

AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO E DIVERSIDADE DA MICROBIOTA INTESTINAL DE FISCULTURISTAS: UM ESTUDO PILOTO

Diego Martins dos Reis¹, Priscila Berti Zanella², Ana Lúcia Hoefel¹

RESUMO

Objetivo: Investigar a composição e diversidade microbiana de atletas fisiculturistas. **Materiais e Métodos:** Estudo transversal realizado com 5 atletas de fisiculturismo, adultos jovens com idade entre ≥ 18 e < 30 anos que estavam em período de off season. Coletaram-se dados sobre idade, etnia, estado civil, escolaridade, hábito intestinal, uso de suplementos, consumo alimentar e atividade física. Avaliou-se os parâmetros nutricionais de peso, estatura, circunferência da cintura e percentual de gordura corporal. A análise da microbiota intestinal das fezes foi feita pelo método de sequenciamento de amplicons do gene 16S rRNA, região V3-V4 de DNA de bactérias. **Resultados:** A idade média foi de $23,4 \pm 4,0$ anos, a média do índice de massa corporal foi de $30,4 \pm 4,1$ kg/m² e do percentual de gordura corporal de $9,2 \pm 1,5$ %. A quantidade média de calorias e proteínas por kg de peso corporal foi de 56,3 kcal e 3,9 g, respectivamente. Quantidade média de fibras diária foi de 55,65 g/dia. O índice de alfa diversidade da microbiota fecal ficou dentro da faixa de normalidade para todos os atletas. Na avaliação do enterotipo 80% apresentaram o enterotipo 2 com dominância do gênero Prevotella em relação ao gênero Bacteroides. Das bactérias marcadoras de saúde intestinal 80% tinham a Roseburia, 20% a Faecalibacterium, 100% a Eubacterium rectale e a Faecalibacterium prausnitzii. **Conclusão:** Os atletas de fisiculturismo apresentaram diversidade da microbiota intestinal dentro da faixa de normalidade e predominância do enterotipo 2.

Palavras-chave: Atletas. Composição Corporal. Dieta. Microbioma Gastrointestinal.

ABSTRACT

Evaluation of the composition and diversity of the gut microbiota of bodybuilders: a pilot study

Objective: To investigate the microbial composition and diversity of bodybuilders. **Materials and Methods:** Cross-sectional study carried out with 5 bodybuilding athletes, young adults aged between ≥ 18 and < 30 years who were in the off-season. Data were collected on age, ethnicity, marital status, education, bowel habits, use of supplements, food consumption and physical activity. The nutritional parameters of weight, height, waist circumference and body fat percentage were evaluated. The analysis of the intestinal microbiota of the feces was performed using the method of sequencing the amplicons of the 16S rRNA gene, V3-V4 region of bacterial DNA. **Results:** Mean age was 23.4 ± 4.0 years, mean body mass index was 30.4 ± 4.1 kg/m² and body fat percentage was 9.2 ± 1.5 %. The average amount of calories and protein per kg of body weight was 56.3 kcal and 3.9 g, respectively. Average amount of daily fiber was 55.65 g/day. The fecal microbiota alpha diversity index was within the normal range for all athletes. In the evaluation of the enterotype, 80% presented enterotype 2 with dominance of the genus Prevotella in relation to the genus Bacteroides. Of the intestinal health marker bacteria, 80% had Roseburia, 20% Faecalibacterium, 100% Eubacterium rectale and Faecalibacterium prausnitzii. **Conclusion:** The bodybuilding athletes presented intestinal microbiota diversity within the normal range and predominance of enterotype 2.

Key words: Athletes. Body Composition. Diet. Gastrointestinal Microbiome.

1 - Departamento de Nutrição, Centro Universitário da Serra Gaúcha-FSG, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

2 - Departamento de Nutrição, Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

E-mail dos autores:

eudiegoreis@gmail.com

priscila_zanella@hotmail.com

ana.hoefel@fsg.edu.br

INTRODUÇÃO

É amplamente comprovado na literatura que a prática de atividade física pode promover inúmeros benefícios à saúde, como reduzir o risco de desenvolvimentos e agravamento de doenças crônicas não transmissíveis e aumentar a qualidade de vida dos praticantes.

Ao mesmo tempo, o exercício regular desafia a homeostase sistêmica, resultando em uma série de respostas fisiológicas e moleculares em todo o organismo, incluindo na imunidade, no metabolismo e no eixo microbioma-intestino-cérebro, que será variável conforme o exercício praticado, a frequência, duração e sua intensidade (Dalton e colaboradores, 2019).

Um exercício amplamente difundido nas últimas décadas tanto a nível nacional quanto internacional é o fisiculturismo.

O fisiculturismo é um esporte que foca no desenvolvimento de massa muscular ao mesmo tempo que procura manter os níveis de gordura corporal o mais baixo possível. Para atingir esses objetivos os atletas usam de estratégias dietéticas, como o alto consumo proteico, e físicas, como a alta carga em treinos de resistência (Szurkowska e colaboradores, 2021).

Na fase pré competição, a dieta dos fisiculturistas é hipocalórica. O déficit calórico se faz necessário para ativar as vias catabólicas envolvidas na perda de gordura corporal. No período após a competição, conhecido como o termo em inglês off season, há um aumento do consumo calórico.

Ambas as fases são marcadas por um alto consumo proteico, que pode inclusive exceder de forma significativa as recomendações de diretrizes na área esportiva, chegando a mais de 4g de proteína por kg de peso corporal (Iraki e colaboradores, 2019; Roth e colaboradores, 2022).

Além disso, essa ingestão proteica aumentada geralmente é acompanhada por uma dieta pobre em fibras, ambos fatores que a longo prazo podem levar a uma alteração patológica na microbiota do fisiculturista (Zhang, 2022).

Microbiota é constituída por uma grande variedade de microrganismos unicelulares, como bactérias, vírus e fungos, que habitam no nosso organismo. A microbiota bacteriana do intestino humano é composta por quatro filos principais, sendo Firmicutes e Bacteroidetes quantitativamente os mais abundantes, e

Actinobacteria e Proteobacteria. Apesar de existirem quatro filos principais, entre diferentes indivíduos a microbiota intestinal apresenta grande diversidade e variação, sofrendo influência de fatores fisiológicos, ambientais e comportamentais como: hábitos alimentares, idade, sexo, sono e atividade física (Rinninella e colaboradores, 2019; Matijasic e colaboradores, 2020).

Alterações na microbiota podem levar a um processo conhecido como disbiose que é o desbalanço com a redução de bactérias consideradas benéficas para o hospedeiro e um aumento daquelas potencialmente patogênicas. Estudos tem apontado que dietas pobres em fibras, que podem levar à redução da peristalse intestinal, bem como diminuir a diversidade da microbiota, e ricas em proteínas, que podem gerar um excesso de substratos de nitrogênio a serem metabolizados pelas bactérias, afetam negativamente a microbiota intestinal (Conlon e Bird, 2014; Gagliardi e colaboradores 2018).

Por outro lado, a atividade física é apontada como um importante fator para evitar a disbiose, além de modular a microbiota intestinal, por estimular os movimentos peristálticos do intestino e atuar na regulação do seu funcionamento. Sabe-se que o exercício induz uma mudança no ambiente microbiano que afeta o metabolismo energético do hospedeiro, o equilíbrio do estresse oxidativo e o funcionamento do sistema imunológico (Conlon e Bird, 2014).

No entanto, a frequência e a intensidade excessivas de treinamento podem levar a alterações prejudiciais na microbiota intestinal e limitar a recuperação e as adaptações musculares dos atletas (Szurkowska e colaboradores, 2021).

Especula-se que os atletas de fisiculturismo apresentam fatores dietéticos, alto consumo de proteína e baixo consumo de fibras, e de treinamento físico, treinos semanais relativamente longos e com alta intensidade, que podem alterar a sua composição microbiana.

Dessa forma, o objetivo do presente estudo é investigar a composição e diversidade microbiana de atletas fisiculturistas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Delineamento do estudo e amostra

Estudo transversal realizado com 5 atletas de fisiculturismo, adultos jovens com idade entre ≥ 18 e < 30 anos que estavam matriculados em uma academia privada de uma cidade do interior do Rio Grande do Sul - Brasil, durante os meses de agosto e setembro do ano de 2022.

Os critérios de inclusão incluíram treinar fisiculturismo há mais de dois anos com carga de treino semanal superior a 12 horas, além de estar, no momento da pesquisa, entre três e quatro meses em período de off season, e como critérios de exclusão estavam a utilização de medicamentos e anabolizantes, tabagismo e diagnóstico de doenças crônicas não transmissíveis.

O estudo foi projetado de acordo com as Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisas Envolvendo Seres Humanos (Resolução CNS/MS 466/13) e submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da instituição e aprovado sob o número 5.562.776. A inclusão no estudo só ocorreu após assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Coleta de dados gerais

Um instrumento de coleta de dados elaborado pelo próprio grupo de pesquisa foi utilizado para a caracterização geral e sociodemográfica da amostra. O qual contemplou questões fechadas sobre idade, etnia, estado civil, escolaridade, hábito intestinal, uso de suplementos, consumo alimentar (através de três recordatórios de 24 horas) e atividade física.

Avaliação antropométrica e de composição corporal

A avaliação antropométrica constou de peso, obtido em balança digital portátil com capacidade máxima de 300kg e graduação de 100g, da marca Plenna®. O participante foi instruído a retirar os sapatos e ficar com o mínimo de roupa possível, em posição ortostática, no centro do equipamento, ereto, com os pés juntos e os braços estendidos ao longo do corpo. A estatura foi medida com estadiômetro portátil da marca Sanny Profissional® com precisão de 0,1cm e extensão máxima de dois metros, fixado na parede sem rodapés. O usuário ficou posicionado novamente posição ortostática,

descalço, com a cabeça livre de adereços, com os braços estendidos ao longo do corpo, as pernas paralelas formando um ângulo reto com os pés e a cabeça erguida, olhando para um ponto fixo na altura dos olhos, posicionada no plano de Frankfurt. A classificação do IMC, obtido a partir do peso e da estatura aferidos, foi realizada de acordo com pontos de corte propostos pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 1997).

A circunferência da cintura foi aferida com os usuários foram em posição ortostática e com fita métrica inelástica. A medida foi realizada contornando o ponto médio entre arco costal e a crista ilíaca. Para a classificação do risco cardiovascular foi utilizado o ponto de corte ≥ 94 cm para homens (WHO, 2008).

Para a análise do percentual de gordura corporal foram medidas em triplicata as dobras cutâneas tricaptal, bicaptal, subescapular, supra-ilíaca, abdominal, coxa e panturrilha com plicômetro científico Cescorf®, capacidade de 85 mm e precisão de 0,1 mm, conforme o protocolo Sociedade Internacional para o Avanço da Cineantropometria (ISAK, 2001). O percentual de gordura corporal foi avaliado pelo protocolo de Heyward (1997).

Avaliação da microbiota intestinal

A coleta para avaliação da microbiota intestinal foi realizada por meio de um kit (Probiome) que continha um tubo coletor, um swab, saquinho plástico para transporte da amostra e acessório plástico para ser colocado no vaso sanitário. As fezes foram coletadas sem contato com água ou urina. Após a coleta as fezes foram congeladas (-20 °C) até o momento do envio para o laboratório BiomeHub® responsável pelas análises. A análise do foi realizada pelo método de sequenciamento de amplicons do gene 16S rRNA, região V3-V4 de DNA de bactérias.

Análise estatística

Os dados foram analisados através de tabelas descritivas no programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versão 22.0.

RESULTADOS

Dos cinco participantes incluídos, todos se autodeclararam de cor branca, 80% eram solteiros e 20% era casado. Em relação a

escolaridade 80% tinha ensino médio completo e 20% curso superior completo. A idade variou de 19 a 29 anos, com média de 23,4 \pm 4,0 anos. O peso variou de 85 kg até 118 kg, com média de 96,6 \pm 12,9 kg. A média do IMC foi de 30,4 \pm 4,1 kg/m² e do percentual de gordura corporal de 9,2 \pm 1,5 %. Em relação ao risco cardiovascular nenhum participante apresentou circunferência da cintura igual ou acima de 94 cm, com média de 87,4 \pm 3,0 cm. Todos praticavam seis treinos por semana, com duração variando entre duas e três horas por sessão.

O consumo alimentar teve a quantidade média de calorias por kg de peso corporal de 56,3 kcal/kg. Em relação ao percentual de macronutrientes: carboidratos 58,4 \pm 3,9%, lipídios de 13,7 \pm 3,4%, proteínas de 27,9 \pm 2,1%. A média de proteína por quilo de peso corporal foi de 3,9 g/kg. Quantidade média de fibras diária foi de 55,65 g/dia. Os alimentos mais citados nos recordatórios alimentares foram: banana, aveia, arroz branco, ovo e frango.

Além disso, 100% da amostra referiu o uso de suplementos alimentares, sendo que todos citaram creatina, whey protein e ômega 3. Ainda todos os atletas relataram hábito intestinal diário com a consistência e formato

das fezes classificadas com dentro da normalidade.

Com relação à avaliação da microbiota fecal, o índice de alfa diversidade, o qual leva em consideração a diversidade da microbiota e que tem um valor de referência para a população de 3,3 a 3,8 teve como resultado para os atletas valores que variaram de 3,3 a 3,7, ficando todos dentro da faixa de normalidade.

Na avaliação do enterotipo dos atletas, o qual define o perfil da microbiota relacionando à predominância de gêneros, 80% apresentaram o enterotipo 2 (atleta 1, atleta 2, atleta 3 e atleta 5), com dominância do gênero Prevotella em relação ao gênero Bacteroides, e o outro participante foi classificado como enterotipo 1 (atleta 4) que representa a predominância do gênero Bacteroides em relação ao gênero Prevotella.

A Tabela 1 traz a relação entre os filos presentes na microbiota fecal dos fisiculturistas, onde a relação entre Firmicutes/Bacteroidetes e a proporção de Proteobacteria se encontram dentro da faixa de normalidade para 100% da amostra. Já a soma quantitativa de Bacteroidetes+Firmicutes se encontra dentro da faixa de normalidade apenas para o atleta 1.

Tabela 1 - Filos bacterianos mais abundantes nas fezes de fisiculturistas em período de Off season (n=5).

Filo bacteriano	Atleta 1	Atleta 2	Atleta 3	Atleta 4	Atleta 5	Valor de referência
Firmicutes/Bacteroidetes	2,8	2,0	1,4	2,1	1,7	1,3 a 3,2
Bacteroidetes+Firmicutes	94,8	97,8	100	98,2	99,5	90,5 a 97,4 %
Proteobacteria	0,3	0	0	0,3	0	0 a 6,1 %

Tabela 2 - Gêneros e espécies bacterianas mais abundantes nas fezes de fisiculturistas em período de Off season (n=5).

Bactéria	Atleta 1	Atleta 2	Atleta 3	Atleta 4	Atleta 5	Valor de referência (%)
Prevotella	21	29,4	31,8		32,4	0 a 27,3
Roseburia	3	1,9	0,8	3		0 a 6,7
Hungatella	5,7	19,9				0 a 2,5
Blautia		8,5	11,6	16,4		5,3 a 10
Faecalibacterium			15,3			6,9 a 18
Bacteroides				24,9		9,5 a 30
Lachnoclostridium				11,1		0,3 a 4,6
Catenibacterium					18,3	0 a 2,5
Eubacterium rectale	17	9,2	6,3	0,6	3	0 a 10,3
Faecalibacterium prausnitzii	6,3	6,6	10,4	16,7	9	6,5 a 17,1
Prevotella copri	12,7	13,1			8,7	0 a 17,5
Catenibacterium Mitsuokai					10,1	0 a 3,7
Bacteroides vulgatus				17,1		0,8 a 11,1

A Tabela 2 traz o gênero e espécies bacterianas mais abundantes nas fezes dos fisiculturistas.

Das bactérias marcadoras de saúde intestinal a Roseburia estava presente em 80% da amostra, a Faecalibacterium em 20%, a Eubacterium rectale e a Faecalibacterium prausnitzii em todos os atletas. Akkermansia

muciniphila e Bifidobacterium também marcadoras de saúde intestinal nenhum atleta tinha (dado não mostrado na Tabela 2).

A Figura 1 temos o perfil pró e anti-inflamatório relacionado com a composição da microbiota fecal de cada um dos atletas, sendo o atleta 4 com maior perfil pró-inflamatório.

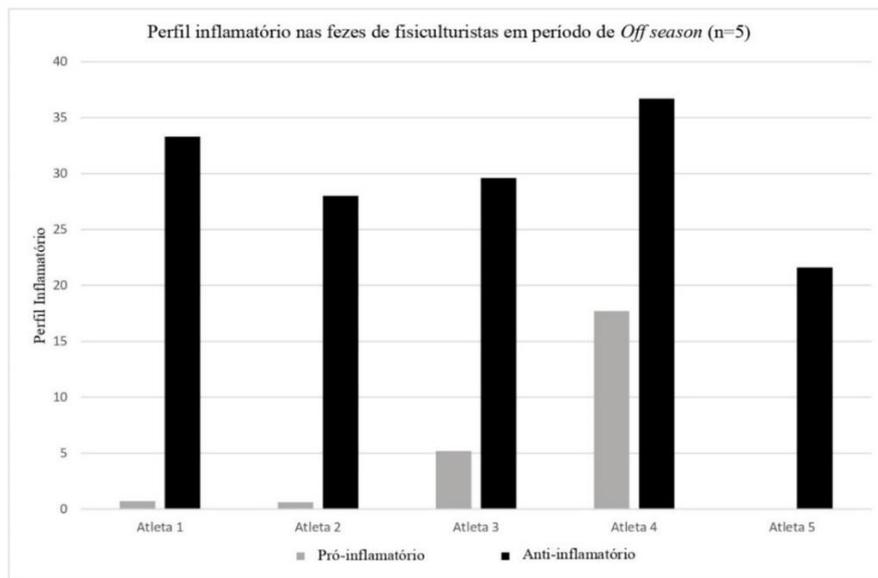


Figura 1 - Perfil inflamatório nas fezes de fisiculturistas em período de Off season.

DISCUSSÃO

A amostra estudada foi composta somente por homens, adultos jovens e saudáveis, com alta carga de treinamento físico voltado para o fisiculturismo que estavam em período de off season.

Antropometricamente apresentavam pelo IMC excesso de peso corporal, porém com circunferência da cintura sem presença de risco cardiovascular e baixo percentual de gordura corporal. Em relação ao consumo alimentar mostrou-se um elevado consumo calórico o proteico característico dessa fase esportiva, além de adequado consumo de fibras.

A microbiota intestinal dos atletas apresentou diversidade dentro da faixa de normalidade, sendo 80% da amostra com perfil de composição do estereótipo 2 com dominância do gênero Prevotella em relação ao gênero Bacteroides. No perfil inflamatório relacionado a microbiota intestinal todos tinham

perfil mais anti-inflamatório do que pró-inflamatório. Não foram feitos testes estatísticos de correlação e associação entre as variáveis estudadas.

O estado nutricional e a composição corporal são fatores determinantes no desempenho esportivo em diversas modalidades. O IMC é amplamente utilizado para estimar a gordura corporal por ser simples e barato, porém para atletas de fisiculturismo não é sensível à distribuição real de gordura corporal nem de risco metabólico (Tafeit e colaboradores, 2019).

Assim como em nosso estudo outros encontraram IMC classificado como sobrepeso e obesidade para esse grupo de atletas, porém essa ocorrência é devido à grande proporção de tecido muscular em relação ao tecido adiposo. Uma vez que o baixo percentual de gordura corporal é uma característica desse esporte (Kargarfard e colaboradores, 2016).

Assim, diferente do que ocorre para a maior parte da população altos índices de IMC não expressam altos percentuais de gordura corporal, não sendo, portanto, um bom marcador de saúde para a população fisiculturista.

No que se refere ao consumo alimentar no período de off season os atletas estão em balanço calórico positivo, portanto as reservas energéticas não estão comprometidas, favorecendo treinos com maiores níveis de intensidade e com altas cargas (Helms e colaboradores, 2014).

Este padrão de consumo está de acordo com o objetivo dessa fase esportiva que é aumentar a massa muscular sem adicionar gordura corporal desnecessária (Iraki e colaboradores, 2019).

Assim como encontramos em nosso estudo outros tem demonstrado que os fisiculturistas consomem proteínas em excesso e justificam a adoção dessa estratégia para evitar a possível grande degradação das fibras musculares que seriam ocasionadas pelo extremo esforço físico gerado pelo treinamento. Entretanto pesquisas apontam que o consumo demasiado de proteína pode não ter os efeitos desejados, e ainda podem aumentar o risco a patologias como osteoporose, hipertensão, doença renal e sobrecarga cardíaca (Delimaris, 2013).

Outro ponto a considerar é que a oferta excessiva de proteína ao longo do tempo pode ocasionar disfunção da mucosa intestinal visto que no lúmen intestinal ela será metabolizada em amônia e ácidos graxos podendo comprometer processos fisiológicos do organismo, bem como o funcionamento da microbiota local (Wu e colaboradores, 2021).

Diferente do nosso estudo que encontrou adequado consumo de fibras, atletas que costumam consumir um grande volume alimentar muitas vezes ingerem poucas quantidades de fibras devido à justificativas como saciedade e desconfortos gástricos (Baranauskas e colaboradores, 2015).

Já foi bastante embasado na literatura a relação entre o consumo de fibras alimentares e a microbiota intestinal, e dietas nas quais não é atingida as recomendações de consumo de fibra se correlacionam com uma menor diversidade da microbiota intestinal (Lorenz e Osorio, 2020).

Todos nossos atletas além de consumir fibras acima da quantidade mínima recomendada diariamente (25 a 35 g/dia)

faziam uso concomitante de ômega 3, que são ácidos graxos essenciais que devem ser obtidos da dieta, e recentemente tem sido estudados e apontado como benéficos e importantes influenciadores da diversidade da microbiota intestinal (Costantini e colaboradores, 2017; Fu e colaboradores, 2021).

O equilíbrio fisiológico entre o hospedeiro e a microbiota intestinal tem influência importante para a saúde. A composição da microbiota influencia a permeabilidade dos metabólitos tóxicos da barreira intestinal e regula a absorção, pelo intestino, dos nutrientes ingeridos através da alimentação e dos medicamentos (Ghosh e colaboradores, 2021).

Por sua vez a dieta e o exercício físico também influenciam a microbiota, podendo aumentar ou reduzir a alfa diversidade (Dalton e colaboradores, 2019; Zhang, 2022). Pesquisas tem encontrado que atletas possuem maior diversidade de espécies bacterianas na microbiota intestinal do que pessoas sedentárias, e maior abundância de espécies benéficas (Clarke e colaboradores, 2014; Petersen e colaboradores, 2017).

Em um estudo com ciclistas profissionais e amadores, foi verificado que independentemente do nível de aptidão física, houve um aumento de bactérias ampliando a diversidade de espécies de acordo com o maior tempo de trabalho durante o exercício, um aumento verificado foi do gênero *Prevotella* o qual está associado com vias metabólicas de aminoácidos e carboidratos (Petersen e colaboradores, 2017).

Nos nossos atletas as espécies bacterianas *Eubacterium rectale* e a *Faecalibacterium prausnitzii* estavam presentes em todos os fisiculturistas, elas atuam como fatores de proteção em relação aos diversos distúrbios gastrointestinais e tem propriedades anti-inflamatórias devido à capacidade de produzir ácidos graxos de cadeia curta (Camileri, 2019).

De forma interessante a maioria dos atletas da nossa pesquisa apresentou o enterotipo 2 que tem sido sugerido relacionado ao maior consumo, a longo prazo, de carboidratos, fibras e açúcares simples e menor consumo de proteína animal e ácidos graxos saturados (Arumugam e colaboradores, 2011; Wu e colaboradores, 2011).

Especulamos que devido a ingestão adequada de fibras, a suplementação do

ômega 3 por todos os fisiculturistas do estudo, além do maior consumo de carnes brancas em relação à carnes vermelhas, seriam as condições que poderiam equilibrar um padrão alimentar que por norma é muito mais rico em ácidos graxos saturados e inflamatório.

Essa hipótese é corroborada com o perfil inflamatório dos atletas que para era mais anti-inflamatório do que pró-inflamatório de acordo com suas fezes. Cabe ressaltar que a composição da microbiota intestinal por si só ainda não é capaz de diagnosticar doenças ou qualquer estado de saúde, mas vem sendo associada à saúde e a doenças (Ishiguro e colaboradores, 2018).

É importante ressaltar as limitações do nosso estudo como o fato dele ser transversal, mas principalmente por ser composto por uma amostra de conveniência, assim não foi possível fazer testes estatísticos para correlacionar as variáveis do estudo.

Apesar disso, encontramos pouquíssimos estudos, tanto na literatura nacional quanto na internacional, que fizessem a análise da microbiota intestinal de atletas de fisiculturismo.

Estudos futuros podem adotar desenhos longitudinais e com um maior número amostral para analisar como a microbiota intestinal presente nas fezes de fisiculturistas e outros atletas se associa ou influencia a prática de exercícios físicos, comportamento alimentar e o estado nutricional.

CONCLUSÃO

Os atletas de fisiculturismo em período de off season apresentaram diversidade da microbiota intestinal dentro da faixa de normalidade e predominância do enterotipo 2, ou seja, dominância do gênero *Prevotella* em relação ao gênero *Bacteroides*.

Em relação ao perfil antropométrico desses atletas apesar da classificação do IMC variar entre sobrepeso e obesidade, todos tinham circunferência da cintura adequada e baixo percentual de gordura corporal, demonstrando que o IMC não é um marcador de saúde adequado para essa categoria de atleta.

CONFLITO DE INTERESSE:

Nenhum.

REFERÊNCIAS

- 1-Arumugam, M.; Raes, J.; Pelletier, E.; Le Paslier, D.; Yamada, T.; Mende, D.R.; Fernandes, G.R. Enterotypes of the human gut microbiome. *Nature*. Vol. 473. Num. 7346. 2011. p. 174-80.
- 2-Baranauskas, M.; Stukas, R.; Tubelis, L.; Zagminas, K.; Surkienė, G.; Svedas, E. Nutritional habits among high-performance endurance athletes. *Medicina*. Vol. 51. Num. 6. 2015. p. 351-362.
- 3-Camilleri, M. Leaky gut: mechanisms, measurement and clinical implications in humans. *Gut*. Vol. 68. Num. 8. 2019. p. 1516-1526.
- 4-Clarke, S.F.; Murphy, E.F.; O'Sullivan, O.; Lucey, A.J.; Humphreys, M.; Hogan, A. Exercise and associated dietary extremes impact on gut microbial diversity. *Gut*. Vol. 63. Num. 12. 2014. p. 1913-1920.
- 5-Conlon, M.A.; Bird, A.R. The impact of diet and lifestyle on gut microbiota and human health. *Nutrients*. Vol. 7. Num. 1. 2014. p. 17-44.
- 6-Costantini, L.; Molinari, R.; Farinon, B.; Merendino, N. Impact of Omega-3 Fatty Acids on the Gut Microbiota. *Int J Mol Sci*. Vol. 18. Num. 12. 2017. p. 2645.
- 7-Dalton, A.; Mermier, C.; Zuhl, M. Exercise influence on the microbiome-gut-brain axis. *Gut Microbes*. Vol. 10. Num. 5. 2019. p. 555-568.
- 8-Delmaris, I. Adverse Effects Associated with Protein Intake above the Recommended Dietary Allowance for Adults. *ISRN Nutr*. 2013. p. 126929.
- 9-Fu, Y.; Wang, Y.; Gao, H.; Li, D.; Jiang, R.; Ge, L. Associations among Dietary Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids, the Gut Microbiota, and Intestinal Immunity. *Mediators Inflamm*. 2021. p. 8879227.
- 10-Gagliardi, A.; Totino, V.; Cacciotti, F.; Iebba, V.; Neroni, B.; Bonfiglio, G. Rebuilding the Gut Microbiota Ecosystem. *Int J Environ Res Public Health*. Vol. 15. Num. 8. 2018. p. 1679.

- 11-Ghosh, S.; Whitley, C.S.; Haribabu, B.; Jala, V.R. Regulation of Intestinal Barrier Function by Microbial Metabolites. *Cell Mol Gastroenterol Hepatol*. Vol. 11. Num. 5. 2021. p. 1463-1482.
- 12-Helms, E.R.; Aragon, A.A.; Fitschen, P.J. Evidence-based recommendations for natural bodybuilding contest preparation: Nutrition and supplementation. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. Vol. 11. Num. 1. 2014. p. 1-20.
- 13-Heyward, V.H. *Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription*. Champaign, IL: Human Kinetics. 1997.
- 14-Iraki, J.; Fitschen, P.; Espinar, S.; Helms, E. Nutrition Recommendations for Bodybuilders in the Off-Season: A Narrative Review. *Sports*. Vol. 7. Num. 7. 2019. p. 154.
- 15-ISAAC. *International Society for the Advancement of Kinanthropometry: International standards for anthropometric assessment*. Underdale. Australia. 2001.
- 16-Ishiguro, E.; Haskey, N.; Campbell, K. *Gut microbiota: interactive effects of nutrition and health*. Elsevier. 2018.
- 17-Kargarfard, M.; Lam, E.T.C.; Shariat, A.; Shaw, I.; Shaw, B.S.; Tamrin, S.B.M. Efficacy of massage on muscle soreness, perceived recovery, physiological restoration and physical performance in male bodybuilders. *J Sports Sci*. Vol. 34. Num. 10. 2016. p. 959-65.
- 18-Lorenz, J.; Osorio, D.R.D. A influência da dieta na composição da microbiota intestinal em obesos: uma revisão. *Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento*. São Paulo. Vol. 13. Num. 83. 2020. p. 1159-1167.
- 19-Matijasic, M.; Mestrovic, T.; Paljetak, H.C.; Peric, M.; Baresic, A.; Verbanac, D. Gut Microbiota beyond Bacteria-Mycobiome, Virome, Archaeome, and Eukaryotic Parasites in IBD. *Int J Mol Sci*. Vol. 21. Num. 8. 2019. p. 2668.
- 20-Petersen, L.M.; Bautista, E.J.; Nguyen, H.; Hanson, B.M.; Chen, L.; Lek, S.H. Community characteristics of the gut microbiomes of competitive cyclists. *Microbiome*. Vol. 5. Num. 1. 2017. p. 98.
- 21-Rinninella, E.; Raoul, P.; Cintoni, M.; Franceschi, F.; Miggiano, G.A.D.; Gasbarrini, A. What is the Healthy Gut Microbiota Composition? A Changing Ecosystem across Age, Environment, Diet, and Diseases. *Microorganisms*. Vol. 7. Num. 1. 2019. p. 14.
- 22-Roth, C.; Schoenfeld, B.J.; Behringer, M. Lean mass sparing in resistance-trained athletes during caloric restriction: the role of resistance training volume. *Eur J Appl Physiol*. Vol. 122. Num. 5. 2022. p. 1129-1151.
- 23-Szurkowska, J.; Wiącek, J.; Laparidis, K.; Karolkiewicz, J. A Comparative Study of Selected Gut Bacteria Abundance and Fecal pH in Bodybuilders Eating High-Protein Diet and More Sedentary Controls. *Nutrients*. Vol. 13. Num. 11. 2021. p. 4093.
- 24-Tafeit, E.; Cvirn, G.; Lamprecht, M.; Hohensinn, M.; Moeller, R.; Hamlin, M. Using body mass index ignores the intensive training of elite special force personnel. *Exp Biol Med*. Vol. 244. Num. 11. 2019. p. 873-879.
- 25-WHO. *World Health Organization: Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic*. Report. Geneva. 1997.
- 26-WHO. *World Health Organization: Waist circumference and waist-hip ratio: report of a WHO expert consultation*. Geneva. 2008.
- 27-Wu, L.; Tang, Z.; Chen, H.; Ren, Z.; Ding, Q.; Liang, K. Mutual interaction between gut microbiota and protein/amino acid metabolism for host mucosal immunity and health. *Anim Nutr*. Vol. 7. Num. 1. 2021. p. 11-16.
- 28-Zhang, P. Influence of Foods and Nutrition on the Gut Microbiome and Implications for Intestinal Health. *Int J Mol Sci*. Vol. 23. Num. 17. 2022. p. 9588.

Autor correspondente:

Priscila Berti Zanella.

priscila_zanella@hotmail.com

Departamento de Nutrição.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Rua Ramiro Barcelos 2400, 2º andar.

Santa Cecília, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

Recebido para publicação em 12/02/2023

Aceito em 18/03/2023