INGESTÃO AGUDA DE TAURINA SOBRE O
DESEMPENHO FÍSICO E METABOLISMO LIPÍDICO DE
NADADORES DE ELITE DE RIBEIRÃO PRETO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – UNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Alimentos e Nutrição.

Orientadora: Prof^a Dr^a Ellen Cristini de Freitas

ARARAQUARA – SP

Novembro de 2014

Ficha Catalográfica

Elaborada Por Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
UNESP – Campus de Araraquara

D234e Dato, Carla Cristina
Efeito da ingestão aguda de taurina sobre o metabolismo físico e metabolismo lipídico de nadadores de elite de Ribeirão Preto / Carla Cristina Dato. – Araraquara, 2014. 59 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. “Júlio de Mesquita Filho”. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição.

Orientadora: Ellen Cristini de Freitas.

1. Taurina. 2. Índice de lipólise. 3. Suplementação. 4. Nadadores. I. Ellen Cristini de Freitas, orient. II. Título.

CAPES: 50700006

Dedicatória

Aos meus familiares José Carlos Dato, Cristina Dato e Robson Dato por tornarem essa etapa possível, me apoiarem incondicionalmente e me ensinarem que quanto mais aprendemos, mais devemos manter a simplicidade e humildade. Vocês são os melhores, Amo Vocês!

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a minha orientadora a Professora Ellen Cristini Freitas, uma excelente profissional, por todo ensinamento, paciência e por acreditar em mim mesmo quando tudo se tornou difícil.

Aos atletas voluntários, que doaram seu tempo e material biológico, e por sua dedicação em cumprir os protocolos da pesquisa.

Aos técnicos Arthur e Edson da UNAERP por autorizarem a coleta de dados em seus nadadores e cederem o seu espaço.

A minha amiga irmã Flávia Giolo de Carvalho, uma pessoa de caráter único, que me apoiou nos momentos mais difíceis e me puxou a orelha sempre que necessário. Você foi muito especial nessa etapa da minha vida.

Ao colega Bryan por me ajudar nas coletas e tornar esses momentos mais divertidos.

A minha “prima” Ana Paula Almeida, por todas as conversas divertidas e por me dar um presente muito especial.

Meu namorado Marco Carvalho, por entender minha ausência e tornar esse momento mais fácil, pelo apoio e confiança e por todo carinho mesmo a distância.

Aos colegas do Laboratório de Fisiologia do Exercício e Metabolismo (LAFEM), por todo apoio, especialmente a técnica Simone, os colegas Tanes, Igor e Jhony.

Ao Professor Papoti por toda a colaboração e incentivo e seus alunos Ronaldo, Ricardo, Eduardo e Adriano pelo apoio na fisiologia do exercício.

Ao técnico Gilberto, pela ajuda nas análises.

A técnica Valéria do laboratório de imunologia da UNESP, pelo ensinamento e amizade durante o estágio de docência.

As colegas de pós graduação, Grace, Sara e Camilla Avi pelo apoio emocional e acadêmico.

Meus amigos Michelly Vigatto, Juliano Crescente, Elton Fratuci, Aline Souza, Lívia Lopes, Erica Kuba por me incentivarem sempre.

As meninas do apartamento por me receberem muito bem e dividirem seu espaço mesmo com a casa cheia.

A CAPES, pelo auxílio financeiro concedido.

A Deus por iluminar sempre o meu caminho e me dar forças para concluir essa importante etapa.

*“A mente que se abre a uma nova idéia
jamais voltará ao seu tamanho original”.*

Albert Einstein

LISTA DE ABREVIATURAS

AGL	Ácidos graxos livres
AMPc	Adenilato ciclase
CDO	Cisteína dioxigenase
CSAD	Cisteína-ácido sulfinico descarboxilase
DRIs	Dietary Reference Intakes
EROs	Espécie reativa de oxigênio
HOCL	Ácido hipocloroso
IRS	Substratos de insulina
PKC	Proteína cinase C
PKA	Proteína cinase A
PGC1 – α	Coativador de transcrição gênica
PPAR	Proliferador de peroxissomo
TauT	Transportador de taurina

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I

Figura 1. Síntese da taurina 20

Capítulo II

Fígura 1. Diferença individual no nível de lipólise entre o Grupo Taurina e Grupo Placebo. 41

LISTA DE TABELAS

Capítulo II

Tabela 1. Características antropométricas e gasto energético total dos nadadores 39

Tabela 2. Avaliação do consumo diário de energia, macronutrientes e micronutrientes da dieta dos nadadores 40

Tabela 3. Velocidade em metros por segundo e lactato pico desenvolvida no teste de esforço máximo com suplementação de taurina ou placebo 41

Tabela 4. Concentração de glicerol plasmático (Mm/ dL) entre os grupos antes e após a suplementação 41

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	12
1.INTRODUÇÃO GERAL	13
2.OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivo específico	15
CAPÍTULO I	16
1. REVISÃO DE LITERATURA	16
1.1 Natação	16
1.2 Necessidades nutricionais na natação	17
1.3 Taurina	19
1.3.1 Metabolismo da taurina	19
1.3.2 Taurina e exercício	23
1.4 Índice de lipólise	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
CAPÍTULO II	33
Artigo- Efeito da ingestão aguda de taurina sobre o desempenho físico e nível de lipólise em nadadores de elite	33
RESUMO	34
ABSTRACT	35
INTRODUÇÃO	36
METODOLOGIA	37
RESULTADOS	39
DISCUSSÃO	32
CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
ANEXO	51
APÊNDICE	54

RESUMO

A taurina é um aminoácido encontrado em vários tecidos, é derivada do metabolismo da metionina e cisteína. Esse aminoácido apresenta diferentes funções benéficas, entre elas osmoregulação, modulação do cálcio iônico, estabilização da membrana plasmática, desenvolvimento do sistema nervoso, imunomodulação e atividade antioxidante. Além disso, estudos têm demonstrado associação entre taurina, melhora no desempenho físico e acréscimo dos níveis de lipólise, indicando melhora na eficiência metabólica. O pico da permanência máxima de concentração de taurina na circulação é de 120 minutos. Deste modo, o objetivo do presente estudo foi verificar se a suplementação com taurina de forma aguda 120 minutos antes do exercício melhora o desempenho físico e ocasiona um aumento na liberação de lipídeos em nadadores. Para investigar essa proposta foi realizado um estudo duplo cego, com a participação de 10 nadadores de elite do sexo masculino com idade entre 17 e 21 anos, os quais foram submetidos a duas análises de desempenho máximo de 400m em piscina semi-olímpica. Para avaliação do desempenho foi analisado o lactato pico, para os níveis de lipólise foi dosado a concentração sérica de glicerol, e para adequação da alimentação foram aplicados registros alimentares. Observou-se aumento significativo de 24% no nível de lipólise plasmática nos nadadores suplementados com taurina, porém não ocorreram aumento significativo no desempenho físico dos atletas ou alterações na lactacidemia. Concluiu-se que a suplementação aguda de taurina 120 minutos antes de um teste de esforço máximo exerce uma melhora na eficiência metabólica de lipídeos quando associada ao exercício físico, porém estudos crônicos são necessários para verificar a participação desta ação no desempenho físico do atleta.

Palavras Chaves: suplementação, taurina, índice de lipólise, nadadores.

ABSTRACT

Taurine is an amino acid found in various tissues is derived from the metabolism of methionine and cysteine. This amino acid has different beneficial functions, including osmoregulation, modulation of ionic calcium, stabilizing the plasma membrane, nervous system development, immunomodulation and antioxidant activity. Furthermore, studies have shown an association between taurine improves physical performance and increased levels of lipolysis, indicating an improvement in metabolic efficiency. The peak maximum stay concentration of taurine in the circulation is 120 minutes. Thus, the aim of this study was to determine whether supplementation with taurine acutely 120 minutes before exercise improves physical performance and causes an increase in the release of lipids in swimmers. To investigate this proposal a double-blind study was conducted with the participation of 10 elite swimmers male aged 21 years 17e, which were submitted to two analyzes of maximum performance in the 400m semi-Olympic pool. For performance evaluation we analyzed the lactate peak, for the levels of lipolysis was measured in serum glycerol, and the adequacy of nutrition food records were applied. A significant 24% increase in plasma level of lipolysis in swimmers supplemented with taurine, however no significant increase in physical performance of athletes or changes in lactate. It is concluded that acute taurine supplementation 120 minutes before a maximal exercise test carries an improvement in metabolic efficiency of lipids when combined with exercise, but chronic studies are needed to verify the role of this action on the physical performance of the athlete.

Key words: taurine, level of lipolysis, swimmers.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A taurina é um composto nitrogenado intracelular livre, encontrado principalmente no coração, leucócitos, retina, sistema nervoso central, e principalmente no músculo (KIM et al., 2007). Este composto é considerado um aminoácido "semi-essencial" em humanos, uma vez que pode ser sintetizada a partir de outros aminoácidos sulfurados, como metionina e cisteína, associados à vitamina B6. No entanto, a produção endógena é insuficiente, e a taurina deve ser também obtida através da dieta, principalmente em alimentos de origem animal e marinha (SZYMANSKI e WINIARSKA, 2008).

No músculo esquelético, a concentração da taurina é mantida em um nível elevado pelo transportador específico (TAUT) devido à ausência de síntese endógena (RAMAMOORTHY et al., 1994). Em um estudo usando ratos knockout TAUT foi observada a depleção de taurina no músculo esquelético assim como em outros órgãos, sugerindo estreita relação entre o conteúdo de taurina no tecido e o desempenho físico (ITO et al., 2008; WARSKULAT et al., 2004)

A suplementação aguda de taurina antes da realização do exercício produz um aumento significativo na oxidação de gordura corporal, sugerindo que a taurina possa melhorar a utilização de substratos energéticos distintos durante o esforço físico (RUTHERFORD et al., 2010).

No estudo de Ghandforoush-Sattari et al. (2010), examinaram o tempo de permanência plasmática de taurina após uma dose aguda em indivíduos saudáveis e constatou que o pico máximo da permanência de taurina na circulação é de 60 à 120 minutos e após este período inicia seu decréscimo.

Apesar das evidências destacadas, não foram encontrados na literatura estudos que avaliaram o efeito da suplementação de taurina 120 minutos após o seu consumo, momento de pico de permanência de taurina plasmática, sobre o desempenho de atletas bem como, oxidação de substratos lipídicos.

Assim, acredita-se que o presente estudo favorecerá uma melhora nos níveis de lipólise e aumento no desempenho físico em nadadores.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito agudo da suplementação de taurina sobre o desempenho físico em nadadores.

2.2 Objetivo específico

- Avaliar o nível de lipólise antes e após a suplementação de taurina.
- Avaliar ingestão alimentar.
- Avaliar a concentração de lactato após esforço de 400 metros.

Capítulo 1

1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Natação

A natação já era praticada desde a antiguidade, pelas comunidades primitivas onde os homens nadavam para fugir dos perigos, para garantir a sobrevivência e até mesmo de forma lúdica. Com o passar dos séculos o homem evoluiu e a natação também. (VIEIRA e FREITAS, 2006).

De forma geral a natação é descrita como a atividade física mais completa, pois utiliza os membros superiores e inferiores e recruta o lado esquerdo e direito de forma equilibrada. Além de trabalhar tanto o sistema musculoesquelético quanto os sistemas cardiovascular e respiratório (MOCHIDA e CESAR, 2010).

O esforço realizado pelos nadadores tem como referência a duração das provas, sendo importante que a orientação do treino leve em conta o tipo de metabolismo predominante (MAGLISCHO, 2010). A prova de 400 metros depende predominantemente do metabolismo aeróbio e de modo menos significativo dos metabolismos anaeróbio láctico e aláctico (TRAPPE, 1997).

Entende-se como exercício aeróbio aquele realizado na intensidade na qual predomina a via metabólica aeróbia, acima dessa intensidade ocorre uma

complementação metabólica pela via anaeróbia com a produção de lactato, sendo este momento nomeado limiar anaeróbio (WASSERMAN et al, 1964).

Teoricamente os seres humanos por serem terrestres não exercem a natação de forma primordial, porém diferentes estratégias como a busca pelo aperfeiçoamento técnico e alimentação adequada podem melhorar a propulsão, aperfeiçoando o atleta de natação (COLWIN, 2000).

1.2 Necessidades nutricionais na Natação

O aporte nutricional adequado é essencial para o desempenho de nadadores visto que esforço físico realizado durante os treinos é intenso. A água exerce grande resistência para o atleta e desafia-o a ajustar sua respiração e utilizar os membros com a finalidade de impulsionar seu corpo (COLWIN, 2000).

Para o bom desempenho do nadador assim como em outras modalidades esportivas requer um estoque de glicogênio adequado, que garanta a utilização de carboidratos e lipídios como fonte de energia durante o exercício evitando a degradação protéica. (McARDLE et al, 1999).

A recomendação diária de carboidratos entre 60 a 70% dos valores energéticos da dieta seria suficiente para suprir a demanda metabólica do treinamento esportivo. Para a otimização e recuperação muscular o recomendado é que a ingestão de carboidratos alcance entre 5 e 8g/kg de peso/dia (HERNADEZ & NAHAS, 2009; RODRIGUEZ et al., 2009). Durante os treinos de natação essa necessidade pode chegar até 10g/kg de peso/dia para recuperação do glicogênio muscular (SOARES e GUERRA, 2010).

A necessidade protéica para atletas que praticam exercícios de resistência, a recomendação é de 1,2 a 1,6 g/kg de peso por dia, advindas de alimentos, salvo em situações que haja necessidade do uso de suplementação (HERNADEZ e NAHAS, 2009; RODRIGUEZ et al., 2009).

Quanto aos lipídeos, às recomendações para atletas são semelhantes à população adulta saudável, sendo 1g/kg de peso por dia, equivalente a 20-30% do valor energético total da dieta (HERNADEZ e NAHAS, 2009; RODRIGUEZ et al, 2009).

Cada vez mais se torna evidente a importância das estratégias nutricionais para o aumento da *performance* e melhora na recuperação dos atletas (Jeukendrup, 2005), assim como o uso de suplementos ou nutrientes específicos como a taurina, que estrategicamente podem ser importantes recursos para favorecer o desempenho dos atletas (BUELL, 2013).

No estudo de Nóbrega (2013), avaliou-se o efeito crônico da suplementação de 3 gramas de taurina ou placebo sobre o desempenho físico de nadadores durante 8 semanas e foi evidenciado uma melhora no sistema anaeróbio pelo fato dos atletas suplementados com taurina terem suportado níveis de concentração de lactato maiores quando comparado ao grupo que recebeu placebo. Neste mesmo estudo, constatou-se que a suplementação de taurina aumentou em trinta e cinco vezes o nível de concentração de taurina sérica (NÓBREGA, 2013).

1.3 Taurina

1.3.1 Metabolismo da Taurina

A Taurina é um β -aminoácido não utilizado para a síntese protéica, encontrado livremente no líquido intracelular e está entre os aminoácidos livres mais abundantes nos leucócitos, cérebro, músculo esquelético, retina e coração, participando em múltiplas ações fisiológicas (SHULER-LEVIS E PARK, 2003).

É considerado um aminoácido condicionalmente indispensável para o homem, podendo ser obtido diretamente pela dieta por meio do consumo de peixes e frutos do mar ou pela sua biossíntese mediante os aminoácidos precursores metionina e cisteína (LOURENÇO, 2002; HUXTABLE, 1992).

Sua síntese ocorre através de diversas reações enzimáticas de oxidação e transulfuração que envolve a presença de várias enzimas, entre elas a enzima a cisteína dioxigenase (CDO), a qual promove a oxidação de cisteína a cisteína ácido sulfínico que posteriormente é descarboxilada pela enzima cisteína-ácido sulfínico descarboxilase (CSAD) e convertida a taurina (Figura 1). Essas reações dependem da participação da vitamina B6 (piridoxina) como cofator (GANONG, 1993).

Outra via para a síntese de taurina, mas menos significativa é através da quebra da coenzima A resultando na cisteamina que será oxidada em hipotaurina pela enzima cisteamina dioxigenase e posteriormente resultando em taurina (DOMINY et al 2007).

A principal síntese de taurina ocorre no fígado e sistema nervoso central, pois nesses tecidos há a maior produção das principais enzimas

envolvidas no metabolismo da taurina, porém, essas enzimas já foram encontradas em outros tecidos como no tecido adiposo branco, rins e testículos, sugerindo outros locais na síntese de taurina (BOUCKNOOGHE, REMACLE, REUSENS; 2006).

A concentração plasmática de taurina varia de 5 a 50 mM, sendo que nos tecidos metabolicamente mais ativos a concentração é maior, no tecido muscular sua concentração chega a 70% do teor total de taurina corporal (HUXTABE, 1992).

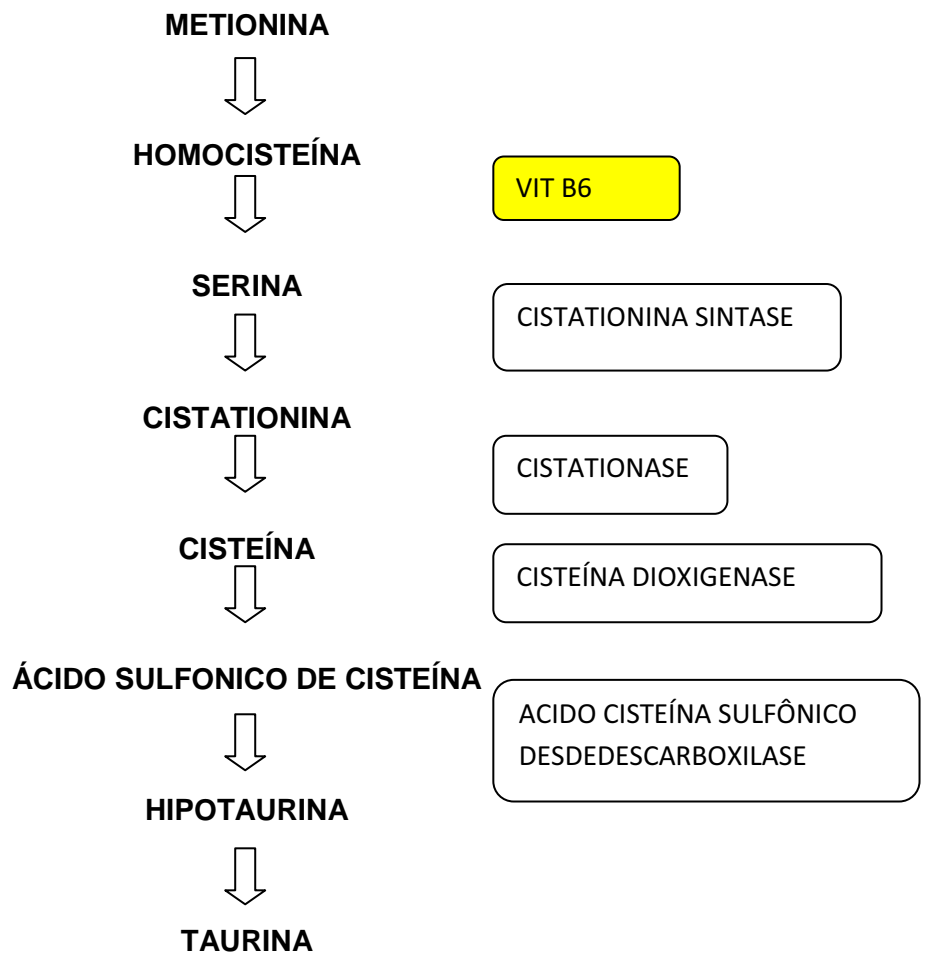


Figura 1. Síntese da taurina- adaptado de Lourenço & Camilo, 2002.

O transporte da taurina depende do transportador TauT ou PAT I, e é modulado pelas enzimas proteína cinase C (PKC) a qual inibe o transporte e a enzima cinase A (PKA), que estimula ou inibe o transporte dependendo do tecido, ambas são enzimas sensíveis a concentração de cálcio celular (HAN et al, 2006; LAMBERT, 2014). Sua absorção é mediada por íons sódio e cloro, ocorrendo no trato gastrointestinal, em especial no intestino delgado, e de maneira mais lenta no intestino grosso (TOMEI, 2003).

Nos seres humanos, a atividade das enzimas necessárias para a síntese desse aminoácido é baixa quando comparado a outros mamíferos o que torna esse aminoácido semi-essencial, e essencial durante o desenvolvimento fetal, fazendo-se necessário sua obtenção via alimentação (CHESNEY, 1990). A baixa concentração de taurina plásmatica no lactente tem sido associada a comprometimento no desenvolvimento mental (HEIRD 2004).

A deficiência geral de taurina está relacionada com diversas patologias, como degeneração da retina, retardo de crescimento, cardiomiopatia, principalmente quando ocorre a privação desse aminoácido durante a fase de desenvolvimento (CHESNEY, 1990).

A Taurina tem sido utilizada clinicamente em diversos tratamentos como doenças cardiovasculares, hipercolesterolemia, epilepsia, doenças hepáticas, alcoolismo, doença de Alzheimer e outras desordens degenerativas (STURMAN, 1993). Além de ser relatada por outras funções benéficas na saúde tais como efeito antioxidante (SCHAFFER et al. 2009), melhora da hiperglicemia e resistência a insulina em ratos (TSUBOYAMA- KASAOKA et al, 2006), e diminuição de depósitos de gordura em ratos (NARDELI et al,

2011), prevenção na obesidade (TSUBOYAMA – KASAOKA et al, 2006) e aumento do desempenho físico (ZHANG, 2004).

Esse aminoácido tem sido considerado um potente antioxidante, estando relacionado com o seu poder em neutralizar o ácido hipocloroso (HOCL), um composto altamente oxidante em hipotaurina que está relacionado com a regulação de células próinflamatórias do sistema imune (SCHULLER-LEVIS, 2004). E também diminui a formação dos radicais livres na cadeia respiratória (BALKAN et al, 2001).

Devi et al, (2009), estudaram o efeito de detoxificação da taurina em ratos submetidos ao consumo de 6g /kg/dia de álcool. Os animais receberam água adicionada de taurina a 2% e foi verificado redução da atividade das enzimas álcool e aldeído desidrogenase, minimizando o dano hepático proveniente da ingestão alcoólica.

Em uma revisão de De La Puerta et al (2010) mostram a importância da taurina no diabetes, através dos efeitos benéficos na atividade antioxidante, melhora na inflamação, ação osmoregulatória e efeitos na homeostase da glicose. (De LA PUERTA et al, 2010).

A taurina se mostrou preventiva na progressão de nefropatia diabética, em ratos com Diabetes tipo 2, possivelmente por sua ação antioxidante, através da recuperação dos néfrons e diminuição na expressão do Fator de Crescimento do Endotélio Vascular (KOH et al, 2014).

No estudo de Vettorazzi (2014), foi verificado que a taurina potencializa a ação da insulina no fígado e músculo de camundongos, através da fosforilação de substratos de insulina (IRS) e ativação da cascata de insulina favorecendo a captação de glicose.

No estudo Tsuboyama-Kasaoka et al (2006), ratos obesos foram suplementados com taurina e foi verificado um aumento dos níveis do fator coativador de transcrição gênica de PGC-1 α e receptores ativados por proliferador de peroxissomo (PPAR), ligados diretamente ao aumento do gasto energético e biogênese mitocondrial. E também foi observado diminuição no tamanho dos adipócitos através de corte histológico, sugerindo que a taurina seja promissora no tratamento da obesidade.

Corroborando com os resultados do estudo anterior, Cao et al (2014) suplementaram ratos obesos com 0,2 g/kg de taurina por 5 semanas e verificaram que a taurina diminuiu de forma significativa o peso corporal, TG e LDL, reverteu danos hepáticos, aumentou do gasto calórico e melhorou o metabolismo lipídico, indicando que a taurina tenha efeito antiobesogênico.

Diante do exposto acima, observa-se que diversos são os estudos que mostram efeitos benéficos com o uso da taurina na saúde humana.

1.3.2 Taurina e exercício

Tem sido observada na literatura a ação da taurina na homeostase do cálcio, micronutriente importante na contração muscular (SCHAFFER, 2010). A taurina aumenta a liberação do cálcio pelo retículo sarcoplasmático resultando no aumento da sensibilidade do filamento contrátil o que favorece a contração muscular (BAKKER e BERG, 2002).

No estudo de Geib et al (1994), foi oferecido 500 ml de bebida energética contendo taurina para 10 atletas de endurance e foi realizado um teste incremental em cicloergômetro, submáximo a 70% do VO₂ máx. Constatou-se aumento significativo no tempo de exaustão, diminuição da

produção de catecolaminas e melhora no desempenho físico, atribuindo esses resultados a economia cardíaca e o efeito inotrópico positivo da taurina, possivelmente isso ocorra em função do aumento da concentração de cálcio nas proteínas contráteis.

Estudos mostram que o conteúdo de taurina no músculo esquelético difere-se em relação ao tipo de fibra muscular, sendo maior em fibras lentas (tipo I) do que em fibras de contração rápidas (tipo 2) (ISHIKURA et al, 2011).

Zhang et al (2004) suplementaram atletas de ciclismo por sete dias, e verificaram que a taurina aumentou significativamente o consumo máximo de oxigênio (VO_2 max) e aumento no tempo de exaustão e atribuíram a melhora no desempenho dos atletas à capacidade antioxidante da taurina, pois é sabido que a fadiga muscular coincide com o aumento de espécies reativas de oxigênio (EROs), e houve diminuição nos danos do DNA sugerindo que a taurina possa atenuar o aumento de EROs devido as suas propriedades de proteção celular.

No estudo de Balshaw et al (2012), um estudo duplo- cego randomizado, investigaram o efeito da ingestão aguda de 1g de taurina em corredores 2 horas antes de um teste de 3 km e foi verificado aumento significativo no desempenho desses atletas.

Além disso, Rutherford et al (2010), demonstraram que a suplementação aguda de 1,66g de taurina diluída em uma bebida de baixa caloria, uma hora antes da realização do exercício prolongado em atletas de ciclismo resultou em um aumento de 16% na oxidação de gordura corporal quando comparado com o grupo placebo, indicando que a taurina tenha melhorado a utilização de

gordura como substrato energético durante o esforço através da ativação da Adenilato ciclase, e AMPc, importantes cofatores no aumento da lipólise.

Portanto observam-se relatos na literatura que sustentam a hipótese de que o uso da suplementação de taurina atue como efeito aditivo em associação ao exercício físico, causando modificações fisiológicas que possam contribuir com o desempenho físico de atletas em diferentes modalidades esportivas.

1.4 Índice de lipólise

O tecido adiposo é o principal fornecedor de moléculas de ácidos graxos. Esse fornecimento é regulado pelo hormônio lipase sensível, que estimula a liberação dos ácidos graxos dos adipócitos para a circulação, onde esses ácidos graxos ligam-se a albumina plasmática para serem transportados na forma ácidos graxos livres (AGL) até os tecidos ativos (MCARDLE, 1999).

Durante o exercício ocorre um aumento na concentração de ácidos graxos plasmáticos, dependente da lipólise ou reesterificação em triacilglicerol no tecido adiposo, o que torna os lipídeos circulantes um índice da taxa de lipólise. O glicerol que advém deste mecanismo de lipólise é o principal indicador do índice de lipólise quando comparado à concentração total de ácidos graxos circulantes, pelo fato de não participar do processo de reesterificação do lipídeo no tecido adiposo e sim captado pelo fígado.

O tecido adiposo não tem a enzima glicerol quinase necessário para a metabolização do glicerol, com isso o glicerol será utilizado na via glicolítica ou na neoglicogênese (MAUGHAN, 2004). Em adultos saudáveis, os níveis séricos de glicerol em repouso variam de 0,02 a 0,27 mM/dl (Mc Cabe, 2001).

O aumento do índice de lipólise durante o exercício físico se mostra um importante mecanismo sobre o substrato energético predominante usado pelo

atleta, pois a melhoria deste mecanismo mostra uma atuação direta sobre o desempenho físico, por conta do uso reduzido do glicogênio muscular, instalando-se assim um mecanismo poupador de reservas energéticas imediatas. (CARTER et al, 2002).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAKKER, A.; BERG, H. Effect of taurine on sarcoplasmic reticulum function and force in skinned fast-twitch skeletal muscle fibres of the rat. *J Physiol.* n.538, v.1-2, p.185- 194, 2002.

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.* v.20 n.5 p. 251-4. 2001.

BALSHAW, T.G.; BAMPOURAS, T.M.; BARRY, T.J.; SPARKS SA. The effect of acute taurine ingestion on 3-km running performance in trained middle-distance runners. *Amino Acids.*v. 44, p.555–561, 2013.

BIESEK S, ALVES L A, GUERRA I. Estratégias de nutrição e suplementação no esporte. 2. ed. rev. e ampl. Barueri, SP: Manole, 2010.

BOUCKENOOGHE T, REMACLE C, REUSENS B. Is taurine a functional nutrient? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* Nov. v.9 n.6 p.728-33. 2006.

CAO, P.J.; JIN, Y.; J, L.I.; ME.; ZHOU, R.; YANG, M.Z. PGC-1 α may associated with the anti-obesity effect of taurine on rats induced by arcuate nucleus lesion. *Nutr Neurosci.* 2014 Sep 11.

CARTER, H.; PRINGLE, J.S.; JONES, A.M. & DOUST, J.H. Oxygen uptake kinetics during treadmill across exercise intensity domains. *Eur. J. Appl. Physiol.*, v. 86, p. 347- 354, 2002.

CARDUCI, C.; BIRARELLI, M.; LEUZZI, V.; SANTAGATA, G.; SERAFINI, P.; ANTONOZZI, I. Automated method for the measurement of amino acids in urine by high-performance liquid chromatography. *J Chromatogr A.* v. 1-2, n.729, p.173-80, 1996.

CHESNEY, R.W.; ZELIKOVIC, I.; JONES, D.P. The renal transport of taurine and the regulation of renal sodium-chloride-dependent transporter activity. *PediatrNephrol*, v.4 p.399, 1990.

CONCEIÇÃO, A.; SILVA, A.J.; BARBOSA, T.; KARSAI, I.; LOURO, H. Neuromuscular fatigue during 200 m breaststroke. *J Sports Sci Med.* v.13, n.1, p.200-10, 2014.

- COLWIN, C.M. Nadando para o século XXI. São Paulo: Manole. 2000.
- COSTILL DL; KOVALESKI J, PORTER D, KIRWAN J, FIELDING R, KING D. Energy expenditure during front crawl swimming: Predicting success in middle-distance events. *Int.J Sports Med.* v.6, p. 266-270, 1985.
- DAVISON, A.; KACZMAREK, L. Taurine-a possible neurotransmitter? *Nature.* n 234, p.107-108, 1971.
- DEVI SL, V.I.; SWANATHAN, P.; ANURADHA, C.V. Taurine enhances the metabolism and detoxification of ethanol and prevents hepatic fibrosis in rats treated with iron and alcohol. *Environ Toxicol Pharmacol.* 2009 Jan;27(1):120-6. doi: 10.1016/j.etap.2008.09.004. Epub 2008 Sep 23. 2008.
- DE LA PUERTA, C.; ARRIETA, F.J.; Balsa, J.A.; BOTELLA-CARRETERO, J.I.; ZAMARRÓN, I.; VÁZQUEZ, C. Taurine and glucose metabolism: a review. *Nutr Hosp.* v 6 n25 p. 910-9. 2010.
- DOMINY, J.E. JR, SIMMONS, C.R.; HIRSCHBERGER, L.L.; HWANG, J., COLOSO, R.M. & STIPANUK, M.H. Discovery and characterization of a second mammalian thiol dioxygenase, cysteamine dioxygenase. *J Biol Chem.* v.282 p.25189–25198. 2007.
- FREITAS, A.; VIEIRA, S. O que é natação: História, Regras, Curiosidades.
- GANONG, W.F. *Fisiologia Médica.* 17.ed. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil,1993.
- GEIB, K.R. *et al.* The effect of a taurine-containing drink on performance in 10 endurance athletes. *Amino Acids,* v.7, p.45-46, 1994.
- GHANDFOROUSH-SATTARI, M.; MASHAYEKHI, S.; KRISHNA,C.V.; THOMPSON, J.P.; ROUTLEDGE P.A. Pharmacokinetics of Oral Taurine in Healthy Volunteers. *J Amino Acids.* 2010.
- GORDON, R.; HELLER, R. Taurine protection of lungs in hamster models of oxidant injury: a morphologic time study of paraquat and bleomycin treatment. *Adv Exp Med Biol.* n. 315, p. 319-328, 1992.
- HAN, X., PATTERS, A.B., JONES, D.P., ZELIKOVIC, I. & CHESNEY, R.W. The taurine transporter: mechanisms of regulation. *Acta Physiol* n.187, 61–73. 2006.
- HEIRD, W.C. Taurine in neonatal nutrition–revisited. *Arch Dis Child Fetal Neonatal* Ed 89, p.473–F474. 2004.

HERNANDEZ A J, NAHAS R M. Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 43-56, 2009.

HUXTABLE, R. Physiokogical action of taurine. In, the American Physiological Society, USA, v. 72, p. 101-163, 1992.

HUXTABLE, R.; BRESSLER, R. Effect of taurine on a muscle intracellular membrane. *Biochim. biophys. Acta*, v. 323, p. 573-583, 1973.

ITO, T.; KIMURA, Y.; UOZUMI, Y.; TAKAI, M.; MURAOKA, S.; MATSUDA, T.; UEKI, K.; YOSHIYAMA, M.; IKAWA, M.; OKABE, M.; SCHAFFER, S.; FUJIO, Y.; AZUMA, J. Taurine depletion caused by knocking out the taurine transporter gene leads to cardiomyopathy with cardiac atrophy. *J Mol Cell Cardiol*, v.5, n. 44, p. 927-937, 2008.

JEUKENDRUP, A. E.; JENTJENS, R. L.; MOSELEY, L. Nutritional considerations in triathlon. *Sports medicine*. n.35, p.163-181. 2005.

ISHIKURA, K.; MIYAZAKI, T.; NAKAMURA, Y.; MATSUZAKA, T.; MIYAKAWA, S.; OHMORI H.. Effect of Taurine Supplementation on the Alterations in Amino Acid Content in Skeletal Muscle with Exercise in Rat. *J Sports Sci Med*. v.10, n.2, p.306–314. 2011.

KIM, S.J.; GUPTA, R.C.; LEE, H.W. Taurine-diabetes interaction: from involvement to Protection. *Curr. Diabetes Rev*. v. 3, n.3, p. 165-175, 2007.
KURIYAMA, K. Taurine as a neuromodulator. *Fed Proc*. v.9, n.39, p. 2680-2684, 1980.

KOH, J.H.; LEE, E.S.; HYUN, M.; KIM, H.M.; CHOI, Y.J.; LEE, E.Y.; YADAV, D.; CHUNG, C.H. Taurine alleviates the progression of diabetic nephropathy in type 2 diabetic rat model. *Int J Endocrinol*. 2014;2014:397307. doi: 10.1155/2014/397307. Epub 2014 Feb 23.

LOURENÇO, R.; CAMILO, M.E. Taurine: a conditionally essential amino acid in humans? An overview in health and disease. *Nutr Hosp*. v.17, p.262-70.2002.

MADER, A.; LIESEN, H.; HECK, H.; PHILIPPI, H.; ROST, R.; SCHARCH, P.A. et al. Zur beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im labor. *Sportarzt Sportmed*. v 27, n 1, p. 80-88. 1976.

MAGLISCHO, E.W. *Nadando mais rápido possível*. 3.ed. Barueri, SP: Manole, 2010.

McARDLE, W.D.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. "Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano". 3.ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan.1999.

MOCHIDA, L.Y; CESAR, G.M. Capítulo 2 :Demandas anatômicas das atividades aquática. Natação e atividades aquáticas ,Barueri, SP manole, 2010.

MERO, A.A.; HIRVONEN, P.; SAARELA, J.; HULMI, J.J.; HOFFMAN, J.R.; STOUT, J.R. Effect of sodium bicarbonate and beta-alanine supplementation on maximal sprint swimming. J Int Soc Sports Nutr. v.11, n.10 p. 52- 55, 2013.

MIYAZAKI, T.; MATSUKAZI, Y; IKEGAMI, T.; MIYAKAWA S.; DOY, M.; TANAKA, N.; BOUSCAREL, B. The harmful of exercise on reducing taurine concentration in the tissues of rats treated with CCL4 administration. J Gastroenterol. v.39, n.6, p. 557-62, 2004.

NARDELLI, T.R.; RIBEIRO R.A.; BALBO, S.L.; VANZELA, E.C.; CARNEIRO. E.M.; BOSCHERO, A.C.; BONFLEUR, M.L. Taurine prevents fat deposition and ameliorates plasma lipid profile in monosodium glutamate-obese rats. Amino Acids. Oct; n 4 v 41 p. 901-8.Epub 2010.

NÓBREGA, P.N. Efeito da suplementação de taurina na oxidação de substratos energéticos e no desempenho de nadadores. 2013, 63 pág. Dissertação. Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" departamento de alimentos e nutrição.

PASANTES-MORALES, H.; WRIGHT, C.; GAULL, G. Taurine protection of lymphoblastoid cells from iron-ascorbate induced damage. Biochem Pharmacol. v.12, n.34, p. 2205-2207, 1985.

RAMAMOORTHY, S.; LEIBACH, F.H.; MAHESH, V.B.; HAN, H.; YANG-FENG, T.; R D BLAKELY, R.D.; GANAPATHY, V. Functional characterization and chromosomal localization of a cloned taurine transporter from human placenta. Biochem J. p. 893-900, 1994.

RODRÍGUEZ FA. Maximal oxygen uptake and cardiorespiratory response to maximal 400-m free swimming, running and cycling tests in competitive swimmers. J Sports Med Phys Fitness. v.40, n.2, p.87-95, 2000.

RUTHERFORD, J.; SPRIET, L.; STELLINGWERFF, T. The effect of acute taurine ingestion on endurance performance and metabolism in well-trained cyclists. *International. Int J Sport Nutr Exerc Metab.* v. 4, n. 20, p. 322-329, 2010.

SCHAFFER, S.W.; AZUMA, J. & MOZAFFARI, M. 2009. Role of antioxidant activity of taurine in diabetes. *Can J Physiol Pharmacol* 87, 91–99.

SCHAFFER, S.W., JONG, C.J., RAMILA, K.C. & AZUMA, J. Physiological roles of taurine in heart and muscle. *J Biomed Sci* 17(Suppl 1), S2. 2010.

SCHULLER-LEVIS, G.B. & PARK, E. Taurine: new implications for an old amino acid. *FEMS Microbiology Letters*, v. 226, p.195-202, 2003.

SJOVALL, J. Dietary glycine and taurine on bile acid conjugation in man; bile acids and steroids 75. *Proc Soc Exp Biol Med.* v.100, p. 676-678, 1959.

STURMAN, J. A. Taurine in development. *Phys Rev*, v.73, p.119- 147, 1993

SZYMANSKI K, WINIARSKA K. Taurine and its potential therapeutic application. *Postepy. Hig. Med. Dosw.* On line. v.62, p. 75-86, 2008.

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.*, v 26 p. 899–901. 2003.

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.

THURSTON, J.; HAUHART, R; DIRGO, J. Taurine: a role in osmotic regulation of mammalian brain and possible clinical significance. *Life Sci.* v.19, n.12, p.1561-1568, 1980.

TRAPPE, T. A.; GASTALDELLI, A.; JOZSI, A. C.; TROUP, J. P.; WOLFE, R. R. Energy expenditure of swimmers during high volume training. *Med Sci Sports Exerc.* v. 7, n. 29, p. 950-954, 1997.

VETTORAZZI, J.F; RIBEIRO, R.A.; SANTOS-SILVA, J.C.; BORCK, P.C.; BATISTA, .; T.M.; NARDELLI, T.R; BOSCHERO, A.C.; CARNEIRO, E.M. Taurine supplementation increases K(ATP) channel protein content, improving Ca²⁺ handling and insulin secretion in islets from malnourished mice fed on a high-fat diet.

YANNIS, P.; SMITH, I. Increased fat availability enhances the capacity of trained individuals to perform prolonged exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v.31, n. 11, p. 1570-1579, 1999.

ZHANG, M.; BI, L.F.; FANG, J.H.; SU, X.L.; DA, G.L.; KUWAMORI, T. et al. Beneficial effects of taurine on serum lipids in overweight or obese non-diabetic subjects. *Amino Acids*. v.26, n. 8, p. 267–271, 2004.

WARSKULAT, U.; FLÖGEL, U.; JACOBY, C.; HARTWIG, H.G.; THEWISSEN, M.; MERX, M.W.; MOLOJAVYI, A.; HELLER-STILB, B.; SCHRADER, J.; HÄUSSINGER, D. Taurine transporter knockout depletes muscle taurine levels and results in severe skeletal muscle impairment but leaves cardiac function uncompromised. *FASEB J.* v. 3, n. 18, p. 577-579, 2004.

WASSERMAN K, MCILROY MB. Detecting the Threshold of Anaerobic Metabolism in Cardiac Patients during Exercise. *Am J Cardiol.* v.14, p. 844-852, 1964.

Capítulo 2

Artigo: Efeito da ingestão aguda de taurina sobre o desempenho físico e nível de lipólise em nadadores de elite.

Autores: Carla Cristina Dato¹, Flávia Giolo De Carvalho¹, Ronaldo Bucken Gobbi², Marcelo Papoti³, Júlio Sérgio Marchini⁴, Adelino Sanchez Ramos da Silva³, Ellen Cristini de Freitas³.

Afiliação:

¹Faculdade de Ciências Farmacêuticas - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – FCF UNESP/Araraquara-SP, Brasil.

² Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – IB UNESP/Rio Claro-SP, Brasil.

³Escola de Educação Física e Esportes de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto- SP, Brasil.

⁴Departamento de Clínica Médica, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo – FMRP/USP- Ribeirão Preto - SP, Brasil.

RESUMO

A taurina é um aminoácido encontrado em vários tecidos, é derivada do metabolismo da metionina e cisteína. Esse aminoácido apresenta diferentes funções benéficas, entre elas osmoregulação, modulação do cálcio iônico, estabilização da membrana plasmática. Além disso, estudos têm demonstrado associação entre taurina, melhora no desempenho físico e acréscimo dos níveis de lipólise, indicando melhora na eficiência metabólica. O pico da permanência máxima de concentração de taurina na circulação é de 120 minutos. Deste modo, o objetivo do presente estudo foi verificar se a suplementação com taurina de forma aguda 120 minutos antes do exercício melhora o desempenho físico ocasiona um aumento na liberação de lipídeos em nadadores. Foi realizado um estudo duplo cego, com a participação de 10 nadadores do sexo masculino com idade entre 17 e 21 anos, os quais foram submetidos a duas análises de desempenho máximo de 400m. Foram realizadas avaliações de lactato pico, glicérol sérico, ingestão dietética (recordatório de 24 horas). Observou-se aumento significativo de 24% no nível de lipólise plasmática nos nadadores suplementados com taurina, porém não ocorreram aumento significativo no desempenho físico dos atletas ou alterações na lactacidemia. Concluí-se que a suplementação aguda de taurina 120 minutos antes de um teste de esforço máximo exerce uma melhora na eficiência metabólica de lipídeos quando associada ao exercício físico, porém estudos crônicos são necessários para verificar a participação desta ação no desempenho físico do atleta.

Palavras Chaves: suplementação, taurina, nível de lipólise, nadadores.

ABSTRACT

Taurine is an amino acid found in various tissues is derived from the metabolism of methionine and cysteine. This amino acid has different beneficial functions, including osmoregulation, modulation of ionic calcium, stabilizing the plasma membrane. Furthermore, studies have shown an association between taurine improves physical performance and increased levels of lipolysis, indicating an improvement in metabolic efficiency. The peak maximum stay concentration of taurine in the circulation is 120 minutes. Thus, the aim of this study was to determine whether supplementation with taurine acutely 120 minutes before exercise improves physical performance causes an increased release of lipids in swimmers. A double-blind study involving 10 male swimmers aged 21 years 17e, which were submitted to two analyzes of maximum performance 400m was realized. Ratings peak lactate, serum glycerol, dietary intake (24 hours recall) were performed. A significant 24% increase in plasma level of lipolysis in swimmers supplemented with taurine, however no significant increase in physical performance of athletes or changes in lactate. It is concluded that acute taurine supplementation 120 minutes before a maximal exercise test carries an improvement in metabolic efficiency of lipids when combined with exercise, but chronic studies are needed to verify the role of this action on the physical performance of the athlete.

Key words: taurine, level of lipolysis, swimmers.

INTRODUÇÃO

A taurina é um composto nitrogenado intracelular livre, encontrado principalmente no coração, leucócitos, retina, sistema nervoso central, e principalmente no músculo (KIM et al., 2007). Este composto é considerado um aminoácido "semi-essencial" em humanos, uma vez que pode ser sintetizado a partir de outros aminoácidos sulfurados, como metionina e cisteína, associados à vitamina B6. No entanto, a produção endógena é insuficiente, e a taurina deve ser também obtida através da dieta, principalmente em alimentos de origem animal e marinho (SZYMANSKI & WINIARSKA, 2008).

Estudos prévios tem descrito diferentes funções fisiológicas da taurina entre elas osmorregulação (THURSTON et al., 1980), desintoxicação (HUSTABLE, 1992), modulação do cálcio iônico (BAKKER & BERG, 2002; HUSTABLE & BRESSLER, 1973), estabilização da membrana plasmática (PASANTES-MORALES et al., 1985), conjugação dos ácidos biliares (SJOVALL, 1959), desenvolvimento do sistema nervoso central e da retina, neurotransmissor inibitório (DAVISON e KACZMAREK, 1971; HUXTABLE, 1992) imunomodulação e atividade antioxidante, diminuição da formação do ácido hipocloroso (HOCl-) na eclosão fagocitária e, também, possível modulação das citocinas pró-inflamatórias (GORDON & HELLER, 1992).

No músculo esquelético, a concentração da taurina é mantida em um nível elevado pelo transportador específico (TAUT) devido à ausência de síntese endógena (RAMAMOORTHY et al., 1994). Em um estudo usando ratos knockout TAUT foi observada a depleção de taurina no músculo esquelético assim como em outros órgãos, com isso sugeriu-se a estreita relação entre o conteúdo de taurina no tecido e o desempenho físico, ocorrendo provavelmente devido à deficiência exógena do transporte de taurina, o que causou uma forte redução no desempenho geral durante o exercício (ITO et al., 2008; WARSKULAT et al., 2004)

Estudos mostram que o conteúdo de taurina no músculo esquelético difere-se em relação ao tipo de fibra muscular, podendo, de acordo com o tipo de fibra, apresentar um efeito fisiológico significativo na função esquelética muscular (KEISUKE et al, 2011).

Além disso, Rutherford et al. (2010) demonstraram que a suplementação aguda de taurina antes da realização do exercício produz um aumento significativo na oxidação de gordura corporal, sugerindo que a taurina possa melhorar a utilização de substratos lipídicos durante o esforço físico.

No estudo de Ghandforoush-Sattari et al. (2010), examinaram o tempo de permanência plasmática de taurina após uma dose aguda em indivíduos saudáveis e constatou que o pico máximo da permanência de taurina na circulação é de 60 à 120 minutos e após este período inicia seu decréscimo.

Cada vez mais é evidente a importância da utilização de estratégias nutricionais que favoreçam o desempenho e a recuperação dos atletas, assim como o uso de suplementos ou nutrientes específicos, como a taurina citada acima (JENKENDRUP & BURKE, 2005). Apesar das evidências destacadas, não foram encontrados na literatura estudos que avaliaram o efeito da suplementação de taurina 120 minutos após o seu consumo, momento de pico de concentração plasmática sobre a oxidação de substratos lipídicos e o desempenho de atletas.

Desta forma, acredita-se que o uso da taurina de forma aguda melhore o desempenho físico e promova um aumento na oxidação das gorduras em atletas nadadores. Deste modo, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da suplementação de taurina sobre o desempenho físico e após 120 minutos de sua administração.

METODOLOGIA

Indivíduos

Participaram deste estudo 10 atletas de natação com idade entre 16 e 22 anos, envolvidos em rotina de treinamento físico, com média de 15 horas semanais, há no mínimo com três anos ininterruptos de treinamento de natação, sem história de doença crônica.

O estudo foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética da Escola de Educação Física de Esportes de Ribeirão Preto, CAEE nº 34881914.5.0000.5659.

Desenho do estudo

Foi realizado um estudo randomizado, duplo cego, *crossover* em que os voluntários receberam 6 gramas de taurina ou placebo, em cápsulas, 120 minutos antes de um teste de esforço máximo de 400 metros de natação. Os testes foram realizados em dois momentos, com intervalo de sete dias entre estes, sendo que em um dos momentos os atletas receberam taurina (Grupo TAU) e no outro placebo (Grupo PLA).

Análise da Ingestão Dietética

O inquérito nutricional foi obtido por meio do Registro Alimentar (RA) de três dias. Para a análise dos dados de ingestão dietética foi utilizado o programa Diet Win profissional 2012®.

Foram utilizadas como parâmetros de adequação de macronutrientes e micronutrientes as recomendações da *Dietary Reference Intakes* (DRIs), 2011 – *USDA*.

Glicerol sérico

A dosagem de glicerol circulante foi realizada por método enzimático (glicerol fosfato oxidase), utilizando-se o kit *Glycerol Assay Kit* sigma®, dosado em espectrofotômetro de massa.

Performance máxima de 400 metros

Foram realizadas duas análises de desempenho máximo de 400m, uma administrada com taurina e outra com placebo de forma randomizada. Em ambas as situações foi utilizada uma piscina com dimensões semi-olímpicas, com temperatura de 27°C. Os atletas realizaram um aquecimento padrão para natação elaborado pelo técnico da equipe e a performance foi assumida como a velocidade média de 400 metros.

Lactato

Amostras sanguíneas foram coletadas imediatamente após o aquecimento, no terceiro, quinto e sétimo minutos de recuperação, para a determinação das concentrações pico de lactato (CONCEIÇÃO et al. 2014).

Foram coletados 25µL de sangue do lóbulo da orelha em tubos capilares previamente calibrados e heparinizados. As amostras foram imediatamente depositadas em tubos Eppendorf de 1,5mL contendo 50 µL de Fluoreto de Sódio (NaF-1%), Os homogenados contendo 75µL (25µL + 50 µL) foram analisados em por meio da utilização de lactímetro eletroquímico (Yellow Springs Instruments modelo 1500 Sport, Ohio, USA) (MADER et al, 1976; MEDBØ et al. 2000).

Análise estatística

Os resultados foram expressos em média e erro padrão. Os dados foram analisados através de software SigmaStat 3.1:2005, USA. Foi utilizado ANOVA two way para comparação múltipla de médias, utilizando-se o teste de Holm-Sidak em casos de distribuição não paramétrica. Os dados de lactato pico e velocidade média foram comparados por teste t *student* para dados não pareados; em casos de distribuição não paramétrica da amostra, foi utilizado o teste de Mann-Whitney “Rank Sum”. Foi adotado o nível de significância $p \leq 0,05$.

Resultados

Na Tabela 1 estão descritas as características antropométricas dos nadadores e suas necessidades energéticas e também a partir do coeficiente de atividade física (Coef. AF/Sexo/Idade) referente a indivíduos muito ativos, considerado pela DRI (2005).

Tabela 1. Características antropométricas e gasto energético total dos nadadores (n=10).

Variável	Média
Massa corporal (kg)	75 ± 7
Altura(m)	1.79 ±0,05
IMC (kg/m ²)	23,6 ±2
#### GET(kcal/dia)	3.684,44 ±243,01

GET (DRI, 2005) = 662 – (9,53x Idade) + Coef. AF x (15,91 x Peso + 539,6 x Estatura) atletas acima

Na tabela 2 foi usado Dietary Reference Intakes (DRIs, 2005) como parâmetro de adequação para os grupos de macro e micronutrientes. Observou-se que os atletas atingiram praticamente 100% das recomendações nutricionais das DRIs, entretanto é visto que o consumo de vitamina A, D e de fibras mostraram-se abaixo das necessidades diárias.

Tabela 2. Avaliação do consumo diário de energia, macronutrientes e micronutrientes da dieta dos nadadores (n=10).

	Requerimento	Média de consumo
Energia (Kcal) [§]	3.684	3.448±344
Carboidratos [#] (% VET) ^{&}	45-65	49,87±6
Proteínas [#] (% VET) ^{&}	10-35	20,32±2
Lipídeos [#] (%VET) ^{&}	20-35	28,41±5
Fibras* (g)	38	26,66±5
Cálcio ^{##} (mg)	1100	1.306±491,97
Ferro ^{##} (mg)	7,7	22,46±6,43
Zinco ^{##} (mg)	9,4	21,34±7,31
Potássio [§] (mg)	4700	3.542±615,75
Vitamina C ^{##} (mg)	75	163,20±104,85
Vitamina A ^{##} (µg)	630	523,84±328,21
Vitamina E ^{##} (mg)	12	21,09±10,78
Vitamina D ^{##} (µg)	10	6,10±3,52

[&]VET: Valor Energético Total

[#]AMDR: Acceptable Macronutrient Distribution Ranges

^{##}EAR: Estimated Average Requirements

[§]DRI: Dietary Reference Intake

*RDA: Recommended Dietary Allowances

Não houve diferença estatística na análise de lactacidemia em ambos os grupos (Taurina) e (placebo), assim com a velocidade, onde esses parâmetros não apresentam diferença significativa entre os grupos taurina e placebo. Os resultados estão descritos em média e erro padrão na tabela 3.

Tabela 3 - Velocidade em metros por segundo e lactato pico desenvolvida no teste de esforço máximo com suplementação de taurina ou placebo (n=10).

	Grupo Tau	Grupo PLA
Lactato pico	11,81±1,17	12,25±1,09
Velocidade em mts/seg	1,43±0,03	1,43±0,03

Valores apresentados em média± EP

ns= não significativo

Houve um aumento significativo no nível de lipólise em 24% (grupo taurina) após o exercício, mostrando que a taurina tem um efeito aditivo ao exercício no aumento de lipólise, esses dados são descritos em média e erro padrão na tabela 4. Os valores individuais do aumento de nível de lipólise estão descritos na figura 1.

Tabela 4 - Concentração de glicerol plasmático (Mm/ dL) entre os grupos antes e após a suplementação (n=10).

	Grupo TAU		Grupo PLA	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Glicerol (Mm/dl)	0,75±0,15	1,32± 0,20#*	0,72±0,08	1,13±0,16♦

Valores apresentados em média± EP

♦diferença significativa em relação a Pla Pré (p≤ 0,05)

#diferença significativa em relação a Tau Pré (p≤ 0,05)

*diferença significativa em relação a pós Tau quando comparado a PL pós (p≤ 0,05)

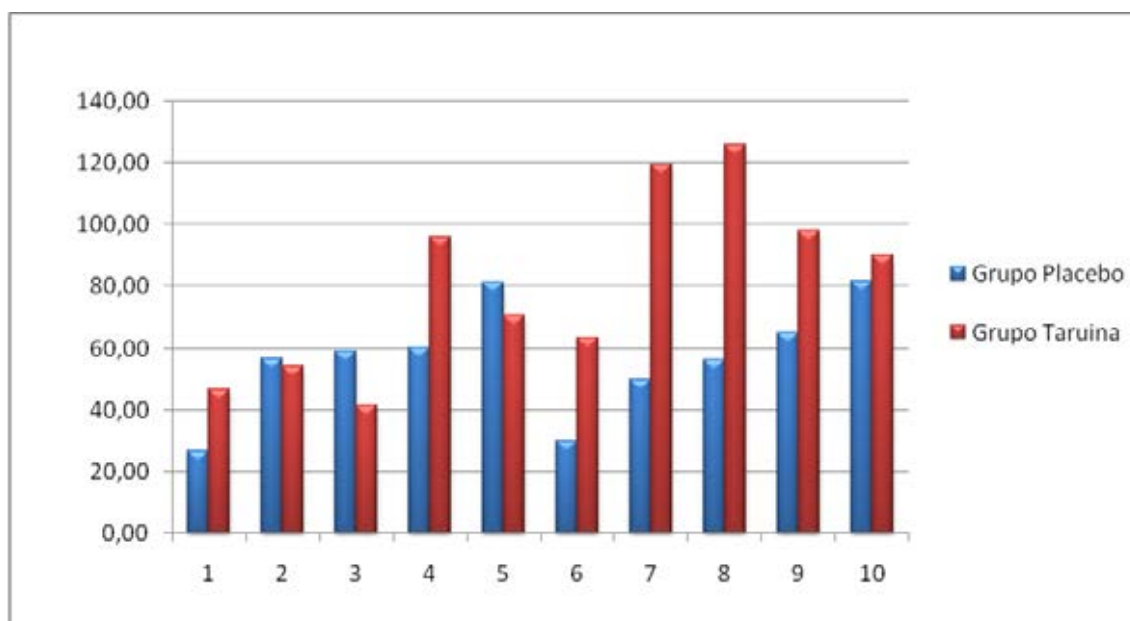


Figura1. Diferença individual no nível de lipólise entre o Grupo Taurina e Grupo Placebo.

Discussão

O objetivo desta pesquisa foi investigar o efeito da suplementação aguda de taurina sobre o desempenho físico e índice de lipólise de nadadores de elite.

O principal achado deste estudo foi que a suplementação de taurina aumentou 24% a oxidação de lipídeos em nadadores após realização do protocolo de esforço quando comparado ao grupo placebo.

É conhecido a importância de um treinamento físico adequado na busca da melhoria da performance física, porém associado a esta variável de grande relevância encontra-se o aspecto da adequação nutricional, neste sentido o presente estudo avaliou a ingestão alimentar dos atletas estudados. Quando analisado o consumo energético observou-se que os atletas apresentaram uma adequação de 94% de acordo com os documentos das Dris (2005). Por outro lado num estudo realizado por Hassapidou et al (2002) em que avaliaram a alimentação de atletas de Natação, constaram uma ingestão calórica insuficiente no grupo estudado, o mesmo ocorreu em estudos como de Ramos et al. (2010), Ribeiro et al. (2009), Reñón et al, (2013), esses achados não corroboram com os resultados encontrados no presente estudo.

Quando avaliado a ingestão de macronutrientes, carboidratos, proteínas e lipídeos de acordo com as Dris (2005), observou-se uma distribuição nutricional adequada neste grupo. No entanto, a American College of Sports Medicine (ACSM) (2009), sugerem que as recomendações de macronutrientes para atletas sejam calculado por g/kg/dia, assumindo que o consumo de carboidratos para atletas é de 6 a 10g/kg/dia, proteína de 1,4g/kg/dia e de lipídeos 1g/kg/dia, porém no presente estudo o consumo médio de carboidratos foi de 5g/kg/dia, proteínas 2,1g/kg/dia e de lipídeos 1,5g/kg/dia, evidenciando que quando feita uma análise por g/kg/ dia o consumo de carboidrato para a intensidade de treino desses atletas encontram-se abaixo do recomendado e as proteínas e lipídeos excedem as recomendações.

Os carboidratos são amplamente relatados na literatura científica como um dos nutrientes associados à melhoria do desempenho físico em razão da sua principal função como energia durante a realização do esforço físico. Por isso é importante se atentar ao consumo inadequado de carboidratos, pois em

quantidade inferior a recomendação pode resultar em estoques insuficientes de glicogênio muscular, podendo prejudicar os treinamentos e competições (Thompson, 1998).

Quanto aos demais nutrientes que apresentam energia como é o caso das proteínas, em que sua função principal está envolvida com aspecto funcional e estrutural do organismo humano no presente estudo foi observado um consumo de 150% ao recomendado, porém é importante esclarecer que não foi avaliado o período de periodização do treino em que se encontravam esses atletas. Isso porque quanto maior a intensidade, volume de treino e menor tempo de recuperação aumenta a demanda de nutrientes, possivelmente também o de proteínas. Diante do exposto impossibilita afirmar se o consumo referido de proteínas poderia desencadear algum prejuízo à saúde destes atletas. Estudos corroboram com nossos resultados como Reñón et al, (2013) em que analisaram o consumo alimentar de jogadores de futebol e verificaram que o consumo de proteínas excedia as quantidades recomendadas para atletas, entretanto o consumo de lipídeos e carboidratos atendia as recomendações.

Quanto aos micronutrientes foram avaliadas as vitaminas A, C, D e E e verificado a adequação de acordo com a Estimated Average Requirements (EAR), observou-se que os atletas não atingiram a recomendação para vitamina D e vitamina A, sendo que os níveis de adequação atingido foram respectivamente de 61 e 83%. Corroborando com os resultados do presente estudo, Alves (2005) analisou a dieta de nadadores e constatou que os atletas também apresentavam níveis reduzidos no consumo de vitamina D. No entanto a deficiência no consumo da vitamina D pode refletir negativamente na prevenção ou recuperação de lesões do músculo esquelético (Franklin et al, 2012), e a deficiência da vitamina A pode acarretar problemas em diversas funções metabólicas como visual, epitelial e no funcionamento do sistema imunológico (WHO, 2009).

Entre os minerais avaliou-se o consumo de cálcio, ferro, zinco e potássio, os quais estavam dentro das recomendações, exceto o potássio que atinge 75% das recomendações.

Segundo (Hernandez & Nahas, 2009; Carvalho et al., 2012) durante a realização de um esforço físico intenso ocorre um aumento no consumo de oxigênio e também uma elevação na produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) direcionando ao estresse oxidativo e peroxidação lipídica, como resultado podendo ocorrer oxidação de proteínas, danos celulares e inflamação muscular. Diante deste quadro é conhecido a importância de vitaminas com características antioxidante, como a vitamina C e E e também de minerais como selênio e zinco. Neste estudo as vitaminas C e E e zinco mostraram-se adequadas segundo EAR.

Com o objetivo de analisar o efeito da suplementação de taurina sobre o desempenho físico, analisou-se a concentração pico de lactato e velocidade na performance máxima de 400 metros dos nadadores, uma prova de predominância aeróbia. Estudos mostram que a atuação da taurina está associada à melhora de exercícios aeróbios, indicando vários benefícios como melhora no tempo do exercício, aumento no volume de ejeção (ALFORD, et al 2001), aumento do VO_2 max (ZHANG et al, 2004) e aumento da oxidação lipídica (RUTHERFORD et al, 2010).

Não houve diferença estatística na concentração pico de lactato entre o grupo suplementado com taurina e o grupo placebo. Estes resultados corroboram com o estudo de Agnol et al (2009), onde não encontraram alterações nos níveis de lactato sanguíneo após um teste em cicloergometro com início a 60 rpm até esforço máximo, onde os voluntários receberam uma bebida contendo 2 gramas de taurina ou uma bebida placebo.

Em contra partida, Manabe et al (2003) avaliou a concentração de lactato e de 30-metilhistidina, considerado um marcador de lesão muscular e foi evidenciado valores significativamente mais altos tanto de lactato como de 3-metilhistidina nos grupos que não receberam taurina, indicando um efeito benéfico da taurina na prevenção de danos musculares.

A média da velocidade da análise de desempenho máximo de 400m foi de 1,43 metros por segundos, entre os dois grupos estudados, mostrando não ter havido melhora na velocidade dos nadadores após a suplementação com taurina. É provável que o estado de treinamento dos atletas estudados mantenha-se num padrão elevado, e com isso um período de 7 dias inviabilize

observar modificações significativas a nível de acréscimos no desempenho físico.

De acordo com ZHANG et al (2004), foi possível observar aumento do VO₂max, no tempo do exercício de resistência e carga máxima em jovens saudáveis, porém não atletas de alto nível, quando suplementados por 7 dias com taurina.

Num estudo realizado em ratos suplementados com 0,5 g/kg/dia de taurina por 14 dias, encontraram melhora significativa no desempenho físico. Foi verificado por um aumento no tempo de corrida de exaustão indicando que a taurina melhora a performance em exercício de resistência (Yatabe et al, 2003).

É possível avaliar a liberação dos ácidos graxos através da análise do glicerol, pelo fato de ser o principal indicador do índice de lipólise quando comparado a concentração total de ácidos graxos circulantes, pois ele não participar do processo de reesterificação do lipídeo no tecido adiposo, por este motivo é captado pelo fígado (Elliot, 1992).

No presente estudo foi observado um aumento de 24% no índice de lipólise através da análise do glicerol nos atletas suplementados com taurina. Outros estudos já evidenciaram tal resultado, Rutherford et al.,(2010), demonstraram que a suplementação aguda de 1,66g de taurina diluída em uma bebida de baixa caloria, uma hora antes da realização do exercício prolongado em atletas de ciclismo resultou em um aumento de 16% na oxidação de gordura corporal quando comparado com o grupo placebo, os autores sugerem que a taurina tenha melhorado a utilização de gordura como substrato energético durante o esforço através da ativação da Adenilato ciclase, e AMPc, importantes cofatores no aumento da lipólise.

Tsuboyama- Kasaoca et al (2006), suplementaram ratos obesos com 5% de taurina e foi observado um aumento na expressão gênica dos níveis do fator coativador de transcrição gênica de PGC-1 e receptores ativados por proliferador de peroxissomo (PPAR), ligados diretamente ao aumento do gasto energético e biogênese mitocondrial.

Estudos indicam que a taurina melhora o tempo de sustentação do exercício, sendo esse resultado atribuído principalmente ao aumento da

oxidação de gorduras, o que levaria a uma economia do glicogênio, que são fundamentais para a realização do exercício de endurance (Pereira et al, 2012). Ademais atletas bem treinados possuem uma capacidade aumentada em oxidar ácidos graxos durante o exercício físico, confirmando essa melhora na eficiência metabólica (Romijn, 2000).

Conclusão

A suplementação aguda de taurina apresentou importante efeito aditivo sobre o índice de lipólise quando associada ao exercício físico, no entanto não observou-se melhora no desempenho esportivo dos nadadores. São necessários estudos crônicos para confirmar o aumento da oxidação de gorduras, e verificar a participação desta ação no desempenho físico do atleta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

AOAC. Official methods of analysis. Association of official analytical chemists. 13a. ed., Washington, DC, USA, 1980.

BAKKER, A.; BERG, H. Effect of taurine on sarcoplasmic reticulum function and force in skinned fast-twitch skeletal muscle fibres of the rat. *J Physiol.* n.538, v.1-2, p.185- 194, 2002.

CARDUCI, C.; BIRARELLI, M.; LEUZZI, V.; SANTAGATA, G.; SERAFINI, P.; ANTONOZZI, I. Automated method for the measurement of amino acids in urine by high-performance liquid chromatography. *J Chromatogr A.* v729, n.1-2, p.173-80, 1996.

CONCEIÇÃO, A.; SILVA, A.J.; BARBOSA, T.; KARSAI, I.; LOURO, H. Neuromuscular fatigue during 200 m breaststroke. *J Sports Sci Med.* v.13, n.1, p.200-10, 2014.

COLWIN, C.M. Nadando para o século XXI. São Paulo: Manole. 2000.
COSTILL DL; KOVALESKI J, PORTER D, KIRWAN J, FIELDING R, KING D. Energy expenditure during front crawl swimming: Predicting success in middle-distance events. *Int.J Sports Med.* v.6, p. 266-270, 1985.

DAVISON, A.; KACZMAREK, L. Taurine-a possible neurotransmitter? *Nature* v.234, p.107-108, 1971.

ELLIOT, D.L.; GOLDBERG, L.; KUEL, KS. Effect of resistance training on excess post-exercise oxygen consumption. *J Appl Sport Sci Res* v.6, p77-81.1992.

FISBERG, R.M.; SLATER, B.; MARCHIONI, D.M.L.; MARTINI, L.A. Inquéritos alimentares – Métodos e bases científicos. Barueri, SP: Manole, 2005.

GHANDFOROUSH-SATTARI, M.; MASHAYEKHI, S.; KRISHNA,C.V.; THOMPSON, J.P.; ROUTLEDGE P.A. Pharmacokinetics of Oral Taurine in Healthy Volunteers. *J Amino Acids.* 2010.

GORDON, R.; HELLER, R. Taurine protection of lungs in hamster models of oxidant injury: a morphologic time study of paraquat and bleomycin treatment. *Adv Exp Med Biol.* v. 315, p. 319-328, 1992.

HUXTABLE, R. Physiokogical action of taurine. In, the American Physiological Society, USA, v. 72, p. 101-163, 1992.

HUXTABLE, R.; BRESSLER, R. Effect of taurine on a muscle intracellular membrane. *Biochim. biophys. Acta*, v. 323, p. 573-583, 1973.

ITO, T.; KIMURA, Y.; UOZUMI, Y.; TAKAI, M.; MURAOKA, S.; MATSUDA, T.; UEKI, K.; YOSHIYAMA, M.; IKAWA, M.; OKABE, M.; SCHAFFER, S.; FUJIO, Y.; AZUMA, J. Taurine depletion caused by knocking out the taurine transporter gene leads to cardiomyopathy with cardiac atrophy. *J Mol Cell Cardiol*, v.5, n. 44, p. 927-937, 2008.

JEUKENDRUP, A. E.; JENTJENS, R. L.; MOSELEY, L. Nutritional considerations in triathlon. *Sports medicine*. n.35, p.163-181. 2005.

KEISUKE, I.; TERUO MIYAZAKI.; SONG-GYU, R.A. et al. Effect of Taurine Supplementation on the Alterations in Amino Acid Content in Skeletal Muscle with Exercise in Rat. *J Sports Sci Med*. v.10, n.2, p.306–314. 2011.

KIM, S.J.; GUPTA, R.C.; LEE, H.W. Taurine-diabetes interaction: from involvement to Protection. *Curr. Diabetes Rev*. v. 3, n.3, p. 165-175, 2007.
KURIYAMA, K. Taurine as a neuromodulator. *Fed Proc*. v.9, n.39, p. 2680-2684, 1980.

MADER, A.; LIESEN, H.; HECK, H.; PHILIPPI, H.; ROST, R.; SCHARCH, P.A. et al. Zur beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im labor. *Sportarzt Sportmed*. v 27, n 1, p. 80-88. 1976.

MAGLISCHO, E.W. *Nadando mais rápido possível*. 3.ed. Barueri, SP: Manole, 2010.

MEDBØ JI, MAMEN A, HOLT OLSEN O, EVERTSEN F. Examination of four different instruments for measuring blood lactate concentration. *Scand J Clin Lab Invest*. v.60, n.5, p.367-80, 2000.

MERO, A.A.; HIRVONEN, P.; SAARELA, J.; HULMI, J.J.; HOFFMAN, J.R.; STOUT, J.R. Effect of sodium bicarbonate and beta-alanine supplementation on maximal sprint swimming. *J Int Soc Sports Nutr*. v.11, n.10 p. 52- 55, 2013.

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*. 27, p. 291-298, 2004.

MIZUSHIMA, S.; NARA, Y.; SAWAMURA, M.; YAMORI, Y. Effects of oral taurine supplementation on lipids and sympathetic nerve tone. *Adv. Exp. Med. Biol.* v.403, 615–622, 1996.

PASANTES-MORALES, H.; WRIGHT, C.; GAULL, G. Taurine protection of lymphoblastoid cells from iron-ascorbate induced damage. *Biochem Pharmacol.* v.12, n.34, p. 2205-2207, 1985.

RAMAMOORTHY, S.; LEIBACH, F.H.; MAHESH, V.B.; HAN, H.; YANG-FENG, T.; R D BLAKELY, R.D.; GANAPATHY, V. Functional characterization and chromosomal localization of a cloned taurine transporter from human placenta. *Biochem J.* p. 893-900, 1994.

RODRÍGUEZ FA. Maximal oxygen uptake and cardiorespiratory response to maximal 400-m free swimming, running and cycling tests in competitive swimmers. *J Sports Med Phys Fitness.* v.40, n.2, p.87-95, 2000.

RUTHERFORD, J.; SPRIET, L.; STELLINGWERFF, T. The effect of acute taurine ingestion on endurance performance and metabolism in well-trained cyclists. *International. Int J Sport Nutr Exerc Metab.* v. 4, n. 20, p. 322-329, 2010.

SJOVALL, J. Dietary glycine and taurine on bile acid conjugation in man; bile acids and steroids 75. *Proc Soc Exp Biol Med.* v.100: 676-678, 1959.

SZYMANSKI K, WINIARSKA K. Taurine and its potential therapeutic application. *Postepy. Hig. Med. Dosw. On line.* v.62, p. 75-86, 2008.

THURSTON, J.; HAUHART, R; DIRGO, J. Taurine: a role in osmotic regulation of mammalian brain and possible clinical significance. *Life Sci.* v.19, n.12, 1561-1568, 1980.

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.

THOMPSON, J.L. Energy balance in young athletes. *Int J Sports Nutr.* Vol. 74. 1998. p. 8-160.

TRAPPE, T. A.; GASTALDELLI, A.; JOZSI, A. C.; TROUP, J. P.; WOLFE, R. R. Energy expenditure of swimmers during high volume training. *Med Sci Sports Exerc.* v. 7, n. 29, p. 950-954, 1997.

YANNIS, P.; SMITH, I. Increased fat availability enhances the capacity of trained individuals to perform prolonged exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v.31, n. 11,1570-1579, 1999.

ZHANG, M.; BI, L.F.; FANG, J.H.; SU, X.L.; DA, G.L.; KUWAMORI, T. et al. Beneficial effects of taurine on serum lipids in overweight or obese non-diabetic subjects. *Amino Acids*. v.26, n. 8, 267–271, 2004.

WARSKULAT, U.; FLÖGEL, U.; JACOBY, C.; HARTWIG, H.G.; THEWISSEN, M.; MERX, M.W.; MOLOJAVYI, A.; HELLER-STILB, B.; SCHRADER, J.; HÄUSSINGER, D. Taurine transporter knockout depletes muscle taurine levels and results in severe skeletal muscle impairment but leaves cardiac function uncompromised. *FASEB J.* v. 3, n. 18, p. 577-579, 2004.

World Health Organization (WHO). Global prevalence of vitamin A deficiency in populations at risk 1995-2005. WHO Global Database on Vitamin A Deficiency. Geneva: WHO; 2009.

ANEXOS

Anexo A



ESCOLA DE EDUCAÇÃO
FÍSICA E ESPORTE DE
RIBEIRÃO PRETO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeito da ingestão aguda de taurina sobre o desempenho físico de nadadores de elite de Ribeirão Preto

Pesquisador: Ellen Cristini de Freitas

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 34881914.5.0000.5659

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 793.192

Data da Relatoria: 29/09/2014

Apresentação do Projeto:

O presente projeto visa avaliar o efeito agudo da suplementação de taurina sobre o desempenho físico em atletas nadadores. Segundo os pesquisadores proponentes, a taurina é um aminoácido encontrado em vários tecidos. É derivada do metabolismo da metionina e cisteína. Esse aminoácido apresenta múltiplas funções benéficas entre elas osmoregulação, desintoxicação, modulação do cálcio iônico, estabilização da membrana plasmática, conjugação 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. Além disso, estudos tem demonstrado relação entre taurina e melhora no desempenho físico e também no aumento de ácidos graxos livres, sugerindo melhora no metabolismo lipídico. Ressaltam ainda que o pico da permanência máxima da taurina é de 120 minutos na circulação e após este período inicia seu decréscimo. Com base em tais achados os pesquisadores apresentam a hipótese de que a taurina de forma aguda pode melhorar a performance física e aumentar a oxidação do substrato energético, especialmente proveniente das gorduras em nadadores. Desta maneira, pretendem avaliar o efeito agudo da ingestão de taurina em 12 nadadores do sexo masculino. Será realizado um estudo duplo-cego, randomizado utilizando-se a suplementação de taurina ou placebo, de

Endereço: Avenida Bandeirantes, 3900
Bairro: VILA MONTE ALEGRE **CEP:** 14.040-907
UF: SP **Município:** RIBEIRÃO PRETO
Telefone: (16)3602-0494 **E-mail:** cep90@usp.br



Continuação do Parecer: 793.192

forma aguda. Os pesquisadores irão ao local do treinamento (equipe universitária de Ribeirão Preto) para recrutar e esclarecer o delineamento do estudo aos atletas e técnicos. Neste encontro os participantes lerão e assinarão o termo de consentimento livre e esclarecido. O estudo será distribuído em 3 fases: T1; T2 e T3. Na fase T1 será realizada uma anamnese nutricional, bem como a coleta de dados a respeito do treinamento físico, peso e altura. Será solicitado aos atletas que entreguem 3 registros alimentares de 3 dias. Esses dados serão usados para avaliação da ingestão alimentar. Nas fases T2 e T3 os participantes serão submetidos a um teste de esforço máximo de 400 metros realizados no menor tempo possível com intervalo de 7 dias entre eles. Num período de 120 minutos antes da realização do esforço físico (T2 e T3) os atletas irão receber um suplemento que seja taurina ou placebo, o uso de qual será a substância (taurina ou placebo- capsula) utilizada no período T2 ou no período T3 será determinada por sorteio aleatório. Assim os nadadores serão controles deles mesmos. Será realizada dosagem de glicérol circulante, avaliação de taurina sérica, avaliação da ingestão alimentar e avaliação de desempenho através de medidas de lactato nos participantes.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: avaliar o efeito agudo da suplementação de taurina sobre o desempenho físico em atletas nadadores.

Objetivos Secundários: avaliar índice de lipólise antes e após a suplementação de taurina; avaliar a concentração de taurina plasmática; avaliar a concentração de lactato após esforço de 400 metros; avaliar a ingestão alimentar.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

A pesquisa proposta apresenta prevalência dos benefícios esperados sobre os riscos. Os riscos estão baseados em pequenos desconfortos resultantes das coletas de sangue feitas pela veia braquial (6ml) e pelo lóbulo da orelha (1ml), bem como a possibilidade do surgimento de hematomas e edemas após a coleta. Já os benefícios dizem respeito à possível melhora do desempenho físico, contração muscular, tempo de exaustão e ao índice de lipólise após o uso agudo do suplemento alimentar "taurina", contribuindo para o desenvolvimento das áreas da nutrição e educação física.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa mostra-se clara e justificada quanto aos objetivos, procedimentos e resultados esperados, com boa fundamentação bibliográfica.

Endereço: Avenida Bandeirantes, 3900

Bairro: VILA MONTE ALEGRE

CEP: 14.040-907

UF: SP

Município: RIBEIRÃO PRETO

Telefone: (16)3602-0494

E-mail: cep90@usp.br

APÊNDICE

Apêndice A

Diário de Registro Alimentar

Instruções gerais:

- Nesse formulário você deve registrar todo alimento consumido no dia, incluindo bebidas, lanches ou temperos.
- Deverá ser feito o registro de: 1 sábado ou domingo e 2 dias da semana alternados ex: **sábado, terça e quinta** ou **domingo, quarta e sexta**; totalizando o registro de 3 dias (3 tabelas preenchidas).
- Anote logo após cada refeição, pois assim, você não se esquecerá de nada.
- Descrever se o alimento é light ou diet. No caso de leite e/ou produtos lácteos descrever se é integral, semidesnatado ou desnatado.
- O mesmo vale para qualquer alimento que possa ser consumido na forma integral como arroz, pão, macarrão e outros.
- Certifique-se de registrar a forma como os alimentos foram preparados, isto é, assado, grelhado, frito ou no vapor.

Os alimentos deverão ser descritos em medidas caseiras; ex: **colher** (de sopa, sobremesa, chá, café); **copo** (de requeijão, americano ou pequeno); **xícara** (de chá ou café); **escumadeira** (grande, média ou pequena); **concha** (grande, média ou pequena); **prato** (fundo, raso ou sobremesa). Outras medidas, ex: uma folha de alface (média, grande ou pequena), um tomate ou rodela (grande, média ou pequena); frutas (grande, média ou pequena); alimentos como carnes (porco, frango, peixe, vaca) utiliza-se unidades como: fatia (pequena, média, grande), bife ou pedaço (pequeno, médio, grande), posta (pequena, média, grande).

Exemplo de almoço:

Alimentos	Preparações	Quantidade (medida caseira)
Almoço Horário (9:00)		
Arroz integral		2 escumadeiras médias
Feijão preto		1 concha pequena
Frango	Grelhado	1 bife médio
Alface		2 folhas médias
Tomate		3 rodela
Azeite		1 colher (sobremesa)
Abobrinha	Refogada	2 colheres (sopa)

Dia 1

Nome: _____ Idade: _____
Data: __/__/__ Seg Ter Qua Qui Sex Sáb Dom

Alimentos	Preparações	Quantidade (medida caseira)
Desjejum Horário (__:__)		
Colação Horário (__:__)		
Almoço Horário (__:__)		
Merenda Horário (__:__)		
Jantar Horário (__:__)		
Ceia Horário (__:__)		

Apêndice B



Universidade de São Paulo
Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Nome da pesquisa – “Efeito da ingestão aguda de taurina sobre o desempenho físico e metabolismo lipídico de nadadores de elite de Ribeirão Preto”.

Prof^a. Dr^a. Ellen Cristini de Freitas – Docente responsável/ e-mail: ellenfreitas@usp.br

Av. Bandeirantes, 3900 - Monte Alegre, CEP:14049-907, Ribeirão Preto/SP , Telefone: (16) 3602-0345; telefone pessoal (16) 981560770

Leia com bastante atenção as explicações abaixo:

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa que tem o objetivo de verificar o efeito agudo da suplementação de taurina sobre o desempenho de nadadores.

Diversos estudos investigam os benefícios nutricionais do consumo de suplementação de aminoácidos, desta forma, acredita-se que a utilização de taurina pode auxiliar na melhora do desempenho físico.

Os voluntários serão submetidos às seguintes avaliações nas dependências da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP):

- 1- Será avaliada a ingestão alimentar através de registro alimentar, para isso você deverá anotar todo e qualquer tipo de alimento ingerido por 3 dias, sendo 2 dias da semana (segunda a sexta) e 1 dia no final da semana (sábado ou domingo). As análises e os cálculos dos registros alimentares serão realizados com o auxílio do programa Dietwin®.
- 2- Realização de medidas de peso e altura, utilizando-se balança e estadiômetro.
- 3- Será submetido a dois testes de esforço máximo (tiro de 400 metros), com intervalo de sete dias, com coleta de sangue do lóbulo da orelha em 4 momentos (um antes do esforço e três depois do esforço com diferença de alguns minutos entre eles) totalizando 1 mL de sangue coletado do lóbulo da orelha que equivale a 1/3 da colher de café.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Nome da pesquisa – “Efeito da ingestão aguda de taurina sobre o desempenho físico e metabolismo lipídico de nadadores de elite de Ribeirão Preto”.

- 4- Será realizada coleta sanguínea da veia braquial por enfermeira experiente antes e depois do esforço para posterior análise da taurina sérica e glicerol, totalizando 6 mL que equivale a uma colher e meia de chá.
- 5- Você receberá a suplementação de taurina ou placebo (conforme sorteio aleatório) 120 minutos antes do teste de esforço físico.

Ao participar dessa pesquisa você terá o desconforto resultante da coleta de sangue. Não ocorreram riscos previsíveis. Não terá nenhuma despesa ao participar desse estudo, mas caso seja necessário terá o reembolso para eventuais despesas. A participação nesta pesquisa não lhe trará gastos e você não receberá nenhum dinheiro caso participe desta, você também não será ressarcido com os gastos com o transporte, no entanto haverá indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa de acordo com as leis vigentes.

Sua participação não é obrigatória. Você participa apenas se tiver interesse e disponibilidade. Durante a pesquisa você poderá desistir a qualquer momento.

Os resultados obtidos com a pesquisa serão mostrados em congressos e serão publicados em revistas científicas, mas o seu nome não será divulgado de maneira nenhuma, ninguém vai saber que aqueles resultados são seus, garantindo assim sua privacidade. Seu nome não será divulgado para outras pessoas, de forma que sua identidade será mantida em segredo.

É importante salientar que uma via do presente documento irá ficar com você e uma segunda via será arquivada junto aos documentos do projeto a ser desenvolvido pelos pesquisadores, portanto você deverá efetuar duas assinaturas.

Você poderá tirar dúvidas e receber esclarecimentos sobre os resultados da pesquisa a qualquer momento com as pesquisadoras responsáveis Profa. Dra. Ellen Cristini de Freitas (16) 3602-0345, 16-981560770 da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto (EEFERP-USP).

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Nome da pesquisa – “Efeito da ingestão aguda de taurina sobre o desempenho físico e metabolismo lipídico de nadadores de elite de Ribeirão Preto”.

Eu _____, RG _____, Estado
Civil _____, Idade _____ anos, Residente na
_____, nº _____, Bairro _____, Cidade
_____, Telefone _____.

Ribeirão Preto, de _____ de 2014.

Participante

Profª Ellen Cristini de Freitas
Av. Bandeirantes, 3900- Monte Alegre
CEP: 14049-907 Ribeirão Preto/SP
Telefone: (16) 3602-0345
e-mail: ellenfreitas@usp.br

Para notificação de qualquer situação, relacionada com a ética, que não puder ser resolvida pelos pesquisadores deverei entrar em contato com a:

Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto-USP
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP - EEFERP - USP
Avenida dos Bandeirantes, 3900 – CEP: 14040-907 - Ribeirão Preto - SP
Fones: (16) 3602-0494
e-mail: cep90@usp.br
Homepage: <http://www.eferp.usp.br/>