

**POTENCIAIS EFEITOS DELETÉRIOS DE DIETAS RESTRITIVAS NAS RESPOSTAS  
ENDÓCRINO-METABÓLICAS, COMPOSIÇÃO CORPORAL E DESEMPENHO FÍSICO  
DE ATLETAS COM LESÃO MEDULAR ESPINHAL**

Daiane do Carmo Corrêa<sup>1</sup>, Igor Moreira<sup>2,3</sup>, Renan Resende<sup>2,3</sup>, André Gustavo Andrade<sup>2,3</sup>  
Andressa Silva<sup>2,3,4</sup>, Marco Túlio de Mello<sup>2,3,4</sup>, Rafael Longhi<sup>2,3</sup>, Dawit Albieiro Gonçalves<sup>1,2,3</sup>

**RESUMO**

A quantidade insuficiente de informação disponível na literatura a respeito dos efeitos dessas dietas nessa população justifica o desenvolvimento desta revisão narrativa, cujo objetivo foi analisar os efeitos metabólicos causados pelas dietas restritivas, além dos impactos na composição corporal e no desempenho físico em atletas paralímpicos com LME. Para isso, dados referentes ao período de 1992 a 2021 foram coletados para a pesquisa em bancos de dados eletrônicos e livros. Esse levantamento mostra que a LME ocasiona alterações endócrino-metabólicas, tais como resistência à insulina e intolerância à glicose; alterações nas funções do aparelho digestório, gerando prejuízos absorptivos; e na composição corporal, caracterizado pela redução de massa livre de gordura em todo o corpo, mas em especial nos membros afetados. Embora as dietas low carb e JI sejam capazes de reduzir a massa corporal, esse tipo de dieta pode ser inviável em atletas durante o treinamento de alta intensidade por ocasionar carência nutricional, depleção dos estoques de glicogênio e estimular a proteólise muscular, comprometendo o desempenho esportivo e elevando os riscos de deficiência de energia relativa do esporte (RED-S). Grande parte dos dados relacionando dietas restritivas ao esporte possuem foco em atletas sem deficiência, sendo assim, o desenvolvimento de mais estudos na área do esporte paralímpico torna-se imprescindível e extremamente necessário e relevante, justificando a continuidade das pesquisas na área.

**Palavras-chave:** Lesão medular espinhal. Atleta paralímpico. Jejum Intermitente. Restrição de carboidratos. Deficiência Energética Relativa no Esporte.

**ABSTRACT**

Potential deleterious effects of restrictive diets on the endocrine/metabolic response, body composition, and physical performance of athletes with spinal cord injury

The insufficient number of studies available in the literature regarding the effects of these diets in the aforementioned population justifies the development of this narrative review, whose goal was to analyze the metabolic effects and the impacts on body composition and physical performance of restrictive diets on paralympic athletes living with Spinal Cord Injury. In the interest of this research, data ranging from 1992 to 2021 were collected from electronic databases and books. This survey shows that Spinal Cord Injury causes Endocrine-Metabolic alterations, such as insulin resistance and glucose intolerance; changes in the digestive tract functions, namely impaired nutrient absorption; and causing an imbalance to body composition, which is characterized by the reduction of fat-free mass throughout the body, but particularly in the affected limbs. Although low carb diets and intermittent fasting are able to reduce body mass, this type of diet may be unfeasible in athletes during high-intensity training because they could cause nutritional deficiency, depletion of glycogen stores and stimulate muscle proteolysis, thus compromising sports performance and increasing the risk of Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). As the focus of much of the data relating restrictive diets to sport is on athletes without disabilities, the development of more studies in the field of paralympic sports becomes essential and relevant, justifying the continued research in this area.

**Key words:** Spinal cord injury. Paralympic athlete. Intermittent Fasting. Restriction of carbohydrates. Relative Energy Deficiency in Sports.

## INTRODUÇÃO

Atletas recreativos e, em especial, profissionais frequentemente exercitam-se em elevadas intensidades e volumes, o que gera um gasto energético aumentado durante o exercício físico e ao longo de horas após o término da sessão de treinamento, aumentando também a taxa metabólica de repouso (TMR) (Oliveira e Junior, 2017).

Esses efeitos são extremamente importantes para o metabolismo dos atletas e explicam como as necessidades energéticas desses indivíduos podem alcançar até 5.000 kcal/dia (Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte, 2009).

A alimentação inadequada em qualidade e quantidade para suprir a demanda do exercício pode ter como consequências as deficiências nutricionais, a baixa disponibilidade de energia no treinamento e até mesmo o desenvolvimento de doenças (Islamoglu e Kenger, 2019; Joaquim e colaboradores, 2019; Jenner colaboradores, 2018).

Os comportamentos alimentares inadequados por parte dos paratletas são comumente encontrados, além de alta prevalência de sobrepeso e obesidade (Martins, 2009; Foley e colaboradores, 2017).

As diferenças fisiológicas em paratletas impõe demandas nutricionais distintas, contudo, os estudos na área ainda são escassos, pondo em risco a saúde dos paratletas (Madden, Shearer e Parnell, 2017).

Quando há inadequação de energia e nutrientes, há o risco aumentado de lesões, irritabilidade, depleção dos estoques de glicogênio e conseqüentemente implicando no baixo rendimento esportivo.

A incorporação de uma dieta adequada com alimentos nutritivos pode melhorar o estado geral de saúde do paratleta e com isso diminuir o risco de lesões ou doenças (Madden, Shearer e Parnell, 2017).

Contudo, grande parte dos atletas frequentemente adotam hábitos e estratégias nutricionais radicais com o intuito de alcançarem resultados mais rapidamente, tal como um menor percentual de gordura corporal.

Tais estratégias têm se mostrado pouco eficientes para melhorar o desempenho físico, dependendo da forma como são aplicadas. Isso se deve, em parte, ao fato de muitos atletas não possuírem orientação

nutricional de profissionais especializados na área, o que aumenta a chance de erro na prescrição dos planos dietéticos (Pereira e Cabral, 2007).

O jejum tem sido utilizado como estratégia para aumentar a oxidação de lipídios durante o exercício e reduzir a gordura corporal (Marquezi e Costa, 2008).

Segundo a Associação Brasileira de Nutrição: "O jejum intermitente (JI) compreende um padrão alimentar no qual o indivíduo se submete de forma voluntária a períodos de privação de alimentos, com reduzida ou nenhuma ingestão energética, intercalados por períodos de ingestão normal de alimentos e bebidas, a depender do protocolo, podendo ocorrer restrição em dias alternados, jejum de dia inteiro e jejum de tempo limitado".

Compreende-se como dieta low carb, a dieta cujo fator chave é a redução na ingestão de carboidrato para uma composição menor que 130 gramas de carboidrato por dia (Volek e colaboradores, 2021).

Já a recomendação para atletas é 6 a 10 gramas de carboidrato por quilo de peso corporal por dia, o que equivale a 420 a 700 gramas de carboidrato por dia para um atleta de 70 quilos (ACSM, 2000).

O principal objetivo entre os adeptos de ambas as estratégias é o emagrecimento, porém a redução da massa gorda parece ocorrer em paralelo a perda de massa magra (Nazatto e Takahashi, 2020), o que afetaria negativamente o desempenho físico. O déficit energético e a atenção nutricional em atletas merece ainda mais destaque em indivíduos com lesão da medula espinhal (LME).

A LME é uma condição caracterizada pela insuficiência parcial ou total do funcionamento da medula espinhal, ocasionado pela secção dos tratos nervosos motor e sensorial desse tecido.

Conseqüentemente, a LME causa alterações nas funções motoras e déficits sensitivos, superficial e profundo nos segmentos corporais localizados abaixo do nível da lesão, além de alterações viscerais, autonômicas, disfunções vasomotoras, esfínterianas, sexuais e tróficas (Cerezetti e colaboradores, 2012).

A LME também pode comprometer os paratletas com baixa disponibilidade energética. Dores associadas à lesão podem reduzir o apetite, enquanto os medicamentos usados para controlar a dor podem causar constipação ou náusea. O uso de antibióticos

para tratar ou prevenir essas infecções pode causar diarreia ou diminuição das bactérias intestinais, resultando em comprometimento da saúde intestinal e consequentemente da absorção dos nutrientes.

As limitações físicas também podem comprometer as compras de supermercado, preparo dos alimentos, dificuldades de deglutição (em alguns casos), portanto interferir negativamente na ingestão energética, devido ao baixo consumo de alimentos.

Desse modo, fica claro que as estratégias nutricionais restritivas como o JI e a low carb devem ser discutidas mais profundamente nos atletas, em especial nos indivíduos com LME.

Portanto, o intuito deste trabalho foi analisar os possíveis prejuízos metabólicos, na composição corporal e no desempenho físico causados pelas dietas restritivas em atletas paralímpicos com LME.

A hipótese é que essas restrições ocasionam carências nutricionais como a deficiência de macro e micronutrientes, resistência à ação da insulina e redução da massa muscular, o que pode comprometer o desempenho físico.

Diante de restrições alimentares desnecessárias, é necessário conscientizar os atletas com LME de seus efeitos deletérios.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa caracteriza-se como descritiva e explicativa com a finalidade de produzir uma revisão narrativa sobre os efeitos de dietas restritivas, especialmente o jejum intermitente (JI) e a restrição de carboidratos (low carb), nas respostas endócrino-metabólicas, composição corporal e desempenho físico de paratletas, bem como cruzar tais dados com o limitado conhecimento a respeito destas alterações em indivíduos com LME.

A técnica utilizada foi a revisão de literatura e o estudo qualitativo para delimitar os problemas da pesquisa e obter uma ideia precisa sobre o estado atual dos conhecimentos sobre o tema.

A coleta de dados é referente ao período de 1992 a 2021 e foram utilizadas para a pesquisa as bases de dados Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Scientific Electronic Library Online (SCIELO) e National Library of Medicine

(PUBMED), livros e dados atualizados do órgão International Paralympic Committee (IPC).

Os termos de pesquisa incluíram “atleta paralímpico”, “paratletas”, “lesão medular”, “jejum intermitente”, “restrição dietética”, “restrição calórica”, “desempenho esportivo”, “RED-S”, “composição corporal”, “metabolismo de carboidratos”, “metabolismo de proteínas”, “metabolismo de lipídios”, “low carb”.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Os jogos paralímpicos

Jogos paralímpicos são o segundo maior evento esportivo no mundo, atrás apenas dos jogos olímpicos (Legg, 2018).

O evento paralímpico se desenvolve em um cenário de alto rendimento onde os atletas paralímpicos buscam o melhor desempenho atlético possível, tendo a vitória e o reconhecimento esportivo como os principais objetivos.

Além do desempenho esportivo de elite a nível internacional, que permita o paratleta participar dos jogos paralímpicos e se consagrar com o título de atleta paralímpico (IPC, 2021), é preciso enquadrar-se nos critérios de elegibilidade de um dos 10 tipos de deficiências elegíveis identificadas pelo Movimento Paralímpico, que são: potência muscular prejudicada, amplitude de movimento passiva prejudicada, deficiência de membros, diferença de comprimento das pernas, baixa estatura, hipertonia, ataxia, atetose, deficiência visual, deficiência intelectual (IPC, 2013).

Os critérios de elegibilidade, além de definir quem é elegível para competir no para-esporte, visa agrupar os paratletas em classes esportivas no intuito de garantir que o impacto da deficiência seja minimizado e a excelência esportiva determine qual paratleta ou equipe é o vencedor (IPC, 2015).

Aproximadamente 15% da população mundial, o que equivale a mais de um bilhão de pessoas, convive com algum tipo de deficiência (WHO, 2011), e o esporte não somente auxilia no processo de reabilitação, mas também oportuniza um meio de socialização da pessoa com deficiência (PcD) (Begossi e Mazo, 2016).

A participação no esporte por pessoas com deficiência cresceu drasticamente nos últimos 50 anos (Rastmanesh e colaboradores, 2007), porém, embora a importância da prática de esporte na saúde seja bem conhecida em atletas com ou sem deficiência (Bull e

colaboradores, 2020), a taxa de inatividade física mundial em PcD continua alta (49%), sendo 2,5 vezes maior do que em pessoas sem deficiência (20%) (WHO, 2011).

Os jogos paralímpicos desafiam os estigmas anexo à deficiência, mostrando a excelência dos paratletas e estimulando a prática de exercício por todos e a criação de sociedades mais inclusivas, oferecendo oportunidades esportivas e conduzindo a inclusão social (IPC, 2019).

### Aspectos gerais da lesão medular espinal

A LME pode ser definida como um dano das estruturas neurais, dentro do canal espinal, gerando o acometimento parcial ou total das funções motoras e/ou sensitivas abaixo do segmento medular comprometido (Rupp e colaboradores, 2021).

Essas alterações impactam significativamente o requerimento energético do indivíduo com LME, sendo esperado uma redução do gasto energético de repouso (GER) em 14-27% se comparado a indivíduos sem LME (Broad e colaboradores, 2020; Pritchett e colaboradores, 2021).

A LME compromete uma série de funções vitais como a locomoção, sexualidade, sensibilidade, eliminação urinária e intestinal, além de afetar o sistema nervoso autônomo agravando ainda mais essas funções (Rabeh, Caliri e Haas, 2009).

A disfunção autonômica, que quase sempre se manifesta após a LME, trazem manifestações clínicas, como a hipotensão ortostática, taquicardia de repouso, infarto do miocárdio sem dor, parada cardiorrespiratória, entre outras (Caldeira e colaboradores, 2012).

Prejuízos da função respiratória são desencadeados, bem como paralisia dos músculos respiratórios que, devido à incapacidade de gerar contrações eficazes, afetam o volume inspiratório, o pico de fluxo da tosse e a pressão expiratória máxima (Macedo e colaboradores, 2017).

A LME pode ter várias causas, sendo a traumática a mais frequente, além de ferimentos por arma de fogo, acidentes automobilísticos, quedas e mergulhos, atos de violência, lesões desportivas, entre outras (Rabeh e Caliri, 2010).

Estima-se que a incidência global de pessoas com LME é de 40 a 80 casos por milhão de habitantes e, todos os anos, entre

250 e 500 mil pessoas sofrem uma lesão medular (WHO, 2013).

No Brasil, a incidência de LME é de cerca de 6 a 8 mil novos casos por ano, sendo que 80% das vítimas são homens e 60% se encontram na faixa etária de 10 e 30 anos.

Trata-se, definitivamente, de uma patologia de alto impacto socioeconômico para o país, sendo que o custo para a sociedade por paciente permanece alto (Nunes, Morais e Ferreira, 2017).

Além das alterações físicas, a LME pode causar graves e enormes repercussões psíquicas e sociais, portanto o cuidado com o paciente inclui um conjunto de ações que se inicia no primeiro atendimento e continua até a sua reintegração social.

Este processo deve ser desenvolvido pelo atendimento simultâneo e integrado de diversos profissionais de saúde a fim de promover o desenvolvimento da autonomia do indivíduo com LME, possibilitando uma vida plena (Brasil, 2015).

### Distúrbios do sistema endócrino-metabólico na LME

Segundo Bauman Wecht e Biering-sorensen, (2017), a maioria das pessoas com LME desenvolve um ou mais distúrbios endócrinos e/ou metabólicos. O diagnóstico e o tratamento dessas doenças podem melhorar a qualidade de vida e a longevidade das pessoas com LME.

A inatividade física e as alterações adversas na composição corporal presentes nesses indivíduos podem resultar em anormalidades no metabolismo de carboidratos e lipídios predispondo à aterogênese vascular.

Do ponto de vista hormonal, a hipotensão com postura ereta ocorre frequentemente em pessoas com LME superiores por causa de uma deficiência na liberação periférica de norepinefrina frente a um desafio vascular gerando dependência secundária do sistema renina-angiotensina-aldosterona para manter a resposta vascular (Bauman, Wecht e Biering-sorensen, 2017).

Pessoas com LME podem ter resistência à insulina, hormônio com características anabólicas essenciais em diversos órgãos, em especial no músculo, fígado e tecido adiposo, para a manutenção da homeostase glicídica e o crescimento e diferenciação celular. Esse hormônio é secretado pelas células  $\beta$  das ilhotas

pancreáticas em resposta ao aumento dos níveis circulantes de glicose e aminoácidos após as refeições (Carvalho, Zecchin e Saad, 2002).

Os fatores determinantes da resistência à insulina estão fortemente presentes em pessoas com LME devido a diminuição da atividade física, diminuição da massa muscular e aumento da adiposidade absoluta ou relativa (Bauman, Wecht e Biering-sorensen, 2017).

A mudança na composição corporal no indivíduo com LME é associada com anormalidade no metabolismo de lipídeos caracterizada pela redução da concentração plasmática da lipoproteína de alta densidade (HDL-C) e aumento do colesterol total e da lipoproteína de baixa densidade (LDL-C), o que também predispõe esses indivíduos à resistência à insulina (Silva e colaboradores, 2004).

Essas alterações metabólicas estão relacionadas ao surgimento de doenças como hipertensão, dislipidemias, diabetes mellitus e obesidade.

A resistência à insulina e a inatividade física resultam em redução de síntese proteica e aumento de proteólise resultando em perda de massa e, conseqüentemente, força muscular (Pauli e Cintra, 2009).

Outra complicação comum são os baixos níveis de testosterona sérica em homens com lesão medular, tanto em condição aguda a subaguda (<12 meses após a lesão) quanto na crônica (≥12 meses) (Sullivan e colaboradores, 2017).

Otzel e colaboradores (2018) apontam em sua revisão que 45-60% dos homens com LME apresentam baixos níveis de testosterona sérica, definido como concentração menor que 300 ng/dL (amplitude normal de referência para homens adultos: 300-1100 ng/dL), e sugerem que tal resultado seja, em parte, devido à disfunção testicular secundária e deficiências no eixo hipotálamo-hipófise (Rohrman e colaboradores, 2011; Sullivan e colaboradores, 2017; Otzel e colaboradores, 2018).

### Disfunções do sistema digestório no LME

Muitas alterações endócrino-metabólicas estão relacionadas à disfunção do sistema digestório.

Segundo Marques, (2016), a principal função deste sistema é a digestão e a absorção de nutrientes. A principal atividade do tubo

digestório é a motilidade que impulsiona o alimento ingerido da boca em direção ao ânus, misturando-o e reduzindo-o em partículas menores para a sua absorção do intestino para a corrente sanguínea.

O sistema nervoso autônomo (SNA), a partir das inervações parassimpáticas e simpáticas, interage com o sistema nervoso entérico para comandar as ações do sistema digestório.

Assim, as inervações parassimpáticas atuam na digestão do alimento, proporcionando a motilidade e o relaxamento dos esfíncteres. As inervações simpáticas se caracterizam pela diminuição da motilidade e pela contração dos esfíncteres (Marques, 2016).

A LME bloqueia as informações fornecidas pelo sistema nervoso autônomo para o sistema nervoso central, comprometendo o sistema digestório. Uma das conseqüências deste bloqueio neural é a movimentação insuficiente do intestino, resultando em constipação intestinal (Marques, 2016).

Em condições normais, o cólon é responsável pelo armazenamento das fezes até elas serem impelidas para fora com o peristaltismo intestinal. Quando as fezes chegam ao reto, é desencadeada uma ação reflexa que provoca a contração do esfíncter anal, mantendo-o contraído e evitando a expulsão das fezes. Por outro lado, a disfunção do SNA em indivíduos com LME compromete a detecção das fezes no reto e, com isso, há perda de controle do esfíncter anal. Os efeitos da imobilidade da musculatura intestinal e o modo como ela será afetada dependerá do nível (região) e extensão da lesão medular (Santos e Ramos, 2014; Bernardi e colaboradores, 2020).

A disfunção intestinal ocorre na maioria (68%) dos indivíduos com LME, podendo comprometer as funções superiores e inferiores do sistema digestório, sendo a porção inferior mais prevalente. Inchaço abdominal e distensão são dois dos sintomas gastrointestinais mais comumente relatados, visto que inchaço abdominal ocorre em 22% dos indivíduos e 31% reclamam de distensão abdominal, os quais podem ocorrer separadamente ou simultaneamente.

O inchaço abdominal é caracterizado por sintomas de gás aprisionado, pressão abdominal e plenitude, este último sendo a sensação de estômago ou parte superior do abdômen preenchido. A distensão abdominal é

definida como um aumento mensurável da circunferência abdominal. Esses sintomas frequentemente coexistem, embora possam ocorrer separadamente (Lacy, Cangemi e Vazquez-Roque, 2021).

Acometimentos da porção inferior como constipação ocorrem entre 56 e 80% dos pacientes, enquanto a incontinência fecal afeta entre 42% e 75% dos casos. Em geral, mais de 50% dos indivíduos com LME relatam sintomas de nível moderado ou grave (Qi, Middleton e Malcolm, 2018).

Dores e infecções associadas à LME podem reduzir o apetite, enquanto os medicamentos usados para controlar a dor podem causar constipação e/ou náusea, além de prejuízo à microbiota intestinal. As limitações físicas também podem comprometer a compra e o preparo dos alimentos, dificuldades de deglutição, desse modo, interferindo negativamente na ingestão energética devido ao baixo consumo de alimentos (Figel e colaboradores, 2018).

Indivíduos com LME, devido a infecções recorrentes, ao tratamento com antibióticos e ao tempo de transição colônica alterada, possuem alteração significativa da composição da microbiota intestinal. O uso de antibióticos diminui a diversidade microbiana em 25% e aumenta a razão Bacteroidetes / Firmicutes (Bernardi e colaboradores, 2020).

Sendo os dois filos bacterianos mais importantes no trato gastrointestinal, a alteração de sua razão é considerada uma disbiose, onde o aumento da razão é comumente encontrada na obesidade (Stojanov, Berlec e Strukelj, 2020).

Vários estudos clínicos avaliaram a microbiota intestinal entre indivíduos com LME e todos relataram Firmicutes diminuídos em comparação com grupos controles saudáveis (Gungor e colaboradores, 2016; Zhang e colaboradores, 2018; Zhang e colaboradores, 2019).

Além disso, a diversidade microbiana reduzida em indivíduos com LME foi associada a perfis metabólicos desfavoráveis (Bernardi e colaboradores, 2020).

Com avanços na capacidade de reconhecer e detalhar a microbiota intestinal, a importância da microbiota tem se expandido para além da saúde gastrointestinal, como na saúde cardiometabólica, sistema imunológico e processos inflamatórios centrais ao intestino.

Há evidências que apontam que muitos nutrientes e componentes não nutritivos dos

alimentos atuam na modulação da inflamação sistêmica de forma aguda e crônica (Minihane e colaboradores, 2015). Outro aspecto de componentes alimentares é a capacidade de aumentar a produção de gases, influenciando sintomas gastrointestinais em indivíduos com LME.

Devido a rapidez da fermentação de oligossacarídeos fermentáveis, dissacarídeos, monossacarídeos e polióis (FODMAPs), protocolos de eliminação, reintrodução e personalização podem ser úteis no controle de determinados sintomas. No entanto, dietas pobres em FODMAPs não foram particularmente estudadas em indivíduos com LME (Johns e colaboradores, 2021).

### **Deficiência de energia relativa do esporte (RED-S) no LME**

A Deficiência Energética Relativa no Esporte (RED-S) era anteriormente chamada de “Triade da Atleta Feminina” (i.e., distúrbios alimentares, distúrbios menstruais e baixa densidade óssea).

O termo foi revisado para refletir que também ocorre em homens e tem impacto além daqueles descritos no termo original. RED-S ocorre quando a ingestão de calorias é insuficiente e/ou o gasto energético é excessivo, o que leva a disponibilidade de energia reduzida. Isso leva à energia insuficiente tanto para o desempenho esportivo máximo como para manter a saúde (Statuta, Asif e Drezner, 2017).

Quando um indivíduo sedentário apresenta LME, recebe aconselhamento nutricional com foco no controle da massa corporal total, uma vez que suas necessidades energéticas são reduzidas quando comparadas às necessidades de um indivíduo sem deficiência.

Porém, atletas com LME possuem necessidades energéticas aumentadas decorrentes do esforço físico que muitas vezes não são atendidas adequadamente em virtude da escassez de pesquisas nessa população, podendo apresentar risco aumentado para RED-S (Figel e colaboradores, 2018).

### **A LME altera a composição corporal**

A composição corporal pode ser definida como a proporção entre os diferentes componentes corporais e a massa corporal total, sendo expressa normalmente pelas

porcentagens de massa livre de gordura e gordura (Costa, 2001).

A massa gorda inclui todos os lipídios que são extraídos do tecido adiposo e outros tecidos. A massa livre de gordura é formada por todos os tecidos e substâncias residuais, incluindo ossos, água, músculos, tecidos conjuntivos e órgãos internos (Heyward e Stolarczyk, 2000).

A avaliação da composição corporal sempre teve destaque devido sua importância para a saúde humana. O excesso de massa gorda influencia no aparecimento das doenças crônicas não transmissíveis, principalmente as doenças cardiovasculares e metabólicas (Medeiros e Silva, 2015).

A LME causa atrofia do músculo esquelético abaixo no nível da lesão, diminuição da massa livre de gordura e aumento da massa gorda, essas são algumas adaptações patológicas após lesão, como resultado de imobilização e desuso (Gorgey e colaboradores, 2012).

A atrofia do músculo sublesional com LME reduz significativamente o local de armazenamento primário e utilização de carboidratos, aumentando o risco de hiperglicemia e de Diabetes Mellitus do tipo 2. A redução da massa livre de gordura e o aumento da massa gorda em pessoas com LME são características centrais que elevam o risco de desenvolver a síndrome cardiometabólica (Bernardi e colaboradores, 2020).

#### **A LME reduz a massa livre de gordura**

A massa livre de gordura é a parte do corpo sem tecido adiposo, os quais compreende os músculos esqueléticos, água, ossos e uma pequena quantidade de gordura essencial nos órgãos internos, medula óssea e tecidos nervosos (Mahan e Setup, 2005).

A LME ocasiona uma perda rápida de massa muscular nos membros afetados o que pode: 1) predispor os indivíduos ao controle prejudicado da glicose, uma vez que a massa muscular é um dos órgãos primários responsivos à insulina e 2) ocasionar úlceras de pressão, devido à pressão exercida contra os tecidos pelas proeminências ósseas sobre uma superfície dura como a cadeira ou o leito, e um risco aumentado de fratura. As reduções na massa muscular e na área de secção transversa dos membros inferiores podem ser

de 12 a 25% já nas primeiras 24 semanas após a LME (Giagregorio e colaboradores, 2012).

#### **A LME aumenta a tecido adiposo**

A redução da massa magra pela atrofia dos membros afetados na LME causa a redução da taxa metabólica basal que aumenta a suscetibilidade ao acúmulo do tecido adiposo corporal.

Braz e colaboradores (2020) realizaram um estudo transversal com 20 indivíduos do sexo masculino com o objetivo de verificar o perfil da composição corporal de pessoas sedentárias com LME, além de correlacionar as medidas de circunferência abdominal e circunferência da cintura e analisar a aplicabilidade do método de bioimpedância (BIA).

Para avaliação dos dados foram utilizadas as tabelas normativas de Lohman (1992), no entanto, os valores de referência são para adultos sem deficiência física.

Lohman e colaboradores (1992) consideram o percentual de gordura corporal médio de 23% para as mulheres e 15% para os homens.

Neste estudo de Braz e colaboradores (2020), os autores observaram que 45% dos indivíduos avaliados apresentaram percentual de gordura corporal considerado "muito alto", 45% "acima da média", e 10% com o percentual de gordura considerado na "média".

#### **Antropometria e calorimetria em paratletas com LME**

Atletas paraplégicos são aqueles cuja lesão ocorre na medula espinhal torácica ou lombar, o que causam perda funcional nas pernas e músculos / órgãos do tronco inervados abaixo do nível da lesão, enquanto atletas tetraplégicos tiveram lesões na medula espinhal cervical causando perda funcional em todas as quatro extremidades, com o grau de disfunção aproximadamente proporcional ao nível da lesão, o que acarreta em mudanças estruturais e conseqüentemente afetando a análise antropométrica (Broad e colaboradores, 2020).

A análise antropométrica e a compreensão do gasto energético total em indivíduos com LME possui diversas individualidades como a extensão, o nível e o tempo de lesão, tornando cada caso singular. Todavia, em um estudo comparativo entre

diferentes paratletas de elite em CR como curling, paraciclismo (apenas atletas de handcycling), rúgbi em cadeira de rodas, basquete em cadeira de rodas, corrida em cadeira de rodas, tênis de mesa, tênis, badminton, esqui alpino, tiro com arco, Fleck (2020) encontraram variação na massa gorda total e massa livre de gordura total entre gênero, sendo observado maior massa gorda e menor massa livre de gordura em paratletas do sexo feminino.

Porém, a diferença não foi estatisticamente significativa entre modalidades, e quando agrupados em tetraplegia, paraplegia e atletas sem deficiência a variação não foi estatisticamente significativa. Outro fato relevante é a modificação na composição entre os segmentos corporais, sendo relatado um aumento do percentual de gordura e a redução da massa muscular nos membros inferiores devido à inatividade muscular, enquanto há redução da gordura e aumento da massa muscular nos membros superiores em resposta a maior demanda física desse segmento (Sutton e colaboradores, 2009).

No intuito de corrigir, ou minimizar, a imprecisão da estimativa do percentual de gordura corporal calculada a partir das dobras cutâneas (DC) em cadeirantes, a medida da

circunferência da panturrilha tem sido empregada em conjunto com as DC em equações antropométricas (Broad, 2019).

Outro benefício do acompanhamento das DC em indivíduos com LME é sua avaliação longitudinal. Quando avaliado em série, durante certo período, há boa correlação entre as avaliações de dobras no próprio indivíduo o que justifica seu monitoramento, ainda que haja limitações técnicas (Martins, 2009; Broad, 2019).

### Efeito das dietas restritivas

#### Jejum Intermitente (JI): conceito e protocolo

Dentre as várias estratégias nutricionais que existem para facilitar a perda de massa corporal, uma das mais populares é a dieta do Jejum Intermitente (JI). O JI é definido por uma restrição total ou parcial na ingestão de energia entre um a três dias por semana, ou uma restrição completa na ingestão de energia por um período definido do dia (Lima e colaboradores, 2019).

O Jejum é praticado desde a mais remota antiguidade por povos ao redor do globo, por exemplo, muçulmanos durante o período Ramadã. (Patterson e colaboradores, 2015).

**Quadro 1** - Protocolos de Jejum Intermitente.

Protocolos	Conceito	Referência
Jejum em dias alternados	Alterna dias de jejum (sem ingestão de calorias) e os dias de alimentação com consumo de alimentos e bebidas a vontade.	(Brown, Mosley e Aldred, 2013)
Jejum de dia inteiro	Consiste basicamente de um a dois dias na semana de jejum.	(Brown, Mosley e Aldred, 2013)
Jejum de tempo limitado	Consiste em períodos de jejum (restrição alimentar) e horas restantes com período de alimentação.	(Rothschild e colaboradores, 2014)

Fonte: próprio autor;

#### Restrição de Carboidratos: conceito e protocolos

O termo derivado do inglês, "low carb" refere-se a tipos de dietas onde há diminuição na ingestão de carboidratos (Almeida, 2017).

Segundo o consenso da AND (2016), a low carb diet (LCD) consiste na redução de carboidratos para 26 a 45% do valor energético total (VET) da dieta, ou quantidades menores que 130g/dia de carboidrato e a very low carb diet (VLCD), ou também apresentada como



dieta cetogênica de baixo carboidrato, possui menos de 26% do VET ou 20 a 50g/dia desse macronutriente (Volek e colaboradores, 2021).

Dentre os principais alimentos consumidos nessa proposta alimentar estão: frutas, verduras e legumes com baixo teor de carboidrato, óleos vegetais, ovos, peixes e carne, leite e derivados.

### **Dietas restritivas nas respostas endócrino-metabólicas**

Jejum Intermitente e restrição de carboidratos aumentam a oxidação de ácidos graxos em resposta às adaptações metabólicas/hormonais, como diminuição da concentração sanguínea de glicose, redução da síntese e secreção de insulina, aumento da concentração plasmática de glucagon e aumento da atividade da enzima lipase hormônio sensível (LHS) (Poian e Carvalho-Alve, 2002).

Estas adaptações reduzem a captação e oxidação de glicose pelos tecidos periféricos, muscular e adiposo, e consequentemente aumentam a oxidação de ácidos graxos nestes tecidos, poupando a glicose para os tecidos que dependem exclusivamente deste substrato, tais como cérebro e células nervosas (Marquezi e Costa, 2008).

No entanto, a contribuição de aminoácidos na produção total de ATP, que em condições normais não excede <5%, pode ser aumentada em condições de baixa disponibilidade de carboidratos.

Conforme Marquezi e Costa (2008) o aumento da oxidação de lipídeos durante o período pós-absortivo, que tem seu início ao final da absorção intestinal e pode variar conforme a composição da refeição, é acompanhado pela inibição da síntese de ácidos graxos, através da diminuição da atividade da enzima acetil-CoA carboxilase no tecido adiposo e fígado, responsável por converter acetil-CoA em malonil-CoA, intermediário da síntese de ácidos graxos.

Além disto, o efeito inibidor do malonil-CoA sobre a enzima carnitina acil transferase, responsável pelo transporte de ácidos graxos a mitocôndria, é removido, favorecendo os processos de beta-oxidação. Por outro lado, após a redução inicial da glicemia, a concentração de glicose é mantida relativamente estável ao longo das horas que se seguem em restrição alimentar, através da

neoglicogênese, a partir de lactato, glicerol e aminoácidos, e glicogenólise hepática.

Segundo Poian e Carvalho-Alve (2002), no primeiro momento a glicemia é mantida à custa da mobilização dos estoques de glicogênio hepático, tendo seus níveis reduzidos drasticamente durante as primeiras 12 horas de jejum.

Embora autores mencionem aumento da oxidação de lipídios e diminuição da oxidação de carboidratos após diferentes períodos de jejum, outros relatam que a diminuição da disponibilidade de carboidrato limita a oxidação de ácidos graxos (AG), além da alteração da composição corporal obtida estar relacionada à diminuição de massa magra, em sua maior parte, e as variações de massa corporal, principalmente, da perda de água, assim como sensível diminuição do desempenho (Marquezi e Costa, 2008).

Entende-se como a principal janela de reposição de glicogênio as primeiras quatro horas após o exercício, em que 40% do glicogênio muscular é re-estocado. Boa parte da perda de água após exercício também ocorre durante essa janela, devido a uma orientação responsiva que obedece a uma relação necessária de 3g de água para cada 1g de glicogênio muscular re-estocado.

Prejudicando a relação de ressíntese, há perda de água e possível desidratação conforme mencionado anteriormente. Essa perda de água associada ao glicogênio poderia explicar a rápida redução do peso corporal sem uma perda paralela de gordura corporal significativa quando o indivíduo se submete a uma dieta hipocalórica com baixo teor de carboidratos.

Além disso, o prejuízo do desempenho pode ser ocasionado por dietas restritivas, devido a carência nutricional.

Betoni, Zanardo e Ceni (2010) afirmam que dietas que apresentam um desequilíbrio de energia e nutrientes podem causar distúrbios metabólicos, como a formação de corpos cetônicos, anemia, osteoporose, hipovitaminose e deficiência de minerais. Além disso, essas dietas são deficientes em vitamina A, vitamina E, tiamina, vitamina B6, folato, cálcio, magnésio, ferro, potássio e fibras que se explica pela baixa ingestão de frutas, legumes, pães integrais e cereais.

### Jejum intermitente para atletas

Um estudo com 16 ciclistas de elite, divididos aleatoriamente entre o grupo controle e intervenção, em que o grupo controle foi submetido a jejum intermitente em uma janela de alimentação de oito horas no qual consumiram toda necessidade energética diária estimada entre 10:00 e 18:00, enquanto o grupo controle realizou quatro refeições no intervalo de 7:00 a 21:00. O estudo foi realizado durante quatro semanas de treinamento de alta intensidade.

Os atletas alocados no grupo controle apresentaram perda de peso (-2%;  $p=0,04$ ) e perda de massa gorda (-1,1%;  $p=0,01$ ) estatisticamente significativos, sem apresentar perda de massa magra ou de desempenho.

No entanto, IGF-1 e testosterona livre, hormônios anabólicos, apresentaram diminuição estatisticamente significativas ( $p = 0,01$  e  $p=0,03$ , respectivamente), o que evidencia a necessidade de protocolos semelhantes, porém com duração mais longa a fim de avaliar o impacto da diminuição desses hormônios anabólicos (Moro e colaboradores, 2020).

Embora o estudo evidencie perda significativa no peso e percentual de gordura, não é possível assumir que há melhora significativa no desempenho e/ou supere a perda em um protocolo de dieta normal, que siga as distribuições de energia em uma janela de alimentação ampliada.

Horowitz e colaboradores (1999) avaliaram a resposta de queima de gordura em seis indivíduos moderadamente treinados em um estado alimentado versus em jejum para diferentes intensidades de treinamento.

Os indivíduos pedalarão por duas horas em intensidades variadas em quatro ocasiões diferentes. Em dois ensaios, eles consumiram uma refeição de carboidratos de alto índice glicêmico em 30, 60 e 90 minutos de treinamento, uma vez em baixa intensidade (consumo máximo de oxigênio de 25%) e uma vez em intensidade moderada (consumo máximo de oxigênio 68%).

Durante os outros ensaios, os indivíduos foram mantidos em jejum, entre 12 e 14 horas antes do exercício e durante o treinamento. Os resultados dos ensaios de baixa intensidade mostraram que, embora a lipólise tenha sido suprimida em 22% no estado de alimentação em comparação com o estado de jejum, a oxidação da gordura permaneceu

semelhante entre os grupos até 80-90 minutos de ciclismo.

Somente após este ponto foi observada uma maior taxa de oxidação de gordura em indivíduos em jejum.

Por outro lado, durante o ciclo de intensidade moderada, a oxidação de gordura não foi diferente entre os ensaios em qualquer momento, apesar de uma redução de 20-25% na lipólise e na concentração plasmática de ácidos graxos livres.

Esses resultados explicam a afirmação de Schoenfeld (2011) que o exercício realizado em jejum não é mais eficaz na redução da adiposidade, que o exercício realizado por indivíduo alimentado, e pode ser prejudicial para a massa e força muscular devido ao aumento da proteólise.

Conforme a revisão realizada por Zouhal e colaboradores (2020), utilizando quatro banco de dados eletrônicos, compilaram ensaios clínicos randomizados que examinaram os efeitos do jejum no desempenho em indivíduos treinados e não treinados.

Segundo os autores, diferentes programas de jejum influenciam os parâmetros fisiológicos e bioquímicos humanos que são importantes para o desempenho atlético. Diferentes práticas de jejum diminuem a massa corporal e a gordura em indivíduos treinados e não treinados.

No entanto, estudos sobre os efeitos do jejum nos indicadores de desempenho físico geraram dados conflitantes, pois alguns estudos relataram desempenhos diminuídos, enquanto outros não mostraram nenhum efeito. Os autores relacionaram o conflito ao fato da maioria dos estudos terem recrutado indivíduos sedentários ou atletas de baixo nível, muitas vezes sem controles adequados.

### Restrição de carboidratos para atletas

Em estudo realizado por Lucena e Tavares (2018), foi constatado que a restrição de carboidratos é eficaz na perda de massa corporal e diminuição da massa gorda, inibição do apetite e redução de 50% da leptina por ser um estilo voltado ao consumo de alimentos com baixos índices glicêmicos que estão atrelados à diminuição do estímulo da insulina. A leptina, hormônio produzido pelas células do tecido adiposo branco,

Além do efeito comumente conhecido de saciedade, a leptina desempenha um papel

ativo na homeostase energética, metabolismo, exercícios e função neuroendócrina e sua elevada redução contribuem para a hiperfagia, hipogonadismo hipogonadotrófico, supressão da tireóide e do hormônio do crescimento.

Uma ingestão adequada de carboidratos é essencial para manter a intensidade do treinamento, combater a fadiga, proteger a função imunológica, sustentar as adaptações do treinamento e fornecer um combustível essencial para o cérebro e o sistema nervoso central.

As dietas com baixo teor de carboidratos, favorecem a fadiga precoce e, portanto, a redução do rendimento físico durante os treinos de alta intensidade (Silva, Miranda, Liberali, 2012).

Cordeiro, Salles (2017) relatam os malefícios associados à restrição de carboidratos, dentre um deles o fenômeno catch up fat, conhecido como o aumento da massa adiposa, após período de adaptação metabólica, além de pouca adesão à dieta com restrição de carboidratos.

Quando os carboidratos são extremamente restringidos, como é o caso das dietas Very Low Carb, recorre-se num primeiro momento às reservas de glicogênio hepático para disponibilizar glicose, porém, estas reservas esgotam-se rapidamente em, aproximadamente, 48 horas.

Segundo Perroni, Moura e Panza (2018), a pouca disponibilidade de carboidrato corporal leva a um aumento na  $\beta$ -oxidação de ácidos graxos e na produção de acetil-coenzima A (acetil-CoA) no fígado. O excesso de acetil-CoA pode ser desviado para a síntese de corpos cetônicos, o que poderia causar cetoacidose. Essa série de eventos poderia prejudicar a realização de exercícios físicos prolongados e/ou de alta intensidade devido a fadiga associada à redução do pH, depleção de glicogênio hepático, hipoglicemia e desidratação (Sanctis e colaboradores, 2010).

Além disso, treinamento físico com níveis reduzidos de glicogênio demonstrou aumentar a proteólise, prejudicando a força e hipertrofia muscular (Schoenfeld, 2011).

Dentre os sintomas mais frequentes mencionados pelos adeptos de dietas de baixo carboidrato são constipação, dor de cabeça, hálito cetônico, diarreia, erupções cutâneas e fraqueza geral, o que se explica pela baixa ingestão de frutas, legumes, pães integrais e cereais (Betoni, Zanardo e Ceni, 2010).

Devido a diminuição no consumo de carboidratos, há aumento no consumo dos demais macronutrientes, no entanto, devido ao risco de doença renal crônica entre indivíduos com LME, a ingestão de proteínas acima de 2,0 g / (kg · d) não deve ser recomendada em paratletas com LME, mesmo por um período limitado devido ao alto risco que o indivíduo será exposto (Bernardi e colaboradores, 2020).

### RED-S no atleta com LME

Figel e colaboradores (2018) relatam em seu trabalho várias dificuldades encontradas por outros pesquisadores para evitar a baixa disponibilidade de energia em atletas com LME.

Entre elas, o suporte nutricional para os atletas paralímpicos ainda é relativamente novo em vários países, através de um questionário (77 perguntas) de conhecimento nutricional aplicado para as jogadoras de basquete em cadeira de rodas, os pesquisadores descobriram que elas não tinham conhecimento mínimo sobre nutrição esportiva.

A quantidade de atividade física, o nível e a gravidade da LME também interferem na determinação do gasto energético total (GET) de um indivíduo.

Tentativas de trabalhos com “diário alimentar” registrados pelos participantes são inviáveis, pois os sujeitos tendem a subestimar o tamanho das porções ou deixar de incluir todos os alimentos consumidos durante o período da coleta.

A baixa disponibilidade de energia e a ingestão de nutrientes têm sido bem estudadas em atletas saudáveis, mas há uma falta de pesquisas examinando essas questões entre os atletas com LME.

Considerando a escassez de pesquisas sobre as necessidades nutricionais de atletas com LME, esses atletas podem não receber orientação adequada sobre suas necessidades calóricas ajustadas e, portanto, podem estar em maior risco de baixa disponibilidade de energia (Figel e colaboradores, 2018).

Prichett e colaboradores (2021), ao compararem marcadores qualitativos, através de questionário, e quantitativos, através de avaliações e exames, para RED-s encontraram discrepâncias consideráveis entre as medidas o que demonstra a necessidade de desenvolvimento de ferramentas de avaliação para-específicas de RED-s.

## CONCLUSÃO

Dietas com restrição de carboidratos e jejum intermitente não se mostraram mais eficientes na recomposição corporal, perda de massa gorda e preservação de massa magra, do que protocolos com distribuições normais de macronutrientes e intervalo de refeições.

Suas práticas e possíveis benefícios ainda são pouco elucidados e controversos, e, quando avaliadas em atletas que executam atividades prolongadas e/ou de alta intensidade, houve redução de massa muscular e força associada a provável depleção do glicogênio, desidratação e proteólise muscular, além de carências nutricionais e repercussão no comportamento alimentar que os põe em risco de desordens alimentares.

Apesar de escasso, estudos do consumo alimentar, gasto energético e necessidades nutricionais em atletas paralímpicos com LME, consideramos pouco viável o JI e o baixo consumo de carboidratos (low carb) por esse público.

Considerando as alterações endócrino-metabólica (resistência à insulina e intolerância à glicose), alterações da composição corporal (atrofia do músculo esquelético abaixo no nível da lesão, diminuição da massa livre de gordura e aumento da massa gorda) e limitações físicas que dificultam por exemplo as compras de supermercado, as dietas poderiam ocasionar deficiência de energia relativa do esporte (REDs) com comprometimento do desempenho esportivo, além de difícil adesão.

A importância da nutrição esportiva ainda é pouco difundida entre os atletas paralímpicos, consideramos importante a criação de programas de conscientização e sugerimos que seja realizado mais estudos, com o intuito de contribuir para o desempenho e saúde dos atletas, e com a ciência.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos o suporte do Comitê Paralímpico Brasileiro (CPB), Centro de Referência Paralímpico Brasileiro (CRPB) do Centro de Treinamento Esportivo (CTE/EEFFTO/UFMG) e Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE).

## FINANCIAMENTO

O projeto foi financiado pela Secretaria Nacional de Esporte de Alto Rendimento do Ministério da Cidadania (Governo Federal, Brasília, Brazil – Protocolos Nº 58000.008978/2018-37 and Nº 71000.056251/2020-49) e pelas agências de fomento à pesquisa - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). O autor DAG também recebeu financiamento para pesquisa da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais-FAPEMIG (APQ-01268-21) e da Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (PRPq-UFMG; 27764).

## REFERÊNCIAS

- 1-AND. Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada and American College of Sports Medicine. Nutrition and Athletic Performance. Medicine & Science in Sports & Exercise. Vol. 48. Núm. 3. 2016. p. 543-568.
- 2-Almeida, G. Pouco carboidrato, muita controvérsia. Ciência e Cultura. Vol. 69. 2017. p. 18-19.
- 3-ACSM. American College of Sports Medicine, A. D. A. D. C. Nutrition and Athletic Performance. Medicine & Science in Sports & Exercise. Vol. 32. Núm. 12. 2000. p. 2130-2145.
- 4-Bauman, W. A.; Wecht, J.M.; F. Biering-Sørensen, F. International spinal cord injury endocrine and metabolic extended data set. Spinal Cord. Vol. 55. Núm. 5. 2017. p. 466-477.
- 5-Begossi, T. D.; Mazo, J.Z. O processo de institucionalização do esporte para pessoas com deficiência no Brasil: uma análise legislativa federal. Ciência & Saúde Coletiva. Vol. 21. Num. 10. 2016. p. 2989-4561.
- 6-Bernardi, M.; A. L.; Fedullo, E.; Bernardi, D.; Munzi, I.; Peluso, J.; Myers, F. R.; Lista, T. "Diet in neurogenic bowel management: A viewpoint on spinal cord injury." World journal of gastroenterology. Vol. 26. Núm. 20. 2020. p. 2479-2497. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32523306>>.

- 7-Betoni, F.; Zanardo, V.; Ceni, G. Avaliação de utilização de dietas da moda por pacientes de um ambulatório de especialidades em nutrição e suas implicações no metabolismo. *ConScientiae Saúde*. Vol. 9. 2010.
- 8-Braz, C. R. A. R. R.; Matozinho, T. L. F. S.; Dantas, M. Borges, F. R. Faria, M. J. B.; Dantas, J. I. Perfil da composição corporal de indivíduos sedentários com lesão da medula espinhal através da bioimpedância elétrica. *Rev. Assoc. Bras. Ativ. Mot. Adapt.* Vol. 21. Núm. 2. 2020. p. 247-256.
- 9-Broad, E. M. *Sports nutrition for Paralympic athletes*. CRC Press. 2019. p. 254.
- 10-Broad, E. M.; Newsome, D. A.; Dew J. P. Measured and predicted resting energy expenditure in wheelchair rugby athletes. *J Spinal Cord Med.* Vol. 43. Núm. 3. 2020. p 388-397.
- 11-Brown, J. E.; Mosley, M.; Aldred, S. Intermittent fasting: a dietary intervention for prevention of diabetes and cardiovascular disease? *The British Journal of Diabetes & Vascular Disease*. Vol. 13. Núm. 2. 2013. p. 68-72.
- 12-Bull, F. C.; Al-Ansari, S.; Biddle, K.; Borodulin, M. P.; Buman, G.; Cardon, C.; Carty, J.-P.; Chaput, S.; Chastin, R.; Chou, P. C.; Dempsey, L.; DiPietro, U.; Ekelund, J.; Firth, C. M.; Friedenreich, L.; Garcia, M.; Gichu, R.; Jago, P. T.; Katzmarzyk, E.; Lambert, M.; Leitzmann, K.; Milton, F. B.; Ortega, C.; Ranasinghe, E.; Stamatakis, A.; Tiedemann, R. P.; Troiano, H. P.; Van der Ploeg, V.; Wari, J. F. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 54. Núm. 24. 2020. p. 1451-1462.
- 13-Caldeira, J. B.; Sancho, F.; Manoel, N.; Almeida Junior, D.; Faria, J. L. S.; Rosa, S. N. Assessment of autonomic cardiovascular function in spinal cord injury patients through the Valsalva and respiratory sinus arrhythmia ratios. *International Journal of Cardiovascular Sciences*. Vol. 25. Núm. 2. 2012. p. 84-85.
- 14-Carvalho, J. B. C.; Zecchin, H.G. Vias de Sinalização da Insulina." *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*. Vol. 46 Núm. 4. 2002. p. 419-425.
- 15-Cerezetti, C. R. N.; Nunes, D. R. C. L.; Cordeiro, S. Lesão Medular Traumática e estratégias de enfrentamento: revisão crítica. *O Mundo da Saúde*. Vol. 26 Núm. 2. 2012. p. 318-326.
- 16-Cordeiro, R.; Salles, B.M. Benefícios e malefícios da dieta low carb. *Revista Saúde em Foco* Vol. 9. 2017.
- 17-Costa, R. F. *Composição corporal: Teoria e prática da avaliação*. Manole. 2001.
- 18-Figel, K.; Pritchett, K.; Pritchett, R.; Broad, E. Energy and Nutrient Issues in Athletes with Spinal Cord Injury: Are They at Risk for Low Energy Availability?" *Nutrients*. Vol.10 Núm. 8. 2018. p 1078. Disponível em:<<https://doi.org/10.3390/nu10081078>>
- 19-Fleck, J. L. Body Composition in Swiss Elite Wheelchair Athletes. *Front Nutr.* Vol. 7. p.1. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00001>>.
- 20-Foley, J. T.; Lloyd, M.; Turner, L.; Temple, V.A. Body mass index and waist circumference of Latin American adult athletes with intellectual disability. *Salud Publica Mex.* Vol. 59. Núm. 4. 2017. p. 416-422.
- 21-Gorgey, A. S.; Mather, K. J. Effects of Resistance Training on Adiposity and Metabolism after Spinal Cord Injury. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 44. Núm. 1. 2012. p. 165-174.
- 22-Gungor, B.; Adiguzel, I.; Gursel, B. Intestinal Microbiota in Patients with Spinal Cord Injury. *PLoS one*. Vol. 11. Núm. 1. p. e0145878-e0145878. 2016.
- 23-Heyward, V. H.; Stolarczyk, L. M. *Avaliação da Composição Corporal Aplicada*. Manole. 2000.
- 24-IPC. *IPC Handbook, August 2013. IPC Policy on Eligible Impairments in the Paralympic Movement. Chapter 3.13, Section 2. International Paralympic Committee*. 2013.
- 25-IPC. *IPC Athlete Classification Code*. International Paralympic Committee. 2015
- 26-IPC. *Strategic Plan, 2019. International Paralympic Committee*. 2019.

- 27-IPC. International Paralympic Sports, Annual Reports 2019-2020. International Paralympic Committee. 2020.
- 28-IPC. IPC Guide To Reporting on para Athletes, 2021. International Paralympic Committee. 2021.
- 29-Islamoglu, A. H.; Kenger, E. B. Nutrition Considerations for Athletes with Physical Disabilities. *Curr Sports Med Rep*. Vol. 18. Núm. 7. 2019. p. 270-274.
- 30-Jenner, S. L.; Trakman, A.; Coutts, T.; Kempton, S.; Ryan, A. Dietary intake of professional Australian football athletes surrounding body composition assessment. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. Vol. 15 Núm. 1. 2018. p. 43.
- 31-Joaquim, D. P.; Juzwiak, C. R.; Winckler, C. Diet Quality Profile of Track-and-Field Paralympic Athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. Vol. 29. Núm. 6. 2019. p. 589-595.
- 32-Johns, J.; Krogh, G. M.; Rodriguez, J.; Eng, E.; Haller, M.; Heinen, R.; Laredo, W.; Longo, W.; Montero-Colon, C. Management of Neurogenic Bowel Dysfunction in Adults after Spinal Cord Injury: Clinical Practice Guideline for Health Care Providers. *Top Spinal Cord Inj Rehabil*. Vol. 27. Núm. 2. 2021. p. 75-151.
- 33-Lacy, B. E.; Cangemi, D.; Vazquez-Roque, M. Management of Chronic Abdominal Distension and Bloating. *Clin Gastroenterol Hepatol*. Vol. 19. Núm. 2. 2021. p. 219-231.
- 34-Legg, D. Paralympic Games: History and Legacy of a Global Movement. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. Vol. 29. Núm. 2. 2018. p. 417-425.
- 35-Lima, C. L. S.; Salmito, L. S.; Araújo, S. M.; Lira, J. Y. G.; Silva, M. O.; Holanda, R. T. T. Jejum intermitente no emagrecimento: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. São Paulo. Vol. 13. Núm. 79. 2019. p. 426-436. Disponível em: <<http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/1377>>.
- 36-Lohman, T. G. *Advances in body composition assessment*. Chanpagnain. Human Kinetics Books. 1992.
- 37-Lucena, S. L. M. C. G.; Tavares, R. L. Estratégia Low Carb como facilitadora do processo de emagrecimento: uma revisão sistemática. *Revista Diálogo sem Saúde*. Vol. 1. Núm. 1. 2018. p. 146.
- 38-Macedo, F.; Paz, A.; Rocha, C.; Miosso, H. Novas perspectivas de fisioterapia respiratória em lesão medular - uma revisão sistemática. *Acta Paulista de Enfermagem*. Vol. 30. 2017. p. 554-564.
- 39-Madden, R. F.; Shearer, J.; Parnell, J. A. Evaluation of Dietary Intakes and Supplement Use in Paralympic Athletes. *Nutrients*. Vol. 9, Núm. 11. 2017. p. 1266. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/nu9111266>>.
- 40-Mahan, F. S.; Setup, S. V. *Nutrição clínica*. Cap. 16. Obesidade. 2005. p. 185-195.
- 41-Marques, A. M. F. B. Cuidado em saúde do lesado medular. In: (Ed.). *Abordagem multiprofissional em lesão medular: saúde, direito e tecnologia*. capítulo. 8. 2016. p.304.
- 42-Marquezi, M. L.; Costa, A. S. Implicações do jejum e restrição de carboidratos sobre a oxidação de substratos. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*. Vol. 7. Núm. 1. 2008. p. 119-129.
- 43-Martins, C. *Antropometria*. Instituto Cristina Martins. 2009. p. 44.
- 44-Medeiros, K. F.; Silva, A. C. C. F. Body composition and anthropometric evaluation of adults. *Revista de Enfermagem UFPE online*. Vol. 9. Núm. 10. 2015. p. 1453-1460.
- 45-Minihane, A. M.; Vinoy, W. R.; Russell, A.; Baka, H. M.; Roche, K. M.; Tuohy, J. L.; Teeling, E. E.; Blaak, M.; Fenech, D.; Vauzour, H. J.; McArdle, B. H.; Kremer, L.; Sterkman, K.; Vafeiadou, M. M.; Benedetti, C. M. Calder. Low-grade inflammation, diet composition and health: current research evidence and its translation. *Br J Nutr*. Vol. 114. Núm. 7. 2015. p. 999-1012.
- 46-Nazatto, M. F. S.; Takahashi, B. L. Comparação entre os efeitos da dieta low carb e do jejum intermitente no processo de emagrecimento: síntese de evidências. *International Journal of Health Management Review*. Vol. 6. Núm. 1. 2020.

- 47-Nunes, D. M.; Morais, C. R.; Ferreira, C. G. Fisiopatologia da lesão medular: uma revisão sobre os aspectos evolutivos da doença. *Rev. Getec*. Vol. 6. Núm. 13. 2017. p. 87-103.
- 48-Oliveira, T. M.; Junior, L. L. Comparação entre o consumo e a necessidade energética predita de atleta de futebol profissional. *Revista Saúde Física & Mental*. Vol. 5. Núm. 2. 2017.
- 49-Otzel, D. M.; Lee, F.; Ye, S. E. Activity-Based Physical Rehabilitation with Adjuvant Testosterone to Promote Neuromuscular Recovery after Spinal Cord Injury. *Int J Mol Sci*. Vol. 19. Núm. 6. 2018.
- 50-Patterson, R. E.; Laughlin, A. Z.; LaCroix, S. J.; Hartman, L.; Natarajan, C. M.; Senger, M. E.; Martínez, A.; Villaseñor, D. D.; Sears, C. R. Intermittent Fasting and Human Metabolic Health. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. Vol. 115. Núm. 8. 2015. p. 1203-1212. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25857868>>.
- 51-Pauli, J. R.; Cintra, C. T. Novos mecanismos pelos quais o exercício físico melhora a resistência à insulina no músculo esquelético. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*. Vol. 53. Núm. 4. 2009. p. 399-408.
- 52-Pereira, J. M. D. O.; Cabral, P. Avaliação dos conhecimentos básicos sobre nutrição de praticantes de musculação em uma academia da cidade de Recife. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. São Paulo. Vol. 1. Núm. 1. 2007. Disponível em: <<http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/5>>.
- 53-Perroni, C. O. D. A.; Moura, B. M.; Panza, V. Efeito da dieta cetogênica na capacidade de endurance e na utilização de substratos energéticos no exercício. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. São Paulo. Vol. 12. Núm. 73. 2018. p. 574-589. Disponível em: <<http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/1084>>.
- 54-Poian, A. T.; Carvalho-Alve, P. C. Hormônios e Metabolismo: Integração e Correlações Clínicas. Atheneu. 2002.
- 55-Pritchett, K.; DiFolco, S.; Glasgow, R.; Pritchett, K.; Williams, T.; Stellingwerff, P.; Roney, S. Risk of Low Energy Availability in National and International Level Paralympic Athletes: An Exploratory Investigation. *Nutrients*. Vol. 13. Núm. 3. 2021. Disponível em: <doi:10.3390/nu13030979>.
- 56-Qi, Z.; Middleton, J. W.; Malcolm, A. Bowel Dysfunction in Spinal Cord Injury. *Curr Gastroenterol Rep*. Vol. 20. Núm. 10. 2018. p. 47.
- 57-Rabeh, S. A. N.; Caliri, M. H. L.; Haas, V. J. Prevalência de úlcera por pressão em indivíduos com lesão de medula espinhal e a relação com a capacidade funcional pós-trauma. *Rev. Acta Fisiátrica*. Vol. 16. Núm. 4. 2009. p. 173-178.
- 58-Rabeh, S. A. N.; Caliril, M. H. L. Capacidade funcional em indivíduos com lesão de medula espinhal. *Acta Paulista de Enfermagem*, Vol. 23, Núm. 3. 2010. p. 321-327.
- 59-Rastmanesh, R.; F. A. Taleban, F.A.; Kimiagar, M.; Mehrabi, Y.; Salehi, M. Nutritional knowledge and attitudes in athletes with physical disabilities. *J Athl Train*. Vol. 42, Núm. 1. 2007. p. 99-105. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1896079/>>.
- 60-Rohrmann, S.; Platz, E.A.; Selvin, E.; Shiels, M.S.; Joshu, C.E.; Menke, A.; Feinleib, M.; Basaria, S.; Rifai, N.; Dobs, A.S.; Kanarek, N.; Nelson, W.G. The prevalence of low sex steroid hormone concentrations in men in the Third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III). *Clin Endocrinol*. Vol. 75. Núm. 2. p. 232-9. 2011. (Print) 0300-0664.
- 61-Rothschild, J.; Hoddy, K.K.; Jambazian, P.; Varady, K.A. Time-restricted feeding and risk of metabolic disease: a review of human and animal studies. *Nutrition reviews*. Vol. 72. Núm. 5. 2014. p. 308-318. Disponível em: <<http://europepmc.org/abstract/MED/24739093>>
- 62-Rupp, R. F.; Biering-Sørensen, S. P.; Burns, D. E.; Graves, J.; Guest, L.; Jones, M. S.; Read, G.M.; Rodriguez, C.; Schuld, K. E.; Tansey-MD, K.; Walden, S. International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury: Revised 2019. *Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation*. Vol. 27. Núm. 2. 2021. p. 1-22. Disponível em: <<https://doi.org/10.46292/sci2702-1>>.

- 63-Sanctis, F. C. A.; Uemura, C. C. Nishimura, R. F. Carboidratos e sua importância no desempenho físico. EFDeportes.com. Revista Digital. Vol. 141. 2010.
- 64-Santos, E. A. A. V. L. R.; S. Ramos, V. S. Analysis of the dietary habits and nutritional status of patients with spinal cord injury after nutritional intervention. Acta Fisiátrica. Vol. 21. Núm. 3. 2014. p. 121-131.
- 65-Schoenfeld, B. Does Cardio After an Overnight Fast Maximize Fat Loss? Strength & Conditioning Journal. Vol. 33. Núm. 1. 2011. p. 23-25.
- 66-Silva, A. L.; Miranda, G. D. F.; Liberali, R. A influência dos carboidratos antes, durante e após treinos de alta intensidade. Revista Brasileira de Nutrição Esportiva. São Paulo. Vol. 2. Núm. 10. 2012. p. 211-224. Disponível em: <<http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/67>>.
- 67-Silva, R. C.; J. Tirapegui, I. S. O.; Pires, S. M. L. Estudo controlado da influência da atividade física em fatores de risco para doenças crônicas em indivíduos lesados medulares paraplégicos do sexo masculino. Revista Brasileira de Educação Física e Esporte. Vol. 18. Núm. 2. 2004. p. 169-177.
- 68-Statuta, S. M.; Asif, I. M.; Drezner, J. A. Relative energy deficiency in sport (RED-S). Br J Sports Med. Vol. 51. Núm. 21. 2017. p. 1570-1571.
- 69-Stojanov, S.; Berlec, A.; Štrukelj, B. The Influence of Probiotics on the Firmicutes/Bacteroidetes Ratio in the Treatment of Obesity and Inflammatory Bowel disease. Microorganisms. Vol. 8. Núm. 11. 2020. (Print) 2076-2607.
- 70-Sullivan, S. D. M. S.; Nash, E.; Tefera, E.; Tinsley, M. R. Prevalence and Etiology of Hypogonadism in Young Men With Chronic Spinal Cord Injury: A Cross-Sectional Analysis From Two University-Based Rehabilitation Centers. PM & R: the journal of injury, function, and rehabilitation. Vol. 9. Núm. 8. 2017. p. 751-760. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27871967>>.
- 71-Sutton, L.; Wallace, J.; Goosey-Tolfrey, V.; Scott, M.; Reilly, T. Body composition of female wheelchair athletes. Int J Sports Med. Vol. 30, Núm. 4. 2009. p. 259-265. ISSN 0172-4622.
- 72-Volek, J. S.; Phinney, S.D.; Saslow, L.R.; Gower, B.; Yancy, W.S.; King, J.C.; Hecht, F.M.; Teicholz, N.; Bistrian, B.; Hamdy, O. Alternative Dietary Patterns for Americans: Low-Carbohydrate Diets. Nutrients. Vol. 13. Núm. 10. 2021.
- 73-WHO. World Report on Disability. World Health Organization. 2011
- 74-WHO. World Health Organization, International Spinal Cord Society. International Perspectives on Spinal Cord Injury. World Health Organization. 2013.
- 75-Zhang, C. Y.; Jing, W.; Zhang, J.; Zhang, M.; Yang, L.; Du, Y.; Jia, L.; Chen, H.; Gong, J.; Li, F.; Gao, H.; Liu, C.; Qin, C.; Liu, Y.; Wang, W.; Shi, H.; Zhou, Z.; Liu, D. Yang and J. Li. Dysbiosis of gut microbiota is associated with serum lipid profiles in male patients with chronic traumatic cervical spinal cord injury. American journal of translational research. Vol. 11. Núm. 8. p. 4817-4834. 2019. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31497202>>.
- 76-Zhang, C. W.; Zhang, J.; Zhang, Y.; Jing, M.; Yang, L.; Du, F.; Gao, H.; Gong, L.; Chen, J.; Li, H.; Liu, C.; Qin, Y.; Jia, J.; Qiao, B.; Wei, Y.; Yu, H.; Zhou, Z.; Liu, D.; Yang, J. Gut microbiota dysbiosis in male patients with chronic traumatic complete spinal cord injury. Journal of translational medicine. Vol. 16. Núm. 1. 2018. p. 353-353. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30545398>>.
- 77-Zouhal, H. A.; Saeidi, A.; Salhi, H.; Li, M. F.; Essop, I.; Laher, F.; Rhibi, S.; Amani-Shalamzari, A.; Abderrahman. B. Exercise Training and Fasting: Current Insights. Open access journal of sports medicine. Vol. 11. 2020. p 1-28. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32021500>>.
- 1 - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto-SP, Brasil.  
2 - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG, Brasil.



**RBNE**  
**Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**

---

3 - Centro de Referência Paralímpico, Centro de Treinamento Esportivo da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG, Brasil.

4 - Academia Paralímpica Brasileira, São Paulo-SP, Brasil.

E-mail dos autores:

daianenut@yahoo.com.br

imoreiranut@gmail.com

renan.aresende@gmail.com

andreguto@yahoo.com.br

andressa@demello.net.br

tmello@demello.net.br

longhinutricao@gmail.com

dawit@ufmg.br

Autores para correspondência:

Dr. Dawit Albieiro Pinheiro Gonçalves

dawit@ufmg.br

Exercise Physiology Laboratory and Sports Training Center, School of Physical Education, Physiotherapy and Occupational Therapy, Federal University of Minas Gerais.

Pres. Antônio Carlos avenue, 6627.

Pampulha - Belo Horizonte-MG, Brasil.

CEP: 31270-901.

Phone: +55 (31) 3409-2328.

Dr. Rafael Longhi.

longhinutricao@gmail.com

proflonghi@ufmg.br

Department of Nutrition, Federal University of Minas Gerais.

Av. Alfredo Balena, 190.

Santa Efigênia, Belo Horizonte-MG, Brasil.

CEP: 30130-100.

Phone: +55 (31) 3409-9179.

Orcid dos autores:

0000-0002-7855-5271

0000-0001-8933-5891

0000-0002-1609-3278

0000-0003-3406-4558

0000-0001-8155-4723

0000-0003-3896-2208

0000-0003-0909-2290

0000-0003-2621-3330

Recebido para publicação em 29/11/2021

Aceito em 05/03/2022