

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS**

JÉSSICA CAMPANA

**EFEITO DA INGESTÃO DE DUAS DOSES DE CITRULINA-
MALATO SOBRE A FUNÇÃO MUSCULAR EM EXERCÍCIO
ISOCINÉTICO**

**VITÓRIA
2015**

JÉSSICA CAMPANA

**EFEITO DA INGESTÃO DE DUAS DOSES DE CITRULINA-
MALATO SOBRE A FUNÇÃO MUSCULAR EM EXERCÍCIO
ISOCINÉTICO**

Trabalho de conclusão de curso realizado no Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo para obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Professor Orientador: Dr. Lucas Guimarães Ferreira

**VITÓRIA
2015**

SUMÁRIO

1. RESUMO	04
2. INTRODUÇÃO	05
3. OBJETIVOS	07
4. METODOLOGIA	08
4.1 Amostra	08
4.2 Procedimento	09
4.3 Análise estatística	10
5. RESULTADOS	11
6. DISCUSSÃO	13
7. CONCLUSÃO	15
8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	16

RESUMO

Atualmente, vários suplementos nutricionais vêm sendo utilizados em larga escala tanto para melhoria do desempenho esportivo quanto para estética e saúde da população. Dentre os diversos suplementos amplamente utilizados no meio esportivo, a Citrulina-malato tem recebido destaque. Há evidências, apesar de ainda escassas, do efeito ergogênico de tal suplemento nutricional em atividades de predominância anaeróbica. O mecanismo de ação da citrulina-malato sobre o desempenho esportivo parece envolver aumentos dos níveis de ATP, redução significativa a sensação de fadiga, e a taxa de recuperação de fosfocreatina após o exercício. Uma vez que os resultados disponíveis na literatura sobre o impacto da ingestão de Citrulina-malato no desempenho em atividades de alta intensidade e curta duração são ainda mais escassos, pesquisas adicionais se fazem necessárias para elucidar a questão. Desta forma, nosso objetivo é investigar os efeitos da ingestão prévia de Citrulina-malato sobre o desempenho em atividades com predomínio do metabolismo anaeróbico.

Palavras chave: Citrulina-malato, desempenho esportivo; metabolismo anaeróbico, treinamento de força.

INTRODUÇÃO

A citrulina é um aminoácido que participa do ciclo da uréia, enquanto o malato é um intermediário do ciclo de Krebs, envolvido na produção de energia através do metabolismo oxidativo. Demonstrou-se que a ingestão de citrulina-malato resulta em melhoria do desempenho em exercício aeróbico ao atenuar a fadiga e incrementar a produção aeróbica de ATP (PÉREZ-GUISADO et al, 2010). Também foi documentado que a suplementação com citrulina-malato resulta em aumento dos níveis de arginina e ornitina (PÉREZ-GUISADO et al, 2010). A arginina produz óxido nítrico que resulta em aumento do fluxo sanguíneo e, assim, contribuiu para a entrega de oxigênio para os músculos em atividade. E ainda, a citrulina, devido a sua ação do ciclo da uréia, estaria envolvida na atenuação do acúmulo de amônia durante o exercício exaustivo, contribuindo assim para o retardo da fadiga (CALLIS et al, 1991). Poucos estudos foram realizados avaliando o potencial ergogênico da citrulina-malato.

Especificamente no que se refere ao exercício de força e potência, somente dois estudos foram realizados. Pérez-Guisado et al (2010) investigaram os efeitos da ingestão aguda de citrulina-malato (8g, na proporção 2:1) no desempenho de séries repetidas de exercício de força para membros superiores (supino). Utilizando delineamento cruzado com controle placebo duplo-cego, os autores demonstraram que a ingestão prévia de citrulina-malato resultou em maior número total de repetições durante 8 séries do exercício realizado até a falha concêntrica, atingindo um número 52% superior no número de repetições realizadas na última série. Wax et al (2014), por sua vez, utilizaram o mesmo protocolo de suplementação e avaliaram o desempenho em uma sessão com séries múltiplas de exercícios de força para membros inferiores. Ao longo da realização das séries repetidas, o número de repetições realizados até a falha concêntrica apresentou-se reduzido. No grupo citrulina-malato, entretanto, tal redução foi significativamente inferior à condição placebo. No que se refere aos níveis plasmáticos de lactato e frequência cardíaca não houveram diferenças entre as condições. Tais estudos sugerem que a ingestão aguda de citrulina-malato é capaz de melhorar o desempenho de força ao atenuar a fadiga, resultando em maior volume de treinamento.

Além da força, a potência também é fundamental para o sucesso em diversas modalidades esportivas (BAECHLE; EARLE, 2008). A potência anaeróbica é caracterizada pela habilidade em realizar exercício de intensidade alta ou máxima por curtos períodos de tempo, tipicamente compreendendo um intervalo de segundos a alguns minutos (COBURN, 2012). Este tipo de exercício utiliza predominantemente os sistemas energéticos ATP-CP e glicolítico anaeróbico (GASTIN, 2001). Mesmo em atividades esportivas de duração mais prolongada (muitos minutos ou algumas horas), a potência anaeróbica pode ser de grande importância para o desempenho, pois relaciona-se à realização de *sprints* durante e, especialmente, ao final da prova. Apesar da nítida importância desta valência física para o desempenho esportivo, não há até o momento estudos avaliando o potencial ergogênico da citrulina-malato em atividades com predominância da potência anaeróbica, como *sprints* e saltos repetidos.

OBJETIVOS

Diante da grande importância da força e potência musculares para o desempenho esportivo e diante da escassez de estudos investigando os efeitos da ingestão de citrulina-malato sobre estas valências físicas, o objetivo do presente estudo é investigar os efeitos da ingestão prévia de citrulina-malato sobre o desempenho em atividades esportivas com predomínio do metabolismo anaeróbico. Como objetivos específicos, visamos avaliar o efeito da ingestão de citrulina-malato em atividades de predominância anaeróbica sobre os seguintes parâmetros psico-fisiológicos e de desempenho:

- Medidas de desempenho;
- Percepção subjetiva do esforço;
- Prontidão física para a prática do exercício físico;
- Prontidão mental para a prática do exercício físico;

METODOLOGIA

Amostra

Por critério de conveniência, foram selecionados 6 indivíduos do sexo masculino, participantes de atividades esportivas de predominância anaeróbica há um ano ou mais e sem doenças cardiovasculares, metabólicas e ósteo-articulares diagnosticadas. Foram orientados a não consumirem nenhum suplemento alimentar e alimento à base de cafeína em um período de 24 horas que antecede a aplicação dos testes e que não pratiquem a atividade esportiva no dia anterior. Os testes foram realizados no laboratório de biomecânica do movimento e da respiração - BIMOR, do Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo, no período vespertino (aproximadamente no horário entre as 14:30 e 17:00 horas),

Procedimentos

Cada participante comparecerá ao laboratório em 4 ocasiões, aproximadamente na mesma hora do dia. No primeiro dia de testes, os participantes serão informados sobre detalhes do estudo, assinarão o termo de consentimento livre e esclarecido e serão submetidos aos testes de familiarização. Após a familiarização, em visitas posteriores ocorrerão as aplicações dos testes, que consistem em realização de três séries 20 repetições no dinamômetro isocinético Biodex. Antes dos testes os indivíduos realizarão aquecimento específico de cinco minutos em velocidade média em bicicleta ergométrica. Em visitas posteriores, com intervalos entre elas, os indivíduos serão submetidos aos testes de forma randomizada e duplo cega, com a ingestão de 8 g de citrulina-malato diluída em 300 ml de água aromatizada, ou a solução placebo (300 ml de água aromatizada). A ingestão ocorrerá 60 minutos antes da realização dos testes, como utilizado em estudos anteriores que demonstraram ação ergogênica da citrulina-malato (PÉREZ-GUISADO et al, 2010; WAX et al, 2014). Como forma de mensurar a percepção de esforço e prontidão mental, utilizaremos as escalas RPE e a RTIPE/RTIME. As escalas serão utilizadas em duas ocasiões distintas, sendo uma antes do teste iniciar, e logo após término do teste. A escala RPE, que avalia a prontidão mental do indivíduo será utilizada no pré teste, e a escala

RTIPE/RTIME será utilizada no pós teste, logo imediatamente ao fim da sessão.

Análise estatística

Os resultados serão expressos como média $\pm$ erro padrão da média (EPM). As diferenças entre as médias serão avaliadas através da Análise de Variância (ANOVA) de 1 ou 2 vias de medidas repetidas, quando apropriado. Para determinação das diferenças utilizaremos um $P < 0,05$. O software *GraphPad Prism* versão 6.0 será utilizado para todas as análises.

RESULTADOS

De acordo com a figura 1A, a percepção subjetiva de esforço não foi diferente entre as condições ($P > 0,05$). Além disso, a ingestão de citrulina-malato não promoveu modificações na prontidão física (1B) e mental (1C) para a prática do exercício ($P > 0,05$).

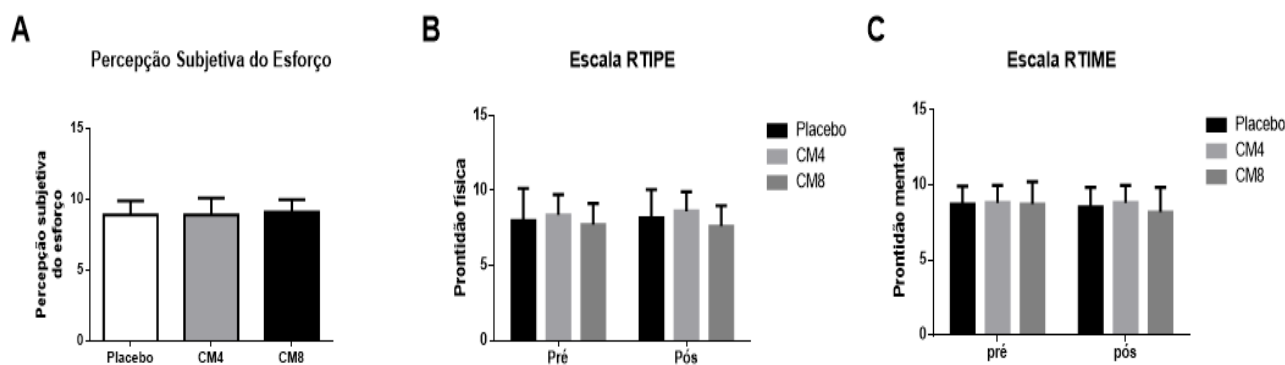


Figura 1: Efeito da ingestão de citrulina malato sobre o desempenho em três séries de exercício de extensão de joelhos no dinamômetro isocinético. A Percepção Subjetiva de esforço. B escala RTIPE. C escala RTIME.

Conforme apresentado na figura 2, a ingestão de citrulina-malato não promoveu efeito significativo no desempenho em séries de exercício de extensão e flexão de joelho no dinamômetro isocinético, no que diz respeito a torque de pico em movimentos de extensão e flexão de joelhos ($P > 0,05$).

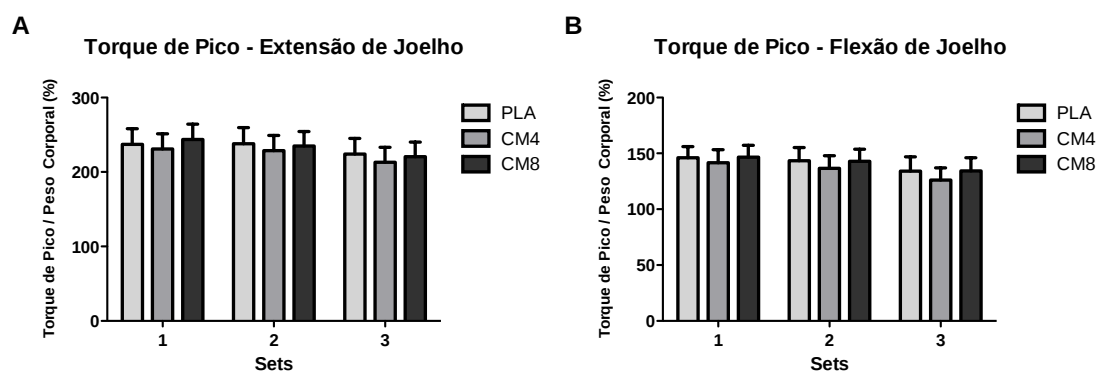


Figura 2: Efeito da ingestão de citrulina-malato sobre o desempenho em três séries de exercício de extensão de joelhos no dinamômetro isocinético. A- Torque de pico no movimento de extensão de joelhos. B - Torque de pico em Flexão de joelhos.

A ingestão de citrulina-malato não promoveu efeito significativo no índice de fadiga em séries repetidas de extensão e flexão de joelho no dinamômetro isocinético ($P > 0,05$).

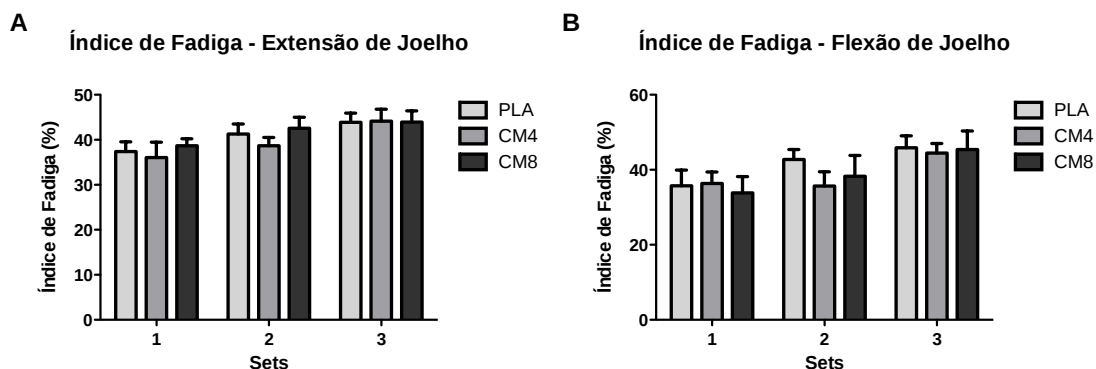


Figura 3: Efeito da ingestão de citrulina-malato sobre o desempenho em três séries de exercício de extensão de joelhos no dinamômetro isocinético. A- Índice de fadiga no movimento de extensão de joelhos. B - Índice de Fadiga em flexão de joelhos.

De acordo com o apresentado nas figuras 4 e 5, a ingestão de citrulina-malato também não promoveu efeito no trabalho total realizado em três séries dos exercícios de extensão e flexão de joelhos ($P > 0,05$).

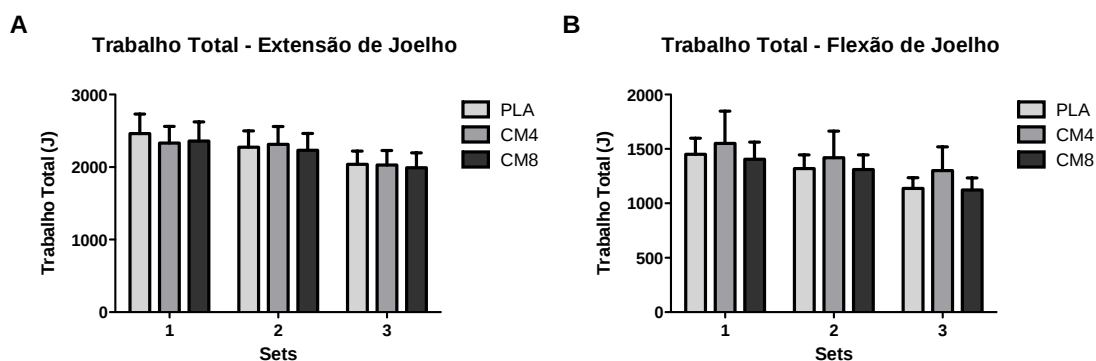


Figura 4: Efeito da ingestão de citrulina-malato sobre o desempenho em três séries de exercício de extensão de joelhos no dinamômetro isocinético. Trabalho total no movimento de extensão de joelhos (A) e flexão de joelhos (B).

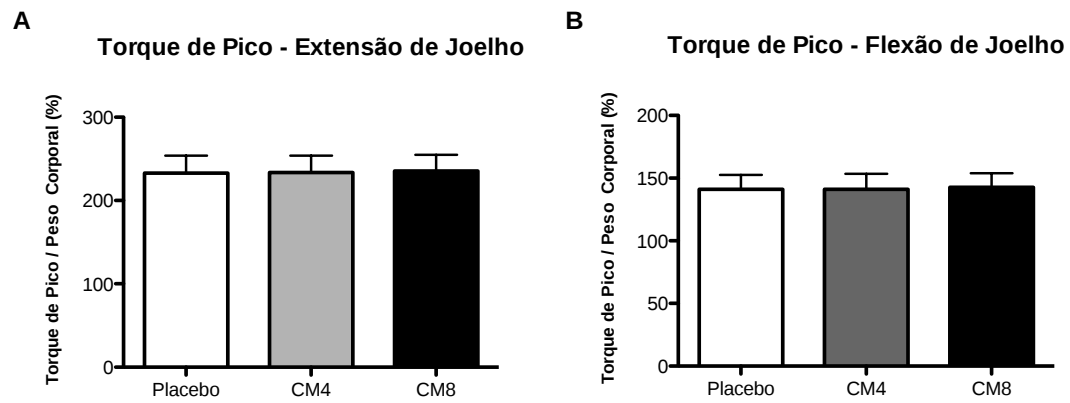


Figura 5: Efeito da ingestão de citrulina-malato sobre o desempenho em três séries de exercício de extensão de joelhos no dinamômetro isocinético. Trabalho total somado nas três séries no movimento de extensão de joelhos (A) e flexão de joelhos (B).

DISCUSSÃO

No presente estudo, foi levantada a hipótese de que a suplementação com citrulina-malato uma hora antes da realização de séries repetidas de extensão e flexão de joelhos no dinamômetro isocinético promove melhoria do desempenho. Esse estudo examinou os efeitos da ingestão aguda de 4g de 8g de citrulina-malato anteriormente à realização de 3 séries de 20 repetições, com intervalo de recuperação de 3 minutos. Foram avaliadas medidas de desempenho (torque de pico, índice de fadiga e trabalho total), a percepção subjetiva do esforço e a prontidão física e mental para a prática do exercício físico.

Muitos atletas, buscando melhoria do desempenho e recuperação mais rápida após treinamento intensivo, parecem convencidos de que uma única dose (4 a 10 g) de citrulina-malato 1 hora antes da sessão de treinamento é um auxílio ergogênico eficaz. Pérez-Guisado e Jakeman (2010) investigaram os efeitos da ingestão de 8 g de citrulina-malato sobre o desempenho em teste de repetições máximas a 80% de 1RM em 8 séries do exercício supino com halteres. Comparado ao grupo placebo, o grupo citrulina-malato realizou um número significativamente maior de repetições (52,92%). Além disso, os indivíduos apresentaram uma redução na dor muscular tardia (até 48 horas pós-exercício). De forma semelhante, Wax et al (2015) investigaram os efeitos da ingestão de 8g de citrulina-malato sobre o desempenho em exercícios de força para membros inferiores. Os autores relatam aumento significativo maior de repetições realizadas na condição citrulina-malato, quando comparada à condição placebo. Entretanto, tais resultados são contraditórios com os apresentados no presente estudo. Em nosso conhecimento, estes são os únicos trabalhos a investigar os efeitos da ingestão aguda de citrulina-malato sobre a força muscular, e mais investigações são necessárias para elucidar essa questão. As discrepâncias entre os estudos podem ser dever a diferenças metodológicas, tais como nível de treinamento da amostra, tipo de análise (força isotônica x isocinética), variabilidade na resposta individual à citrulina-malato, dentre outros possíveis fatores.

Em nosso conhecimento, os efeitos da ingestão de citrulina-malato na prontidão física (RTIPE) e mental (RTIME) ainda não havia sido avaliados. Entretanto, nossos resultados demonstram que a ingestão de 4 ou 8 g de citrulina-malato, não resultou em alteração nestas variáveis. De acordo com Wax et al (2015), uma única dose via oral de citrulina-malato (8 g) resultou em aumento da capacidade de trabalho (repetições) em 19%, realizando repetidas séries de supino até a exaustão, contrariando os resultados do presente estudo.

O uso de citrulina-malato como um auxílio ergogênico baseia-se em mecanismos hipotéticos ainda não totalmente esclarecidos pela literatura. Um destes mecanismos envolve a redução do acúmulo de amônia que ocorre devido ao estímulo ao ciclo da uréia, o que facilita a dispersão de amônia, um fator importante no desenvolvimento da fadiga. O acúmulo intracelular de amônia poderia estimular a glicólise, enquanto bloqueia a utilização aeróbia de piruvato e também sua reciclagem na direção da gliconeogênese. Como resultado, poderia haver um desvio do metabolismo energético em direção a formação exclusiva de lactato (VANUXEM et al., 1986).

O malato, um metabólico intermediário do ciclo de Krebs, é capaz de se comportar como uma lançadeira metabólica entre a mitocôndria e o citoplasma, permitindo contornar o bloqueio da via oxidativa induzida por amônia e, portanto, limitando a acidose metabólica e direcionando o piruvato para a via aeróbia ou da gliconeogênese (VANUXEM et al., 1986). Outro possível mecanismo envolve a síntese de óxido nítrico (NO), que possui funções fisiológicas como aumento da captação de glicose, mitocondriogênese, regulação do fluxo sanguíneo, oxidação de ácidos graxos e reparo muscular através da ativação de células-satélites (PETROVIC et al, 2008).

CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo indicam que a ingestão de 4 ou 8 g de citrulina-malato não é capaz de aumentar a força e a capacidade de realização de trabalho durante séries repetidas de movimentos de extensão e flexão de joelhos no dinamômetro isocinético. Também foi demonstrado que a ingestão de citrulina-malato não é capaz de atenuar a fadiga muscular, estimular a prontidão física e mental para a prática do exercício ou modular a percepção subjetiva do esforço durante este protocolo. As discrepâncias entre os resultados do presente estudo com estudos publicados anteriormente podem ser devida a diferenças metodológicas. É possível que a demanda metabólica utilizada nos protocolos de teste exerça influência nos resultados observados, uma vez que a citrulina-malato parece estimular o metabolismo oxidativo através dos mecanismos discutidos anteriormente. Estudos posteriores serão importantes para a melhor compreensão dos efeitos da ingestão de citrulina-malato em diferentes modalidades de exercício.

REFERÊNCIAS

- 1 ALTIMARI, L.R.; CYRINO, E.S.; ZUCAS, S.M.; BURINI, R.C. **Efeitos ergogênicos da cafeína sobre o desempenho físico**. Revista paulista de Educação Física, v.14, n.2, p.141-158, 2000.

- 2 BAECHLE, T.R.; EARLE, R.W. **Essentials of Strength Training and Conditioning**. Champaign, IL: Human Kinetics, 2008.

- 3 CALLIS, A.; MAGNAN DE BORNIER, B.; SERRANO, J.J.; BELLET, H.; SAUMADE, R. **Activity of citrulline malate on acid-base balance and blood ammonia and amino acid levels**. Study in the animal and in man. Arzneimittelforschung v.41, n.6, p.660–663, 1991.

- 4 CLARKSON, P.M. **Nutrition for improved sports performance**. Current issues on ergogenic aids. Sports Medicine, v.21, n.6, p.393-401, 1996.

- 5 COBURN, J. W. **Measuring Power**. Strength and Conditioning Journal, no prelo, 2012.

- 6 GASTIN, P. B. **Quantification of anaerobic capacity**. Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports and Exercise, v. 4, p. 91-112, 1994.

- 7 Benjamin Wax¹ (PhD), Andreas N. Kavazis² (PhD), Kevin Weldon¹ (MS), and Joseph Sperlak¹ (MS), **Effects of Supplemental Citrulline Malate Ingestion During Repeated Bouts of Lower- body Exercise in Advanced Weight Lifters**.

- 8 Benoît Giannesini a,□, Yann Le Fur a, Patrick J. Cozzzone a, Marc Verleye b, Marie-Emmanuelle Le Guern b, David Bendahan, **Citrulline malate supplementation increases muscle efficiency in rat skeletal muscle**

9 Pérez-Guisado J, Jakeman PM. **Citrulline malate enhances athletic anaerobic performance and relieves muscle soreness.** J Strength Cond Res. 2010 May;24(5):1215-22

10 Callis, A, Magnan De Bornier, B, Serrano, JJ, Bellet, H, and Saumade, R. **Activity of citrulline malate on acid-base balance and blood ammonia and amino acid levels.** Study in the animal and in man. Arzneimittelforschung 41: 660–663, 1991.

11 Briand, J, Blehaut, H, Calvayrac, R, and Laval-Martin, D. **Use of a microbial model for the determination of drug effects on cell metabolism and energetics:** study of citrulline-malate. Biopharm Drug Dispos 13: 1–22, 1992.

12 Petrovic, V, Buzadzic, B, Korac, A, Vasilijevic, A, Jankovic, A, Micunovic, K, and Korac, B. **Antioxidative defence alterations in skeletal muscle during prolonged acclimation to cold:** role of L-arginine/NO-producing pathway. J Exp Biol 211: 114–120, 2008.

13 Vanuxem, P, Vanuxem, D, Fomaris, E, and Bernasconi, P. **The role of lactate and ammonium in fatigue.** Gazette Medicale 7: 62–72, 1986.