
EDUCAÇÃO FÍSICA

Felipe José Cândia

**A Influência de Diferentes Métodos de Suplementação na
Proteção Contra o Dano Muscular**



Rio Claro
2016

FELIPE JOSÉ CÂNOVA

**A Influência de Diferentes Métodos de Suplementação na Proteção
Contra o Dano Muscular**

Orientador: Benedito Sérgio Denadai

Co-orientador: Leonardo Coelho Rabello de Lima

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -
Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de
Bacharel em Educação Física

Rio Claro
2016

796.022 Cânova, Felipe José
C227i A influência de diferentes métodos de suplementação na
proteção do dano muscular / Felipe José Cânova. - Rio Claro,
2016
31 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Educação
Física) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de
Biociências de Rio Claro

Orientador: Benedito Sérgio Denadai

Coorientador: Leonardo Coelho Rabello de Lima

1. Cinesiologia. 2. BCAA. 3. Whey. 4. Proteína. 5.
Flavonóides. I. Título.

AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos se fazem necessário em alguns casos e às pessoas nas quais foram fundamentais para chegar aonde me encontro hoje. O Senhor Deus foi o mais importante durante todo esse período pois, em todo o tempo da minha vida, me deparei com grandes dificuldades e a maior que passei ocorreu durante o processo de escrita do meu trabalho de conclusão de curso. Apesar de ter passado tal dificuldade, a mesma foi um fator muito importante, se não o mais importante para eu estar realizando a entrega deste trabalho apenas agora. Mas eu acredito que todos estes fatos ocorreram por um propósito e sei que Deus fez com que eu passasse por tudo isso por um motivo.

Segunda parte não menos importante para a realização deste trabalho é a minha família. A minha família como todas as outras tem suas dificuldades de relacionamento, tem também diversas discussões e mágoas. Porém, sei que como ocorrido anteriormente eles serão sempre os primeiros a me ajudar e me apoiar. Os mesmos me deram apoio apesar de saber que não era o desejo deles para mim a realização deste curso e hoje tenho certeza que eles estão até mais felizes com o fim desta minha fase.

Uma pessoa em específico que entrou em minha vida recentemente e tornou-se uma das mulheres mais importantes. A Jéssica R. Jambassi, me ajudou muito na minha recuperação, mesmo não sabendo que seus pequenos gestos para algumas vezes melhorar o meu astral ou até mesmo me tirar de dentro de casa eram realmente o que eu precisava para a minha melhora. Mas o que realmente ela foi capaz de fazer é de se tornar a minha companheira, confidente e parceira. O que eu mais desejo hoje é que ela seja tudo isso pra mim pelo resto da minha vida. Te amo!

Para a realização deste trabalho, foi fundamental a orientação do Professor Doutor Benedito Sérgio Denadai e além disso o seu apoio para a realização do meu intercâmbio pelo Ciências sem Fronteiras. Todo momento se mostrou em prontidão para a emissão que eram necessárias ser tirada com ele em um prazo tão pequeno de submissão. A ação mais importante realizada pelo professor se tratou da disponibilização do seu orientando.

Leonardo Coelho Rabello de Lima, este é o nome da fera! Tenho uma grande dificuldade de agradecer toda a sua compreensão, paciência, dedicação e mais paciência comigo. O Léo, na minha opinião, foi o melhor co-orientador que eu poderia ter, uma pessoa humana, PACIENTE e companheiro. Além da relação que temos como co-orientador e orientando, o Léo se tornou um grande amigo. O mesmo foi muito compreensivo quando conversei sobre meus problemas pessoais que consequentemente atrapalharam todo o meu rendimento. Como dito acima o Léo teve que ser muito paciente, pois eu não havia feito uma I.C. ou mesmo uma revisão e essa virgindade minha nesta área acadêmica tornou o trabalho dele muito mais difícil. Mas Léo pra você eu quero deixar aqui os meus sinceros agradecimentos de muitíssimo OBRIGADO! Todos estes anos que tivemos contato me proporcionou muito conhecimento e uma amizade que mesmo pouco demonstrada pela minha parte é muito importante pra mim!

RESUMO

O rompimento e a desorganização de estruturas da miofibrila a partir de exercícios aos quais não se está acostumado é conhecido como dano muscular (DM). A identificação e o cálculo da magnitude do DM se dão pela medição de alguns sintomas, como a perda de força e o processo inflamatório que ocorre durante a recuperação do tecido danificado. Sabe-se que, após essa recuperação, os músculos que foram danificados passam a ser menos suscetíveis a esse processo, apresentando diminuições na manifestação dos sintomas de DM e recuperação mais rápida. Há uma série de estudos investigando fatores determinantes para esta proteção, em busca de métodos que protejam a musculatura contra o DM de maneira mais eficiente. Dentre esses estudos, estão alguns que investigaram a influência da suplementação com diferentes compostos na proteção contra o DM. Há evidências que suplementos ricos em creatina, aminoácidos de cadeia ramificada, proteínas e flavonoides protejam a musculatura de seres humanos contra eventuais danos e/ou acelerem o processo de recuperação após o DM. O objetivo do estudo foi realizar uma revisão utilizando artigos com embasamento científico para assim melhor compreender essa estratégia de proteção contra o DM. As buscas foram feitas em bases de dados abrangendo artigos que apresentam diferentes métodos de suplementação na proteção contra o DM. Desta forma, os mesmos foram revisados para assim expor e explicar os possíveis mecanismos e efeitos da suplementação de diferentes compostos no DM.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
3.1 AMINOÁCIDOS.....	11
3.2 PROTEÍNAS.....	18
3.3 CARBOIDRATOS.....	20
3.4 FLAVONÓIDES.....	22
3.4.1 CEREJA.....	22
4 CONCLUSÃO.....	26
5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	27

1 INTRODUÇÃO

O exercício físico ao qual não se está habituado, se realizado em intensidades e/ou volumes elevados, causa dano muscular (DM) que se manifesta por meio de diversos sintomas e tem sido muito explorado e estudado (CLARKSON et al., 1992). Pesquisadores têm encontrado resultados significativos em relação ao DM causado por exercícios que consistem em contrações excêntricas, principalmente quando não é realizada exposição prévia a contrações musculares semelhantes (CHEUNG et al., 2003; NOSAKA, 2009).

A contração excêntrica é definida como a atividade em que o músculo se alonga durante a contração. Esse tipo de contração contribui para maior índice de dano muscular, pois, durante esta fase, um pequeno número de fibras musculares é recrutado, o que causa sobrecarga elevada nestas fibras, desorganizando-as (MALM et al., 1999). O DM é definido como lesão ou dano, prejudicando a função muscular; o mesmo varia de acordo com o número de fibras musculares danificadas por exemplo, micro lesões de um pequeno número de fibras musculares podendo chegar a magnitudes diferentes, dependendo da causa (ARMSTRONG, 1990).

O dano à fibra muscular após exercício normalmente é atribuído à desorganização na estrutura das fibras musculares, mais especificamente, a ruptura, alargamento ou prolongamento da linha Z (FRIDEN e LIEBER, 1992; CLARKSON e NEWHAM, 1995) que é a área em que um sarcômero se liga ao outro. Em cada lado da linha Z existem filamentos finos de actina. Entre os filamentos finos, há filamentos mais espessos, de miosina. O encurtamento dos sarcômeros (contração muscular) ocorre quando os filamentos de actina e de miosina se sobrepõem (HUXLEY, 2000). A linha Z, sendo o ponto de ancoramento das proteínas contráteis, fornece suporte estrutural para a transmissão de força quando as fibras musculares são encurtadas.

Quando o sarcômero se alonga enquanto contraído (contração excêntrica), elevados níveis de tensão são gerados sobre a linha Z, desorganizando ou rompendo-a (ENOKA, 1996).

As mais importantes variáveis que são coletadas no diagnóstico do DM são a queda da capacidade de se produzir força - normalmente mensurada por meio de contrações voluntárias máximas (CVM) -, diminuição da amplitude de movimento, aumento da percepção subjetiva de dor (PSD) e a liberação da enzima creatina quinase (CK) para o sangue (CLARKSON et al., 1992; CHEN et al., 2011). Um número considerável de pesquisas tem tido como foco principal os marcadores de DM, por possibilitarem o estudo de diferentes modos de intervenções. Tem-se encontrado que o exercício excêntrico em maiores amplitudes de movimento induz o DM em magnitudes elevadas, por exemplo (CHAPMAN et al., 2006).

O DM, assim como os demais marcadores proporcionados pelo mesmo, são efeitos da sobrecarga aplicada ao músculo estriado esquelético (LIEBER et al., 2002). Após algumas horas da prática do exercício físico intenso o suficiente, inicia-se a dor muscular de início tardio (DMIT) que se caracteriza com uma sensação de desconforto na musculatura esquelética (TRICOLI, 2001) e citocinas pró-inflamatórias são liberadas (OSTROWSKI, ROHDE, SCHJERLING & PEDERSEN, 2001; PEDERSEN, STEENSBERG & SCHJERLING, 2001; SMITH, 2000), causando uma resposta inflamatória com o objetivo reparar o tecido muscular lesionado (PEAKE, NOASAKA & SUZUKI, 2005; PEDERSEN & FEBBRAIO, 2008; SMITH, 2000; TIDBALL, 2005). Esse fenômeno tem sido reportado na literatura como dor muscular de início tardio, devido à característica temporal singular desse marcador. Após a realização de uma primeira sessão de exercícios excêntricos máximos (EEM) ocorre o DM. Sabe-se que ocorre a atenuação nos sintomas do DM quando é

realizada uma segunda sessão de exercício de volume e intensidade iguais. Tal fenômeno é conhecido e denominado como efeito protetor (EP) (NOSAKA et al., 2001). O EP acontece no músculo que sofre sobrecarga excêntrica. Pelo que foi entendido, a proteção não é conferida apenas para um tipo de exercício e pode proteger um mesmo grupo muscular contra o DM em diferentes práticas esportivas e em variados tipos de contração (ESTON et al., 1996).

Estudos recentes apontam para outras estratégias que conferem proteção contra o DM. Algumas dessas estratégias levam em conta a suplementação com diferentes componentes como a creatina monohidratada (Cr), proteína de soro de leite (Whey), aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA) e sucos de frutas ou vegetais ricos em flavonoides e outros compostos fenólicos (CONNOLLY et al., 2006; BASSIT et al., 2010; BOWTELL et al., 2011). A maior parte desses estudos encontra proteção contra a inflamação causada pelo DM e em sintomas relacionados a ela, além de alterações na síntese proteica.

Levando em consideração os estudos acima apresentados e a existência de diversos métodos de suplementação que visam a melhora de desempenho, o objetivo do presente estudo foi revisar criticamente trabalhos que tenham utilizado a suplementação de diferentes tipos de compostos como estratégia de prevenção e/ou recuperação do DM.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo consistiu de uma revisão de literatura, abordando artigos encontrados em pesquisa feita em importantes bases de dados (PubMed, Scielo, ISI-Web of Science) que tenham como foco o uso de suplementação como forma de proteção contra o DM, ou como catalizador dos processos recuperativos após o mesmo. Foram considerados para esta revisão apenas os artigos considerados como pertinentes ao foco central da pesquisa e que tenham sido realizados em design experimental duplo-cego, com o uso de placebos. Também foram considerados para análise estudos citados nos artigos identificados na busca nas bases de dados.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Aminoácidos

A dor muscular e a perda de força pós-exercício físico sempre foram assuntos muito popular no meio acadêmico. Conhecida pela área que a maior parte do dano muscular causado à musculatura esquelética é induzida por contrações excêntricas, que causam disfunções musculares como: aumento das concentrações plasmáticas de creatina quinase (CK), mioglobina (Mb) (NOSAKA et al., 2006), lactato desidrogênase (LDH), aumento das dores musculares, perda de força e outros sintomas.

Intervenções por meio de suplementação tem isso exploradas e encontrar algo capaz reduzir os marcadores de danos musculares e até acelerar a recuperação. O uso de aminoácidos (BCAA) tem se mostrado efetivo na redução dos sintomas negativos associados ao DM (COOMBES; MCNAUGHTON, 2000; GREER et al., 2007). Porém, doses de BCAA para homens e mulheres estão para ser definidas e o mesmo pode ser dito em relação ao período de suplementação.

Jackman et al.(2010) realizaram uma pesquisa com o uso de BCAA, investigando seu papel na recuperação após exercício excêntrico intenso. Foram utilizados 24 voluntários do sexo masculino, não treinados, que foram divididos em dois grupos; suplementação (SUP) e placebo (PLA), os quais tinham o n=12 cada. O grupo SUP fez uso de BCAA e o grupo PLA fez uso de placebo, que se tratava de água com sabor artificial. Para que não houvesse influência externa, a dieta diária dos voluntários foi controlada pelos autores. O protocolo do estudo consistiu da realização de 12 séries de 10 repetições excêntricas unilateral e carga de 120% de 1

RM, com consumo da suplementação/placebo 4 vezes diárias durante o período de recuperação e 5 vezes apenas no dia da prática do exercício. Marcadores de dor, função e lesão muscular foram coletados antes e depois (1, 8, 24, 48 e 72 horas) do exercício.

Foi diagnosticada a diminuição da função e da força muscular após o exercício, não foram encontradas diferenças nas variáveis plasmáticas entre os grupos, mas nos marcadores de dor muscular reportado pelos voluntários foi observada uma queda na média dos valores. O consumo do BCAA considerado como causa de diminuir a dor muscular, o mecanismo naquele momento não era conhecido pois a suplementação não mostrou melhoras nos marcadores inflamatórios coletados. A diminuição dos marcadores de dor ter acontecido é cogitada ao observar que um dos momentos que mostrou diferenças era reportado aos pesquisadores a dor muscular eram 8 horas após o exercício aplicado, então foi contribuída a mudança o fato dos voluntários estarem em momento pós-prandial e pelos voluntários consumir um produto que proporcionava energia.

Segundo um estudo realizado por Greer et al. (2007), onde foram utilizados aminoácidos de cadeias ramificadas (BCAA), carboidrato isocalórico (CHO) e placebo (PLAC), com o objetivo de buscar os efeitos do consumo destes no DM em 9 voluntários do gênero masculino, sendo estes não treinados e submetidos a 3 séries de 90 minutos pedalando, separadas por 8 semanas para que houvesse total recuperação. Cada voluntário fez uso apenas de um tipo de bebida, que foram administradas minutos antes e no minuto 60 da série. Os marcadores de dano muscular observados foram: creatina quinase (CK), lactato desidrogênase (LDH),

torque máximo do extensor e flexor da articulação do joelho e dor muscular (antes, logo após, 4 horas, 24 horas e 48 horas do exercício).

Os resultados do uso do BCAA obtidos comparando com os demais grupos BCAA – PLAC (4 h, 24 h e 48 h pós), BCAA – CHO (24 h pós) e CHO – PLAC (24 h e 48 h pós) foram significativamente baixos em relação a concentração da CK no plasma sanguíneo. Dados de LDH no grupo BCAA também mostrou-se significativamente baixos as 4 h pós quando comparado BCAA – PLAC. Os índices de percepção de dor 24 h após a sessão eram significativamente baixos no grupo que ingeriu carboidratos comparado com o PLAC e o torque de flexão do joelho dos voluntários que utilizaram o BCAA estava alto em relação ao PLAC e CHO. O uso de BCAA se mostrou eficaz atenuando o DM em universitários do sexo masculino destreinados e o seu consumo atenuou as alterações na atividade plasmática de CK. Porém a inclusão de um teste para identificação dos locais danificados pelo exercício poderia nos mostrar melhor as áreas danificadas do que mostrado pela máxima contração voluntária.

Matsumoto et al. (2009), investigaram o uso do BCAA de forma contínua sobre os marcadores de dor, inflamação e dano muscular. Com o total de 12 voluntários, sendo 6 do gênero masculino e 6 do gênero feminino, praticantes de corridas de longas distâncias. Os voluntários realizaram duas vezes o experimento com um intervalo para recuperação e foram administrados em um dos experimentos BCAA e no outro placebo. Afim de mensurar os níveis de inflamação e dano muscular foram analisados dados como; CK, lactato desidrogenase (LDH), enzima lactase (GEL), percepção de dor por meio de escala coletados antes e depois das sessões de treinos.

A sensação de dor e fadiga durante o treinamento foram reportadas como significativamente baixas com BCAA em relação ao PLA. O mesmo foi identificado para CK, LDH e GEL. A suplementação de BCAA contínua mostrou ser capaz de reduzir dados de percepção de dor, sensação de fadiga, coletados por meio de escalas e notou-se alterações de reduções nos dados de dano muscular e inflamação. Podendo BCAA pode se tornar um grande aliado dos atletas, mas é necessário mais pesquisas que busquem investigar os mecanismos utilizados pelo BCAA. A realização de duas séries, mesmo que separadas, podem ter causado efeito protetor, que pode ser considerado como um fator de confusão no estudo de Matsumoto et al. (2009), possivelmente influenciando os resultados obtidos na segunda sessão.

Uma das pesquisas realizadas por Shimomura et al. (2010), abordou a suplementação de BCAA administrada antes da execução de agachamentos e mensurou dados de dor (DOMS) e contração máxima voluntária (MVC) pré e pós exercício. Com um total de 12 voluntários destreinados do gênero feminino. Tratou-se da aplicação de método duplo-cego com um intervalo de 11 semanas entre a repetição do experimento, o que diferiu um experimento do outro foram as bebidas ingeridas pelos voluntários: PLAC e BCAA.

A dor muscular apresentou picos no segundo e no terceiro dia de ambos experimentos, mas o BCAA apresentou níveis de dor menores que o placebo. Contração isométrica máxima foi coletada no terceiro dia e o consumo de BCAA suprimiu a queda de força. No período de consumo do placebo notou-se a uma alta concentração de mioglobina sérica, o que não ocorreu no período de consumo do BCAA. Desde os estudos preliminares notou-se que o BCAA é eficaz no que diz respeito à dor muscular e no estudo realizado os resultados apenas confirmaram o

que foi estudado anteriormente. Sugerindo que a ingestão do BCAA tem um efeito analgésico e além disso o método cross-over ou como dito anteriormente a repetição não é adequado para a realização destes tipos de pesquisas pois estudos mostram que há efeito protetor quando o estudo é repetido.

Em outro estudo realizado por Nosaka e colaboradores (2006) foram observados, utilizando o método duplo-cego, os efeitos do BCAA sobre dor e DM após a realização de exercícios excêntricos dos flexores do cotovelo, em comparação com o uso de placebo. O exercício foi realizado apenas com um braço e foi aplicado o protocolo de ingestão de suplementação e reaplicado em sistema cross-over no membro contra. A suplementação para o experimento iniciou-se antes do exercício e continuou até o quarto dia após o exercício.

Os BCAA se mostraram eficazes na redução dos parâmetros de dor muscular e fluxo de proteínas musculares para circulação. Necessário investigar o melhor tempo para administração do BCAA antes do exercício e buscar os motivos da recuperação da melhor recuperação do grupo que tomou o café da manhã. Uma limitação pelo desenho da pesquisa aplicada é o uso do métodos cross-over, pesquisas concluíram que mesmo com intervalo de aplicação ou utilização do membro contralateral há adaptação muscular.

Howatson et al. (2012) utilizou atletas treinados em resistência para investigar os efeitos do BCAA no DM, em atletas. Marcadores de dor muscular, CK, força, saltos verticais (VJ) e circunferência da panturrilha (CC) foram coletados afim de buscar as respostas para a hipótese levantada pelo grupo. Os voluntários ingeriram apenas um tipo de suplementação das duas possíveis, no caso BCAA ou PLA,

selecionados randomicamente para cada grupo e ambos os grupos realizaram a mesma série de saltos, como forma de indução do DM.

Os resultados analisados mostraram que o BCAA realizou uma diferença significativa entre os grupos em relação à CK, dor muscular e acelerou a recuperação da função muscular dos voluntários. Os demais dados coletados não apresentaram diferenças significantes entre PLA e BCAA. O BCAA mostrou-se eficaz intervindo em relação aos efeitos negativos do dano muscular dos voluntários. Iniciando a suplementação do BCAA durante um período que compreendeu dias antes e após o exercício, esta suplementação de BCAA mostrou-se ser capaz de reduzir a dor e a concentração plasmática de enzimas intramusculares. Além de ter melhorado a recuperação e diminuindo a queda da função muscular. O experimento realizado foi o pioneiro na realização do método mais apropriado para a investigação mais fidedigna das revisões realizadas.

Knechtle et al. (2011) investigou a suplementação de BCAA durante uma prova de 100 km realizada por maratonistas. Os voluntários foram randomicamente divididos em dois grupos, um fez o consumo de BCAA e o outro fez consumo de PLA. Amostras de sangue foram coletadas a fim de obter dados sobre a CK, uréia e mioglobina, além de escalas de dor que foram aplicadas aos voluntários antes e depois da maratona.

Os resultados obtidos pelos autores não foram capazes de sustentar a hipótese de que a suplementação de BCAA antes e durante a prova ajudaria a redução dos marcadores de CK, uréia, mioglobina, dor muscular e ainda melhorar a performance dos atletas. Os autores acreditam que a suplementação durante o período de recuperação poderia ajudar na redução dos marcadores anteriormente citados, pois os mecanismos utilizados pelo BCAA agir estão ligados ao DM por meio de alteração

no balanço proteico e assim justificando o fato do BCAA não realizar influências importantes nos marcadores.

3.2 Proteínas

O DM causa uma reação em cadeia que pode influenciar a síntese e degradação de proteínas (i.e., balanço proteico) (Sorichter et. al, 1998). O aumento dos índices de síntese e diminuição da degradação muscular tornam este ambiente muscular propenso a hipertrofia durante o período de recuperação (Rennie and Tipton, 2000; Tipton, 2008).

Intervenções realizadas anteriormente fornecem evidências que demonstram que a suplementação de proteínas durante e após o exercício pode reduzir os índices de DM e percepção de dor e também melhorar a recuperação da função muscular (Etheridge et. al, 2008; Greer et. al, 2007)

Cooke et. al, (2010) investigaram a suplementação de proteínas isoladas (WPH) em pessoas saudáveis, dividindo-as em dois grupos. O grupo I fez uso de WPH e o grupo II utilizou carboidrato durante 14 dias, 4 vezes ao dia. Aplicaram o protocolo de treinamento de resistência de contração unilateral dos flexores da articulação do joelho com carga de 120% em relação à realização de 1 RM. Afim de mensurar os danos musculares causados pelo exercício, foram coletados CK e LDH.

Os autores encontraram os resultados sobre a força de isometria do extensor do joelho alto no grupo WPH especificamente nos dias 3 e 7, e também a existência de uma melhor manutenção força com a suplementação da WPH. Sugerindo que a WPH realizou uma maior síntese proteica ou pelo fato de ter realizado um efeito protetor na musculatura.

Betts et. al (2009) realizaram a investigação da suplementação de proteína em adição com o carboidrato até 4 horas pós-exercício em atletas altamente treinados. Foi aplicado o protocolo duplo-cego e em ambas as vezes foi aplicado o

teste de *shuttle-running* intermitente separadas por um período de 9 semanas em cross-over.

Os resultados do torque máximo isocinético logo após ao exercício estava 10% - 20% abaixo aos resultados obtidos antes do exercício. Porém nenhum dos resultados obtidos tiveram significância. A adição de carboidrato na suplementação de proteína não mostrou efeitos significativos nos índices de dano, inflamação e melhora na recuperação da função muscular quando comparado com a outra bebida. Apesar das alterações metabólicas apresentadas no estudo serem as mesmas, não foram suficientes para darem suporte a hipótese do estudo.

Contribuindo com evidências sobre o uso de proteínas para recuperação muscular Buckley et. al (2010), utilizou do suplemento durante o período de recuperação. Foram utilizados três tipos de suplementos; placebo, proteína isolada e proteína hidrolisada e a suplementação foi administrada logo após o exercício, 6 horas após o exercício e 2 horas antes do teste que seria feito as 24 horas após exercício.

A recuperação da força foi acelerada pela suplementação da proteína isolada. e a recuperação apresentada pelos voluntários que fizeram uso da proteína hidrolisada foi relativamente rápida, alcançando total recuperação do pico de torque isométrico 6 hs após o exercício. Nos marcadores de dano e dores musculares não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos investigados e futuros estudos devem buscar afundo os mecanismos utilizados pela proteína hidrolisada.

3.3 Carboidratos

Atualmente tem se encontrado pesquisas que investigam as capacidades do carboidrato na melhora da performance e também na diminuição do DM, sendo incorporadas com proteínas, em alguns casos, tendo como variáveis diversos exercícios, início/finalização de suplementação e/ou tempo de exercício e outras variáveis.

Estudo moldado por Green et al. (2008) resolveu investigar o efeito da suplementação de carboidratos junto de proteínas na bebida e compará-los com os resultados obtidos pelo consumo de bebidas com carboidratos apenas. Voluntárias que realizaram corrida em downhill durante 30 minutos, estavam em 3 grupos diferentes: carboidratos, carboidrato e proteína, e placebo; e fizeram a ingestão de uma das bebidas para que pudessem ser analisadas os efeitos do consumo de bebidas com alto índice de carboidratos no DM.

As variáveis analisadas neste estudo foram: máxima contração isométrica, escala de dor muscular e creatina quinase, coletadas 5 vezes durante a pesquisa. O estudo apresentou resultados que mostram que a suplementação a fim de melhorar recuperação muscular não teve efeito positivo. Conclui-se que o fato de administrar uma única dose de carboidrato ou carboidrato com proteína logo após a uma sessão de downhill por atletas não profissionais é ineficaz para a melhora da recuperação muscular durante os dias pós-exercício.

Outros autores como Miles et al. (2007) também investigaram o uso de carboidratos na recuperação muscular. Neste caso eles tiveram como objetivo acompanhar a recuperação muscular e os efeitos do consumo de carboidratos sobre o processo inflamatório. Os marcadores observados foram: Dor muscular,

circunferência braquial, glicose, interleucina-6, proteína C-reativa, cortisol, creatina quinase e força máxima em voluntários que realizaram contrações excêntricas máximas dos extensores do cotovelo afim de causar DM, dor e inflamação nos músculos envolvidos no movimento. Foi feita administração de bebidas com carboidrato e placebo, as quais foram iniciadas um dia antes e tiveram o término dois dias após o exercício.

As alterações encontradas nos resultados dos marcadores não foram o suficiente para chegarem a ser significantes e então assim afirmar a eficácia do uso de carboidratos nos marcadores coletados. Levando os autores a concluir o fato de que o processo inflamatório e a recuperação muscular não são aprimorados com o uso de carboidratos.

3.4 Flavonóides

Segundo revisão feita por Bell et al. (2014) frutas funcionais tem chamado a atenção do setor acadêmico que estuda exercício físico. Encontraram nas cerejas flavonóides e antioxidantes, os quais tem apresentado o poder de reduzir o stress oxidativo em células. Consequentemente, tentativas do uso destes flavonóides em processos inflamatórios crônicos, células cancerígenas, diabetes, entre outro tipos de doenças tem aumentado exponencialmente, pois estes tipos de alimentos se consumidos em doses corretas podem ajudar no combate de doenças.

3.4.1 Cereja

O surgimento de informações sobre os componentes presentes nas cerejas levantaram grandes curiosidades de autores a fim de investigar os poderes anti-inflamatórios e anti-oxidantes. Connolly et al. (2006) pesquisou os efeitos do consumo da cereja na prevenção do dano muscular, o método utilizado foi a suplementação do suco de cereja ou placebo. A suplementação foi iniciada dias antes da aplicação do protocolo de exercício e os mesmos voluntários realizaram pela segunda vez(cross-over). O exercício aplicado foi a extensão dos flexores do cotovelo, que na segunda vez realizada pelos voluntários foi executado com o membro contralateral.

Entre os marcadores coletados, alguns apresentaram resultados importantíssimos, como os marcadores de perda de DM e dor estavam significativamente mais baixos do que o período de consumo do placebo. Um fato muito curioso é a perda de força após a realização do exercício a cereja apresentou uma queda muito pequena (4%), já o placebo teve em média uma queda de 22% da força. O estudo fez possível concluir que o consumo de cereja dias antes da

realização do protocolo de exercício induziu, sim, efeito protetor muscular. O estudo acabou limitando-se pelo fato do método cross-over aplicado que comprovadamente existe um efeito protetor mesmo quando utilizado o membro contralateral

Aprofundando mais nos estudos com cerejas, Kuehl et al. (2010) realizou pesquisas em corredores de longas distâncias utilizando da suplementação do suco da cereja e analisou os marcadores de inflamação, dano e geração da força muscular. Divididos em dois grupos, no qual um deles fez consumo do placebo e outro do suco de cereja. Com o objetivo de obter mais dados para uma melhor compreensão dados de percepção de dor também foram coletados em três momentos da pesquisa. Os voluntários consumiram num total de 16 garrafas de bebida por voluntário durante o experimento, sendo elas placebo ou suco de cereja.

Após a corrida, ambos os grupos apontaram aumento na dor, porém comparando os resultados obtidos entre os grupos, os voluntários que fizeram uso do suco de cereja reportaram aos autores menores índices de percepção de dor. Foi questionado também aos voluntários sobre uma disposição de utilização do suco como forma de suplementação e os resultados foram significantes com altos índices de satisfação entre os voluntários que utilizaram realmente do suco quando comparado com o placebo.

No estudo aplicado por Howatson et al. (2010), foi analisada a eficácia do suco de cereja na redução do dano muscular, processo inflamatório e o estresse oxidativo. Cerca de 20 maratonistas se voluntariam para a realização do estudo, a administração das bebidas se iniciou 5 dias antes da prova a fim de ver o efeito protetor. Os marcadores coletados dos maratonistas voluntários foram creatina quinase, lactato, percepção de dor, torque máximo isométrico, processo inflamatório, proteína C reativa, ácido úrico, estresse oxidativo, total de antioxidantes. O

experimento levou um total de 8 dias para cada voluntário, contando a partir do dia pré-prova e terminando dias após a mesma, pois a administração das bebidas 5 dias antes da prova e o tratamento foi finalizado 2 dias depois da prova.

Os marcadores de força do grupo que ingeriu o suco teve sua recuperação acelerada quando comparado ao grupo placebo. Os processos inflamatórios entre o grupo cereja tiveram importantíssimos e significantes resultados em todas as coletas, em relação ao grupo placebo. No caso, os marcadores de torque isométrico máximo também tiveram melhores performances na recuperação de força, porém marcadores como creatina quinase, lactato e dores musculares já não tiveram a mesma qualidade nos resultados como os anteriormente citados.

A investigação feita por Bell et al. (2014) utilizou cerejas diferentes do tipo usado nos estudos anteriormente revisados e foi aplicado em voluntários praticantes de ciclismo treinado e analisou diversos marcadores afim de procurar se a mesma eficácia pode ser encontrada utilizando de outro tipo de cereja. Foram aplicados 3 sessões de treino em alta intensidade, administração da suplementação se iniciou dias antes dos testes e foram coletados marcadores relevantes para a conclusão da pesquisa.

As respostas encontradas após o consumo da cereja mostraram grande importância com resultados significantes em marcadores inflamatórios e sistema de oxidação. Apesar das quedas de performance parecidas para ambos, a cereja levou os autores a uma resposta atenuada comparado com o placebo. A creatina quinase não teve diferenças importantes entre os grupos, mas o estudo demonstrou que a inflamação e o stress oxidativo foram combatidos com o uso da cereja.

Em relação a exercícios de força Sumners et al. (2011) fez a investigação de exercício de força unilateralmente avaliado, procurando informações de processos

inflamatórios e dano em exercícios de força. A intervenção feita foi aplicada nos voluntários do gênero masculino duas vezes (cross-over), as intervenções foram separadas por um período de duas semanas. Marcadores como contração máxima voluntária do joelho, creatina quinase, proteína C reativa e entre outros foram utilizados para dar suporte a hipótese.

A pesquisa encontrou que a recuperação da força foi acelerada no grupo que fez ingestão da cereja. Os resultados obtidos em ambos os grupos em relação a CK e a carbonilação das proteínas, tiveram aumento significativo após o exercício e atingiu o seu máximo em 24 horas .Concluiu-se que o consumo do suco de cereja apresentou melhorou o tempo de recuperação da força após o exercício.

4 CONCLUSÃO

A partir do que foi levantado nesta revisão bibliográfica podemos observar que o uso de suplementos afim de combater os danos e dores musculares têm sido uma prática que se tornou comum nos últimos anos. Porém, é possível ver que diversos tipos de metodologias utilizadas foram aplicadas e ainda não conseguiram atingir o ideal para obter resultados mais fidedignos.

Foi obtido um maior conhecimento sobre as influências dos alimentos e suplementos na colaboração para a proteção muscular. Além disso, foram encontrados artigos relatando a ingestão de diferentes grupos de componentes como é o caso dos carboidratos, das proteínas, dos aminoácidos, dos flavonóides, etc.

Talvez pela facilidade de se aplicar a suplementação em esportes individuais, tornou-se difícil encontrar materiais sobre a suplementação em grupos de esportes coletivos, porém os esportes coletivos pode proporcionar uma gama maior de perfis de cada atleta como, por exemplo no futebol onde os jogadores jogam por posicionamento e cada um deles têm necessidades diferentes de capacidades físicas utilizadas.

Estudos afim de explorar mecanismos de proteção e recuperação de força realizados por proteínas hidrolisadas e flavonóides deveriam ter mais atenção, pois os mecanismos destes compostos ainda não estão claros sendo que possuem um alto potencial a ser explorado.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARMSTRONG, R. B. Initial events in exercise-induced muscular injury. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v.22, p.429–435, 1990.

BASSIT, R. A. *et al.* Effect of short-term creatine supplementation on markers of skeletal muscle damage after strenuous contractile activity. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.108, n.5, p.945-55, 2010.

BASSIT, R. A.; CURI, R.; COSTA ROSA, L. F. Creatine supplementation reduces plasma levels of pro-inflammatory cytokines and PGE2 after a half-ironman competition. **Amino Acids**, Wien, v.35, n.2, p.425-31, 2008.

BELL, P. G. *et al.* The role of cherries in exercise and health. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, Hoboken, v.24, n.3, p.477-490, 2014.

BELL, P. G. *et al.* Montmorency cherries reduce the oxidative stress and inflammatory responses to repeated days high-intensity stochastic cycling. **Nutrients**, Switzerland, v.6, n.2, p.829-843, 2014.

BETTS, J. A. *et al.* Systemic indices of skeletal muscle damage and recovery of muscle function after exercise: effect of combined carbohydrate-protein ingestion. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, Basel, v.34, n.4, p.773-784, 2009.

BOWTELL, J. L. *et al.* Montmorency cherry juice reduces muscle damage caused by intensive strength exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v.43, n.8, p.1544-51, 2011.

BUCKLEY, J. D. *et al.* Supplementation with a whey protein hydrolysate enhances recovery of muscle force-generating capacity following eccentric exercise. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Chatswood, v.13, n.1, p.178-181, 2010.

CHAPMAN, D. *et al.* Greater muscle damage induced by fast versus slow velocity eccentric exercise. **International Journal of Sports Medicine**, New York, v.27, p. 591-598, 2006.

CHEN, T. C. *et al.* Comparison in eccentric exercise-induced muscle damage among four limb muscles. **European Journal of Applied Physiology**, Heidelberg, v.111, p.211-223, 2011.

CLARKSON, P. M.; HUBAL, M. J. Exercise-induced muscle damage in humans. **American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation**, Indianapolis, v.81 (sup), p.s52-s69, 2002.

CLARKSON, P. M.; NOSAKA, K.; BRAUN, B. Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v.24, n.5, p.512-520, 1992.

CLARKSON, P. M.; NEWHAM, D. J. Association between muscle soreness, damage, and fatigue. **Advances in Experimental Medicine and Biology**, New York, p.457-469, 1995.

CONNOLLY, D. A. J.; McHUGH, M. P.; PADILLA-ZAKOUR, O. I. Efficacy of a tart cherry juice blend in preventing the symptoms of muscle damage. **British Journal of Sports Medicine**, Londres, v.40, p.679-683, 2006.

COOKE, M. B. *et al.* Whey protein isolate attenuates strength decline after eccentrically induced muscle damage in healthy individuals. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, London, v.7, n.1, p.30, 2010.

COOMBES, J. S.; MCNAUGHTON, L. R. Effects of branched-chain amino acid supplementation on serum creatine kinase and lactate dehydrogenase after prolonged exercise. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Turin, v.40, n.3, p.240-6, 2000.

ESTON, R. G. *et al.* Muscle tenderness and peak torque changes after downhill running following a prior bout of isokinetic eccentric exercise. **Journal of Sports Science**, Warsaw, v.14, n.4, p.291-299, 1996.

ETHERIDGE, T.; PHILP, A.; WATT, P. W. A single protein meal increases recovery of muscle function following an acute eccentric exercise bout. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, Ottawa, v.33, n.3, p.483-488, 2008.

FRIDEN, J.; LIEBER, R. L. Structural and mechanical basis of exercise-induced muscle injury. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v.24, p.521-530, 1992.

GREEN, M. S. *et al.* Carbohydrate-protein drinks do not enhance recovery from exercise-induced muscle injury. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, Ottawa, v.18, n.1, p.1, 2008.

GREER, B. K. *et al.* Branched-chain amino acid supplementation and indicators of muscle damage after endurance exercise. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, Champaign, v.17, n.6, p.595-607, 2007.

HOWATSON, G. *et al.* Exercise-induced muscle damage is reduced in resistance-trained males by branched chain amino acids: a randomized, double-blind, placebo controlled study. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, London, v.9, n.1, p.20, 2012.

HOWATSON, G. *et al.* Influence of tart cherry juice on indices of recovery following marathon running. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, Hoboken, v.20, n.6, p.843-852, 2010.

JACKMAN, S. R. *et al.* Branched-chain amino acid ingestion can ameliorate soreness from eccentric exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Edgbaston, v.42, n.5, p.962-970, 2010.

KEUHL, K. *et al.* Efficacy of Tart Cherry Juice in Reducing Muscle Pain During Running. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, London, v.7, p.17, 2010.

KNECHTLE, B. *et al.* No effect of short-term amino acid supplementation on variables related to skeletal muscle damage in 100 km ultra-runners-a randomized controlled trial. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, London, v.8, n.6, 2011.

LIEBER, R. L.; SHAH, S.; FRIDEN, J. Cytoskeletal disruption after eccentric contraction-induced muscle injury. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, New York, v.403, p.90-99, 2002.

MATSUMOTO, K. *et al.* Branched-chain amino acid supplementation attenuates muscle soreness, muscle damage and inflammation during an intensive training program. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Turin, v.49, p.424-31, 2009.

MAYHEW, D. L.; THYFAULT, J. P.; KOCH, A. J. Rest-interval length affects leukocyte levels during heavy resistance exercise. **Journal of strength and conditioning research**, Colorado Springs, v.19, n.1, p.16-22, 2005.

MCHUGH, M. Recent advances in the understanding of the repeated bout effect: the protective effect against muscle damage from a single bout of eccentric exercise. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, Hoboken, v.13, p. 88-97, 2003.

MILES, M. *et al.* Effect of carbohydrate intake during recovery from eccentric exercise on interleukin-6 and muscle damage markers. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, Champaign, v.17, n.6, p.507-520, 2007.

NOSAKA, K.; SACCO, P.; MAWATARI, K. Effects of amino acid supplementation on muscle soreness and damage. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, Champaign, v.16, n.6, p.620-635, 2006.

NOSAKA, K. Muscle damage and adaptation induced by lengthening contractions. In: Shinohara M (ed) *Advances in neuromuscular physiology of motor skills and muscle fatigue*. **Research Signpost**, Kerala, p.415–435, 2009.

NOSAKA, K.; SAKAMOTO, K.; NEWTON, M. How long does the protective effect on eccentric exercise-induced muscle damage last? **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v.33, n.9, p.1490-1495, 2001.

OSTROWSKI, K.; ROHDE, T.; SCHJERLING, S. A. P.; PEDERSEN, B. K. Chemokines are elevated in plasma after strenuous exercise in humans. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.84, n.3, p.244-5, 2001.

PEAKE, J. M.; NOSAKA, K.; SUZUKI, K. Characterization of inflammatory responses to eccentric exercise in humans. **Exercise Immunology Review**, Champaign, v.11, p.64-85, 2005.

PEDERSEN, B. K.; FEBBRAIO, M. A. Muscle as an endocrine organ: focus on muscle-derived interleukin-6. **Physiological Reviews**, Bethesda, v.88, p.1379-406, 2008.

PEDERSEN, B. K.; STEENSBERG, A.; SCHJERLING, P. Muscle-derived interleukin-6: possible biological effects. **The Journal of Physiology**, London, v.536, n.2, p.329-37, 2001.

RENNIE, M. J.; TIPTON, K. D. Protein and amino acid metabolism during and after exercise and the effects of nutrition. **Annual review of nutrition**, Palo Alto, v.20, n.1, p.457-483, 2000.

SANTOS, R. V.; BASSIT, R. A.; CAPERUTO, E. C.; COSTA ROSA, L. F. The effect of creatine supplementation upon inflammatory and muscle soreness markers after a 30 km race. **Life Sciences**, Oxford, v.75, p.1917-24, 2004.

SHIMOMURA, Y. *et al.* Branched-chain amino acid supplementation before squat exercise and delayed-onset muscle soreness. **International journal of sport nutrition**, Champaign, v. 20, n. 3, p. 236, 2010.

SMITH, L. L. Cytokine hypothesis of overtraining: a physiological adaptation to excessive stress. **Medicine Science in Sports and Exercise**, Madison, v.32, n.2, p.317-31, 2000.

SORICHTER, S.; PUSCHENDORF, B.; MAIR, J. Skeletal muscle injury induced by eccentric muscle action: muscle proteins as markers of muscle fiber injury. **Exercise Immunology Review**, Greven, v. 5, p. 5-21, 1998.

TIDBALL, J. G. Inflammatory processes in muscle injury and repair. **American Journal of Physiology: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, Washington, v.288, n.2, p.345-53, 2005.

TIPTON, K. D. Protein for adaptations to exercise training. **European Journal of Sport Science**, Oxford, v.8, n.2, p.107-118, 2008.

TRICOLI, V. Mecanismos envolvidos na etiologia da dor muscular tardia. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, v.9, n.2, p.39-44, 2001.

HUXLEY, A. F. Cross-bridge action: present views, prospects, and unknowns. **Journal of Biomechanics**, Oxford, v.33, n.10, p.1189-1195, 2000.

ENOKA, R. M. Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. **Journal of Applied Physiology**, Rockville, vol.81, n.6, p.2339–2346, 1996.

Orientador: Benedito Sérgio Denadai

Co-orientador: Leonardo Coelho R. de Lima

Aluno: Felipe José Cândia