

EDUCAÇÃO FÍSICA

YURI MATHEUS MORO

**MECANISMOS DO JEJUM E SUA
APLICABILIDADE NO EXERCÍCIO FÍSICO:
UMA REVISÃO DE LITERATURA**



Rio Claro
2019

YURI MATHEUS MORO

MECANISMOS DO JEJUM E SUA
APLICABILIDADE NO EXERCÍCIO FÍSICO:
UMA REVISÃO DE LITERATURA

Orientador: ALEXANDRE GABARRA DE OLIVEIRA

Co-orientador:

Supervisor:

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
2019

M867m Moro, Yuri Matheus
Mecanismos do jejum e sua aplicabilidade no
exercício físico: uma revisão de literatura / Yuri
Matheus Moro. -- Rio Claro, 2019
31 p. : il.

Trabalho de conclusão de curso (-) -
Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de
Biotecnologia, Rio Claro
Orientador: Alexandre Gabarra de Oliveira

1. Jejum. 2. Exercício. 3. Saúde. 4. Educação
Física. 5. Fisiologia. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp.
Biblioteca do Instituto de Biotecnologia, Rio Claro. Dados fornecidos pelo
autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Dedicado a Zanira, Sebastião, Nelson e Edena. Seus fôlegos de vida em mim me foi sustento e me deram coragem para questionar realidades e propor sempre um novo mundo de possibilidades.

AGRADECIMENTOS

Se eu tivesse que listar todas as pessoas que me ajudaram chegar aqui até esse momento, provavelmente essa página seria maior que o trabalho inteiro. Então se você está lendo isso e sabe que me ajudou de algum jeito, seja ele o mais simples possível, meu muito obrigado.

“Só sei que nada sei, e o fato de saber isso, me coloca em vantagem sobre aqueles que acham que sabem alguma coisa.”

- Sócrates

RESUMO

O jejum é um fenômeno natural do corpo humano de caráter voluntário ou involuntário. Classificado como uma abstenção na ingestão de alimentos e/ou líquidos após certo período de tempo da última refeição realizada, essa prática foi utilizada por séculos durante a história da humanidade para as mais diversas finalidades. Atualmente, o jejum é visto por alguns profissionais como uma poderosa ferramenta e um meio eficaz de controle e manutenção do peso corporal, o que fez com que seus conceitos se popularizassem a cada dia. Além de servir como uma espécie de tratamento natural para pessoas com adversidades metabólicas, sua teoria aponta que quando vinculado a um programa de exercícios físicos e dieta controlada, o jejum pode servir como um complemento a fim de maximizar ganhos em saúde e bem-estar. Este trabalho tem como objetivo elucidar essa questão e apontar possíveis benefícios do exercício físico vinculado ao jejum, sendo utilizado como método uma revisão de literatura não sistemática realizada em bases de dados internacionalmente reconhecidas. Diversos estudos apontam que não há diferenças significativas na redução de peso quando o exercício é realizado em jejum ou quando feito após uma refeição pré-treino, entretanto, protocolos de treinamento em jejum mostram que sua realização causa diversas adaptações metabólicas a nível celular, que quando trazidas a um escopo de maior magnitude podem ser interpretadas como precursores benéficos ao organismo proporcionando melhores níveis de saúde.

ABSTRACT

Fasting is a natural human body phenomenon of a voluntary or involuntary character. Classified as an abstention in food and / or fluid intake after a certain period of time of the last meal, this practice has been used for centuries throughout human history for a wide range of purposes. Today, fasting is perceived by some professionals as a powerful tool and an effective means of controlling and maintaining body weight, which in then shed light on it's concept. In addition to serving as a kind of natural treatment for people with metabolic adversities its theory points out that when tied to an program of physical exercise and balanced diet, fasting can serve as a supplement in order to maximize gains in both health and wellness. This work aims to elucidate this issue and to point out possible benefits of physical exercise linked to fasting, using as a method a review of non - systematic literature carried out in internationally recognized databases. Several studies indicate that there are no significant differences in weight reduction when exercise is performed under fasting state or when done after a pre-workout meal, however fasting training protocols show that its accomplishment causes several metabolic adaptations at the cellular level, which when brought to a scope of greater magnitude can be interpreted as beneficial precursors to the organism providing better levels of health.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. OBJETIVO	7
3. METODOLOGIA	7
4. REVISÃO DE LITERATURA	7
4.1. Jejum e seu <i>status quo</i>	7
4.2. Jejum e sua fisiologia	13
4.3. Jejum e exercício físico	17
5. CONCLUSÃO	25
6. REFERÊNCIAS	26

1. INTRODUÇÃO

O jejum é considerado como uma privação da ingestão de alimentos e/ou líquidos por determinado tempo, que pode ser perdurado por horas, dias ou até semanas dependendo da individualidade do organismo em questão (LONGO & MATTSON, 2014). Ao longo do tempo, a prática do jejum tem sido utilizada por motivos culturais, religiosos, médico-clínicos e, atualmente, para a melhora do desempenho esportivo, além de ser amplamente utilizada para finalidade estética. O tipo de jejum mais vivenciado pela maioria dos seres humanos é o noturno, ou seja, aquele realizado durante as horas de sono que pode variar, normalmente, entre 8 a 12 horas todos os dias. Porém, as respostas metabólicas entre o jejum durante as atividades diárias e o jejum noturno durante o sono são diferentes em inúmeros aspectos (MAUGHAN, FALLAH & COYLE, 2010).

O tempo exato em que o organismo entra no estado de jejum ainda é incerto, pois é dependente de vários fatores relacionados à última refeição realizada, como por exemplo, o tamanho da refeição, seu conteúdo calórico, a composição dos macronutrientes ingeridos, além da presença de outros componentes nutritivos que podem ter um efeito significativo, como vitaminas, minerais, álcool, fibras e etc. Porém, é correto afirmar que o início do jejum ocorre no período pós-absortivo, que consiste na fase em que todos os nutrientes foram absorvidos pelo intestino delgado e que durante esse tempo não houve a ingestão de nenhum outro tipo de alimento ou solução líquida com exceção de água, uma vez que esta não proporciona qualquer índice energético. Após esse período, a glicose é disponibilizada para o organismo pela quebra das moléculas de glicogênio hepático que são liberadas de forma gradual de modo a manter o pleno funcionamento do organismo. Levando em consideração que o peso de um fígado adulto e saudável seja de 1.2–1.5 kg, isso nos leva a ter um estoque de glicogênio de aproximadamente 60g. Nos estágios iniciais do jejum após a fase pós-absortiva, o fígado libera suas reservas de glicogênio em uma taxa de 4g de glicose por hora (NILSSON & HULTMAN, 1973). Porém, a taxa metabólica e a demanda energética não chegam a ser compensadas por esse mecanismo inicial do jejum e com isso ainda existe uma grande necessidade do metabolismo energético suprir suas necessidades fazendo com que o organismo entre no estado de gliconeogênese onde todos os outros substratos que não são carboidratos são convertidos em glicose. Com isso, Cahill e

colaboradores (1966) estabeleceram que a taxa de consumo dos carboidratos torna-se reduzida no estado de jejum e a demanda energética é suprida a partir do aumento da oxidação da gordura existente por ser um substrato altamente energético. Entretanto, se o organismo encontra-se em uma atividade de alta intensidade, há uma troca de substratos energéticos a serem oxidados, fazendo que haja quebra das proteínas, em especial as musculares, para suprir o gasto energético de alta e rápida demanda e assim manter o esforço. Isso se dá pela facilidade e quantidade reduzida de trabalho exercido para quebrar uma molécula de proteína em relação a uma de lipídeo, sendo esse último mais denso e com uma carga molecular maior (CAHILL, 2006). A partir disso existe uma vasta literatura em que o jejum é utilizado como forma de tratamento, controle e regulação de doenças metabólicas como obesidade, diabetes mellitus do tipo II, síndrome metabólica e em alguns casos específicos, pacientes que sobreviveram de desfechos cardiovasculares. Assim, novos métodos vêm sendo criados como o jejum intermitente e sendo utilizados juntamente com a manipulação das variáveis que envolvem os mecanismos fisiológicos, bioquímicos e psicológicos do jejum, porém os resultados ainda são pouco conclusivos e bastante controversos (AZEVEDO, IKEOKA & CARAMELLIA, 2013).

A prática regular do exercício físico como ferramenta de prevenção de doenças, reabilitação, melhora na saúde e como aprimoramento do desempenho humano já é muito bem estabelecida dentro da literatura. Melhora do perfil lipídico, aumento da resistência aeróbia, aumento da força e flexibilidade são apenas alguns entre tantos outros benefícios que podem ser ressaltados. Os resultados e consequências positivas do exercício físico crônico podem ser potencializados quando vinculados a uma dieta balanceada e planejada por um profissional capacitado, ou seja, um nutricionista (ASSUMPÇÃO, MORAIS & FONTOURA, 2002). Além de haver uma vasta gama de estudos que associam dieta e exercício físico que afirmam ser a melhor forma de conseguir resultados sobre qualquer justificativa, há os que buscam a associação entre o exercício físico e o jejum (VIEIRA *et al.*, 2016; JAMART *et al.*, 2013). Porém, apesar dos resultados obtidos ainda é incerto afirmar se o jejum aliado com o exercício físico é realmente benéfico ou se promove riscos ao ser humano, em especial para o não atleta que apenas busca a qualidade de vida melhor para seu dia-a-dia. Tal cenário torna necessário um trabalho que consiga,

mesmo que minimamente, elucidar essa lacuna, uma vez que a maioria dos estudos lançou mão da utilização de populações altamente treinadas, com a utilização de protocolos de atividades de longa duração e altamente desgastantes (NAHARUDIN & YUSOF, 2018).

2. OBJETIVO

Esse trabalho de conclusão de curso teve como objetivo buscar na literatura estudos sobre os mecanismos do jejum e sua aplicabilidade no exercício físico, ou seja, verificar se o exercício físico praticado no estado de jejum pode ser benéfico ou não ao organismo do ser humano, tendo como foco principal o praticante regular, que busca apenas mais disposição e saúde para o seu dia a dia.

3. METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado no formato de revisão de literatura não sistemática, em que o material foi buscado nas principais bases de dados conhecidas como *PubMed*®, *SciELO*® e *Google Scholar*®, sendo utilizado como parâmetros de busca os termos “Exercício em jejum”, “Jejum intermitente”, “Aeróbio em jejum (AEJ)”, “*Fasting exercise*”, “*Starvation exercise*”, “*Fasted state*”, “Fasting Metabolism”, “Intermittent Fasting”. Foi levado em consideração estudos publicado nos 15 últimos anos.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Jejum e seu *status quo*

O jejum é um fenômeno natural do organismo que pode ser voluntário ou não. Caracterizado como sendo a abstenção, privação, desprovemento ou supressão no ato de ingerir qualquer tipo de alimento e/ou líquido após um determinado período de tempo, onde os processos de digestão e absorção de micro e macro nutrientes são concluídos, chamado de período pós-absortivo (LONGO & MATTSON, 2014). Durante séculos os seres humanos utilizaram o jejum como forma de punição,

penitência, protesto e mais comumente por motivos médicos e de saúde. Longo & Mattson (2014), ainda deixam claro que o termo jejum é diferente de restrição calórica, essa é definida como uma prática nutricional de redução na ingestão calórica diária de forma crônica em até 40% da taxa metabólica basal, porém mantendo a quantidade de refeições. Em contraste ao termo jejum (*fasting* em inglês), ainda temos a palavra fome ou o termo popular “passar fome” (*starvation* em inglês). Essa implica em uma abstinência crônica de comida e está relacionada a uma forma extrema de jejum que se muito prolongada por um período muito longo pode resultar em deficiência nutricional generalizada, no que é acarretado um estado metabólico prejudicado, havendo a possibilidade até mesmo de óbito, muito relacionada com aspectos de anorexia e bulimia. Sendo assim, os modelos de jejum apresentados na maioria dos estudos e práticas caracterizadas como tratamento e terapia para inúmeras adversidades é definido como um período de abstinência de alimento não prejudicial a saúde do indivíduo, pois o mesmo ainda teria uma rotina de alimentação normal, e o tempo de jejum seria apenas um complemento em uma suposta intervenção nutricional (BARNOSKY, 2014).

Na área médica o jejum se faz necessário em casos específicos. Diversas cirurgias necessitam que o paciente esteja há um grande período de tempo sem ingerir alimentos ou líquidos. Chamado de jejum pré-operatório sua finalidade é a de evitar obstrução nas vias respiratórias por conta do reflexo de vômito, o que pode levar o paciente a óbito. O jejum também é de extrema importância para procedimentos que envolvam o sistema digestivo visto que a presença de alimentos no trato e a atividade da peristalse podem atrapalhar o andamento de um possível exame, cirurgia, tratamento ou diagnóstico (TINSLEY & LA BOUNTY, 2015).

Dentro das diversas religiões espalhadas pelo mundo o jejum é inserido em suas doutrinas com diversas finalidades. No catolicismo o jejum não segue uma regra específica, mas seus praticantes são instruídos a jejuar nas sextas-feiras e em datas específicas do calendário católico. Para essa religião o jejum é uma forma de penitência interior para que o indivíduo tenha uma maior devoção e com isso haver uma aproximação maior com o Divino (TREPANOWSKI & BLOOMER, 2010). Segundo os textos do Alcorão, a religião islâmica tem como prática do jejum o período do ano chamado de *Ramadan*. Realizado no nono mês do calendário islâmico seu objetivo é a renovação da fé através dos valores sagrados além de

servir como uma disciplina de correção pessoal e autoconhecimento. Nessa prática de jejum o indivíduo durante um mês se abstém de qualquer alimento ou bebida, até mesmo água, entre a alvorada e o pôr-do-sol (ALKANDARI, 2012). Dentro da religião judaica existe o *Yom Kippur*, essa prática de jejum consiste em ficar sem comer e sem beber nada durante o pôr-do-sol de um dia até o pôr-do-sol do próximo dia. Definido como “Dia do Perdão” no calendário judeu, o *Yom Kippur* é um dia em que seus fieis pedem perdão por suas transgressões passadas desligando-se de certas atividades como se alimentar, de modo a causar aflição ao corpo e dar prioridade a alma. Na religião budista os seguidores também optam pela prática do jejum, porém não há uma data específica e nem uma regra pré-estabelecida. Pessoas adeptas aos ensinamentos de Buda enxergam o jejum como uma reflexão à necessidade de consumir, ele é visto como um sacrifício pessoal levando em consideração a importância dos alimentos e como ele atinge diretamente a vida e seus ciclos cármicos (TREPANOWSKI & BLOOMER, 2010).

Os seres humanos entram constantemente no estado de jejum mesmo que de forma involuntária. Sua forma mais comum é o jejum noturno, ou seja, o período de tempo em que o corpo encontra-se em repouso total durante as horas de sono. Esse jejum noturno também é conhecido como jejum seco, pois o indivíduo encontra-se em total privação de alimentos e líquidos durante um sono constante sem interrupções. Durante o dia o jejum também se torna presente, muitas pessoas tendem a pular o café da manhã e prolongar o jejum noturno por conta da falta de tempo de suas rotinas, levando-as a fazer a primeira refeição do dia no horário comum de almoço. Outros casos envolvendo a ausência de refeições em diversos horários do dia acarretando em um estado de jejum prolongado também são observáveis. Por conta desses inúmeros casos de grandes intervalos entre as refeições, diversos estudos vêm sendo realizados com variáveis, parâmetros e objetivos diversificados sob um mesmo nome chamado método do jejum intermitente (MICHALSEN & LI, 2006).

O jejum intermitente, como o próprio nome refere-se, é um método que mescla períodos de jejum e períodos de uma rotina de alimentação comum ou uma dieta pré-estabelecida. Esse tipo de padrão alimentar pode ter diversos protocolos que variam de pequenos espaços de tempo até dias inteiros. Alguns dos métodos mais comuns observados na literatura são os “Métodos 16/8” no qual a pessoa fica 16

horas em jejum de alimentos e tem um período de 8 horas para se alimentar (KROEGER *et al*, 2012). Já o “Jejum alternado” é uma forma de jejum intermitente que o praticante completa um dia inteiro em restrição e alterna-se com um dia completo de alimentação normal (KROEGER *et al*, 2012). Na forma de jejum “5:2” o indivíduo alimenta-se de forma ordinária durante cinco dias e mantém o jejum durante dois dias inteiros (KROEGER *et al*, 2012). Evidências apontam que esse tipo de intervenção nutricional ajuda a promover redução e controle do peso corporal, além da melhora nos metabolismos homeostáticos de glicose e lipídeos, especificamente na melhoria nos índices de sensibilidade à insulina e no transporte de triacilgliceróis, observados em experimentações com humanos e animais obesos e saudáveis (ANTONI *et al*, 2016; ANTONI *et al*, 2017;). Johnstone (2014) realizou uma revisão onde o jejum intermitente é visto como uma forma eficiente para o tratamento de pessoas obesas. Além do método surtir efeito na redução de peso, também foi notada uma alteração positiva no perfil psicológico, visto que os voluntários obtiveram maiores níveis de saciedade e diminuição na sensação de fome juntamente a uma melhor aderência quando incorporado a um programa de treinamento físico. Apesar de ser apenas uma simples restrição na alimentação por um determinado período de tempo, o jejum intermitente é enxergado como um fator de impacto positivo para doenças cardiovasculares. Azevedo *et al* (2013) apresentou uma revisão sistemática onde apontou parâmetros fisiológicos variados que tiveram respostas positivas em intervenções envolvendo o jejum intermitente (Figura 1). Os estudos analisados envolveram modelos animais e modelos humanos e mostraram valores significativos em indicadores como a resistência ao stress, a diminuição de apoptose em tecido infartado e diminuição na espessura da parede ventricular esquerda do coração.

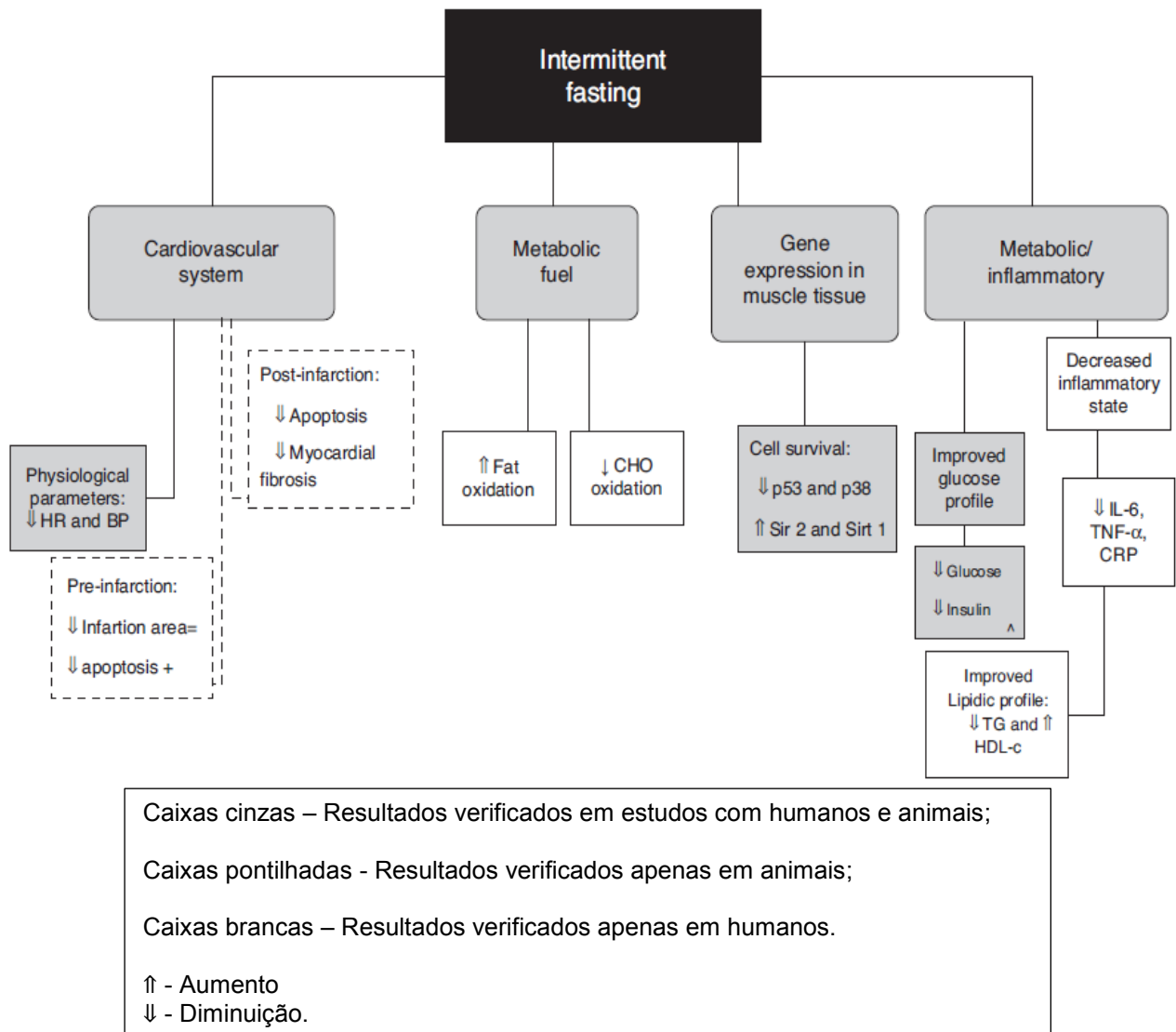


Figura 1 – Organograma que simplifica os caminhos e ações observadas no organismo com a intervenção do jejum intermitente e parâmetros fisiológicos alvos da intervenção. CHO, carboidratos; HR, frequência cardíaca; BP, pressão sanguínea; TG, triglicerídeos; HDL-c, colesterol lipoproteico de alta densidade; CPR, proteína C-reativa; IL-6, interleucina 6 (AZEVEDO, 2013).

Em um estudo realizado por Li *et al* (2017) o jejum intermitente foi utilizado como intervenção para o tratamento de animais obesos e com diversos problemas metabólicos graves providos de uma dieta hipercalórica com alta taxa de ácidos graxos saturados. O modelo de jejum intermitente utilizado foi o de dias alternados durante um período de 30 dias. Seus resultados mostraram que o jejum intermitente causou uma alteração na composição da microbiota intestinal, que levou a uma elevação na fermentação de componentes de acetato e lactato, e com isso houve

uma regulação seletiva na expressão dos genes transportadores de monocarboxilato 1 em células de tecido adiposo marrom. A partir disso foi notada uma conversão do tecido adiposo branco em tecido adiposo marrom juntamente a uma diminuição drástica no quadro de obesidade, na resistência a insulina e nos sintomas da síndrome metabólica como a esteatose hepática presente nas cobaias (Figura 2).

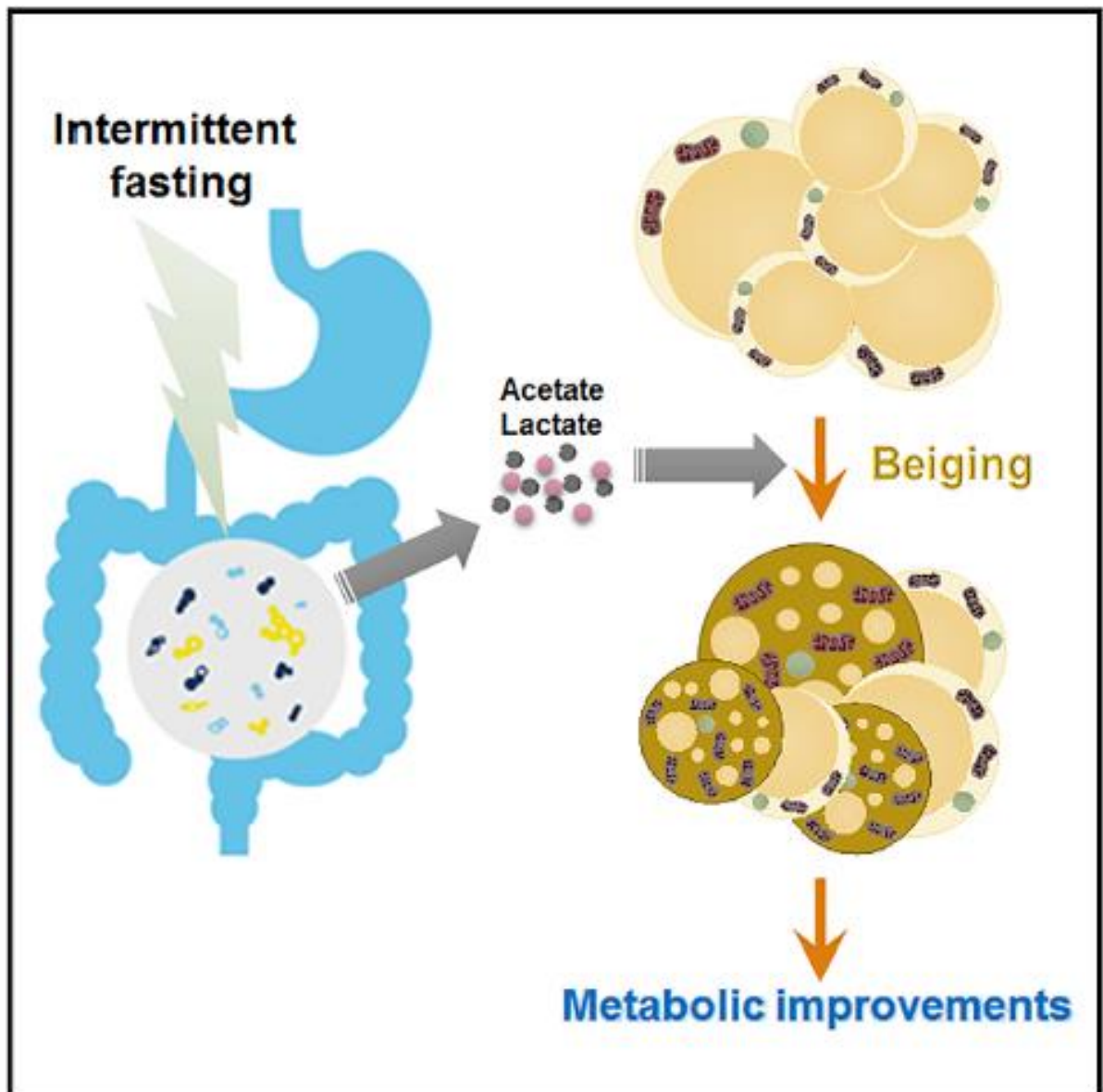


Figura 2 – Simplificação da ação do jejum intermitente na alteração da homeostase do organismo (Li *et al*, 2017).

4.2. Jejum e sua fisiologia

O corpo humano é o organismo mamífero mais complexo da natureza. Sua composição é de aproximadamente de 10 trilhões de células, onde são encontrados 26 elementos da tabela periódica de onde resultam inúmeras reações químicas que têm por objetivo manter a homeostase de todos os sistemas e exercer trabalho durante todo período de vida do organismo. Quando falamos em trabalho, olhando por um ponto de vista newtoniano, ele nada mais é do que o resultado de uma força agindo por uma distancia, entretanto no corpo humano as células realizam primariamente e mais comumente um trabalho elétrico e químico (KETEL *et al*, 2019). Porém para que tais processos possam ocorrer é necessário um único componente universal: Energia.

A primeira lei da termodinâmica determina que a energia não pode ser criada e nem destruída, mas apenas modificada de um estado para outro. O que ocorre nada mais é do que uma alteração de um estado a outro conforme o sistema fisiológico sofre uma transformação contínua, afinal ao contrario das propriedades físicas da matéria, é impossível quantificar a energia em termos de tamanho, formato ou massa. Energia aponta para um estado relacionado à constante mudança, ou seja, a energia surge quando acontece uma modificação no equilíbrio das coisas, associando essa perspectiva ao corpo humano e seu funcionamento é mostrado que durante a realização de um trabalho, se houver um aumento no esforço do mesmo, ocorrerá também um aumento na transferência de energia e, conseqüentemente, uma alteração em seu organismo. Em resumo, quanto maior o esforço em um exercício, maior será sua demanda por energia, e quando a mesma não estiver disponível em sua forma preferencial, mecanismos metabólicos são ativados para conseguir suprir tal demanda. (FUSCÀ *et al*, 2019).

Levando em consideração o dogma básico da termodinâmica, temos o termo Bioenergética que se refere ao fluxo e à permuta de energia dentro de um sistema vivo (ALBERTO *et al*, 2017). No corpo a energia química proveniente dos macronutrientes ingeridos na alimentação não é dissipada inicialmente como forma de calor durante o metabolismo energético. Primariamente essa energia em forma química será convertida em energia mecânica a ser utilizada pelo sistema muscular e energia elétrica pelo sistema nervoso para que finalmente seja convertida em

energia térmica. A unidade de medida utilizada para a mensuração do trabalho realizado pelo corpo pela energia química é a caloria (Cal), quando falamos em calorias nos referimos a calor, sendo assim, 1 caloria vai expressar a quantidade de calor necessária para elevar em 1°C (um grau Celsius) a temperatura de 1kg ou 1L (um quilo ou um litro) de água. Entretanto, quando falamos em aplicações relacionadas a alimentos e na transferência de energia humana é utilizado o termo quilocaloria (kcal), pois ele demonstra maior exatidão sobre os valores calóricos. Assim sendo, um alimento que contenha 400kcal tem em sua composição química o potencial energético de elevar em 1°C a quantidade de 400L de água (AL-DORZI *et al*, 2016).

Diferentemente da energia química, os tipos de energia elétrica, mecânica e térmica são basicamente consideradas iguais, pois podem ser permutadas de uma forma para outra. Esses três tipos de energia são medidas através de joules (J). Um joule (1J) é o trabalho realizado ou a energia gasta quando um Newton (N) – Unidade de medida para força- atua através de uma distancia de um metro (1m) ao longo da direção dessa força. Em ciências nutricionais o quilo joule (1kJ = 1000J) é a unidade de medida internacional e padronizada que utiliza-se para representar a energia contida em um alimento (CALONNE *et al*, 2019).

A principal fonte de energia que o corpo necessita para manter-se em pleno funcionamento provém da alimentação. A maioria dos alimentos tem em sua composição pelo menos um dos três macronutrientes, sendo eles carboidratos, lipídeos ou proteínas. Cada um com sua especificidade em preservar e manter a integridade funcional e estrutural do organismo, porém, quando demandado pode ser utilizado para outros fins como a utilização energética.

Os carboidratos nada mais são que açúcares e podem ser encontrados em abundancia na natureza. São divididos em monossacarídeos, polissacarídeos e oligossacarídeos. O que diferencia cada tipo de carboidrato é a sua quantidade de açúcares envolvido em suas ligações moleculares. A glicose é a forma mais básica de carboidrato, contendo apenas 6 carbonos. Após ser absorvida pelo intestino delgado, a glicose pode ter três destinos possíveis: 1) Tornar-se fonte de energia para o metabolismo celular. 2) Formar glicogênio hepático e muscular. 3) Ser

convertida e estocada nos adipócitos na forma de triacilglicerol (gordura) e ser utilizada posteriormente como energia (REID *et al*, 2014).

Carboidratos além de desempenhar a função de combustível energético para o corpo têm outras funções específicas. Eles são de extrema importância para a preservação das proteínas teciduais evitando o catabolismo proteico quando há inanição de glicose seja por vias de alimentação ou pela depletação das reservas de glicogênio. Os carboidratos também têm como funcionalidade ser um ativador metabólico para a oxidação de gorduras ajudando a eliminar os corpos cetônicos produzidos pelo fígado quando o transporte de gorduras excede sua oxidação. Por fim, e de extrema importância os carboidratos são utilizados como combustível preferencial para o sistema nervoso e o mesmo necessita de um fluxo contínuo para realizar suas funções de forma adequada (REID *et al*, 2014).

Os lipídeos, comumente chamados de gorduras, são idênticos quando comparados aos carboidratos em relação a seus elementos estruturais, seu maior diferencial suas ligações e seus números de átomos, principalmente quando relacionado a quantidade de hidrogênio e oxigênio quando comparados a uma molécula de carboidrato (BÉTRY *et al*, 2019).

Mas afinal, quais são as reações metabólicas relacionadas ao período de jejum que são responsáveis pelas alterações no organismo citadas anteriormente? Essas reações estão relacionadas com o dispêndio de energia produzido pelo corpo a fim de manter-se em total funcionalidade. Por haver uma interrupção na ingestão de alimentos e conseqüentemente na absorção de glicose, o corpo entra em um estado de “estresse metabólico” que após a depletação dos estoques de glicogênio temos a chamada neoglicogênese (ou gliconeogênese).

A neoglicogênese é uma via metabólica especial que tem por objetivo converter substratos existentes no corpo, não derivados de carboidratos, em glicose. Em períodos de jejum prolongado, onde o glicogênio hepático está praticamente com suas reservas exauridas, os precursores neoglicogênicos são moléculas dos mais variados tipos. Temos intermediários da glicólise e do Ciclo do Ácido Cítrico (CAC), o lactato liberado pelo sangue a partir de células que não possuem mitocôndrias, os alfa-cetoácidos originados da metabolização dos aminoácidos com a transaminação de aminoácidos e o glicerol liberado pelo tecido adiposo (Figura 3).

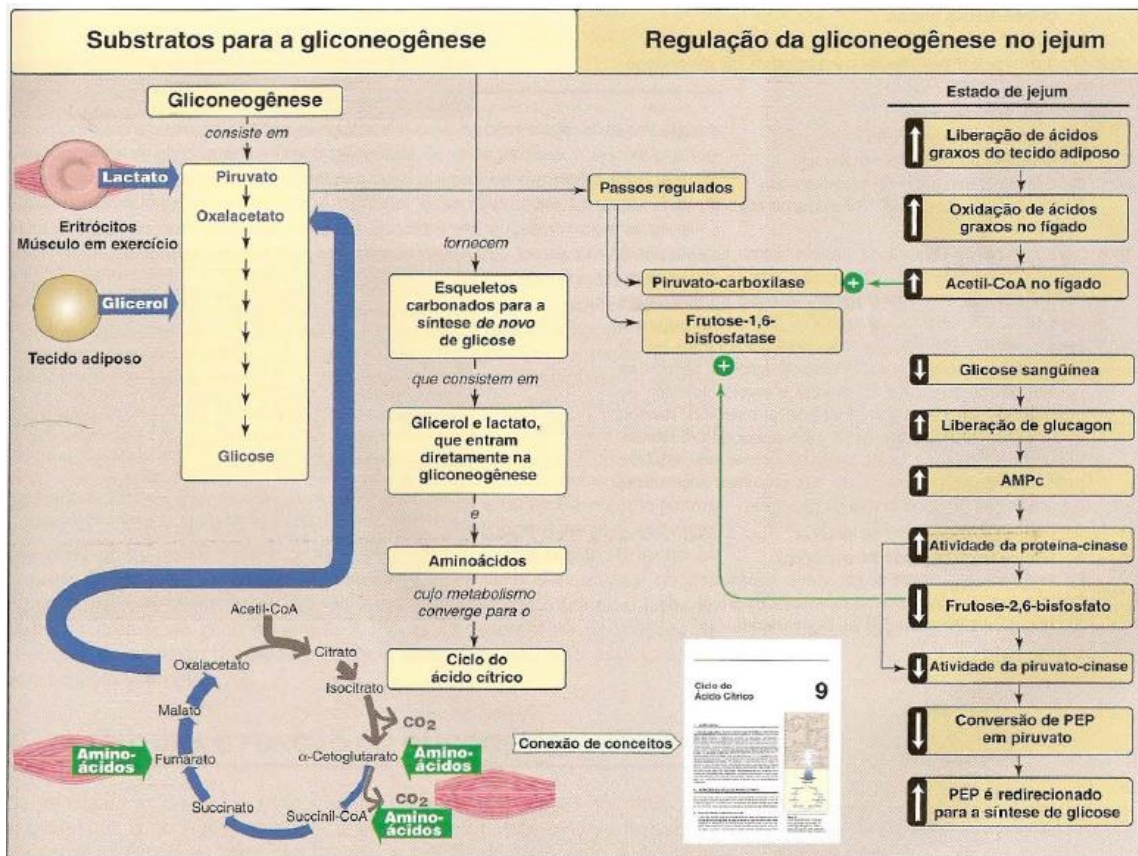


Figura 3 - Mapa de conceitos-chave da neoglicogênese (Bíóquímica Ilustrada, 3ª Edição, p. 121, 2006.).

Dentro da gama do exercício físico, onde o suprimento energético é mais exigido, o glicogênio muscular é o substrato energético primário em atividades onde o metabolismo anaeróbio é predominante, porém, em atividades prolongadas e *endurance*, sustentadas quase que exclusivamente pelo sistema aeróbio, as moléculas de glicose armazenadas nos músculos e no fígado também executam papel substancialmente importante (O'BRIEN *et al*, 2019). Quando uma pessoa está vinculada a uma dieta pobre em carboidratos, os estoques de glicogênio são depletados rapidamente, afetando o desempenho em exercícios explosivos e *endurance* de alta intensidade, onde sua performance tende a ser reduzida até um nível em que o corpo consiga mobilizar e catabolizar outros substratos para convertê-los em energia. Quando falamos em exercícios de baixa intensidade, ou seja, atividades realizadas de 40% a 50% do consumo máximo de oxigênio (VO₂Máx), a exigência energética é suprida de forma adequada pelo CAC e a fosforilação oxidativa. Levando em consideração que exercícios ou atividades físicas

de intensidades baixas tendem a ter longa duração, sua demanda de energia advém, a princípio, da degradação dos ácidos graxos. Entretanto, esses mecanismos são dependentes do glicogênio para que haja uma contínua conversão do mesmo em oxalacetato mantendo o CAC em pleno funcionamento (HEIKURA *et al*, 2019). Sendo assim, um organismo em jejum tendo seus estoques de glicogênio diminuídos limitaria a produção de oxalacetato, a fosforilação oxidativa e a oxidação de ácidos graxos.

A primeira sinalização que desencadeia as reações metabólicas decorrentes do exercício e do período de jejum é provocada pela secreção de hormônios lipolíticos, como a adrenalina, por conta da diminuição da glicemia e insulinemia, que juntos provocam a lipólise no tecido adiposo e como consequência há um aumento na disponibilidade de ácidos graxos circulantes, além de outros precursores neoglicogênicos (POPSON & BORGER, 2019). A utilização desses substratos pelo organismo durante o exercício, entretanto, depende de outros elementos que vão além da mobilização dos ácidos graxos via lipólise, tais como transporte pela corrente sanguínea, passagem pelas membranas plasmática, captação pela mitocôndria, beta-oxidação e atividade do ciclo do ácido cítrico e a cadeia transportadora de elétrons (POPSON & BORGER, 2019). Com isso, teoricamente é possível afirmar que quando uma atividade ou exercício físico é realizado em jejum, haveria um melhor resultado para pessoas que buscam uma melhor saúde, perda de peso ou performance por conta da grande mobilização de conteúdo energético que estaria sendo utilizado.

4.3. Jejum e Exercício físico

Para entender melhor o fenômeno dos efeitos do jejum durante o exercício físico, Vieira *et al* (2016) realizaram uma revisão sistemática e meta análise onde buscaram comparar o metabolismo de carboidratos e lipídeos de humanos adultos ao realizarem exercícios de predominância aeróbia em duas diferentes situações, em jejum e quando alimentados. A partir desse estudo, diversas evidências sobre a temática se tornaram presentes. No quesito oxidação de gordura durante o exercício aeróbio o grupo no estado de jejum obteve resultados mais significativos em relação ao grupo alimentado, tendo uma média de até 3,53g de gordura oxidada durante o

período de atividade (ISACCO *et al*, 2012a, b; FARAH & GILL, 2013; GONZALEZ *et al*, 2013; LITTLE *et al*, 2010). Quando colocada em questão à intensidade do exercício dos grupos, os autores concluíram que o exercício em jejum tem uma maior taxa de oxidação lipídica se praticados em uma intensidade leve ou moderada (<70% VO2Máx), quando em intensidade alta, não houve diferença significativa entre os grupos. Outras variáveis ainda foram comparadas para tentar detalhar melhor o fenômeno como tempo do exercício, gênero, Índice de Massa Corporal (IMC), nível de treinamento, tempo entre o consumo de alimento e o início do exercício, além da quantidade de carboidratos ingeridos na refeição pré-treino, porém, não houve alterações nos resultados já obtidos.

Um estudo de revisão realizado por Maughan *et al* (2012) buscou mostrar os efeitos do exercício de alta intensidade realizado em jejum, em exercícios de longa duração (*endurance*) também em jejum e a resposta da performance de atletas que utilizam o método *Ramadan*. Quanto a exercícios em alta intensidade, o autor mostra que em um estudo realizado em ciclistas que executaram uma atividade em 100% do VO2Máx durante um período de jejum de 24h causou um detrimento no desempenho, quando comparado ao grupo que havia realizado uma refeição 4h antes do exercício. Efeitos como a chegada mais rápida a fadiga pelos participantes em jejum foram notados (GLEESON *et al*, 1988). Quando o exercício em jejum é colocado em uma situação de *endurance*, ou seja, de baixa a moderada intensidade e longa duração, mostra que quando o jejum é perdurado de 24h a 4 dias, a capacidade do organismo de realizar tais atividades torna-se debilitada. Para o estilo Ramadan de jejum, não foram encontradas grandes evidências, porém o autor mostra que para esse tipo específico de jejum é possível que a função cognitiva possa ser afetada junto à capacidade de potência muscular, sendo ambas reduzidas por conta da desidratação e privação de carboidratos e outros nutrientes.

Trazendo mais evidências sobre o exercício de alta intensidade em jejum Naharudin & Yusof (2018) tiveram como objetivo observar os efeitos do jejum intermitente durante um período de 10 dias e sua influência em exercícios de alta intensidade. Para a obtenção dos resultados, 20 homens jovens com idade média de 20 anos foram divididos randomicamente em dois grupos (FAZ sendo o grupo em jejum e CON o grupo que foi alimentado) no qual foram definidas dietas restritivas tanto no consumo de alimentos quanto na ingestão de líquidos. No grupo CON

foram definidas cinco refeições em horários pré-estabelecidos (Café da manhã 6h, almoço 12h, lanche 17h, jantar 20h e ceia 21h30m), em contrapartida o grupo FAS foi privado do almoço para que os mecanismos do jejum entrassem em atividade e os protocolos fossem executados para que os dados pudessem ser coletados. Após uma semana de familiarização e padronização do plano de dieta e das atividades propostas os testes começaram a ser realizados. Para análise do desempenho físico foram utilizados dois tipos de protocolos já conhecidos na literatura, o teste de *Wingate* (WT) e o teste cíclico de alta intensidade (HIT), ambos realizados em um ciclo ergômetro, porém com variáveis de intensidade de esforço distintas. Os resultados mostraram que ao final do décimo dia de teste não houve diferenças significativas entre os grupos. Ao final dos dias a composição corporal do grupo FAS no protocolo WT teve uma redução de apenas 1,71% em relação ao primeiro dia de teste, enquanto o grupo CON não houve diferenças. Para o protocolo HIT a redução de massa corporal foi de 1,55% também comparado ao número de dias e o grupo CON desse protocolo também não teve diferenças. Porém, vale ressaltar que a partir da coleta de urina dos indivíduos foi possível observar uma queda nos níveis de densidade da urina pelo teste de Gravidade Específica da Urina (USG) para o grupo FAS de ambos os protocolos mesmo com o consumo de líquidos durante o período ter sido controlado. Isso pode indicar uma possível desidratação mais elevada do corpo quando em jejum em atividades de alta intensidade. O parâmetro desempenho também foi analisado e para o protocolo WT no grupo FAS houve uma redução de desempenho no segundo dia de testes, mas foi recuperada no quarto dia, e quando comparado ao grupo CON esse período de queda e recuperação também foi observado sem diferença significativa. Entretanto, no protocolo HIT enquanto o grupo CON manteve os níveis de desempenho nivelados em comparação ao primeiro dia de teste, o grupo FAS teve uma grande queda de desempenho nos dias 2, 4, 6, 8 e 10 e que não foi recuperado até o final da intervenção. Variáveis como glicose, lactato e triglicérides pré-atividade e pós-atividade foram analisadas na execução dos protocolos em todos os dias de testes. No protocolo WT não houve alterações nas concentrações de glicose pré-atividade em ambos os grupos, porém na pós-atividade houve um aumento nas concentrações de glicose no grupo FAS do dia 2 em diante, lactato não houve alterações em ambos os grupos, enquanto nos triglicérides houve uma redução gradual nos níveis plasmáticos a partir do dia 4. No protocolo HIT as concentrações

de glicose no sangue também tiveram um aumento no período de pós-atividade, enquanto não houve alterações no lactato e nos triglicérides com diminuição gradual no período de pós-atividade.

O estudo de Van Proyen *et al* (2011) foi além, e buscou respostas metabólicas benéficas do exercício em jejum dentro de um escopo fisiológico e bioquímico mais detalhado. Nesse estudo 20 homens jovens com média de idade de 23 anos foram divididos em dois grupos, os alimentados (CHO) e os que estavam em jejum (F). O protocolo de exercício proposto foi o de pedaladas em uma bicicleta ergométrica por um período de 1h-1.5h a 70% do $VO_2Máx$ por um período de seis semanas. Enquanto o grupo CHO recebia uma dose de carboidratos com média de 160g antes dos testes e mais 1g por kg de peso corporal durante a realização do exercício, o grupo F só consumiria água. Após padronizações dietéticas, familiarização com o equipamento e com o tipo de protocolo foram coletadas amostras de sangue e tecido muscular utilizando técnicas de biopsia. A partir dos resultados obtidos, os autores constataram que do ponto de vista bioquímico foi notado uma atividade de regulação da citrato sintase de 47% e de 34% para a β -hydroxyacyl coenzima A desidrogenase, enzimas de vital importância para a atividade mitocondrial, sendo a primeira responsável por controlar o primeiro passo do Ciclo do Ácido Cítrico e a segunda classificada como uma óxidoreductase, estando envolvida no processo metabólico dos ácidos graxos, especificamente como uma catalisadora do terceiro passo da β -Oxidação (den HOED *et al*, 2008). Em um espectro mais amplo houve no grupo F uma melhora na quebra de células de gorduras intramusculares (IMCL) em fibras do tipo I (contração lenta, oxidativas) e uma tendência dessa mesma melhora foi notada também em fibras do tipo IIb (contração rápida, glicolíticas), gerando uma contribuição para a provisão de energia durante o protocolo proposto e aumentando a capacidade oxidativa muscular quando comparado ao grupo de mesmo protocolo de intensidade e duração quando adicionado um amplo suprimento de carboidratos de fonte exógena. Por conta dessas adaptações nos mecanismos de oxidação foi constatado que no grupo F houve uma prevenção na queda dos níveis de glicose sanguíneos, fator que não foi observado no grupo CHO. Um fator importante a ser destacado foi à alteração no aumento da intensidade do exercício induzido, sendo que no grupo F houve um aumento de 21% enquanto que no grupo CHO o aumento de intensidade foi de apenas 6%. Assim os autores

apontam que as evidências encontradas indicam que o exercício em jejum regular pode servir como uma estratégia útil para estimular adaptações fisiológicas e modificações mitocondriais no corpo que podem, eventualmente, contribuir para uma melhora no desempenho de exercícios de resistência e potência aeróbia além de alterações significativas do perfil metabólico.

Em um estudo anterior, Van Proyen *et al* (2010) foram em busca de evidências vinculadas à adaptações bioquímicas e fisiológicas do jejum e tiveram como objetivo comparar os efeitos do exercício aeróbio em jejum e do exercício realizado com ampla ingestão de carboidratos em variáveis como a tolerância a glicose, sensibilidade à insulina e elementos reguladores essenciais da IMCL em homens saudáveis que estavam passando por uma dieta hipercalórica de lipídeos (mais de 30% da taxa metabólica basal dos indivíduos). Os indivíduos realizaram uma combinação de exercícios aeróbios moderadamente intensos alternando entre dois tipos de ergômetros (Esteira e bicicleta) entre 70% e 75% do $VO_2Máx$ durante um período entre 60-90 minutos. Essa intervenção foi realizada quatro dias na semana por um período de seis semanas. Dois grupos foram divididos randomicamente. O grupo denominado de CHO era o que treinava alimentado, e com isso teve um ganho de peso de aproximadamente 1,5kg enquanto no grupo F que era o grupo treinado em jejum não houve alterações no peso. Além disso, o grupo F teve um aumento de 28% no conteúdo da proteína GLUT4 quando comparado ao grupo alimentado. O grupo F também obteve uma elevação de 25% na AMPK - Fosforilação da proteína quinase α ativada por AMP, assim como uma regulação positiva de 30% na Ácido Graxo Transferase/CD36 e também os níveis de RNA mensageiro e palmitoyltransferase 1. Por conta da dieta hipercalórica, rica em gorduras, houve um aumento no IMCL, mas não em conteúdos de diacilglicerol e ceramidas. Sendo assim, os autores concluem que o estudo mostrou-se de vital importância por demonstrar que o exercício aeróbio em jejum controlado pode ser mais potente do que realizado quando alimentado por facilitar adaptações metabólicas, como melhorar a tolerância a glicose e a sensibilidade a insulina durante uma dieta hipercalórica rica de lipídeos.

Schoenfeld *et al* (2014) tiveram como objetivo comparar as mudanças na composição corporal de 20 mulheres jovens saudáveis, analisando-as perante uma dieta com déficit calórico e um protocolo de exercício aeróbio de 1 hora baseado na

frequência cardíaca máxima realizado três vezes na semana por um período de 4 semanas. A hipótese levantada nesse estudo foi a de que a prática do exercício aeróbio após o período de jejum noturno aceleraria a oxidação de gordura corporal. Essas mulheres foram divididas em dois grupos, o grupo FASTED, que realizou o protocolo em jejum e o grupo FED, que se exercitou após o período pós-prandial, ou seja, em torno de 10 minutos após o consumo de uma refeição. Planos dietéticos iguais foram dados para os grupos, porém o grupo FASTED só trocava o horário da primeira refeição para a realização do protocolo. Um ponto a ser levantado é o de que um *shake* substituto de refeição foi dado para o grupo FED antes da realização do protocolo e o mesmo *shake* foi oferecido ao grupo FASTED logo após a realização dos testes para que não houvesse disparidade na quantidade de calorias ingeridas. Os resultados obtidos mostram que apesar das estratégias adotadas terem surtido efeitos positivos de perda de peso e oxidação de gordura, não houve diferenças significativas entre os dois grupos. Os autores ainda destacam que não descartam a possibilidade de haver resultados diferentes nos métodos de jejum aplicado ao exercício físico, essa constatação foi feita devido ao número de participantes e o tempo curto de estudo.

Buscando novas estratégias para a redução de peso, Gillen *et al* (2013) tiveram como objetivo investigar os efeitos do jejum associado a um protocolo de exercício intervalado de alta intensidade (HIIT) de baixo volume em mulheres obesas ou com sobrepeso comparando os estados de jejum e alimentado. O protocolo de HIIT adotado foi em um ciclo ergômetro e suas variáveis consistiam em dez intervalos de 60 segundos a 90% da frequência cardíaca máxima com parâmetros de esforço/pausa de 1:1 totalizando vinte minutos totais. O período de tempo foi de 3 vezes por semana durante 6 semanas. Foi instruído que os padrões alimentares não fossem alterados mudando apenas a questão de um grupo estar em jejum e outro não. Ao final do estudo foi notado que a composição corporal total permaneceu inalterada dos valores pré-teste, porém uma redução da gordura corporal da região abdominal e das pernas foi notada em ambos os grupos não havendo distinção e nem diferenças significativas entre eles.

Considerando que uma das formas de se constatar a oxidação de gordura é o quociente respiratório (QR), ou seja, a razão entre o CO₂ expelido e o O₂ consumido na respiração, Paoli *et al* (2011) buscaram avaliar o metabolismo lipídico

baseado no quociente respiratório em indivíduos jejuando e indivíduos alimentados. Os voluntários foram submetidos a um protocolo de exercício aeróbio em uma esteira ergométrica durante 36 minutos em média intensidade (65% da FC_{máx}) no período da manhã. Após análises foi constatado que tanto o VO₂ quanto o QR tiveram aumentos significativos em ambos os grupos, porém sem diferenças entre eles. Após 12 horas dos testes, o VO₂ ainda continuava alto e o QR baixo no grupo de não jejum (FED), o que indica oxidação lipídica considerável. Mesmo após 24h dos testes o nível de oxidação ainda era considerado bom. Sendo assim, por obterem resultados pouco significativos e mostrando que os valores do quociente respiratório são indiferentes em jejum ou alimentando-se antes do programa de treinamento, os autores concluíram que o modelo de jejum vinculado ao exercício adotado para o estudo não potencializa e nem influencia na perda de gordura corporal, mesmo quando vinculada a uma rotina de exercício aeróbio em média intensidade.

O jejum além de estar relacionado com a diminuição nos estoques de glicogênio e na oxidação de gordura também é associado a uma perda da massa magra e proteínas estruturais do corpo. Levando em consideração o desgaste do organismo quando submetido ao treinamento físico essa perda de proteínas no corpo pode ser grave em determinados grupos de pessoas. Para tentar comprovar isso Steiniger *et al* (2009) submeteu pacientes obesos ao método de jejum “terapêutico” de Buchinger, método que consiste no consumo calórico de 500Kcal ou menos por dia, essa intervenção perdurou por um período de 28 dias e junto ao método dietético, os voluntários realizaram um protocolo de exercícios intermitentes com foco na potência e resistência aeróbia, utilizando um ciclo ergômetro, que consistia em 3 séries de 6 minutos com uma intensidade entre 70% e 85% do VO₂Máx. Ao final dos 28 dias de testes foi constatado que houve uma grande perda de massa corporal total (Com exercício 12,2 +/- 3,2 vs. Sem exercício 10,4 +/- 2,2 kg; p <0,001) e perda de específica de gordura corporal (Com exercício 8,1 +/- 1,6 vs. Sem exercício 5,9 +/- 1,3 kg; p < 0,001). Variáveis metabólicas foram identificadas de forma positiva, como uma melhora na utilização de lipídeos, melhora na capacidade física no quesito resistência cardiorrespiratória e uma diminuição na taxa metabólica basal por quilograma de massa magra (Com exercício -7,6 +/- 12,4 vs. Sem exercício -14,3 +/- 12,2%; p <0,001). A perda de proteína esperada resultou no grupo Sem

exercício um total de 1000g e 650g para homens e mulheres, respectivamente. No grupo Com exercício houve uma perda adicional de proteína de 130g nos homens. Com isso os autores puderam concluir que a perda de conteúdo proteico durante o método de jejum Buchinger é inevitável, havendo ou não exercícios físicos durante sua execução essa perda é aproximada, porém, devido às melhoras encontradas nos perfis metabólicos dos voluntários que realizaram os protocolos é recomendável que pacientes obesos quando submetidos a esses métodos procurem realizar exercícios físicos para que haja melhores resultados em relação a perda de peso.

O método do jejum intermitente popularizou-se amplamente entre as pessoas por prometer inúmeros benefícios como perda de peso rápida e melhora da saúde em diversos aspectos. Apesar de haver evidências de que existe uma melhora no perfil metabólico em pessoas acima do peso ou obesas que utilizam esse método, ainda há uma baixa demanda envolvendo o jejum intermitente em pessoas treinadas e também em atletas. Por conta disso, Moro *et al* (2016) conduziu um estudo onde foram avaliados os efeitos do jejum intermitente em associação com o treinamento de força resistido em homens treinados. Para esse estudo 34 homens treinados em exercícios de musculação foram divididos randomicamente em dois grupos. O grupo do jejum intermitente (TRF) e o grupo dieta (ND). Para ambos os grupos foram designados planos de dieta idênticos onde a única diferença seria o horário de cada refeição. Em TRF foi atribuído à prática “16/8” onde após um período de 16h em jejum os voluntários teriam uma janela de tempo de 8h para realizarem suas refeições, sendo elas divididas em três refeições e realizadas às 13h, 16h e 20h. O grupo ND também foi submetido a três refeições, porém os horários eram 8h, 13h e 20h. O protocolo de treino consistia em 3 sessões semanais de musculação, que foi mantido por 8 semanas. O treino foi dividido em sessão A, B e C e empregou a metodologia de treino Agonista/Antagonista utilizado na musculação. Os seguintes marcadores foram mensurados: Gordura corporal, massa magra, testosterona total e livre, fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1 (IGF-1), glicose sanguínea, insulina, adiponectina, leptina, tri-iodotironina, hormônio estimulante da tireoide (TSH), interleucina-6, interleucina-1 β , fator de necrose tumoral- α , colesterol total, lipoproteína de alta densidade (HDL), lipoproteína de baixa densidade (LDL) e triglicerídeos. Além dos marcados biológicos citados, a taxa metabólica de repouso, o quociente respiratório e a força total nos exercícios de supino reto e *leg press*

foram avaliados. Os resultados obtidos concluíram que de todas as variáveis analisadas as únicas que obtiveram diferenças significativas foram uma redução na gordura corporal (-16,4% em TRF enquanto -2,8% em ND), redução da testosterona total e do IGF-1 em TRF (sem alterações em ND), redução significativa na glicose sanguínea em TRF, o que acarretou uma melhora na homeostase em relação à resistência à insulina, hormônio T3 foi diminuído em TRF, mas sem mudanças em TSH, para os lipídeos não foram detectadas mudanças substanciais com exceção dos triglicerídeos que foram diminuídos em TRF. Interleucina-1 β e o fator de necrose tumoral- α tiveram valores menores ao final do estudo apenas em TRF quando comparado a ND. Em força total para os exercícios destacados não houve diferenças e o quociente respiratório foi diminuído em TRF. Dessa forma concluiu-se que esse método de jejum vinculado a um programa de exercício resistido de força pode ser benéfico a pessoas treinadas que buscam melhoras em sua saúde. Esse tipo de protocolo também pode ser uma opção para atletas que precisem reduzir seu peso corporal sem prejudicar sua massa magra.

5. CONCLUSÃO

Com base nos resultados encontrados pode-se concluir que o jejum é uma intervenção nutricional interessante para pessoas que buscam uma melhor saúde e qualidade de vida. O jejum e seus variados métodos apresentam um déficit calórico grande e, além disso, por ser totalmente maleável e adaptável pode ser empregado em qualquer tipo de pessoa, desde que a mesma consiga adaptar-se a essa privação sem ter danos a sua saúde. Em populações de risco, como obesos e portadores de síndromes metabólicas, pode ser usado como uma forma de tratamento de modo a reestabelecer parâmetros fisiológicos e bioquímicos alterados pelas condições adversas desse tipo de infortúnio. Quando vinculado ao exercício e a atividade física, o jejum aparenta agir de forma singular, causando pequenas modificações em várias partes dos sistemas do corpo humano com diferentes níveis de impacto, podendo gerar cascatas de reações que juntas resultariam em benefícios metabólicos mesmo que não visíveis, e assim manter seu equilíbrio homeostático e a longevidade. Em objetivos como perda de peso o jejum vinculado ao exercício não aparenta ter diferença quando comparado a uma rotina de

treinamento exercida durante o período pós-absortivo. Entretanto é importante destacar que uma perda de peso saudável é um processo que demanda tempo e dedicação do indivíduo de modo a transformar essas adaptações permanentes. Por conta disso, novos estudos tornam-se necessários, em especial os de caráter longitudinal, pois é necessário interpretar e entender se essas adaptações encontradas podem ser aprimoradas, mantidas em casos específicos como o destreinamento ou até mesmo vinculadas ao genótipo, visualizando cenários diferentes como maior tempo de intervenção, ciclos de treinamento e alterações nutricionais, psicológicas e sociais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMET, I. et al. Chronic Alternate Day Fasting Results in Reduced Diastolic Compliance and Diminished Systolic Reserve in Rats. **Journal of cardiac failure**, v. 16, n. 10, p. 843–853, out. 2010.

AL-DORZI, H. M. et al. Lower versus higher dose of enteral caloric intake in adult critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. **Critical Care (London, England)**, v. 20, n. 1, p. 358, 4 nov. 2016.

ALBERTO, F.-P. et al. Wearable monitors criterion validity for energy expenditure in sedentary and light activities. **Journal of Sport and Health Science**, v. 6, n. 1, p. 103–110, mar. 2017.

ALKANDARI, J. R. et al. The implications of Ramadan fasting for human health and well-being. **Journal of Sports Sciences**, v. 30 Suppl 1, p. S9-19, 2012.

AMIRJANI, S. et al. Dietary intake and lifestyle behaviour in different phenotypes of polycystic ovarian syndrome: a case-control study. **Journal of Human Nutrition and Dietetics: The Official Journal of the British Dietetic Association**, 11 mar. 2019.

ANTON, S. D. et al. Flipping the Metabolic Switch: Understanding and Applying the Health Benefits of Fasting. **Obesity (Silver Spring, Md.)**, v. 26, n. 2, p. 254–268, 2018.

ANTONI, R. et al. Investigation into the acute effects of total and partial energy restriction on postprandial metabolism among overweight/obese participants. **The British Journal of Nutrition**, v. 115, n. 6, p. 951–959, 28 mar. 2016.

ANTONI, R. et al. Effects of intermittent fasting on glucose and lipid metabolism. **The Proceedings of the Nutrition Society**, v. 76, n. 3, p. 361–368, 2017.

ASSUMPÇÃO, L. O. T.; MORAIS, P. P.; FONTOURA, H. Relação entre atividade física, saúde e qualidade de vida. Notas Introdutórias. **Revista Digital** v. 8 n. 52 p. 1-3. Set. 2002.

AZEVEDO, F. R. DE; IKEOKA, D.; CARAMELLI, B. Effects of intermittent fasting on metabolism in men. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 59, n. 2, p. 167–173, abr. 2013.

BARNOSKY, A. R. et al. Intermittent fasting vs daily calorie restriction for type 2 diabetes prevention: a review of human findings. **Translational Research: The Journal of Laboratory and Clinical Medicine**, v. 164, n. 4, p. 302–311, out. 2014.

BERGMAN, B. C.; BROOKS, G. A. Respiratory gas-exchange ratios during graded exercise in fed and fasted trained and untrained men. **Journal of Applied Physiology**, v. 86, n. 2, p. 479–487, 1 fev. 1999.

BÉTRY, C. et al. Hyperphagia in short bowel patients: Fat-free mass is a strong predictor. **Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)**, v. 62, p. 146–151, 2 jan. 2019.

CAHILL, G. F. et al. Hormone-fuel interrelationships during fasting. **Journal of Clinical Investigation**, v. 45, n. 11, p. 1751–1769, nov. 1966.

CALONNE, J. et al. Reduced Skeletal Muscle Protein Turnover and Thyroid Hormone Metabolism in Adaptive Thermogenesis That Facilitates Body Fat Recovery During Weight Regain. **Frontiers in Endocrinology**, v. 10, p. 119, 2019.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A.; FERRIER, D. R. **Bioquímica Ilustrada** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

CHERIF, A. et al. Effects of Intermittent Fasting, Caloric Restriction, and Ramadan Intermittent Fasting on Cognitive Performance at Rest and During Exercise in Adults. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 46, n. 1, p. 35–47, jan. 2016.

DAS NEVES, W. et al. Fasting: a major limitation for resistance exercise training effects in rodents. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research = Revista Brasileira De Pesquisas Medicas E Biologicas**, v. 51, n. 1, p. e5427, 17 nov. 2017.

DEN HOED, M. et al. Habitual physical activity in daily life correlates positively with markers for mitochondrial capacity. **Journal of Applied Physiology**, v. 105, n. 2, p. 561–568, ago. 2008.

FARAH, N. M. F.; GILL, J. M. R. Effects of exercise before or after meal ingestion on fat balance and postprandial metabolism in overweight men. **British Journal of Nutrition**, v. 109, n. 12, p. 2297–2307, jun. 2013.

FLORES-OPAZO, M. et al. Defective fasting-induced PKA activation impairs adipose tissue glycogen degradation in obese Zucker rats. **International Journal of Obesity (2005)**, 31 jan. 2019.

FUSCÀ, E. et al. Measuring Caloric Intake at the Population Level (NOTION): Protocol for an Experimental Study. **JMIR research protocols**, v. 8, n. 3, p. e12116, 12 2019.

GAYDA, M.; NIGAM, A.; JUNEAU, M. Body composition and insulin sensitivity after high-intensity interval training in overweight/obese patients. **Obesity**, v. 22, n. 3, p. 624–624, 2014.

GILLEN, J. B. et al. Interval training in the fed or fasted state improves body composition and muscle oxidative capacity in overweight women. **Obesity**, v. 21, n. 11, p. 2249–2255, 2013.

GLEESON, M.; GREENHAFF, P. L.; MAUGHAN, R. J. Influence of a 24 h fast on high intensity cycle exercise performance in man. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 57, n. 6, p. 653–659, 1988.

GONZALEZ, J. T. et al. Breakfast and exercise contingently affect postprandial metabolism and energy balance in physically active males. **British Journal of Nutrition**, v. 110, n. 4, p. 721–732, ago. 2013.

HAWKES, K.; O'CONNELL, J. F.; JONES, N. G. Hunting income patterns among the Hadza: big game, common goods, foraging goals and the evolution of the human diet. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences**, v. 334, n. 1270, p. 243–250; discussion 250–251, 29 nov. 1991.

HEIKURA, I. A. et al. Alternate-Day Low Energy Availability During Spring Classics in Professional Cyclists. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, p. 1–35, 12 mar. 2019.

ISACCO, L. et al. Oral contraception and energy intake in women: Impact on substrate oxidation during exercise. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 37, n. 4, p. 646–656, ago. 2012.

JAMART, C. et al. Higher activation of autophagy in skeletal muscle of mice during endurance exercise in the fasted state. **American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism**, v. 305, n. 8, p. E964–974, 15 out. 2013.

JOHNSTONE, A. Fasting for weight loss: an effective strategy or latest dieting trend? **International Journal of Obesity (2005)**, v. 39, n. 5, p. 727–733, maio 2015.

KETEL, E. C. et al. Age, gender, ethnicity and eating capability influence oral processing behaviour of liquid, semi-solid and solid foods differently. **Food Research International (Ottawa, Ont.)**, v. 119, p. 143–151, maio 2019.

KIM, P. L.; STARON, R. S.; PHILLIPS, S. M. Fasted-state skeletal muscle protein synthesis after resistance exercise is altered with training. **The Journal of Physiology**, v. 568, n. 1, p. 283–290, 2005.

KROEGER, C. M. et al. Improvement in coronary heart disease risk factors during an intermittent fasting/calorie restriction regimen: Relationship to adipokine modulations. **Nutrition & Metabolism**, v. 9, n. 1, p. 98, 31 out. 2012.

LI, G. et al. Intermittent Fasting Promotes White Adipose Browning and Decreases Obesity by Shaping the Gut Microbiota. **Cell Metabolism**, v. 26, n. 4, p. 672- 685.e4, 3 out. 2017.

LITTLE, J. P. et al. Effect of low- and high-glycemic-index meals on metabolism and performance during high-intensity, intermittent exercise. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 20, n. 6, p. 447–456, dez. 2010.

LONGO, V. D.; MATTSON, M. P. Fasting: molecular mechanisms and clinical applications. **Cell Metabolism**, v. 19, n. 2, p. 181–192, 4 fev. 2014.

MAUGHAN, R. J.; FALLAH, J.; COYLE, E. F. The effects of fasting on metabolism and performance. **British Journal of Sports Medicine**, v. 44, n. 7, p. 490–494, jun. 2010.

MICHALSEN, A.; LI, C. Fasting therapy for treating and preventing disease - current state of evidence. **Forschende Komplementarmedizin (2006)**, v. 20, n. 6, p. 444–453, 2013.

MORAES, R. C. M. DE et al. Effects of intermittent fasting and chronic swimming exercise on body composition and lipid metabolism. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition Et Metabolisme**, v. 42, n. 12, p. 1341–1346, dez. 2017.

MORO, T. et al. Effects of eight weeks of time-restricted feeding (16/8) on basal metabolism, maximal strength, body composition, inflammation, and cardiovascular risk factors in resistance-trained males. **Journal of Translational Medicine**, v. 14, n. 1, p. 290, 13 out. 2016.

NAHARUDIN, M. N. B.; YUSOF, A. The effect of 10 days of intermittent fasting on Wingate anaerobic power and prolonged high-intensity time-to-exhaustion cycling performance. **European Journal of Sport Science**, v. 18, n. 5, p. 667–676, jun. 2018.

NILSSON, L. Hson; HULTMAN, E.. Liver Glycogen in Man — the Effect of Total Starvation or a Carbohydrate-Poor Diet Followed by Carbohydrate Refeeding. **Scandinavian Journal Of Clinical And Laboratory Investigation**, [s.l.], v. 32, n. 4, p.325-330, jan. 1973. Informa UK Limited.

O'BRIEN, L. et al. Dietary Intake and Energy Expenditure Assessed during a Pre-Season Period in Elite Gaelic Football Players. **Sports (Basel, Switzerland)**, v. 7, n. 3, 13 mar. 2019.

OMAR, A. et al. Effect of physical activity on fasting blood glucose and lipid profile among low income housewives in the MyBFF@home study. **BMC women's health**, v. 18, n. Suppl 1, p. 103, 19 jul. 2018.

PAOLI, A. et al. Exercising fasting or fed to enhance fat loss? Influence of food intake on respiratory ratio and excess postexercise oxygen consumption after a bout of endurance training. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 21, n. 1, p. 48–54, fev. 2011.

POPSON, M. S.; BORGER, J. Biochemistry, Heat and Calories. In: **StatPearls**. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2019.

REID, K. J.; BARON, K. G.; ZEE, P. C. Meal timing influences daily caloric intake in healthy adults. **Nutrition Research (New York, N.Y.)**, v. 34, n. 11, p. 930–935, nov. 2014.

SCHOENFELD, B. Does Cardio After an Overnight Fast Maximize Fat Loss? **Strength & Conditioning Journal**, v. 33, n. 1, p. 23, fev. 2011.

SCHOENFELD, B. J. et al. Body composition changes associated with fasted versus non-fasted aerobic exercise. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 11, n. 1, p. 54, 2014.

SECOR, S. M.; CAREY, H. V. Integrative Physiology of Fasting. **Comprehensive Physiology**, v. 6, n. 2, p. 773–825, 15 mar. 2016.

STEINIGER, J. et al. [Effects of fasting and endurance training on energy metabolism and physical fitness in obese patients]. **Forschende Komplementarmedizin (2006)**, v. 16, n. 6, p. 383–390, dez. 2009.

TINSLEY, G. M.; LA BOUNTY, P. M. Effects of intermittent fasting on body composition and clinical health markers in humans. **Nutrition Reviews**, v. 73, n. 10, p. 661–674, out. 2015.

TREPANOWSKI, J. F.; BLOOMER, R. J. The impact of religious fasting on human health. **Nutrition Journal**, v. 9, p. 57, 22 nov. 2010.

VAN PROEYEN, K. et al. Beneficial metabolic adaptations due to endurance exercise training in the fasted state. **Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 110, n. 1, p. 236–245, jan. 2011.

VAN PROEYEN, K. et al. Training in the fasted state improves glucose tolerance during fat-rich diet. **The Journal of Physiology**, v. 588, n. Pt 21, p. 4289–4302, 1 nov. 2010.

VARADY, K. A. Intermittent versus daily calorie restriction: which diet regimen is more effective for weight loss? **Obesity Reviews**, v. 12, n. 7, p. e593–e601, 2011.

VIEIRA, A. F. et al. Effects of aerobic exercise performed in fasted v. fed state on fat and carbohydrate metabolism in adults: a systematic review and meta-analysis. **The British Journal of Nutrition**, v. 116, n. 7, p. 1153–1164, out. 2016.

WILHELMI DE TOLEDO, F. et al. Safety, health improvement and well-being during a 4 to 21-day fasting period in an observational study including 1422 subjects. **PloS One**, v. 14, n. 1, p. e0209353, 2019.

Orientador

Aluno