

ENDURANCE E MICROBIOTA INTESTINAL: ESTRATÉGIAS NUTRICIONAIS PARA MINIMIZAR EFEITOS NEGATIVOS

Fernanda Siqueira de Araujo Mousinho

Larissa Dantas Vale Silva¹

Alexandre Serquiz²

RESUMO

Endurance corresponde a exercícios cardiovasculares realizados por um longo período de tempo. Atletas de *endurance* expõem seus organismos a circunstâncias fisiológicas extremas que interrompem a homeostase do corpo em diversos aspectos, dentre eles a alteração da microbiota intestinal (MI). Atletas possuem uma diversidade maior da MI quando comparados a sedentários, porém o excesso de treinamento parece dar espaço a uma microbiota mais nociva, podendo aumentar a permeabilidade intestinal, inflamação, estresse oxidativo e a suscetibilidade a infecções. O presente estudo é uma revisão bibliográfica cujo objetivo é avaliar os efeitos do exercício na microbiota intestinal em atletas de *endurance* e as estratégias nutricionais recomendadas. Observou-se que a ingestão de probióticos, prebióticos, polifenóis e antibióticos podem modificar a microbiota intestinal, mas seus efeitos em atletas estão em estágios iniciais de investigação. Existem razoáveis evidências de que consumir probióticos regularmente pode modificar positivamente a população e a estrutura da MI e pode influenciar na função imunológica, bem como na proliferação de células do epitélio intestinal, função e proteção em indivíduos que seguem programas de exercício. A suplementação com probióticos parece ser a mais estudada e com maior eficácia na minimização dos efeitos nocivos em atletas de *endurance*. Entretanto, estudos mais aprofundados

¹ Acadêmicas do Curso de Nutrição do Centro Universitário do Rio Grande do Norte. E-mail: fsiqueiraa@gmail.com; laledantas@hotmail.com

² Professor orientador do Curso de Nutrição do Centro Universitário do Rio Grande do Norte. E-mail: alexandreserquiz@gmail.com

quanto às cepas utilizadas, concentrações e dosagem, encapsulamento e forma que são fabricados fazem-se necessários.

Palavras-chave: *Endurance*, Microbiota Intestinal, Probióticos.

ENDURANCE AND INTESTINAL MICROBIOTA: NUTRITIONAL STRATEGIES FOR MINIMIZE NEGATIVE EFFECTS

ABSTRACT

Endurance corresponds to cardiovascular exercises performed over a long period of time. Endurance athletes expose their bodies to extreme physiological circumstances that interrupt the body's homeostasis in several aspects, including the alteration of the intestinal microbiota (IM). Athletes have a greater diversity of IM when compared to sedentary ones, but overtraining seems to give way to a more harmful microbiota, which can increase intestinal permeability, inflammation, oxidative stress and susceptibility to infections. The present study is a literature review whose objective is to evaluate the effects of exercise on the intestinal microbiota in endurance athletes and the recommended nutritional strategies. It has been observed that the ingestion of probiotics, prebiotics, polyphenols and antibiotics can modify the intestinal microbiota, but their effects in athletes are in the early stages of investigation. There is reasonable evidence that consuming probiotics regularly can positively modify the population and structure of IM and can influence immune function as well as intestinal epithelial cell proliferation, function and protection in individuals following exercise programs. Supplementation with probiotics seems to be the most studied and most effective in minimizing harmful effects in endurance athletes. However, further studies regarding the strains used, concentrations and dosage, encapsulation and the way they are manufactured are necessary.

Keywords: Endurance, Intestinal Microbiota, Probiotics.

1. INTRODUÇÃO

A microbiota intestinal é formada por milhares de microrganismos simbióticos, especialmente de diferentes espécies de bactérias, que colonizam o intestino, desempenhando funções importantes, como ativação de respostas imunes e de metabolismo e síntese de nutrientes (PEREIRA, 2021; SILVA, 2020; PUTIGNANI, 2014).

Estima-se que a Microbiota Intestinal Humana possui 500-1000 diferentes espécies de bactérias e uma quantidade total de genes 100 vezes maior que a do genoma humano (MENTELLA et al, 2020), porém sua diversidade e quantidade estão altamente associadas a estilo de vida, dieta, higiene ou consumo de antibióticos, os quais podem provocar mudanças rápidas e constantes na composição da MI (MENTELLA et al, 2020; PUTIGNANI, 2014).

O desenvolvimento e maturação da MI é um processo dinâmico influenciado por vários fatores. Logo ao nascimento e durante os primeiros 2 anos de vida, o tipo de parto, o modo de alimentação, o tempo de gestação, o período de desmame/introdução de novos alimentos e o uso de antibióticos determinam a composição inicial da MI. Aos 3 anos de idade atinge-se a diversidade e composição da MI típica da idade adulta, porém a partir desta fase fatores como o estilo de vida, área geográfica, hábitos culturais, existência/ausência de patologias, alimentação e exercício físico influenciam bastante na composição e diversidade da MI (SILVA, 2020).

O conceito de MI saudável é difícil de ser definido e não deve ser idealizado de acordo com aquilo que seria uma comunidade microbiana “ideal” constituída por determinadas bactérias. No entanto, a capacidade de resistência a alterações provocadas por vários fatores, bem como a capacidade de resiliência de modo a atingir um novo estado de equilíbrio, são propriedades-chave que caracterizam uma MI saudável. Além disto, a diversidade (número de microrganismos e abundância de diferentes microrganismos) também pode ser uma característica implícita no conceito de MI saudável, uma vez que, uma grande diversidade na sua composição tem sido associada à prevenção de várias doenças (SILVA, 2020).

Estudos recentes demonstram que atletas possuem uma diversidade maior na microbiota intestinal, comparada a sedentários (PETERS et al, 2001; RIBEIRO et al, 2021). Por outro lado, o excesso de treinamento, como ocorre com atletas de

endurance, parece dar espaço a uma microbiota mais nociva, tendo aumento da permeabilidade intestinal, inflamação, estresse oxidativo e susceptibilidade a infecções (RIBEIRO et al, 2021; MACH e FUSTER-BOTELLA, 2017).

O termo *endurance* corresponde a exercícios cardiovasculares realizados por um longo período de tempo, que apresentam um aumento considerável das demandas fisiológicas e bioquímicas e provocam respostas sistêmicas. Atletas de *endurance* expõem seus organismos a circunstâncias fisiológicas extremas que interrompem a homeostase do corpo e alteram as funções normais em diversos aspectos, dentre eles a alteração da microbiota intestinal (MI) (MACH e FUSTER-BOTELLA, 2016).

De uma forma geral, o aporte energético diário de atletas é superior ao de indivíduos sedentários. No entanto, a alimentação destes indivíduos requer normalmente um elevado aporte de carboidratos de forma a maximizar as reservas musculares de glicogênio e manter os níveis de glicose no sangue durante o exercício. Adicionalmente, em dias de competição, geralmente, existe restrição no consumo de fibras, de forma a diminuir a possibilidade de distúrbios GI e consequente perda de rendimento. Destaca-se, ainda, um elevado aporte proteico, de forma a favorecer a hipertrofia muscular, e um baixo consumo lipídico (MACH; FUSTER-BOTELLA, 2017; PEREIRA, 2021).

Como relatado, vários aspectos influenciam na MI e as hipóteses relacionadas a atletas de *endurance* sugerem um aumento do stress induzido pelo exercício e uma possível alteração na dieta, com maior quantidade de proteínas e uso contínuo de suplementos (SILVA, 2020; MACH; FUSTER-BOTELLA, 2017). Sendo assim, qual seria a proposta de dieta que mais contribuiria favorecendo a melhora da microbiota em atletas de *endurance*?

2. METODOLOGIA

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O estudo tem por base o método qualitativo, o qual busca aprofundar a compreensão de um grupo ou indivíduo e sua relação com um fenômeno, por meio de análises ou percepções. É ainda de base descritiva e exploratória, que visa analisar e correlacionar fatos ou fenômenos pouco explorados, sem manipulá-los. Caracteriza-se ainda como revisão bibliográfica, sendo uma revisão integrativa, a qual utiliza critérios de busca específicos para coletar e analisar estudos primários e fazer uma análise sumária dos mesmos, apresentando um nível comprovado de evidência científica.

2.2 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

A pesquisa foi baseada em materiais científicos oriundos das bases de dados *PubMed*, *Scielo* e *Google Acadêmico*, visando-se correlacionar os termos na língua inglesa “*gut microbiota*”, “*endurance*” e “*diet*”, os quais significam “microbiota intestinal”, “*endurance*” (termo utilizado para exercícios de resistência) e “dieta” e foram selecionados os estudos mais relevantes para o tópico do estudo.

2.3 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

Os estudos foram selecionados com base nos seguintes critérios de inclusão: (1) ensaios clínicos randomizados; (2) publicações recentes, com máximo de 10 anos; (3) estudos avaliando diferentes efeitos de estratégias nutricionais na microbiota de atletas de *endurance*. Os critérios de exclusão foram os seguintes: (1) artigos de revisão; (2) estudos realizados com animais; (3) estudos com mais de 10 anos; (4) falta de estratégia nutricional utilizada; (5) estudos não realizados com atletas de *endurance*; (6) estudos vinculados a alguma doença prévia.

2.4 EXTRAÇÃO DE DADOS

Foram extraídos os seguintes dados de cada estudo elegível: nome dos autores, ano de publicação, população e amostra, metodologia, estratégia nutricional utilizada e o efeito/resultado obtido.

2.5 SELEÇÃO DE ESTUDOS

A estratégia de busca identificou um total de 4712 registros nas 3 bases eletrônicas, sendo 22 no *Pubmed*, 0 no *Scielo* e 4690 no *Google* acadêmico. Após revisão de títulos e resumos, 46 estudos foram selecionados para leitura e revisão de texto completo e, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, 13 estudos foram considerados elegíveis.

2.6 CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO

As características gerais e os resultados de cada estudo elegível estão resumidos na tabela 1. Os estudos (n = 13) foram publicados do ano 2006 a 2022 e incluíram um total de 520 indivíduos. O intervalo de acompanhamento variou entre 4 a 16 semanas. Os estudos indicaram marcadores de inflamação, diversidade da microbiota e testes relacionados a performance como resultados ao uso da estratégia nutricional.

2.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi realizada através de análise qualitativa descritiva, baseada em critérios de pontuações para determinar a relevância dos estudos selecionados.

Os critérios de pontuação utilizados foram: estudo randomizado, duplo-cego, número amostral, ano de publicação e fator de impacto da revista publicada no seu respectivo ano de publicação. Os primeiros receberam pontuação 5 ou 0, respondendo ou não o critério avaliado, respectivamente. De acordo com o número amostral, a pontuação foi crescente, considerando uma pontuação base de 1 para o menor número amostral, pontuação idêntica para números amostrais iguais e seguindo a sequência até o maior número amostral encontrado, que recebeu pontuação 12. Quanto ao ano de publicação, a pontuação seguiu os mesmos critérios utilizados quanto ao número amostral, obtendo 1 como pontuação base para o estudo mais antigo e 8 como maior pontuação, referindo-se ao estudo com ano mais recente. A pontuação para o fator de impacto levou em consideração a classificação de acordo com o Qualis/Capes, sendo distribuída da seguinte forma: A1 = 5 pontos, A2 = 4 pontos, B1 = 3 pontos, B2 = 2 pontos, B3-B5 = 1 ponto e C = 0 pontos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo selecionou 13 artigos, através dos critérios de elegibilidade já descritos, os quais receberam uma pontuação de acordo com alguns critérios analisados. Dentre os critérios, foram pontuados os estudos randomizados, duplos-cego, quanto ao número amostral, o ano de publicação e o fator de impacto da revista publicada no ano referente. Todos estes critérios foram utilizados como meio de identificar e classificar os artigos de maior relevância acadêmica e assim dar mais confiabilidade aos mesmos.

Tabela 1: Análise qualitativa dos artigos estudados

Autor, ano	Randomizado	Duplo cego	Número amostral	Ano de publicação	Fator de impacto	Pontuação total
Huang et al., 2019	0	5	8	6	5	24
Clancy et al., 2006	0	0	5	1	3	9
Gleeson et al., 2011	0	5	11	2	5	23
Martarelli, 2011	0	0	4	2	2	8
Moreno-Pérez et al., 2018	5	0	10	5	5	25
Gleeson et al., 2012	0	5	12	3	5	25
West et al., 2011	5	5	2	2	4	18
Huang et al., 2020	0	5	7	7	5	24
Lin et al., 2020	0	5	3	7	5	20
Strasser et al., 2016	0	5	7	4	4	20
Fukuchi et al., 2022	0	0	1	8	4	13

Tabela 1: Análise qualitativa dos artigos estudados

Roberts et al., 2016	5	5	6	4	4	24
Jang et al., 2019	0	0	9	6	5	20

De acordo com a pontuação estabelecida, os artigos de maior relevância foram Gleeson et al., 2012 e Moreno-Pérez et al., 2018, seguidos de Huang et al., 2019; Huang et al., 2020 e Roberts et al., 2016 e na sequência Gleeson et al., 2011. Ainda se destacam com uma pontuação um pouco mais baixa do que este grupo, mas ainda com boa pontuação, os estudos de Lin et al., 2020; Strasser et al., 2016; Jang et al., 2019 e West et al., 2011.

Os estudos selecionados têm como objetivo em comum analisar os efeitos de determinadas estratégias nutricionais na microbiota intestinal de atletas de *endurance* e ainda associações desta microbiota com outros aspectos, como a imunidade, a recorrência de infecções e redução da *performance*.

Exercícios de *endurance* modificam o metabolismo de diferentes tecidos e geram diversas respostas musculares e sistêmicas, como aumento do estresse oxidativo, biogênese mitocondrial, dano muscular, inflamação sistêmica e resposta imune, aumento da permeabilidade intestinal, liberação de ácido graxo livre, esforço cardíaco e desidratação, além da oscilação da atividade neural, aumento considerável da ventilação e troca gasosa, aumento do fluxo sanguíneo, aumento do débito cardíaco, aumento do consumo de oxigênio, aumento da hemoconcentração, aumento da dilatação arterial, pressão capilar e troca de substrato energético, aumento do metabolismo muscular e fluxo sanguíneo (MACH e FUSTER-BOTELLA, 2017).

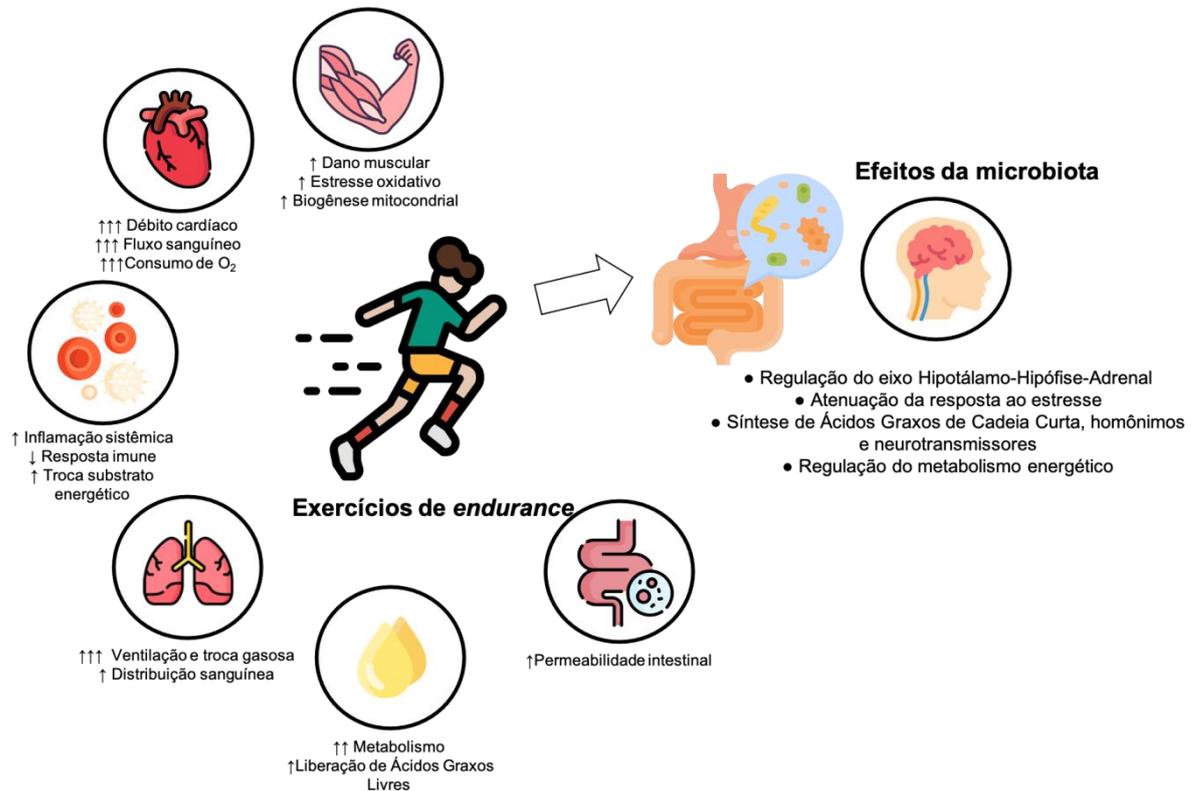


Figura 01: Interação entre o exercício de *endurance*, as respostas ao exercício e as funções da microbiota intestinal.

Ao revisar os respectivos papéis da microbiota na regulação do exercício, identificou-se um grande número de funções biológicas que se encaixam no contexto bem caracterizado de regulação adaptativa em resposta ao exercício de *endurance*. Segundo Clark e Mach (2016) e Mach e Fuster-Botella (2017) estas alterações podem ajudar a suprir o músculo trabalhado com energia ou controlar as reações inflamatórias excessivas.

A MI tem capacidade para regular o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, isto é, a capacidade de resposta ao stress. Associa-se à capacidade de atuar como órgão endócrino, através da regulação da síntese de AGCC, hormônios e neurotransmissores. A nível de neurotransmissores, destaca-se o aumento da síntese de GABA, que é inibidor do sistema nervoso central e tem capacidade de regular a pressão arterial, frequência cardíaca e funções GI, da dopamina e da serotonina. MI parece atenuar a liberação de hormônios potenciadores de stress e ainda tem um papel modulador do metabolismo energético de atletas, dada a capacidade de algumas bactérias metabolizar lactato em proprionato. Estes produtos de fermentação bacteriana são usados como fonte de energia pelo fígado e pelo músculo, contribuindo

para manter a glicemia estável, por exemplo, em desportos de *endurance*, o que se traduz em melhoria do desempenho (CLARK e MACH, 2016).

Ainda é importante destacar que a intensidade e duração do exercício podem afetar as células epiteliais intestinais, proteínas de junção apertada (*Leaky-Gut*), células musculares lisas e a composição e função da microbiota intestinal, comprometendo a homeostase gastrointestinal. Aparentemente, o aumento da permeabilidade intestinal causado pelo exercício extenuante parece coincidir com as alterações da microbiota intestinal (RIBEIRO et al, 2021).

Clark e Mach (2016) relataram que dietas recomendadas para atletas provavelmente influenciam a microbiota intestinal, reduzindo a diversidade porque as dietas de muitos atletas têm fibras alimentares insuficientes, podendo levar à diminuição dos movimentos intestinais, resultando em diminuição da função intestinal, e também da diversidade de microbiota intestinal. Além disso, os atletas consomem mais proteína animal do que não atletas para satisfazer as necessidades de suporte muscular, o que leva a um excesso de substratos de nitrogênio nos micróbios intestinais, produzindo produtos putrefativos de fermentação, como amônia, sulfeto de hidrogênio, aminas, fenóis, tials e índoles e ainda pode modificar o DNA da microbiota intestinal.

Zeppa et al (2019) observaram efeitos benéficos no uso de suplementos e na prática de exercícios, além das interações com a microbiota na saúde e no desempenho dos atletas. Alguns efeitos observados foram a melhora no emagrecimento, na saúde e na performance, uma melhor resposta dos atletas ao treinamento, mais energia, um metabolismo mais acelerado e uma melhor modulação da inflamação, melhorando ainda o humor, a disposição e a fadiga.

Um resumo dos estudos selecionados está representado em uma tabela com os seguintes dados: autores e ano de publicação, população e amostra, metodologia, estratégia nutricional utilizada no estudo e os efeitos e resultados da utilização destas estratégias. É importante destacar que dos 13 artigos apresentados, 11 utilizam probióticos como estratégia nutricional, demonstrando que o uso de probióticos para minimizar os efeitos nocivos do treinamento de *endurance* é a estratégia mais estudada até o momento. E ainda, os outros 2 artigos apontam a alta ingestão de proteína como potencializador deste efeito nocivo na microbiota intestinal dos atletas.

Tabela 2: Resultados expressos de acordo com o autor e ano, população e amostra, metodologia, estratégia nutricional utilizada e os efeitos encontrados.

Autor/ano	População / amostra	Metodologia	Estratégia nutricional	Efeitos / resultados
Huang et al., 2019	Triatletas. Estudo I = 18 (placebo = 9; suplemento = 9) Estudo II = 16 sujeitos (placebo = 8; suplemento = 8)	Duplo cego. Estudo I: sujeitos que realizaram 8 semanas de treino programado e suplementação nas 4 últimas semanas, submetidos a realizar sprint no final do estudo. Estudo II: sujeitos com protocolo semelhante, submetidos a uma competição ao final do estudo.	Suplementação <i>L. plantarum</i> PS128	Redução de teor de CK, Melhora nos parâmetros de Citocinas pró-inflamatórias (TNF- α , IFN- γ , L-6 e IL-8) e anti-(IL-10), lesões renais (TRX e C5a) e marcadores de estresse oxidativo (MPO) induzidos pelo exercício intenso.
Clancy et al., 2006	Atletas saudáveis (18) e atletas fadigados (9), totalizando 27.	Intervenção prospectiva em grupo único. Atletas fadigados foram encaminhados a clínica médica com queixas de dor de garganta recorrente, cansaço e queda de desempenho. Todos os atletas com queixas foram suplementados.	Suplementação <i>L. acidophilus</i> , 2x 10 ¹⁰ células/dia	Aumento significativo na secreção de IFN, células T e CD4+ e níveis semelhantes entre atletas saudáveis e que se queixavam de fadiga (apresentavam anteriormente esses valores bem aumentados).

Tabela 2: Resultados expressos de acordo com o autor e ano, população e amostra, metodologia, estratégia nutricional utilizada e os efeitos encontrados.

	Duplo cego. Receberam probiótico ou placebo		
Gleeson et al., 2011	Indivíduos altamente ativos (n = 84) Amostrados e randomizados em grupo probiótico - PRO (42) e placebo - PLA (42). diariamente por 16 semanas. Amostras de sangue e saliva foram coletadas no início, após 8 e 16 semanas. Registros semanais de treino e doenças foram mantidos. 58 indivíduos completaram o estudo (32 PRO, 26 PLA)	Lactobacillus casei Shirota [LcS]	Redução da frequência de IVAS em um coorte atlético, o que pode estar relacionado à melhor manutenção dos níveis de IgA na saliva durante um período de treinamento e competição no inverno.
Martarelli, 2011	24 sujeitos, divididos em 2 grupos (placebo = 12 e probióticos = 12) O primeiro grupo consumiu uma dose diária de uma mistura das duas cepas probióticas por 4 semanas. O segundo grupo (controle) não consumiu nenhum suplemento durante as 4 semanas.	L. rhamnosus IMC 501(®) e L. paracasei IMC 502(®)	A atividade física intensa induziu estresse oxidativo e a suplementação com probióticos aumentou os níveis plasmáticos de antioxidantes, neutralizando as espécies reativas de oxigênio.

Tabela 2: Resultados expressos de acordo com o autor e ano, população e amostra, metodologia, estratégia nutricional utilizada e os efeitos encontrados.

Moreno-Pérez et al., 2018	<p>Corredores de cross-country do sexo masculino (n total = 24), divididos em 2 grupos: suplemento proteico (n = 12) ou maltodextrina - controle (n= 12)</p> <p>Estudo piloto randomizado. As dietas foram complementadas com um suplemento proteico (isolado de soro de leite e hidrolisado de carne) ou maltodextrina por 10 semanas.</p>	<p>Suplemento proteico (isolado de soro de leite e hidrolisado de carne)</p> <p>A suplementação proteica a longo prazo pode ter um impacto negativo na microbiota intestinal.</p>
Gleeson et al., 2012	<p>Indivíduos altamente ativos (n= 66) foram randomizados para grupos probióticos (n = 33) ou placebo (n = 33)</p> <p>Duplo cego. Os indivíduos receberam probiótico ou placebo diariamente por 16 semanas. Amostras de sangue e saliva em repouso foram coletadas no início e após 8 e 16 semanas.</p>	<p>Lactobacillus salivarius, 2 x 10¹⁰ unidades formadoras de colônias bacterianas</p> <p>A ingestão regular de <i>L. salivarius</i> não parece ser benéfica na redução da frequência de IVAS em uma coorte atlética e não afeta a contagem de leucócitos no sangue ou os níveis de proteínas antimicrobianas salivares durante um período de treinamento e competição.</p>

Tabela 2: Resultados expressos de acordo com o autor e ano, população e amostra, metodologia, estratégia nutricional utilizada e os efeitos encontrados.

West et al., 2011	Ciclistas competitivos (n total = 99, sendo 64 homens e 35 mulheres; idade 35 ± 9 e 36 ± 9 anos, VO ₂ max 56 ± 6 e 52 ± 6 ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹ , média ± SD)	Duplo cego, randomizado e controlado. As medidas de resultado foram contagens fecais de <i>L. fermentum</i> , sintomas auto-relatados de doença e citocinas séricas. Tratamento com probióticos ou com placebo por 11 semanas.	Probiótico (mínimo 1 × 10 ⁹ <i>Lactobacillus fermentum</i> (PCC®) por dia)	<i>L. fermentum</i> pode ser um complemento nutricional útil para homens saudáveis em exercício. No entanto, a incerteza nos efeitos da suplementação sobre IVAS e sintomas em mulheres precisa ser resolvida.
----------------------	---	--	---	--

Tabela 2: Resultados expressos de acordo com o autor e ano, população e amostra, metodologia, estratégia nutricional utilizada e os efeitos encontrados.

Huang et al., 2020	<p>Duplo cego, projeto experimental.</p> <p>Indivíduos com pelo menos 5 anos de treinamento organizado de equipes de triatlo da Taipei City University (n = 20)</p> <p>Estudo de grupo paralelo para comparar o suplemento probiótico (LG) e o tratamento de com placebo (PG) após 4 semanas de intervenção. O grupo LG ingeriu uma única cápsula, 2x ao dia, equivalente a 3 x 10¹⁰ UFC/dia</p>	<p>Lactobacillus plantarum PS128, cada cápsula incluiu 400 mg de pó de bactérias liofilizadas contendo 300 mg de pó liofilizado de L. plantarum PS128 (1,5 x 10¹⁰ unidades formadoras de colônias (UFC)) e 100 mg de celulose microcristalina como excipiente.</p> <p>Melhora do estresse oxidativo, inflamação e do desempenho. Redução da diversidade da microbiota e modulação da microbiota dos atletas, tanto com diminuições relativas quanto aumentos</p>
-----------------------	---	---

Tabela 2: Resultados expressos de acordo com o autor e ano, população e amostra, metodologia, estratégia nutricional utilizada e os efeitos encontrados.

Lin et al., 2020	<p>Corredores de média e longa distância, Duplo cego. Estudo experimental treinando placebo controlado. Sujeitos regularmente (n total distribuídos de acordo com a = 21, sendo 14 homens e 7 mulheres, entre 20-30 anos), divididos em 2 grupos: placebo e OLP-01. Todos os participantes ingeriram placebo ou suplemento em 2 grupos: placebo por 5 semanas consecutivas, (7 homens e 3 mulheres) e OLP-01 regular e 2 semanas de treino (7 homens e 4 mulheres).</p>	<p>Bifidobacterium longum subsp. Longum olympic n.1 (OLP-01) - dose de 1,5 x 10¹⁰ CFU/dia</p>	<p>Melhora da performance, através da distância percorrida em 12 minutos e a abundância da microbiota intestinal. Sem diferenças significativas na composição corporal.</p>
---------------------	---	--	---

Tabela 2: Resultados expressos de acordo com o autor e ano, população e amostra, metodologia, estratégia nutricional utilizada e os efeitos encontrados.

Strasser et al., 2016	<p>Atletas bem treinados (n total = 33), distribuídos aleatoriamente em 2 grupos: placebo PRO (n= 17) e placebo - PLA (n=16). Duplo cego. Estudo experimental controlado. Os grupos receberam placebo ou probióticos, multiespécies de probióticos, sendo 1 por dia durante 12 semanas.</p>	<p>Bifidobacterium bifidum W23, Bifidobacterium lactis W51, Redução significativa dos níveis de Enterococcus triptofano pós exercício (11%) no grupo PLA comparado as medidas antes da intervenção e não mudaram no grupo PRO. Grupo PLA com mais sintomas respiratórios relatados do que o grupo PRO. Lactobacillus acidophilus w22, no grupo PRO. Grupo PLA com mais sintomas respiratórios relatados do que o grupo PRO. Lactobacillus brevis w63 e que o grupo PRO. Lactobacillus lactis w58 - dose 1 x 10¹⁰ CFU/dia</p>
-----------------------	--	---

Tabela 2: Resultados expressos de acordo com o autor e ano, população e amostra, metodologia, estratégia nutricional utilizada e os efeitos encontrados.

Fukuchi et al., 2022	<p>Atletas universitários japoneses de endurance - corredores de longa distância (n total = 13), entre 19 e 21 anos, sendo 9 homens e 4 mulheres.</p> <p>Estudo aberto. Consiste em 2 períodos de 4 semanas, onde ao final de cada período ocorre uma competição de corrida. O Leite de soja é pré-fermentado (LEX), (antes da intervenção) e o segundo é observacional do efeito da suplementação (LEX).</p>	<p>Primeiro, os atletas experimentaram flutuações significativas na microbiota intestinal após uma competição. Segundo, a suplementação de LEX pode melhorar o supercrescimento de leveduras e fungos no trato gastrointestinal e melhora as funções metabólicas mitocondriais.</p>
----------------------	---	---

Tabela 2: Resultados expressos de acordo com o autor e ano, população e amostra, metodologia, estratégia nutricional utilizada e os efeitos encontrados.

Roberts et al., 2016	30 participantes saudáveis, sendo 25 homens e 5 mulheres	Duplo cego, randomizado, medidas repetidas e placebo controlado. 12 semanas de intervenção antes de competição de triatlon (3,8km de natação no mar + 180km de bicicleta + 42,2km de corrida), todos os participantes foram submetidos a 6 meses de programa de treino progressivo. Medidas em 3 tempos: base (semana 0), pre competição (semana 12) e pós competição (6 dias após).	Probiótico, prebiótico e antioxidantes	Combinação de pré e probiótico pode reduzir níveis endotoxina e também tem efeito positivo na modulação gastro intestinal proteção antioxidante.
Jang et al., 2019	Fisiculturistas (n=15), corredores de distância de elite (n= 15) e homens sem exercício regular (n = 15). Sujeitos homens.	Composição corporal a partir do DXA e nível de atividade física IPAQ, consumo alimentar analisado por programa nutricional. DNA fecal extraído e analisada a microbiota intestinal e sua diversidade.	Fisiculturistas: alta proteína, gordura e baixo carboidrato e fibra; <i>endurance</i> e <i>Endurance</i> : baixo carboidrato e fibra	Dietas com alto teor de proteína podem ter um efeito negativo na diversidade da microbiota de atletas de <i>endurance</i> e dietas low carb demonstram um decréscimo de ácidos graxos de cadeia curta.

De acordo com os resultados apresentados, pode-se apontar os efeitos do uso de probióticos em atletas de *endurance*, os quais destacam-se o aumento das citocinas anti-inflamatórias e de antioxidantes, a melhora da resposta imune, do desempenho e da modulação intestinal, em contrapartida há redução do teor de Creatinaquinase – enzima que representa dano muscular, dos marcadores de estresse oxidativo, de citocinas pró-inflamatórias, de lesões renais, da frequência de infecções das vias aéreas superiores e dos níveis de endotoxinas, os quais corroboram com resultados apresentados por Huang et al. (2019), Mach e Fuster-Botella (2017) e Zeppa (2020).

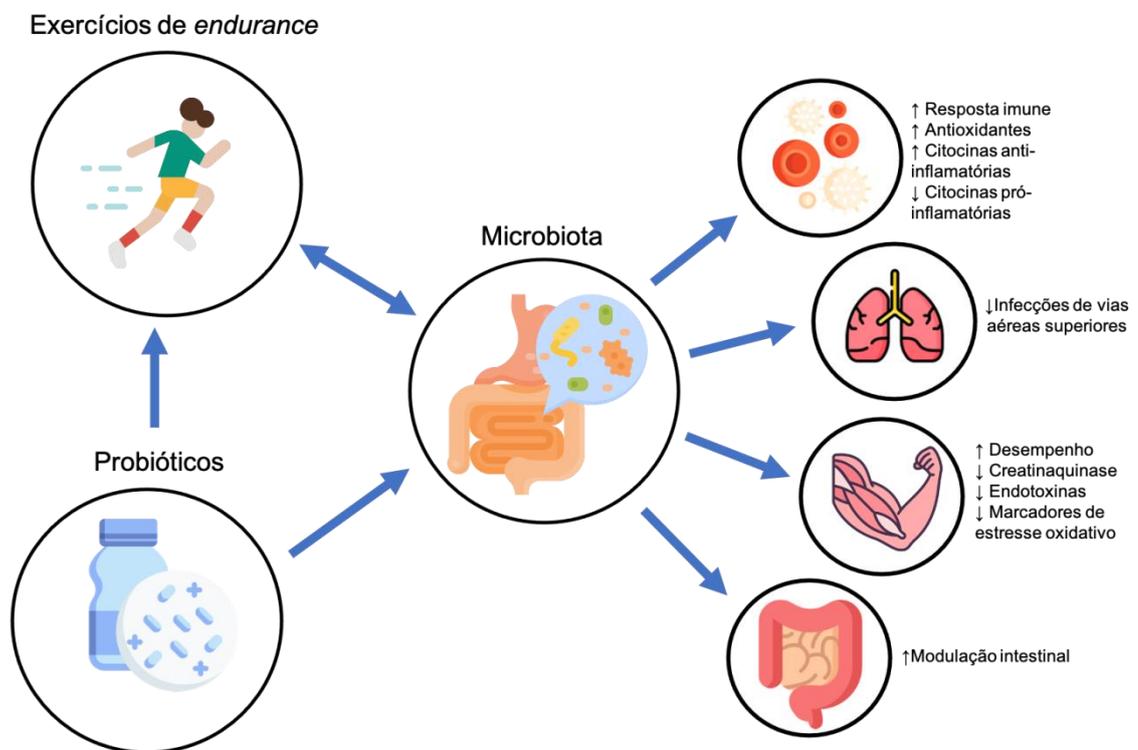


Figura 02: Efeitos do uso de probióticos por atletas de *endurance*.

Em estudo com camundongos, Lee et al. (2021) concluíram que uma suplementação de 4 semanas com a cepa de origem humana *L. plantarum* PL-02 poderia melhorar significativamente o desempenho e a aderência ao exercício de resistência, e ainda aumentar a massa muscular. Além disso, o PL-02 poderia reduzir significativamente o nível de indicadores de fadiga, como lactato, amônia e Creatinaquinase (CK) e que não causaria danos ao desempenho fisiológico ou à histopatologia tecidual. Portanto, o PL-02 poderia ser usado como um suplemento para melhorar o desempenho do exercício e para sua bioatividade anti-fadiga.

Huang et al. (2020), também em estudo com camundongos, observaram que o treinamento de exercícios elevou significativamente a PLR como índice de inflamação sistêmica, e a suplementação OLP-01 amenizou os efeitos do treinamento de exercícios para manter a homeostase, concluindo que a suplementação com múltiplas cepas probióticas poderia proporcionar benefícios quanto a permeabilidade intestinal, o sistema imunológico, a microbiota intestinal e inflamação, além de mitigar infecções do trato respiratório e sintomas gastrointestinais para garantir a saúde geral dos atletas.

Nos estudos realizados com humanos e com animais, a razão entre neutrófilo e linfócito (NLR) e a razão entre plaqueta e linfócito (PLR) foram elucidados como índices apropriados e potenciais para inflamação sistêmica. Huang et al. (2019) aplicaram NLR e PLR como marcadores de inflamação sistêmica e não encontraram diferenças significativas entre os grupos após a administração de TWK10 no índice inflamatório sistêmico, após a intervenção do exercício. Isso pode ser devido à aplicação de apenas um curto período de exercício aeróbico moderado, que não induziu qualquer inflamação nos participantes. O resultado indica que a quantidade e intensidade de exercício interferem neste processo inflamatório e nos sintomas agregados a ele.

Vários dos resultados apresentados no presente estudo estão associados a infecções das vias aéreas superiores (IVAS) e Zeppa et al. (2020) afirmam que as IVAS representam um problema comum no esporte e a frequência é maior durante o treinamento intenso ou competição, especialmente em esportes individuais, como triatlo e maratonas. Tais infecções podem afetar muito o desempenho, reduzindo a força e coordenação muscular, a capacidade aeróbica e a concentração. A alteração da microbiota intestinal pode afetar a suscetibilidade a infecções do trato respiratório, devido à modulação do sistema imunológico, já que os microrganismos intestinais são capazes de regular as mucosas do intestino através da indução comum do sistema imune de imunoglobulinas. Ainda observaram estudos que demonstram que a melhora da saúde intestinal com o uso de probióticos e prebióticos podem reduzir a suscetibilidade a tais infecções.

Os resultados apresentados por Strasser et al. (2016) apontam que, antes da suplementação, 10 sujeitos em placebo e 12 sujeitos em uso de probióticos experimentaram um ou mais sintomas de IVAS nos últimos três meses. Após 12 semanas de tratamento, 11 sujeitos em placebo e apenas 5 sujeitos em uso de

probióticos experimentaram estes sintomas durante o período de estudo. A proporção de indivíduos que experimentaram tais sintomas durante o período de estudo foi 2,2 vezes maior no grupo placebo do que no grupo probióticos. E ainda os indivíduos que desenvolveram IVAS apresentaram maiores taxas de degradação de Triptofano (Trp) antes do exercício em comparação com aqueles sem IVAS, o que parece estar associado a alterações no metabolismo do Trp, já que as taxas de quebra de Trp no final do estudo foram significativamente maiores em indivíduos que desenvolveram infecções em comparação com aqueles que não o fizeram. No entanto, ainda resta saber se há uma associação mais direta entre a suplementação probiótica e a redução da quebra do Trp e se as diferentes cargas de treinamento entre grupos podem ter afetado o metabolismo do Trp, em vez das ações do probiótico, uma vez que o exercício regular de resistência causa adaptações no metabolismo.

Glesson et al. (2011) examinaram o efeito de 4 meses de suplementação oral com uma bebida láctea fermentada comercialmente disponível contendo o probiótico *L. casei* Shirota (LcS) na incidência de IVAS e em marcadores do sistema imunológico em um coorte de atletas universitários de *endurance* em período de treinamento e competição de inverno. Os principais achados do estudo foram a proporção da incidência de um ou mais episódios de IVAS e o número médio destes episódios entre os grupos placebo (PLA) e que realizaram a ingestão de probióticos (PRO), que foram 27% menor e 50% menor, respectivamente, para o grupo PRO. Não houve diferença significativa quanto à gravidade e à duração dos sintomas, mas o treinamento foi menos afetado na presença de IVAS no grupo PRO. Essas consequências clínicas positivas fornecem evidências para os efeitos benéficos da ingestão de LcS em um coorte de atletas de *endurance*.

Gleeson et al. (2012) investigaram os efeitos da suplementação de probióticos nos sintomas auto relatados de IVAS em um grupo de indivíduos altamente treinados e engajados em seus níveis normais de treinamento e competição por 3 meses, sendo 8 semanas de intervenções. Os principais resultados obtidos foram que não houve diferenças significativas entre os grupos placebo (PLA) e que fizeram uso de probióticos (PRO) quanto a apresentar um ou mais episódios de IVAS, gravidade dos sintomas, uso ou não de medicação e ida ou não ao médico. A concentração de lisozima caiu ao longo do tempo, porém também não houve diferença entre os grupos, não ficando clara a razão da diminuição, podendo ser sazonal ou atrelada ao acúmulo de estresse do treinamento. A falta de consequências clínicas positivas não fornece

evidência para qualquer efeito benéfico da ingestão diária de *L. salivarius* em um coorte de pessoas altamente ativas, o que contrasta com vários estudos recentes (Gleeson et al, 2011; West et al., 2011; Strasser et al., 2016) que relatam efeitos benéficos de outros probióticos *Lactobacillus* na incidência de IVAS e alguns aspectos da imunidade de atletas de *endurance*. A dose de probiótico utilizada neste estudo foi similar a de outros estudos, mudando apenas a forma de administração, a qual foi através de um pó solúvel em vez de ser parte de produto lácteo fermentado, contudo não deveria ter influência na eficácia, já que o produto tem garantia e passa por testes do fabricante. Vários fatores podem ter confundido a falta de impacto do suplemento probiótico: as cargas de treinamento foram 10% maiores para sujeitos do grupo PRO do que no PLA, linfócitos e células T foram significativamente maiores na linha base do grupo PRO, maioria dos indivíduos do sexo feminino, incidência de IVAS não foi tão alta e não pegou temporada de inverno e por último, como os efeitos dos probióticos são muito específicos, as cepas utilizadas podem não ter sido eficazes

Corroborando com os resultados expostos por Gleeson et al. (2012), West et al. (2011) identificaram incertezas quanto ao uso de probióticos (*Lactobacillus fermentum*) e os efeitos benéficos em mulheres quanto a redução da frequência das IVAS. Tais resultados podem ser associados a uma necessidade de controle do tipo de probiótico utilizado, das cepas e das concentrações, já que probióticos são muito complexos e apresentam diferentes espécies.

Observa-se, ainda, a relação do uso de proteínas com a microbiota dos atletas de *endurance* nos estudos de Moreno-Perez et al. (2018) e Jang et al. (2019). Segundo Zeppa et al. (2020), a dieta pode afetar muito a composição da microbiota e a American Dietetic Association sugere uma ingestão moderada a alta de proteínas animais para restaurar o músculo, uma alta quantidade de carboidratos simples para manter a homeostase de glicose, e uma ingestão moderada de gorduras e fibras para reduzir os problemas gastrointestinais em atletas. Além disso, as proteínas animais podem afetar negativamente a microbiota através da produção de subprodutos tóxicos, enquanto uma dieta simples de carboidratos leva a uma redução da função imunológica e fibras insuficientes e amido resistente podem causar uma redução na diversidade e funcionalidade da microbiota (ZEPPA et al. 2020).

Moreno-Perez et al. (2018) determinaram as alterações produzidas por um suplemento de proteína hidrolisada de carne bovina e de soro de leite de alta qualidade na microbiota intestinal, pH fecal e metabólitos derivados do consumo de

proteínas, como ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e amônia, em atletas de *endurance* do sexo masculino com o mínimo de 5 anos de treinamento regular e frequência mínima de 5 sessões semanais, que totalizem um tempo total mínimo de 240 minutos. O grupo controle (CHO) recebeu suplementação de maltodextrina, que é absorvida na parte superior do intestino e não atinge o cólon, e o grupo proteína (PRO) recebeu uma mistura de isolado de soro de leite (10g) e hidrolisado de carne bovina (10g). Como resultados, foi observado que um leve aumento na ingestão de proteínas em atletas diminuiu as bactérias promotoras de saúde na microbiota intestinal, sem afetar os AGCC, amônia ou pH fecal. Concluindo, assim, que a suplementação de proteínas deve ser levada em consideração, uma vez que as recomendações nutricionais quanto ao consumo de proteínas para atletas são maiores do que as recomendações gerais, porém as consequências destes efeitos a longo prazo para a saúde intestinal ainda são desconhecidas.

Jang et al. (2019) analisaram os padrões de dieta de fisiculturistas, corredores de longa distância (atletas de *endurance*) e um grupo controle de não atletas saudáveis. Identificaram que o tipo de exercício estava associado aos padrões de dieta do atleta (fisiculturistas: alta proteína, alto teor de gordura, baixo carboidrato e baixa dieta de fibras dietéticas; corredores de distância: baixo carboidrato e baixa dieta de fibras dietéticas). No entanto, o tipo de atleta não divergiu em relação à microbiota intestinal e à diversidade da mesma. Para corredores de distância, especificamente, foi encontrada correlação negativa entre o consumo de proteínas e os índices de diversidade de microbiota intestinal. Em relação às espécies, as bactérias intestinais benéficas amplamente utilizadas como probióticos (*Grupo Bifidobacterium adolescentis*, *Grupo Bifidobacterium longum*, *grupo Lactobacillus sakei*) e aquelas que produzem ácidos graxos de cadeia curta (*Blautia wexlerae*, *Eubacterium hallii*) foram as mais baixas em fisiculturistas e mais altas no grupo controle. Demonstrando, assim, que atletas podem ter suas microbiotas alteradas, reduzindo a saúde intestinal e aumentando a probabilidade de efeitos nocivos, além de associar o alto consumo de proteínas, especialmente em atletas de *endurance*, a efeitos negativos.

4. CONCLUSÃO

O exercício de *endurance* provoca um ciclo de alterações sistêmicas no organismo, os quais são necessárias ao tipo de exercício, porém provocam muitos efeitos indesejáveis, os quais precisam ser controlados e minimizados para, assim, melhorar a qualidade de vida destes atletas e também potencializar os resultados do treinamento, melhorando a *performance* dos mesmos. Existe ainda a necessidade de uma MI equilibrada, de forma a melhorar o desempenho do atleta de *endurance*.

A suplementação com probióticos parece ser a estratégia nutricional mais estudada e com maior eficácia na minimização dos efeitos nocivos em atletas de *endurance*. Os probióticos podem melhorar a *performance* atlética, principalmente melhorando a recuperação do exercício por diversos mecanismos envolvendo principalmente a modulação da inflamação induzida pelo exercício. Melhora os sintomas gastrointestinais associados aos exercícios, gera um suporte para o sistema imunológico extremamente importante, reduzindo principalmente as infecções do trato respiratório superior e, além disso, pode levar a um aumento na absorção de nutrientes durante o exercício físico, o que de fato pode ter um impacto importante na melhora na *performance* esportiva.

Estudos mais aprofundados fazem-se necessários quanto às cepas utilizadas, concentrações e dosagem, encapsulamento e forma que são fabricados. É importante determinar a dose mínima efetiva de suplementação, bem como a duração dessa suplementação para verificar os efeitos diretos do probióticos, tanto em indivíduos praticantes de atividade física como em atletas de *endurance*.

Há necessidade, ainda, de mais estudos acerca da suplementação ou aumento da ingestão de proteínas em atletas de *endurance* e seus efeitos a longo prazo, já que parecem ser fundamentais, porém podem trazer prejuízos com o uso contínuo e desequilibrar a microbiota intestinal, reduzindo a saúde destes atletas.

REFERÊNCIAS

- BURKE, Louise M.. Ketogenic low-CHO, high-fat diet: the future of elite endurance sport?. **The Journal Of Physiology**, [S.L.], v. 599, n. 3, p. 819-843, 10 jun. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1113/jp278928>.
- CLANCY, R L; GLEESON, M; A COX,; CALLISTER, R; DORRINGTON, M; D'ESTE, C; PANG, G; PYNE, D; FRICKER, P; A HENRIKSON,. Reversal in fatigued athletes of a defect in interferon secretion after administration of *Lactobacillus acidophilus*. **British Journal Of Sports Medicine**, [S.L.], v. 40, n. 4, p. 351-354, 1 abr. 2006. BMJ. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2005.024364>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16556792/>. Acesso em: 12 mar. 2022.
- CLARK, Allison; MACH, Núria. *Comportamento de estresse induzido pelo exercício, eixo intestino-microbiota-cérebro e dieta: uma revisão sistemática para atletas*. **Revista da Sociedade Internacional de Nutrição Esportiva**, 13, 43, 2016. <https://doi.org/10.1186/s12970-016-0155-6>
- CLOSE, G.L.; HAMILTON, D.L.; PHILP, A.; BURKE, L.M.; MORTON, J.P.. New strategies in sport nutrition to increase exercise performance. **Free Radical Biology And Medicine**, [S.L.], v. 98, p. 144-158, set. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2016.01.016>.
- FUKUCHI, Mina; SUGITA, Masaaki; BANJO, Makoto; YONEKURA, Keisuke; SASUGA, Yasuhiro. The impact of a competitive event and the efficacy of a lactic acid bacteria-fermented soymilk extract on the gut microbiota and urinary metabolites of endurance athletes: an open-label pilot study. **Plos One**, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 1-12, 27 jan. 2022. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0262906>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8794134/pdf/pone.0262906.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2022.
- GLEESON, Michael; BISHOP, Nicolette C.; OLIVEIRA, Marta; TAULER, Pedro. Daily Probiotic's (*Lactobacillus casei* Shirota) Reduction of Infection Incidence in Athletes. **International Journal Of Sport Nutrition And Exercise Metabolism**, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 55-64, fev. 2011. Human Kinetics. <http://dx.doi.org/10.1123/ijsnem.21.1.55>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21411836/>. Acesso em: 12 mar. 2022.
- GLEESON, Michael; BISHOP, Nicolette C.; OLIVEIRA, Marta; MCCAULEY, Tracey; TAULER, Pedro; LAWRENCE, Claire. Effects of a *Lactobacillus salivarius* Probiotic Intervention on Infection, Cold Symptom Duration and Severity, and Mucosal Immunity in Endurance Athletes. **International Journal Of Sport Nutrition And Exercise Metabolism**, [S.L.], v. 22, n. 4, p. 235-242, ago. 2012. Human Kinetics. <http://dx.doi.org/10.1123/ijsnem.22.4.235>. Disponível em: file:///C:/Users/User/Downloads/Gleeson%20et%20al%202012%20IJSNEM_22_235-242.pdf. Acesso em: 12 mar. 2022.

HUANG, Wen-Ching; LEE, Mon-Chien; LEE, Chia-Chia; NG, Ker-Sin; HSU, Yi-Ju; TSAI, Tsung-Yu; YOUNG, San-Land; LIN, Jin-Seng; HUANG, Chi-Chang. Effect of *Lactobacillus plantarum* TWK10 on Exercise Physiological Adaptation, Performance, and Body Composition in Healthy Humans. **Nutrients**, [S.L.], v. 11, n. 11, p. 2836-2845, 19 nov. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/nu11112836>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6893516/>. Acesso em: 12 mar. 2022.

HUANG, Wen-Ching; HSU, Yi-Ju; HUANG, Chi-Chang; LIU, Hsuan-Chen; LEE, Mon-Chien. Exercise Training Combined with *Bifidobacterium longum* OLP-01 Supplementation Improves Exercise Physiological Adaptation and Performance. **Nutrients**, [S.L.], v. 12, n. 4, p. 1145-1160, 19 abr. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/nu12041145>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/4/1145/htm>. Acesso em: 12 mar. 2022.

HUGHES, David C.; ELLEFSEN, Stian; BAAR, Keith. Adaptations to Endurance and Strength Training. **Cold Spring Harbor Perspectives In Medicine**, [S.L.], v. 8, n. 6, p. 01-17, 10 maio 2017. Cold Spring Harbor Laboratory. <http://dx.doi.org/10.1101/cshperspect.a029769>.

JANG, Lae-Guen; CHOI, Geunhoon; KIM, Sung-Woo; KIM, Byung-Yong; LEE, Sunghee; PARK, Hyon. The combination of sport and sport-specific diet is associated with characteristics of gut microbiota: an observational study. **Journal Of The International Society Of Sports Nutrition**, [S.L.], v. 16, n. 1, p. 327-345, 15 jan. 2019. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1186/s12970-019-0290-y>. Disponível em: <https://jissn.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12970-019-0290-y>. Acesso em: 12 mar. 2022.

LEE, Mon-Chien; HSU, Yi-Ju; HO, Hsieh-Hsun; KUO, Yi-Wei; LIN, Wen-Yang; TSAI, Shin-Yu; CHEN, Wei-Ling; LIN, Che-Li; HUANG, Chi-Chang. Effectiveness of human-origin *Lactobacillus plantarum* PL-02 in improving muscle mass, exercise performance and anti-fatigue. **Scientific Reports**, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 327-345, 30 set. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-021-98958-x>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-98958-x>. Acesso em: 12 mar. 2022.

LIN, Che-Li; HSU, Yi-Ju; HO, Hsieh-Hsun; CHANG, Yung-Cheng; KUO, Yi-Wei; YEH, Yao-Tsung; TSAI, Shin-Yu; CHEN, Ching-Wei; CHEN, Jui-Fen; HUANG, Chi-Chang. *Bifidobacterium longum* subsp. *longum* OLP-01 Supplementation during Endurance Running Training Improves Exercise Performance in Middle- and Long-Distance Runners: a double-blind controlled trial. **Nutrients**, [S.L.], v. 12, n. 7, p. 1972, 2 jul. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/nu12071972>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/7/1972>. Acesso em: 12 mar. 2022.

MACH, Núria; FUSTER-BOTELLA, Dolors. Endurance exercise and gut microbiota: a review. **Journal Of Sport And Health Science**, [S.L.], v. 6, n. 2, p. 179-197, jun. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jshs.2016.05.001>.

MARTARELLI, Daniele; VERDENELLI, Maria Cristina; SCURI, Stefania; COCCHIONI, Mario; SILVI, Stefania; CECCHINI, Cinzia; POMPEI, Pierluigi. Effect of a Probiotic Intake on Oxidant and Antioxidant Parameters in Plasma of Athletes

During Intense Exercise Training. **Current Microbiology**, [S.L.], v. 62, n. 6, p. 1689-1696, 12 mar. 2011. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00284-011-9915-3>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00284-011-9915-3>. Acesso em: 12 mar. 2022.

MENTELLA, Maria Chiara; SCALDAFERRI, Franco; PIZZOFERRATO, Marco; GASBARRINI, Antonio; MIGGIANO, Giacinto Abele Donato. Nutrition, IBD and Gut Microbiota: a review. **Nutrients**, [S.L.], v. 12, n. 4, p. 944, 29 mar. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/nu12040944>.

MORENO-PÉREZ, Diego; BRESSA, Carlo; BAILÉN, María; HAMED-BOUSDAR, Safa; NACLERIO, Fernando; CARMONA, Manuel; PÉREZ, Margarita; GONZÁLEZ-SOLTERO, Rocío; MONTALVO-LOMINCHAR, Maria; CARABANA, Claudia. Effect of a Protein Supplement on the Gut Microbiota of Endurance Athletes: a randomized, controlled, double-blind pilot study. **Nutrients**, [S.L.], v. 10, n. 3, p. 337-345, 10 mar. 2018. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/nu10030337>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6643/10/3/337/htm>. Acesso em: 12 mar. 2022.

NICHOLSON, Jeremy K; HOLMES, Elaine; KINROSS, James; BURCELIN, Remy; GIBSON, Glenn; JIA, Wei; PETTERSSON, Sven. *Host-Gut microbiota metabolic interations*. **Science**, [S.L.], v. 336, n. 6086, p. 1262-1267, jun. 2012. <https://doi.org/10.1126/science.1223813>

PEREIRA, Ana Rita Cruz. **Nutrição, Microbiota e Exercício**: uma revisão da sua interação. 2021. 26 f. TCC (Graduação) - Curso de Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação, U. Porto, Porto, 2021. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/133110/2/449398.pdf>. Acesso em: 11 set. 2021.

PETERS, H P F; VRIES, W R; VANBERGE-HENEGOUW, G; AKKERMENS, L. Potential benefits and hazards of physical activity and exercise on the gastrointestinal tract. **Gut**, [S.L.], v. 48, n. 3, p. 435-439, 1 mar. 2001. BMJ. <http://dx.doi.org/10.1136/gut.48.3.435>

PUTIGNANI, Lorenza; CHIERICO, Federica del; PETRUCCA, Andrea; VERNOCCHI, Pamela; DALLAPICCOLA, Bruno. The human gut microbiota: a dynamic interplay with the host from birth to senescence settled during childhood. **Pediatric Research**, [S.L.], v. 76, n. 1, p. 2-10, 14 abr. 2014. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/pr.2014.49>.

SILVA, Dulce Rita Moreira da. **A interação entre o exercício físico e a microbiota intestinal**. 2020. 31 f. TCC (Graduação) - Curso de Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação, U. Porto, Porto, 2020. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/128025/2/410351.pdf>. Acesso em: 11 set. 2021

STRASSER, Barbara; GEIGER, Daniela; SCHAUER, Markus; GOSTNER, Johanna; GATTERER, Hannes; BURTSCHER, Martin; FUCHS, Dietmar. Probiotic Supplements Beneficially Affect Tryptophan–Kynurenine Metabolism and Reduce the Incidence of Upper Respiratory Tract Infections in Trained Athletes: a randomized,

double-blinded, placebo-controlled trial. **Nutrients**, [S.L.], v. 8, n. 11, p. 752, 23 nov. 2016. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/nu8110752>.

RIBEIRO, Filipe M.; PETRIZ, Bernardo; MARQUES, Gabriel; KAMILLA, Lima H.; FRANCO, Octavio L.. Is There an Exercise-Intensity Threshold Capable of Avoiding the Leaky Gut? **Frontiers In Nutrition**, [S.L.], v. 8, 8 mar. 2021. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fnut.2021.627289>.

WEST, Nicholas P; PYNE, David B; CRIPPS, Allan W; HOPKINS, William G; ESKESEN, Dorte C; JAIRATH, Ashok; CHRISTOPHERSEN, Claus T; A CONLON, Michael; A FRICKER, Peter. Lactobacillus fermentum (PCC®) supplementation and gastrointestinal and respiratory-tract illness symptoms: a randomised control trial in athletes. **Nutrition Journal**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 1-11, 11 abr. 2011. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/1475-2891-10-30>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3083335/>. Acesso em: 12 mar. 2022.

ZEPPA, Sabrina Donati; AGOSTINI, Deborah; GERVASI, Marco; ANNIBALINI, Giosuè; AMATORI, Stefano; FERRINI, Fabio; SISTI, Davide; PICCOLI, Giovanni; BARBIERE, Elena; SESTILI, Piero; STOCCHI, Vilberto. *Mutual Interactions among Exercise, Sport Supplements and Microbiota*. **Nutrients**, 12(1), 17. dez. 2020. Department of Biomolecular Sciences, University of Urbino Carlo Bo, 61029 (PU) Urbino, Italy. <http://dx.doi.org/10.3389/fnut.2021.627289>.