



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Ciências da Saúde

Excesso de Treino e Imunodepressão

Luís Alexandre Oliveira Bettencourt

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Medicina
(ciclo de estudos integrado)

Orientador: Prof. Doutor José Luís Ribeiro Themudo Barata

Covilhã, Abril de 2018

Agradecimentos

A realização da presente dissertação de mestrado contou com importantes apoios e incentivos sem os quais não se teria tornado uma realidade e aos quais estarei eternamente grato. Assim, quero expressar os meus agradecimentos:

- Ao orientador desta dissertação, o Professor Doutor José Luís Themudo Barata, pela orientação prestada, pelo seu incentivo, disponibilidade e apoio que sempre demonstrou. Aqui lhe exprimo a minha gratidão.
- À minha família, em especial aos meus pais e irmãos, por todo o apoio e pela constante presença em todas as etapas da minha formação académica e pessoal.
- A todos os amigos e colegas que me acompanharam ao longo destes seis anos.
- A todas as pessoas que me motivaram e inspiraram ao longo destes anos.

Enfim, quero demonstrar o meu agradecimento, a todos aqueles que, de um modo ou de outro, tornaram possível a realização da presente dissertação. A todos o meu sincero e profundo Muito Obrigado!

Prefácio

“Atrás de cada linha de chegada, há uma partida.

Atrás de cada triunfo, há um desafio”

Madre Teresa de Calcutá

Resumo e Palavras-chave

Introdução: O overtraining resulta de stress físico e psicológico cumulativos, impostos pelos treinos e/ou situações que não se encontram relacionadas com este, com conseqüente diminuição a longo prazo na capacidade de desempenho do atleta. Este fenómeno é cada vez mais valorizado pelos médicos, desportistas, praticantes de exercício físico e todos os interessados pela interação entre a ciência médica e desportiva. Tendo em conta que o overtraining tem grande impacto em todos os sistemas do nosso organismo, esta dissertação procura estudar e compreender melhor a influência do exercício sobre o sistema imunitário humano.

Objetivos: Este estudo pretende explicar as possíveis complicações do excesso de treino e identificar as alterações imunológicas que advêm desse mesmo processo. Por fim, é esperado que haja uma melhoria na prevenção e no tratamento desta condição.

Métodos: A pesquisa e análise de informação foram feitas através de artigos relevantes desde 1986 até 2016. Foram consultadas várias publicações, nomeadamente relatórios, normas, orientações e materiais formativos da Organização Mundial de Saúde, da American College Sports of Medicine, da British Journal of Sports Medicine, da Direção-Geral da Saúde, entre outros.

Resultados: O reconhecimento precoce e inequívoco da síndrome de overtraining é praticamente impossível, pois o único forte indicador é a diminuição da performance durante a competição ou treino. Tendo em conta o difícil diagnóstico, parece haver consenso na literatura, de que a prevenção tem um papel fundamental na diminuição da prevalência e do impacto negativo que o overtraining tem no sistema imunológico.

Conclusão: A revisão dos artigos científicos apresentados fornece dados que permitem concluir que os indivíduos expostos a exercício físico extenuante vão obter um impacto negativo no sistema imunitário. Consequentemente, estes indivíduos têm maior probabilidade de desenvolver infeções e diminuir a sua performance durante a competição.

Palavras-chave: Excesso de Treino; Sistema imunológico; Atividade Física; Exercício; Infeção.

Abstract and Keywords

Background: Overtraining is an accumulation of training and/or nontraining stress resulting in long-term decrement in performance capacity with or without related physiological and psychological signs and symptoms of bad adaptation. Nowadays this theme is getting more importance by physicians, athletes and people who are interested in sports. Recently, several studies have shown that overtraining has a huge impact on human`s systems, so, this study wants to know the relationship between overtraining and immune system.

Aim: This study reviews the effects of overtraining and identifies the immunological systems changes. It could also contribute to learn new perspectives of overtraining prevention and treatment.

Methods: The database was analyzed between 1986 and 2016. This study includes database from World Health Organization, American College Sports of Medicine, British Journal of Sports Medicine, Direção-Geral da Saúde of Portugal and others organizations.

Results: The only certain sign of overtraining is a decrease in performance during competition or training. Although in recent years, the knowledge of central pathological mechanisms of overtraining has significantly increased, there is still a strong demand for relevant tools for the early diagnosis.

Conclusions: The revision of the presented scientific articles shows that intensified training (leading to overtraining) may increase the risk of immunodepression and there are reports of infection and worst performance.

Key-Words: Overtraining; Immunological System; Physical Activity; Exercise; Infection

Índice

Agradecimentos	ii
Prefácio.....	iii
Resumo e Palavras-chave.....	iv
Abstract and Keywords	v
Lista de Figuras	viii
Lista de Tabelas.....	ix
Lista de Acrónimos	x
1. Introdução	1
2. Materiais e Métodos	2
3. Princípios Gerais do Exercício	3
3.1 Programas de Saúde Globais	3
3.2. Definição: Atividade Física, Exercício e Desporto	4
3.3. Benefícios da Atividade Física e exercícios moderados.....	5
4. Excesso de Treino / Overtraining	6
4.1. Overtraining vs Overreaching.....	6
4.2. Prevalência	7
4.3. Sinais e sintomas.....	7
4.4. Diagnóstico	8
4.4.1. Diagnóstico Clínico.....	8
4.4.2 Diagnóstico Laboratorial.	10
4.4.3 Diagnóstico Diferencial.....	13
4.5 Tratamento	13
5. Sistema Imunológico	14
5.1. Imunidade Inata.....	14
5.2. Imunidade adquirida	14
6. Influência do Exercício no Sistema Imunológico	16
6.1. História da Imunologia do Exercício.....	16
6.2. Sistema Imune e Resposta Aguda ao Exercício	17
6.2.1 Considerações finais da influência do exercício na resposta imune aguda....	20
6.3. Infecção e Exercício Físico	21

6.3.1	Prevenção.....	23
6.3.2	Diretrizes para o Exercícios durante episódios de infecção.....	24
6.3.3	Diretrizes para o retorno do atleta ao exercício após infecção	25
7.	Conclusão	26
8.	Referências Bibliográficas.....	28

Lista de Figuras

Figura 1: Ilustra o crescimento no número de artigos revistos em várias áreas de imunologia do exercício (Ilustração: Dr. David Nieman) (71)	16
Figura 2: Efeitos do exercício na função imunológica (34)	19
Figura 3: O conceito teórico de Janela Aberta associado a respostas imunes ao exercício agudo (abreviatura h=horas) (38)	20
Figura 4: O conceito "Curva em J" associado às respostas imunes ao exercício físico (abreviatura: URI = infecções respiratórias superiores). (38)	21
Figura 5: A relação entre carga e risco de doença em atletas nacionais e sub-elite (curva em J) versus atletas de elite (curva em S) (39, 43)	22
Figura 6: Estratégias que limitam o risco de infecção (34)	24

Lista de Tabelas

Tabela 1: Terminologia do Overtraining e Overreaching. (13)

7

Lista de Acrónimos

ACSM American College of Sports Medicine

DGS Direção Geral da Saúde

IFN- α Interferão alfa

IFN- β Interferão beta

IFN- γ Interferão gama

IL Interleucina

MHC Complexo principal de histocompatibilidade

OMS Organização Mundial da Saúde

POMS “Profile of Mood State”

T CD4 Linfócito T auxiliar

T CD8 Linfócito T citotóxico

Th1 Linfócitos T “helper” classe 1

TLR Receptor do tipo toll

TNF- α Factor de necrose tumoral alfa

Tyr Tirosina cinase

1. Introdução e contextualização

A competição é uma característica inata do Homem, que sempre a expressou através do desporto. Desde a primeira edição dos Jogos Olímpicos em 776 a.C. até à Idade Média, houve grandes avanços na preparação dos atletas, mas foi na época Contemporânea que ocorreu uma exponencial melhoria na sua preparação para as competições. Este facto está diretamente relacionado com o desenvolvimento de novas tecnologias e a inclusão de equipas multidisciplinares, tendo em vista uma preparação mais abrangente que conduza à obtenção do melhor desempenho possível, principal objetivo dos atletas e da sua equipa técnica.

Um dos objetivos do treino do atleta de alta competição é fornecer cargas que melhorem a sua performance. Ao longo deste processo, os atletas passam por várias etapas durante a época competitiva (1,2) e a sua performance desportiva é influenciada por inúmeros fatores, entre os quais se destaca o overtraining.

O overtraining pode ser descrito como o desequilíbrio que ocorre entre os treinos/períodos de stress e o tempo de recuperação. Este poderá ser detetado através de um conjunto de sinais e sintomas que são característicos, mas não patognómicos desta síndrome (3). Um conceito chave para uma melhor compreensão da síndrome overtraining poderá ser a “má adaptação” dos atletas e dos respetivos sistemas neurológico, endócrino e imunitário. (1)

Inúmeros estudos têm evidenciado alterações na concentração e na função de alguns componentes do sistema imunitário, provocados pelo exercício físico. As evidências demonstram que o exercício físico tem efeitos modulatórios importantes sobre a dinâmica de células imunes e, possivelmente, sobre a sua função. Os fatores neuroendócrinos que atuam na redistribuição das células e a libertação de citocinas em resposta ao exercício físico, parecem mediar a relação entre o sistema imune e o exercício físico. Apesar dos aspetos multifatoriais e das lacunas ainda existentes, a nova área de investigação do sistema imunitário em atletas tem vindo a crescer nos últimos anos (4,5).

Os principais objetivos deste trabalho são:

- detetar precocemente e explicar as possíveis complicações do excesso de treino;
- saber identificar as alterações imunológicas que advêm desse mesmo processo;
- prevenir e tratar adaptações fisiopatológicas do organismo face à quantidade e qualidade de treino imposto ao atleta.

A deteção precoce de overtraining é extremamente importante, pois permite aos treinadores e atletas alterarem atempadamente os planos de treino/recuperação, antes de ocorrer uma alteração significativa na performance.

Este documento, embora tenha sido redigido como tese obrigatória para obter o Mestrado Integrado em Medicina, é dirigido aos estudantes de medicina, médicos, desportistas, praticantes de exercício físico e a todos os interessados pela interação entre a ciência médica e desportiva.

2. Materiais e Métodos

Esta dissertação consiste numa revisão bibliográfica que tem por base a pesquisa e análise de informação em artigos relevantes sobre o tema, oriundos da língua inglesa e portuguesa, desde 1986 até 2016. Foram consultadas várias publicações, nomeadamente relatórios, normas, orientações e materiais formativos da Organização Mundial de Saúde, da American College Sports of Medicine, da British Journal of Sports Medicine, da Direção-Geral da Saúde, entre outros.

Para a elaboração deste documento foram incluídas as seguintes palavras-chaves: Overtraining; Overreaching; Stress; Immunological System; Imunossupres; Infection; Upper Respiratory Tract Infection. Não foram impostas quaisquer limitações na pesquisa, no entanto, preferiram-se os documentos mais atualizados.

3. Princípios Gerais do Exercício

3.1) Programas de saúde globais

A inatividade física é considerada o quarto fator de risco mais importante na mortalidade a nível mundial. (7) Geralmente os níveis de inatividade física estão diretamente relacionados com o aumento da prevalência e número de complicações derivados das doenças crónicas e da saúde. (7) Sendo assim, ao longo dos anos tem havido uma grande preocupação relacionada com os benefícios do exercício e atividade física junto das organizações governamentais e não governamentais. A nível global a Organização Mundial da Saúde (OMS), nos EUA o “Department of health and Human Services” e em Portugal a “Direção Geral de Saúde” têm lutado pela reversão desta inatividade, incentivando e promovendo a prática regular de exercício físico a toda a população.

Foram então propostos um conjunto de diretrizes que abordam a relação entre a frequência, duração, intensidade, tipo e quantidade total de atividade física adequada. Em trabalhos desde a década de 60, mas exemplificando apenas com textos mais recentes e representativos como sejam o Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report (6), Global Recommendations on Physical Activity for Health (7), Physical Activity Strategy for the WHO European Region 2016-2025 (8) e Estratégia Nacional para Promoção da Atividade Física, da Saúde e Bem Estar (9) podemos encontrar um conjunto de diretrizes que privilegiam a prática e os benefícios da atividade física em detrimento da inatividade física.

A atividade física pode ocorrer de várias formas e com intensidades diferentes. A OMS recomenda que os adultos, incluindo pessoas idosas, realizem pelo menos 150 minutos por semana de atividade física aeróbica de intensidade moderada. As recomendações existentes enfatizam os benefícios para a saúde das atividades de intensidade moderada e que os níveis recomendados podem ser acumulados em episódios de atividade relativamente curtos de cada vez. As crianças e jovens devem acumular pelo menos 60 minutos de atividade física de intensidade moderada a vigorosa todos os dias.

Para além das recomendações mínimas, existe a evidência de que a maior prática de atividade física é suscetível de proporcionar benefícios adicionais para a saúde, tanto para os adultos como para as crianças. As pessoas que estão atualmente inativas devem ter como objetivo atender às recomendações. No entanto, reconhece-se que pequenas quantidades de atividade física são melhores do que nenhuma. (7,8,9)

3.2) Definição: Atividade Física, Exercício e Desporto

Atualmente é bastante comum a utilização inapropriada de terminologia para o movimento do corpo humano, como por exemplo, os conceitos de “Atividade Física”, “Exercício Físico” e “Desporto”. Sendo assim, existe a necessidade de definir cada um deles com o objetivo de os poder aplicar de maneira correta.

Atividade física:

Designa-se por qualquer movimento corporal produzido pela contração dos músculos-esqueléticos que aumente o gasto de energia acima do nível basal. A atividade física pode ser categorizada em diferentes formas: o modo, a intensidade e o propósito. Na maior parte das vezes esta designação é atribuída à atividade espontânea que se integra no estilo de vida de cada um. Este tipo de atividade não exige planeamento prévio de objetivos para poder ser executada. As categorias comumente usadas incluem atividades ocupacionais, de lazer/recreativas, domésticas, de autocuidado e de transporte ou de deslocação. (6)

Exercício Físico:

É definido como uma subcategoria de atividade física. Neste caso estamos a falar de uma atividade que é planeada, estruturada, repetitiva e intencional. O principal objetivo é melhorar ou manter um ou mais componentes da aptidão física. (6) Este tipo de atividade é exercido a níveis de intensidade que vão desde moderada à intensa.

Desporto:

Inclui competição ou atividade física que necessita de esforços e habilidades que são realizados de acordo com um conjunto de regras. O desporto pode ser dividido em recreativo e competitivo, porém foco apenas a parte relacionada com a competição. Esta atividade é feita principalmente para o desempenho e para alcançar metas/resultados pretendidos nas competições. Sendo assim, o desporto de competição exige anos de treinos exigentes, esforço e trabalho árduo, dor, sacrifício e acumulação de stress. O nível máximo do desporto competitivo é o desporto de elite (desporto de alto rendimento), em que o atleta para estar na sua máxima performance necessita de passar por um conjunto de processos que estão fora do alcance da população em geral.

3.3) Benefícios de atividade física e exercício moderados

Na literatura existe um leque vasto de autores que comprovam o impacto positivo que a atividade física e exercício regulares têm no organismo humano. Além disso, são vistas como uma forma barata, eficaz e natural de prevenir variadas patologias, designadamente as que conferem maior morbi-mortalidade à sociedade contemporânea. O exercício deve ser encarado como um estilo de vida necessário para ajudar a garantir todas as necessidades básicas individuais.

Quando falamos de indivíduos que praticam exercício regular estamos sem dúvida a pensar em pessoas que estão a promover um estilo de vida saudável, que deve ser associado, se possível, a uma alimentação adequada. De entre as alterações positivas que poderemos encontrar nestes indivíduos, destacam-se os seguintes: (11)

- Controle de peso;
- Redução da pressão arterial;
- Aumento da sensibilidade à insulina;
- Diminuição do risco de declínio cognitivo e demência;
- Diminuição do risco de doença coronária, AVC, diabetes tipo 2 e cancro;
- Aumento da "energia", do bem-estar, da qualidade de vida e da função cognitiva;
- Nos adultos mais velhos, o exercício preserva a massa óssea e reduz o risco de queda;
- Prevenção e melhoria dos transtornos depressivos de leve a moderada e da ansiedade.

4. Excesso de Treino/ Overtraining

4.1) Definição de Overtraining vs Overreaching e Síndrome de Overtraining

Atualmente os treinadores, fisioterapeutas, médicos, preparadores físicos e outros profissionais que estejam em contacto com o exercício e a saúde estão muito familiarizados com o conceito de overtraining. Na literatura científica podemos identificar outros nomes que podem designar o mesmo fenómeno, como por exemplo, “staleness, overreaching, overwork, burn-out, chronic fatigue, overstress e excessive training”(10,13), porém é necessário ter em atenção o contexto em que são utilizados e a definição que é atribuída a cada termo, pois ainda existe utilização indevida destas palavras.

De acordo com Joint Consensus Statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine:

Overtraining resulta de stress físico e psicológico cumulativos, impostos pelos treinos e/ou situações que não se encontram relacionadas com este, com conseqüente diminuição a longo prazo na capacidade de desempenho do atleta. Esta definição indica que o stress está incluído em todos os treinos, competições e em situações de extracompetição. Fatores sociais, educacionais, ocupacionais, económicos, nutricionais, viagens, tempo e monotonia do treino atuam individualmente e/ou em conjunto para aumentar o risco de um indivíduo poder desenvolver overtraining. (13) Lehmann propõe que o OT seja um estado de desequilíbrio entre stress e recuperação, ou seja, uma carga excessiva de stress combinada com insuficiente ou inapropriada regeneração. (13)

Overreaching é um componente essencial do treino que tem como objetivo otimizar o desempenho, através da exposição do atleta a altas cargas de treino, seguido de descanso e recuperação adequados. (14) Tendo em conta que existe uma relação ótima entre treino e período de recuperação, é possível deduzir que as adaptações fisiológicas face ao stress imposto serão positivas, ou seja, ajudam o atleta a melhorar a sua performance.

A condição de overreaching é mais comum em atletas e a sua incidência varia de 5% a 60%. (13,14, 19) Pelo contrário, apenas uma pequena percentagem de atletas desenvolve o overtraining, pois o balanço entre o stress e a recuperação não é gerido da forma mais correta.

Podemos classificar o overreaching em dois tipos: overreaching funcional (FO) e overreaching não funcional, que se encontram intimamente ligados e representam apenas o equilíbrio/desequilíbrio entre sobrecarga e repouso.

Um atleta que apresenta overreaching funcional, normalmente apenas necessita de vários dias a semanas de descanso para recuperar a sua performance, enquanto um atleta com overreaching não funcional é necessário mais tempo. (13)

Síndrome de Overtraing advém da condição de overtraining ou seja, resulta numa diminuição da performance do atleta associada a sinais e sintomas fisiológicos e/ou psicológicos relacionados com a inadaptação do organismo ao stress imposto. O restabelecimento da capacidade de desempenho pode levar várias semanas ou meses. (1)

Tabela 1: Terminologia do Overtraining e Overreaching. (13)

Condition	Synonym	Definition	Performance decrement	Outcome
Functional overreaching	Short-term overreaching	Increased training leading to a temporary (day to weeks) performance decrement and with improved performance after rest	Days to weeks	Positive (supercompensation)
Nonfunctional overreaching	Long-term overreaching	Intense training leading to a longer performance decrement (weeks to months) but with full recovery after rest. Accompanied by increased psychologic and/or neuroendocrinologic symptoms	Weeks to months	Negative due to symptoms and loss of training time
Overtraining syndrome		Consistent with extreme nonfunctional OR but with 1) longer performance decrement (>2 months) 2) more severe symptomatology and maladapted physiology (psychologic, neurologic, endocrinologic, immunologic systems) 3) accompanied by an additional stressor 4) not explained by other diseases	Months	Negative due to symptoms and possible end to athletic career

Note: Terms used as defined in Meeusen et al⁹ and Meeusen et al.¹
Abbreviation: OR, overreaching.

4.2) Prevalência

A necessidade de estimar a prevalência de overtraining junto da população desportiva foi sempre uma tarefa árdua e ingrata para os investigadores devido à grande escassez de dados. Estudos realizados na década de 90 mostram que ao longo da carreira de um atleta, 7 a 20 % destes manifestaram sintomas habitualmente relacionados com overtraining. (16,17,18) Pelo contrário, dados mais recentes, relatam que 20 a 60 % dos atletas experienciaram pelo menos uma vez o impacto negativo do overtraining na sua performance. (15,18)

Uma possível hipótese para esta discrepância de dados poderá estar relacionada com a não valorização e a descrença das equipas técnicas no impacto do overtraining em atletas e a inexistência de tecnologias/meios de diagnósticos confiáveis.

4.3) Sinais e Sintomas

Um atleta quando exposto a um esforço crónico e intenso, maior do que aquele que seria o ideal para o seu organismo, desenvolve um conjunto de manifestações que são uma consequência da sua adaptação defeituosa face ao esforço e aos mecanismos de recuperação. Essas manifestações podem ser detetáveis pelo atleta, pelo treinador e pelos profissionais de

saúde. A detecção precoce é fundamental para que o atleta possa obter/manter o maior desempenho possível e evitar longas paragens.

Podemos encontrar alterações que são controversas e discutíveis, contudo existem dados que são consensuais na literatura acerca do overtraining, entre os quais: (3,33)

1. Fadiga persistente;
2. Perda de massa corporal;
3. Alterações neuroendócrinas;
4. Diminuição da performance;
5. Maior vulnerabilidade às infeções;
6. Aumento da frequência cardíaca de repouso;
7. Capacidade reduzida em realizar exercícios de alta intensidade;
8. Mudanças nos indicadores de "bem-estar" dos atletas, como fadiga e qualidade do sono.

4.4) Diagnóstico

Os parâmetros de diagnóstico e de monitorização de Overreaching e Overtraining foram recentemente discutidas e publicadas pelo European College of Sports Science (ECSS) e pela American College of Sports Medicine. (25) Assim, foram estabelecidos vários critérios para que os marcadores se tornassem viáveis na detecção da OTS em atletas. Portanto, um marcador deve: (25)

- Ter alta sensibilidade e especificidade;
- Estar alterado antes do estabelecimento da OTS;
- Ser distinguido de outras adaptações fisiológicas crónicas ao treino;
- Responder à carga de treino e, idealmente, não ser afetado por outros fatores;
- Ser relativamente fácil de medir e com uma disponibilidade rápida do resultado.

4.4.1) Diagnóstico Clínico:

História Clínica

A história clínica assume um papel importante e deve ser fator de diferenciação entre overreaching e overtraining. Se for necessário menos de 14 a 21 dias de repouso para retomar o desempenho normal, será diagnóstico overreaching. Se tiver sido superior a 14 a 21 dias de descanso, poderá ser diagnosticado como overtraining. (22,23)

A história deve incluir a avaliação de possíveis fatores que promovam a diminuição da performance do atleta. Entre eles, podemos citar:

- Monotonia do treino;
- Plano alimentar incorreto;
- Número elevado de competições;
- Aumento no volume e intensidade do treino;
- Fatores que desencadeiam stress fora da competição.

Durante o overtraining os atletas desenvolvem um quadro de plateau crónico de baixo rendimento que os impede de treinar e/ou competir ao seu melhor nível. (21) Além disso, é importante salientar que esta condição não é reversível com a implementação de pequenos períodos de descanso e recuperação.

Embora haja sintomas clínicos sugestivos de overtraining, não existe um único fator ou ferramenta diagnóstica que estabeleça diagnóstico definitivo. (14) O diagnóstico é clínico e é obtido através de uma história clínica que apresenta: (23)

- Distúrbios de humor;
- Diminuição de desempenho persistente, apesar de semanas a meses de recuperação;
- Ausência de sinais/sintomas ou diagnóstico de outras possíveis causas de baixo desempenho.

Apesar da sugestão diagnóstica, há uma preocupação evidente na comunidade científica e nos profissionais de saúde associados ao desporto: a necessidade óbvia de diferenciar overtraining de overreaching.

Em geral pensa-se que os sintomas como a fadiga, o declínio do desempenho e os distúrbios do humor, são mais severos no overtraining que no overreaching. No entanto, não há evidência científica para confirmar ou refutar essa sugestão. Além disso, em estudos que induziram atletas a um estado de overreaching, muitos dos fatores fisiológicos, bioquímicos e as respostas face ao aumento de treino foram altamente variáveis, não sendo possível obter dados com significado científico credível.

Relativamente ao overtraining, por questões éticas e legais, não é possível treinar excessivamente um atleta de tal forma que ele desenvolva a consequente síndrome. Por conseguinte, faltam estudos prospetivos acerca da OTS. (1)

Questionários

O modelo de POMS (Profile of Mood State), elaborado por McNair (1971), regista aquilo que o atleta sente após cada treino e é uma ferramenta útil na monitorização do estado geral do atleta a longo prazo. (14) Os questionários abordam temas como o stress, as intensidades/cargas de treino, a recuperação e o estado de humor de cada atleta. (1) Estes dados têm grande importância para o atleta e para a equipa técnica, visto que sumarizam todos os parâmetros-chaves do estado atual do indivíduo.

Com o passar dos anos surgiram modificações e ajustes nos questionários para uma utilização mais fácil e eficaz.

4.4.2) Diagnóstico Laboratorial:

Não existe ainda consenso no que diz respeito à importância dos marcadores bioquímicos no diagnóstico de overtraining e overreaching, uma vez que os atuais marcadores não cumprem os requisitos propostos pelo European College of Sports Science e pelo American College of Sports Medicine, descritos anteriormente. No entanto, existem alguns parâmetros de referência que ajudam a relacionar o impacto do exercício no organismo humano. Entre os marcadores bioquímicos, os mais mencionados são a glutamina plasmática, a creatina quinase, a ureia e o lactato. (24,26)

Glutamina

Atualmente é comum o uso de glutamina na suplementação alimentar dos atletas de alto rendimento. Sendo assim, é importante perceber a importância deste aminoácido no nosso organismo e a sua possível relação com overtraining.

A glutamina é sintetizada pelos músculos esqueléticos, fígado e pulmões, sendo posteriormente libertada no plasma sanguíneo. No entanto, a sua concentração é significativamente maior nos músculos do que no plasma. Existem duas enzimas fundamentais no seu metabolismo: a glutaminase que é a enzima que induz a degradação da glutamina em glutamato e a glutamina sintetase, que é responsável pela síntese de glutamina a partir do glutamato. (20) A glutamina sintetase é a enzima-chave para a síntese da glutamina e para a regulação do metabolismo celular do nitrogénio através da utilização da amónia e consumo de trifosfato de adenosina. (20) Relativamente à glutaminase, é a enzima que catalisa a hidrólise de glutamina em glutamato e o catião amónio. A hidrólise da glutamina representa o primeiro passo na sua utilização a partir da síntese do glutamato.

A glutamina está envolvida no processo de regulação celular, e em particular, este aminoácido ajuda a regular o sistema imunitário. De facto, a conversão de glutamina em glutamato, aspartato, alanina e piruvato representa 85% do total de aminoácidos utilizados pelos neutrófilos. (14) Desta forma, o metabolismo da glutamina fornece os precursores e

intermediários necessários para a proliferação de células imunes, bem como a síntese proteica.

Existem várias formas de induzir alterações nas concentrações de glutamina. Neste contexto, é necessário avaliar o impacto que o exercício físico e alimentação têm nesta dinâmica.

Relativamente aos níveis de glutamina e exercício físico parece haver uma forte associação. Estudos demonstram que as sessões de treino prolongadas e exaustivas têm um impacto negativo na concentração de glutamina, quando comparado com sessões de menor duração e menos exaustivas. Essa diminuição de glutamina poderá estar relacionada com várias causas, entre as quais, a diminuição da atividade da glutamina sintase, o aumento de captação de glutamina para ser utilizada na gliconeogénese e em processos do sistema imunológico. Assim, podemos deduzir que baixos níveis de glutamina estão associados à atividade física prolongada e/ou intensa e que esta associação poderá ser um bom marcador de overtraining, embora ainda não existam dados que comprovem uma relação totalmente fidedigna. Em contraste com o exercício extenuante, as sessões de exercício moderado não costumam estar associadas a alterações significativas na concentração de glutamina. O exercício aeróbio moderado não afeta de forma aguda a glutamina no sangue e existe evidência de que o treino ótimo e moderado pode aumentar a disponibilidade deste aminoácido.

No que diz respeito à alimentação, também existe uma importante relação com a concentração de glutamina. Em atletas suplementados com glutamina, os hidratos de carbono podem ajudar a manter a concentração de glutamina plasmática, quando comparado ao grupo placebo, com atletas em dietas com baixo teor de hidratos de carbono, onde a concentração de glutamina mostrou-se reduzida. (51) Relativamente à suplementação de glutamina em atletas foi demonstrado maior secreção de Interleucina 6 a partir do músculo. Nos corredores de maratona, a proporção de células T-auxiliares/células T-supressoras, como marcador de ativação do sistema imune, foi regulada positivamente no grupo suplementado com glutamina, quando comparado com o placebo. Estes efeitos benéficos parecem estar apenas associados a suplementação a longo prazo, uma vez que a reposição oral aguda de glutamina não conseguiu melhorar a atividade de neutrófilos. (45) Os questionários recolhidos de maratonistas revelaram que, após as provas, uma percentagem significativa de atletas suplementados com glutamina (81%) não desenvolveu infeções, quando comparado com o grupo placebo (49%). (45) Estes dados ajudam a perceber os efeitos benéficos que a suplementação possui não só a nível energético mas também no sistema imunitário.

Creatina Quinase

A enzima creatina quinase tem sido amplamente utilizada, não como um marcador de overtraining, mas para identificar um estado recente de lesão muscular. (24,27) O diagnóstico baseado na determinação da creatina quinase parece ser sensível e avalia um aumento do stress ou uma tolerância individual ao esforço muscular. (24,27,28)

Ureia e Ácido úrico

Sugeriu-se que a concentração de resíduos de nitrogénio no plasma sanguíneo, ureia e ácido úrico, pode indicar uma diminuição das proteínas musculares, podendo assim ser um marcador de overtraining devido à sua associação com o estado catabólico. No entanto, existe um conjunto de condições que estão associadas a um aumento temporário dos índices de ureia e ácido úrico e que ajudam a diagnosticar falsos positivos, nomeadamente o exercício agudo prolongado e uma dieta rica em proteínas. Por estas razões, a ureia, o ácido úrico e a creatina quinase não são parâmetros confiáveis para o diagnóstico definitivo de overtraining. (24,27,29)

Lactato

Uma diminuição da performance em atletas e paralelamente uma redução na concentração máxima de lactato foi descrita em corredores, nadadores, ciclistas e triatletas. (30) Uma diminuição do lactato no sangue em resposta a testes submáximos também é observada em atletas com overtraining, provavelmente devido a uma diminuição dos índices musculares de glicogénio, diminuição das catecolaminas em resposta ao exercício ou diminuição do efeito das catecolaminas sobre o tecido muscular. (27) A determinação do lactato sanguíneo é feita periodicamente aos atletas, no entanto, uma vez que no exercício diário do atleta e no overtraining observamos um aumento de lactato, torna-se difícil fazer a distinção entre estes dois grupos. (31,32) Apesar disso, um controle de lactato pode ser um instrumento importante para a prevenção de overtraining, pois é uma técnica acessível e amplamente utilizada no campo desportivo. (24)

Marcadores hormonais : Rácio Testosterona/Cortisol

O equilíbrio entre atividades anabólicas e catabólicas é representado pela relação entre testosterona e cortisol. Tendo em conta que a testosterona tem efeitos anabólicos e o cortisol catabólicos, a proporção de testosterona/cortisol tem sido proposta como um ótimo marcador de overtraining. Adlercreutz sugeriu que se houvesse uma diminuição desse índice superior a 30%, o atleta ficaria em estado de overtraining. No entanto, o desempenho do atleta deve ser sempre considerado, uma vez que um índice superior a 30% não implica necessariamente que o atleta enfrente uma diminuição da sua performance. Além disso, o princípio da individualidade do atleta deve ser considerado, uma vez que ele poderá reagir de forma diferente a um estado anabólico e catabólico. (24)

O principal objetivo do treino desportivo é obter o máximo desempenho físico. Atualmente, não existe um protocolo padronizado para as situações em que ocorrem adaptações negativas decorrentes do desequilíbrio entre o volume do treino e o período de recuperação muscular. Ainda não existe um único marcador que possa prever o aparecimento de overtraining, no entanto, o controlo adequado do desempenho físico tem um papel importante na sua deteção. Os marcadores hormonais, bioquímicos, imunes e psicológicos podem dar informações relevantes para um possível diagnóstico, porém, nenhum deles é patognomónico da síndrome de overtraining, por isso serão necessários mais estudos nesta área para poder existir um diagnóstico mais preciso e confiável.

4.4.3) Diagnóstico diferencial com outras patologias

O reconhecimento precoce e inequívoco de overtraining é praticamente impossível de conseguir, já que o único indicador fiável é a diminuição de desempenho do atleta durante a competição ou treino. O diagnóstico definitivo exige a exclusão de doença orgânica como distúrbios endocrinológicos, anemia ou ainda doenças infecciosas. Outros distúrbios ou comportamentos alimentares como restrição calórica alimentar e ingestão insuficiente de hidratos de carbono e/ou proteínas, anorexia nervosa e bulimia, também devem ser excluídos. (1) Se não existir nenhuma explicação para as mudanças observadas no atleta, a síndrome de overtraining poderá ser diagnosticada.

4.5) Tratamento

Tendo em consideração que a síndrome de overtraining tem múltiplas causas, o tratamento deve incidir sobre aquelas que estão na origem da diminuição de performance para cada atleta. O estado de overreaching não implica tratamento, apenas necessita equilibrar a sobrecarga de treinos com os períodos de recuperação apropriados. (13) Contudo, existem situações em que é recomendado descanso absoluto ou parcial.

Caso os atletas tenham desenvolvido problemas psicológicos, é de considerar o acompanhamento individualizado com um psicólogo desportivo ou outro especialista em saúde mental. (13)

Se os episódios de stress, depressão e/ou ansiedade aumentam com o repouso completo, o descanso relativo deve ser delineado. (13) O tratamento com inibidor seletivo de recaptção de serotonina é sugerido por alguns autores. (70) Se as queixas do sono forem comuns, o tratamento com trazodona ou amitriptilina pode também ser considerado. (70)

5. Revisão Sistemática do Sistema Imunológico

5.1) Imunidade inata

A imunidade inata é a primeira linha de defesa contra agentes patogênicos infecciosos e está intimamente envolvida no dano, reparação e remodelação dos tecidos. A principal diferença entre as respostas imunes inatas e as respostas adaptativas, é que a primeira não se torna mais eficaz após a exposição repetida a agentes estranhos ao organismo, ou seja, não há função de memória. Além disso, as respostas inatas são menos específicas ao reconhecimento de antígenos. Assim, enquanto as respostas inatas reconhecem agentes patogênicos através de receptores do tipo toll, os linfócitos apresentam especificidade para epítopos dos agentes invasores.

A imunidade inata do sistema imunológico inclui fatores e células solúveis. Os fatores solúveis incluem proteínas do complemento que medeiam a fagocitose, controlam a inflamação e interagem com anticorpos, interferão α e β , que limitam a infecção viral e péptidos antimicrobianos como defensinas que restringem o crescimento bacteriano. As principais células do sistema imune inato incluem: os neutrófilos, que atuam como primeira linha contra a infecção bacteriana; as células dendríticas, que ajudam a gerir as respostas imunes; as natural killers, que reconhecem células hospedeiras alteradas e os macrófagos, que realizam importantes funções de apresentação fagocítica, regulatória e antigénica. (53)

Embora o sistema imunológico seja dividido em dois tipos- imunidade inata e imunidade adaptativa-, ambos os sistemas estão amplamente interligados. Por exemplo, o sistema imune inato ajuda a desenvolver respostas imunológicas específicas através da apresentação do antígeno, enquanto as células do sistema adaptativo secretam citocinas, que regulam a função das células imunes inatas. (53)

5.2) Imunidade adquirida

A imunidade adquirida, conhecida como imunidade adaptativa ou específica, combate as infeções, prevenindo a colonização de agentes patogênicos e destrói microrganismos invasores. As células T CD4 + têm grande importância na resposta imune mediada, já que gerem e dirigem a resposta subsequente. As células T auxiliares podem ser divididas em dois tipos principais, células tipo 1 (Th1) e tipo 2 (Th2), de acordo com as citocinas que produzem e libertam. As células Th1 libertam citocinas, IFN- γ e interleucina-2 (IL-2), estimulando a

ativação de células T e a proliferação de células efetoras. Este processo desempenha um papel importante na defesa do organismo contra agentes patogênicos intracelulares e vírus. Assim, são geradas células T de memória, permitindo uma resposta secundária rápida após exposição subsequente ao mesmo antígeno. As células Th2 libertam IL-4, IL-5, IL-6 e IL-13 e parecem estar envolvidas na proteção contra parasitas extracelulares e estimulação da imunidade humoral. (53) Portanto, as citocinas libertadas a partir de células Th2 podem ativar linfócitos B, levando à proliferação e diferenciação em células de memória e células plasmáticas. Estas últimas segregam grandes quantidades de imunoglobulinas ou anticorpos específicos em resposta ao antígeno. (53)

6. Influência do Exercício no Sistema Imunológico

6.1) História da Imunologia do Exercício

O interesse em estudar e compreender melhor a influência do exercício sobre o sistema imunitário humano existe desde sempre. No entanto, durante muitos anos, o interesse permaneceu estritamente clínico e na ausência de tratamentos específicos, sendo o repouso a única recomendação médica para os atletas que apresentassem doenças infecciosas.

A fase moderna e experimental da imunologia do exercício começou na década de 80 com o envolvimento de um grupo relativamente pequeno de laboratórios. No entanto, ao longo das duas décadas seguintes houve uma expansão. No início dos anos 90 surgiu a imunologia do exercício como subdisciplina específica das ciências do exercício, graças ao aumento da tecnologia disponível e ao número cada vez maior de artigos científicos que abordavam aspetos celulares e humorais da imunologia do exercício. (71)

O aumento do interesse em estudar e compreender melhor a influência do exercício sobre o sistema imunitário deve-se ao facto de não existirem dados científicos que explicassem o porquê dos desportistas sofrerem mais frequentemente infeções do trato respiratório do que a população em geral. (71)

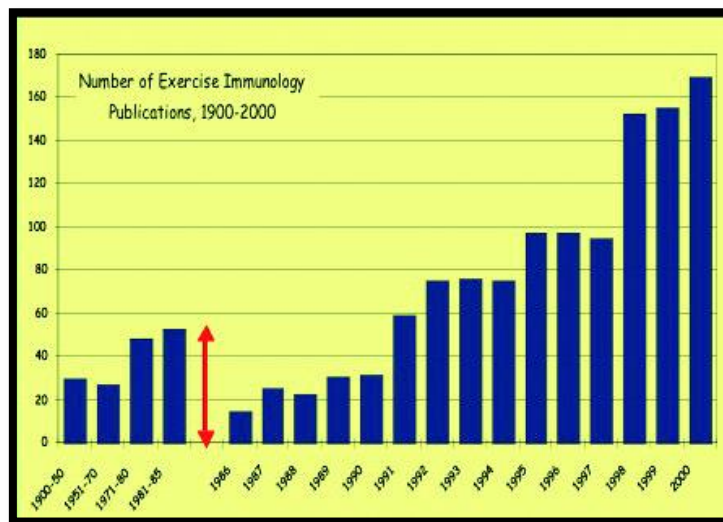


Figura 1. Ilustra o crescimento do número de artigos revistos de imunologia do exercício (Ilustração: David Nieman) (71)

6.2) Sistema Imune e Resposta Aguda ao Exercício

Como já foi referido anteriormente o exercício físico atua como um agente indutor de stress no nosso organismo. Por conseguinte, vai estimular um conjunto de adaptações fisiológicas que vão auxiliar o nosso organismo a tentar restabelecer a homeostasia corporal. Neste sentido, serão abordadas as alterações agudas induzidas pelo exercício no sistema imunológico.

Leucócitos

O exercício de alta intensidade, acima de 60% do consumo máximo de oxigénio, está associado a uma alteração bifásica dos leucócitos circulantes. Imediatamente após o exercício é registado um aumento de 50 a 100% do número total de leucócitos, aumento que se dá principalmente à custa de linfócitos, neutrófilos e, em menor proporção, de monócitos. (54) Após um período de recuperação, de cerca de 30 minutos, é detetada uma redução acentuada do número de linfócitos, de 30 a 50% do nível pré-exercício, que perdura por três a seis horas e por fim existe queda do número de eosinófilos e persistência da neutrofilia. (55,56)

Essas alterações decorrem da secreção de adrenalina e do cortisol. Atividades de alta intensidade provocam aumento agudo dessas hormonas e aumento da densidade dos recetores β_2 -adrenérgicos. (57,58) As concentrações de adrenalina diminuem rapidamente após o exercício, em contraste com o cortisol, cuja secreção tem um início mais lento, porém permanece elevado na circulação por mais de duas horas após o exercício. (54)

Neutrófilos

A resposta dos neutrófilos polimorfonucleares a uma sessão de exercício está também dependente da intensidade. A neutrofilia após o exercício advém das alterações hemodinâmicas, associada à ação de catecolaminas. Várias horas após o exercício ocorre um segundo pico de neutrofilia, conseqüente à mobilização de células da medula óssea em resposta à elevação das concentrações plasmáticas de cortisol. (59) Com relação à resposta funcional ao exercício, o esforço moderado associa-se a aumento de função do neutrófilo. Ocorre um aumento das funções quimiotática e fagocítica, bem como da capacidade microbicida, embora haja na literatura alguns dados contraditórios. (60) Concluindo, o exercício de alta intensidade está associado à diminuição funcional da maioria das atividades de neutrófilos e, em oposição, o exercício de intensidade moderada beneficia a sua atividade. (61)

Monócitos/Macrófagos

O impacto do exercício parece estimular a maioria das funções dos monócitos e macrófagos. O exercício agudo provoca monocitose transitória, decorrente da ação de catecolaminas. (59) São descritos aumentos de várias funções, como quimiotaxia, fagocitose e atividade citotóxica, possivelmente associados à secreção aumentada de cortisol, prolactina e tiroxina. (54,62) Foi demonstrado também o aumento da capacidade dos macrófagos peritoneais em destruir células tumorais, provavelmente decorrente da maior produção de fator de necrose tumoral alfa e de óxido nítrico. Contudo, esta atividade anti tumoral ainda não é bem conhecida e alguns estudos não mostram esta atividade de maneira tão evidente. (54, 63)

O exercício intenso está associado à diminuição da expressão do MHC de classe II, estrutura fundamental na apresentação do antígeno, assim como à queda de função antiviral de macrófagos alveolares. Essas alterações associam-se ao aumento das concentrações plasmáticas de catecolaminas. (64)

Células Natural Killer

Tendo em conta os marcadores imunológicos existentes, aquele que sofre maior alteração é a população de células natural killers. Existe evidência que no período imediato pós-esforço estas células apresentam aumento de 150 a 300% no sangue periférico, sendo provável que esta resposta se deva à maior densidade de receptores β -adrenérgicos na sua superfície celular. Esse aumento é transitório e após 30 minutos há retorno aos níveis pré-exercício, provavelmente por ação do cortisol. Atividade física de longa duração, acima de 90 minutos, associa-se a menor aumento do número de células NK, talvez por já ocorrer influência do cortisol. (54) Com relação à atividade funcional, após exercício de alta intensidade ocorre aumento de 40 a 100% da atividade citotóxica de célula NK. Com a interrupção do esforço, após um período de uma a duas horas, há queda para valores de 25 a 40% do inicial da atividade citotóxica total do compartimento sanguíneo. No entanto ainda existem dúvidas acerca destes dados. (56,65)

Subpopulações Linfocitárias

O linfócito T supressor/citotóxico (CD8) apresenta aumento de 50 a 100% após o exercício agudo, enquanto o linfócito T auxiliar/indutor (CD4) e o linfócito B mostram poucas alterações com o exercício. Com relação à capacidade funcional, é registado uma diminuição da proliferação linfocitária após exercícios de alta intensidade, persistindo esta resposta por várias horas após uma maratona. (66) A inibição da proliferação linfocitária é decorrente, principalmente, da ação da adrenalina e do cortisol. (63,67)

Imunoglobulinas

Após exercício de alta e média intensidade, tem sido descrito aumento das imunoglobulinas séricas. Alguns autores explicam essa situação, pela contração do volume plasmático que se segue ao exercício. Contudo, trabalhos nos quais esse parâmetro era corrigido ainda apresentavam aumento.

Outra explicação apresentada é a de que o aumento de imunoglobulinas seria decorrente do afluxo de proteínas do extra para o intravascular, representadas principalmente por linfa rica em imunoglobulinas. (68) Os estudos que relacionam a Imunoglobulina A com o exercício físico mostram um comportamento diferente em relação às outras imunoglobulinas. Pode ocorrer diminuição de até 50% dos valores basais em atletas de elite após o esforço intenso. Esta queda está relacionada com o facto de uma maior incidência de infeções das vias aéreas superiores, em atletas submetidos a grandes esforços. (69)

Citocinas

Alguns pesquisadores, como é o caso de Smith, indicam que o overtraining resulta de trauma tecidual do músculo-esquelético. (47) Este trauma tecidual estimula a produção abundante de citocinas pró-inflamatórias, que leva ao desenvolvimento de uma resposta anómala ou um comportamento crónico de fadiga no atleta. (48-51) Smith e associados propuseram então a "hipótese de trauma tecidual de citocinas". (47) As principais citocinas pró-inflamatórias associadas ao evento de trauma são: IL-1 β , IL-6 e TNF- α . (48) Outras pesquisas fundamentam o papel das citocinas pró-inflamatórias, especialmente a IL-6, como mediador fisiológico chave e modulador para o desenvolvimento de muitos dos sintomas associados à síndrome de overtraining (50,51).

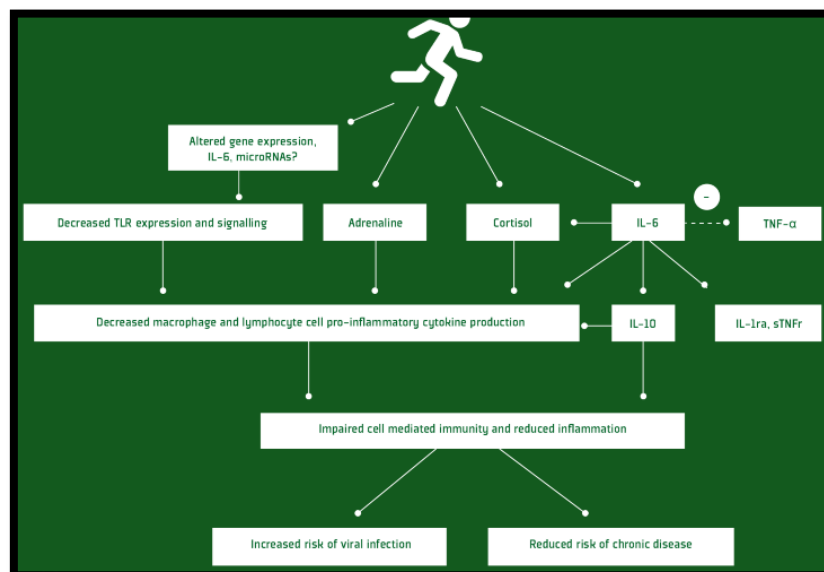


Figura 2: efeitos do exercício na função imunológica (34)

6.2.1) Considerações finais acerca da influência do exercício na resposta imune aguda

Embora sejam transitórias, as alterações verificadas anteriormente podem ser suficientemente relevantes para que ocorra a diminuição de algumas funções e resposta imune face a exercícios extenuantes.

O conceito de janela aberta implica que, após uma sessão intensa de exercício, haja um período, geralmente 3-72 horas, em que há uma diminuição da função imunológica originando uma suscetibilidade aumentada a doenças. Neste caso, as infeções do trato respiratório são as mais comuns. Caso o período de repouso seja insuficiente, pode desenvolver-se um efeito cumulativo relacionado com os treinos em excesso. Neste caso, o período de janela aberta permanece mais prolongado do que o habitual. Assim, existe maior probabilidade de surgir um período de suscetibilidade aumentada a doenças após o exercício. Este facto é consequência natural da inibição de células natural killers, provocada pelo aumento dos níveis de cortisol, catecolaminas, citocinas pró-inflamatórias e aumento das prostaglandinas em resposta ao exercício.

Considerando o que foi referido, existem algumas formas de atividade física, como as maratonas, que são mais propensas à diminuição das funções imunológicas e consequentemente ao desenvolvimento de doenças. (34)

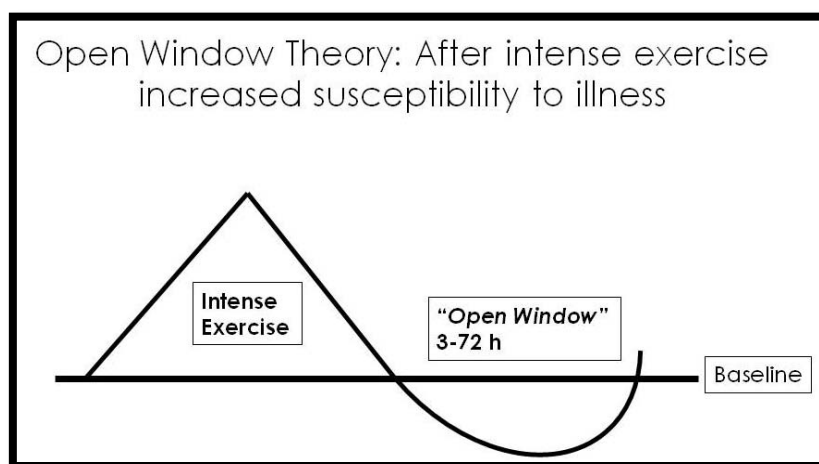


Figura 3. O conceito teórico de Janela Aberta associado a respostas imunes ao exercício agudo (abreviatura h=horas) (38)

6.3) Infecção e Exercício Físico

Tendo em conta o estudo e a relação evidente entre exercício físico e o sistema imune, a comunidade científica acompanhou ao longo destes anos inúmeros profissionais do mundo desportivo, com o intuito de poder obter informação sobre quais as patologias mais associadas a este desequilíbrio. Com o surgimento de novos dados, os investigadores pretendem melhorar os métodos preventivos durante toda a época competitiva, de maneira a poder diminuir o tempo de ausência do atleta na competição.

Como foi descrito anteriormente, quando um indivíduo é exposto a um período de exercício físico extenuante vai obter um impacto negativo temporário no sistema imunitário. A depressão da função imunológica pós-exercício será mais pronunciada quando o exercício é contínuo, prolongado (> 1,5 h), de intensidade moderada a alta (55-75% de aeróbica capacidade) e realizado sem ingestão de alimentos. (34,35) Os pesquisadores estabeleceram uma relação entre o exercício regular moderado e menor número casos de infecção do trato respiratória superior em comparação às pessoas sedentárias e indivíduos que praticam exercício em excesso. Um estudo de um ano e com 500 adultos descobriu que praticar 1-2 horas de exercício moderado por dia foi associado a uma redução de um terço no risco em desenvolver infecção do trato respiratória superior, em comparação com indivíduos com um estilo de vida inativo. (36,37) No entanto, mais volume de exercício nem sempre é melhor, já que outros estudos relataram um aumento no risco de 2 a 6 vezes no desenvolvimento de infecção do trato respiratória superior nas semanas seguintes a corridas de maratona e ultramaratona. Para entender melhor esta situação foi desenvolvido o conceito "Curva em J". Esta afirma que o risco de uma pessoa sedentária desenvolver infecção do trato respiratória superior diminui assim que começa por treinos leves a moderados, mas a sua prevalência aumenta substancialmente à medida que o indivíduo avança para níveis mais altos de volume e / ou intensidade de treino. A figura 5 exibe uma representação esquemática. (38)

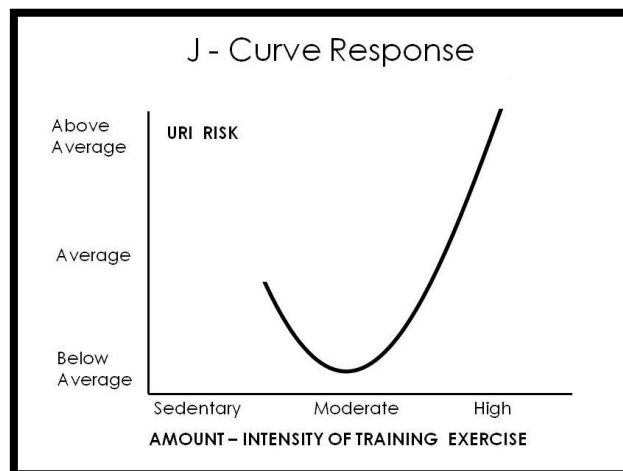


Figura 4. O conceito "Curva em J" associado às respostas imunes ao exercício físico (abreviatura: URI = infecções respiratórias superiores). (38)

No entanto, sugeriu-se recentemente que a relação da curva em J entre a carga absoluta de treino e a doença não é necessariamente aplicável a atletas internacionais de elite. Os dados obtidos de vários estudos mostram que as cargas elevadas de treino absoluto em atletas de nível internacional (39,40,41,42,44,45) e atletas olímpicos estão associadas a um menor risco de doença em comparação com a sub-elite ou os atletas que disputam o campeonato nacional. Surge assim o conceito “Curva em S”. Os motivos precisos para esta observação não são claros, mas uma explicação pode ser a “seleção natural”. Para um indivíduo se tornar um atleta internacional de alto nível, é preciso possuir um físico muito trabalhado, incluindo um sistema imunológico capaz de suportar infecções, mesmo durante o stress fisiológico e psicológico severos. (43)

Em resumo, há evidências de que altas cargas de treino absoluto estão associadas a um risco aumentado de doença em atletas recreativos e sub-elite (curva em forma de J). No entanto, também há evidências de que esta relação não se aplica necessariamente aos atletas de elite, onde cargas de treino elevadas não estão associadas a um risco aumentado de doença (curva em S). (43)

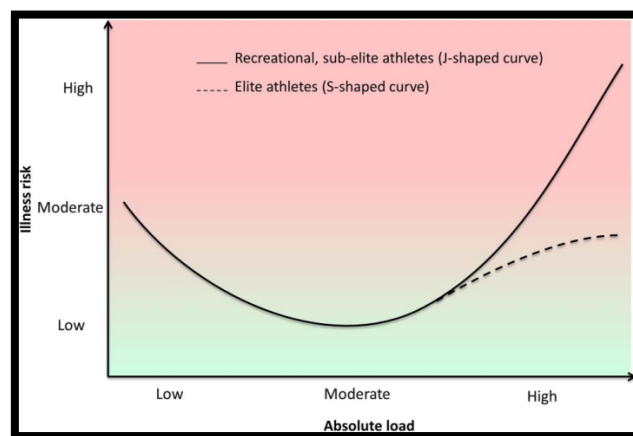


Figura 5. A relação entre carga e risco de doença em atletas nacionais e sub-elite (curva em forma de J) versus atletas de elite (curva em forma de S) (39, 43)

6.3.1) Prevenção

Considerando o difícil diagnóstico de overtraining e o seu impacto negativo sobre o sistema imune, devido à inexistência de marcadores patognomônicos, parece claro que a prevenção tem um papel fundamental na diminuição da sua prevalência.

A diminuição do desempenho prolongado, lesão, doença, abandono prematuro da competição e comprometimento da qualidade de vida do atleta são efeitos nocivos prováveis do overtraining e, neste caso, a prevenção torna-se a meta principal.

Até que exista um método eficaz para o diagnóstico definitivo, os treinadores, preparadores físicos, médicos e outros profissionais de saúde precisam de estar alertas face às diminuições de performance dos atletas. Existe um conjunto de parâmetros que ajudam a equipa técnica a ter maior cuidado com a saúde e bem-estar do atleta e consequentemente previne situações de overtraining: (1)

- Evitar a monotonia de treino;
- Individualizar sempre a intensidade do treino;
- Fazer Check-Ups regulares de saúde;
- Permitir a recuperação total do atleta após doença/lesão;
- Manter a confidencialidade em relação à condição de cada atleta;
- Descartar doença orgânica em casos de diminuição de desempenho;
- Comunicar com os atletas sobre as suas preocupações físicas, mentais e emocionais é importante;
- Incluir questionários psicológicos regulares para avaliar o estado emocional e psicológico do atleta;
- Tratar o overtraining com descanso. O treino reduzido pode ser suficiente para recuperação em alguns casos de overreaching;
- Individualizar o reinício do treino com base nos sinais e sintomas, porque não existe um indicador definitivo de recuperação;
- Manter registos precisos de desempenho durante o treino e competição;
- Ajustar diariamente a intensidade/volume de treino ou permitir um dia de descanso completo, quando o desempenho diminui, ou o atleta reclama de fadiga excessiva;
- Estar ciente que vários fatores de stress, como perda de sono ou distúrbios do sono, exposição a stresses ambientais, pressões ocupacionais, mudança de residência e dificuldades interpessoais ou familiares, podem aumentar o stress do treino físico.

Outros dados curiosos e muito importantes que podemos encontrar na literatura estão relacionados com as ações que atletas e clínicos de medicina desportiva podem implementar diariamente para reduzir o risco de infeção ou um sistema imunológico comprometido. (34)

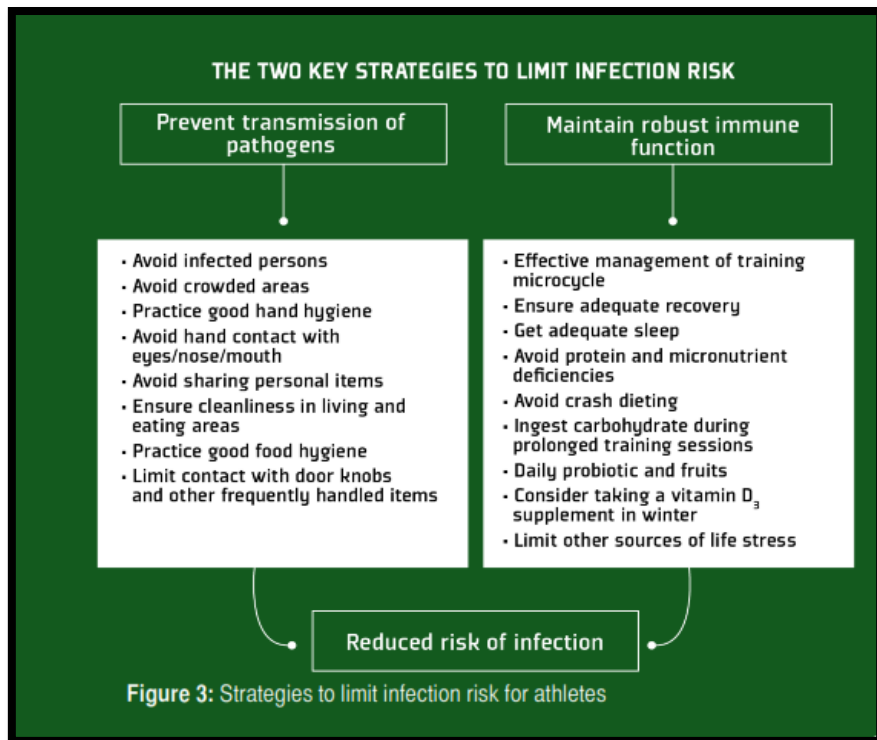


Figura 6. Estratégias chaves que limitam o risco de infecção (34)

6.3.2) Diretrizes para exercícios durante episódio de infecção

Visto que a abordagem a um atleta que apresenta infecção é diferente daquela que é preconizada a atletas sãos, existe um conjunto de diretrizes que ajudam a sistematizar aquilo que os treinadores, staff técnico e departamento clínico de um clube deverão seguir. Neste caso, as indicações que se seguem são dirigidas aos atletas que apresentam infecções do trato respiratório superior e infecções gastrointestinais. (46)

- Primeiro dia de doença:

Os atletas não devem efetuar exercícios extenuantes ou competições ao apresentarem sintomas de infecções do trato respiratório superior como dor de garganta, tosse ou nariz congestionado.

É contraindicado o exercício quando sintomas como dor muscular/articular e dor de cabeça, febre e sensação generalizada de mal-estar, diarreia ou vômitos estão presentes. Nesse caso, beber bastantes líquidos e não ficar exposto à chuva e ao frio minimizam o stress vital.

Também é de considerar o uso de terapia tópica com drenagem nasal, descongestionantes e analgésicos/antipirético, se a febre estiver presente.

A situação de doença deve ser comunicada ao médico da equipa e manter-se afastado de outros atletas.

- Segundo dia:

Se a temperatura corporal for $>37,5-38^{\circ}\text{C}$, ou aumentar a tosse, ou surgir diarreia/vômitos, o treino é contraindicado.

Se o atleta não estiver com febre ou mal-estar e não existir nenhum agravamento dos sintomas do trato respiratório superior é aconselhado exercício leve (pulso <120 bpm) durante 30-45 min, no ginásio ou em casa.

- Terceiro dia:

Se a febre e os sintomas de infecção respiratória ou gastrointestinal ainda estiverem presentes deve consultar o médico. Nos casos de infecção gastrointestinal, os antibióticos devem ser uma opção válida se houver relato de febre ou de aumento da frequência de dejeções por dia, ou presença de sangue, pus ou muco nas fezes. As quinolonas devem ser evitadas sempre que possível, devido a um risco aumentado de tendinopatia.

Se não estiver com febre ou mal-estar e sem agravamento dos sintomas o atleta poderá efetuar exercício moderado (pulso <150 bpm) durante 45-60 min, de preferência dentro de casa e sozinho.

- Quarto dia:

Se não houver alívio sintomático o atleta estará impedido de treinar ou fazer qualquer exercício e é obrigado informar o médico da situação atual. As culturas de fezes ou o exame de óvulos e parasitas geralmente devem ser reservados para casos que durarem além de 10 a 14 dias.

6.3.3) Diretrizes para o retorno do atleta ao exercício após infecção

Para além das diretrizes relacionadas com a prática de exercício durante as infecções, existe também um conjunto de indicações que devem ser seguidas quando o atleta regressa aos treinos/competição após ter estado ausente. Podemos salientar que o atleta deve: (46)

- Retornar ao exercício, caso apresente um dia sem febre e com melhora dos sintomas;
- Parar o exercício físico e consultar o médico, se ocorrer um novo episódio com febre ou piora de sintomas iniciais ou tosse persistente e problemas respiratórios induzidos pelo exercício;
- Observar a tolerância ao aumento da intensidade do exercício e tirar um dia de folga extra se a recuperação estiver incompleta;
- Usar roupas adequadas ao ar livre e proteção específica ao ar frio para as vias aéreas, quando exposto a temperaturas baixas na primeira semana após infecção respiratória.

7. Conclusão

Overtraining é definido por stress cumulativo relacionado com o treino e/ou esforço não relacionado com este, que resulta na diminuição a longo prazo na capacidade de desempenho do atleta. Este, pode ou não desenvolver sinais/sintomas fisiológicos e psicológicos relacionados com a inadaptação do organismo ao stress imposto. (1)

O reconhecimento precoce e inequívoco da síndrome de overtraining é praticamente impossível, pois o único forte indicador é a diminuição da performance durante a competição ou treino. O tempo necessário para restaurar o desempenho é aquilo que diferencia o overreaching do overtraining, não o tipo, grau de comprometimento ou duração do stress no treino. Um atleta que experiencia overreaching normalmente necessita de 2 semanas de descanso para recuperar, por outro lado, atletas que estejam em overtraining necessitam de mais tempo de recuperação. (13)

Além das exigências físicas do treino, existe um conjunto de fatores psicológicos importantes no desenvolvimento de overtraining, incluindo expectativas excessivas de si mesmo, do treinador ou dos membros da família; o stress competitivo; a personalidade; o ambiente social; o relacionamento com familiares e amigos; a monotonia do treino e os problemas pessoais. Embora nenhum marcador possa ser patognomónico, a monitorização regular de variáveis de desempenho, fisiológicas, bioquímicas, imunológicas e psicológicas, parece ser a melhor estratégia para identificar os atletas que desenvolvem más adaptações face às situações de stress físico e psíquico. (12) Neste sentido, é necessário realçar a importância dos questionários no seguimento diário do atleta. Assim, tanto o atleta como o treinador terão uma avaliação sumária de vários parâmetros que, após serem analisados, poderão detetar precocemente a condição de overtraining. De entre os marcadores existentes, este é de baixo custo e permite estar atento a conjunto de alterações que dão indicação do estado geral do atleta.

Como foi descrito nesta dissertação, quando um indivíduo é exposto a exercício físico extenuante vai obter um impacto negativo temporário no sistema imunitário. É preciso também recordar que o exercício regular e moderado diminui a incidência de infeções, como a coriza, enquanto o treino excessivamente intenso, em contraste, está associado ao aumento das infeções. O efeito positivo do exercício sobre outras doenças também foi reconhecido, e há evidência de que um estilo de vida que inclui atividade física diminui a morbi-mortalidade relacionadas com inúmeras patologias. (52)

Tendo em conta o difícil diagnóstico devido à inexistência de marcadores patognomónicos, parece haver consenso, na literatura, de que a prevenção tem um papel fundamental na diminuição da prevalência e do impacto negativo que o overtraining tem no sistema imunológico.

8. Referências Bibliográficas

1. Romain Meeusen, Martine Duclos, Carl Foster, Andrew Fry, Michael Gleeson, David Nieman, John Raglin, Gerard Rietjens, Jurgen Steinacker, Axel Urhausen, Prevention, Diagnosis, and Treatment of the Overtraining Syndrome: Joint Consensus Statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports. 2012.
2. Romain Meeusen, Philip Watson, Hiroshi Hasegawa, Bart Roelands, Maria F. Piacentini, Brain Neurotransmitters in Fatigue and Overtrainin, 32:857-864 (2007).
3. Laurel T Mackinnon, Overtraining effects on immunity and performance in athletes, Immunology and Cell Biology (2000) 78, 502-509.
4. Carol Leandro, Elizabeth do Nascimento, Raul Manhães-de-Castro, José Alberto Duarte, Célia M.M.B. de-Castro, Exercício físico e sistema imunológico: mecanismos e integrações, Revista Portuguesa de Ciências do Desporto, 2002, vol. 2, nº 5 [80-90].
5. Dr^a Arminda Guilherme, O desporto e a imunidade: as constipações do atleta, Ver Medicina Desp in forma, 1 (6), pp 10-12, 2010.
6. Physical Activity Guidelines Advisory Committee. Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report, 2008. Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services, 2008.
7. Global recommendations on physical activity for health. Geneva: World Health Organization;2010(<http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/9789241599979/en/>, Accessed 10 January 2018).
8. 10 key facts on physical activity in the WHO European Region. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe (<http://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/physical-activity/data-and-statistics/10-keyfacts-on-physical-activity-in-the-who-european-region>, Accessed 10 January 2018).
9. Estratégio Nacional para Promoção da ACTividade Física, da Saude e Bem Estar, ENFAP 2016-2025 (<https://www.dgs.pt/programa-nacional-para-a-promocao-da-atividade-fisica.aspx>, Accessed 10 January 2018).

10. Verde PhD, Scott Thomas PhD and Roy J. Shephard MD, PhD, DPE, Potential markers of heavy training in highly trained distance runners, *Br J Sp Med* 1992; 26(3).
11. Darren E.R. Warburton, Crystal Whitney Nicol, Shannon S.D. Bredin, Health benefits of physical activity: the evidence, *CMAJ*, March 14, 2006.
12. Mary Black Johnson, PhD, ATC Steven M. Thiese, MS, A Review of Overtraining Syndrome Recognizing the Signs and Symptoms, Volume 27, Number 4, 1992, *Journal of Athletic Training*.
13. Meeusen R, Duclos M, Gleeson M, Rietjens G, Steinacker J, Urhausen A. Prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome: ECSS Position Statement "Task Force." *Eur J Sport Sci.* 2006;6(1):1-14.
14. Dianna Purvis, MS, Stephen Gonsalves, MNP, Patricia A. Deuster, PhD, MPH, Physiological and Psychological Fatigue in Extreme Conditions: Overtraining and Elite Athletes, *PM R* 2010;2:442-450.
15. Nederhof E, Lemmink KS, Visscher C, Meeusen R, Mulder T. Psychomotor speed: Possibly a new marker for overtraining syndrome. *Sports Med* 2006;36:817-828.
16. Hooper SL, Mackinnon LT, Gordon RD, Bachmann AW. Hormonal responses of elite swimmers to overtraining. *Med.Sci. Sports Exerc.* 1993; 25: 741-7.
17. Raglin RS, Morgan WP. Development of a scale for use in monitoring training induced distress in athletes. *Int. J. Sports Med.* 1994; 15: 84-8.
18. Laurel T Mackinnon, Special Feature Overtraining effects on immunity and performance in athletes, *Immunology and Cell Biology* (2000) 78, 502-509.
19. Meeusen R, Duclos M, Foster C, et al. Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. *Med Sci Sports. Exerc.* 2013;45(1):186-205.
20. Vinicius Fernandes Cruzat, Éder Ricardo Petry, Julio Tirapegui Glutamine: Biochemical, Metabolic, Molecular Aspects and Supplementation, *Rev Bras Med Esporte - Vol. 15, 5 - Set/Out, 2009.*

21. Costa, L.O.P.; Samulski, D.M., Overtraining em Atletas de Alto Nível - Uma Revisão Literária.. 2005; 13(2): 123-134.
22. Jeffrey B. Kreher, MD and Jennifer B. Schwartz, MD, Overtraining Syndrome: A Practical Guide, March 2012.
23. Meeusen R, Duclos M, Gleeson M, et al. Prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome: ECSS Position Statement Task Force. Eur J Sport Sci. 2006; 6(1):1-14.
24. Giovani dos Santos Cunha, Jerri Luiz Ribeiro, and Alvaro Reischak de Oliveira, Overtraining: theories, diagnosis and markers, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Escola de Educação Física, July 2006.
25. Martin Schwellnus, Ben Clarsen, Martin Hägglund, Romain Meeusen, Richard Budgett, Torbjørn Soligard, H Paul Dijkstra, Juan-Manuel Alonso, Tim J Gabbett, Mark R Hutchinson, John W Orchard, Lars Engebretsen, How much is too much? (Part 2) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of illness, Schwellnus M, et al. Br J Sports Med 2016;50.
26. Michael Gleeson, Biochemical and immunological markers of overtraining, Journal of Sports Science and Medicine (2002) 1, 31-41.
27. Gleeson M. Biochemical and immunological markers of overtraining. Journal of Sports Science and Medicine. 2002;2:31-41.
28. Hartmann U, Mester J. Training and overtraining markers in selected sport events. Med Sci Sports Exerc. 2000;32(1):209-15.
29. Urhausen A, Gabriel HH, Kindermann W. Impaired pituitary hormonal response to exhaustive exercise in overtrained endurance athletes. Med Sci Sports Exerc.1998;30(3):407-14.
30. Urhausen A, Kindermann W. Diagnosis of overtraining: what tools do we have? Sports Med. 2002;32(2):95-102.
31. Bosquet L, Leger L, Legros P. Blood lactate response to overtraining in male endurance athletes. Eur J Appl Physiol. 2001;84(1-2):107-14.

32. Jeukendrup AE, Hesselink MK, Snyder AC, Kuipers H, Keizer HA. Physiological changes in male competitive cyclists after two weeks of intensified training. *Int J Sports Med.* 1992;13(7):534-41.
33. E. Randy Eichner (1995) Overtraining: Consequences and prevention, *Journal of Sports Sciences*, 13:S1, S41-S48.
34. Michael Gleeson, PhD, FBASES, FECSS, School of Sport, Exercise and Health Sciences, Loughborough University, United Kingdom, Effects of exercise on immune function, *Sports Science Exchange* (2015) Vol. 28, No. 151, 1-6.
35. 35. Gleeson, M., N.C. Bishop, and N.P. Walsh (eds.) (2013). *Exercise Immunology*. Abingdon: Routledge.
36. Nieman DC, Henson DA, Austin MD and Sha W (2011) Upper respiratory tract infection is reduced in physically fit and active adults. *British Journal of Sports Medicine* 45:987-992.
37. Asker Jeukendrup, Strategies to reduce illness risk in athletes , Available from: <http://www.mysportscience.com/singlepost/2016/09/26/Strategies-to-reduce-illness-risk-in-athletes-Part-1-Behavioural-lifestyle-and-medical-strategies>. Consultado em Janeiro 2018.
38. Anthony Carl Hackney, Clinical Management of Immuno-Suppression in Athletes Associated with Exercise Training: Sports Medicine Considerations, *Acta Medica Iranica*, 2013; 51(11): 751-756.
39. Martin Schwellnus, Ben Clarsen, Martin Häggglund, Romain Meeusen, Richard Budgett, Torbjørn Soligard, H Paul Dijkstra, Juan-Manuel Alonso, Tim J Gabbett, Mark R Hutchinson, John W Orchard, Lars Engebretsen, How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of illness, Schwellnus M, et al. *Br J Sports Med* 2016;50.
40. Shephard RJ, Shek PN. Exercise, immunity, and susceptibility to infection: a j-shaped relationship? *Phys Sportsmed* 1999;27:47-71.
41. Moreira A, Arsati F, Lima-Arsati YB. Monitoring stress tolerance and occurrences of upper respiratory illness in basketball players by means of psychometric tools and salivary biomarkers. *Stress Health* 2011;27:e166-72.

42. Matthews A, Pyne D, Saunders P, et al. A self-reported questionnaire for quantifying illness symptoms in elite athletes. *Open Access J Sports Med* 2010;1:15-22.
43. Malm C. Susceptibility to infections in elite athletes: the S-curve. *Scand J Med Sci Sports* 2006;16:4-6.
44. Veugelers KR, Young WB, Fahrner B, et al. Different methods of training load quantification and their relationship to injury and illness in elite Australian football. *J Sci Med Sport* 2016;19:24-8.
45. Mårtensson S, Nordebo K, Malm C. High training volumes are associated with a low number of self-reported sick days in elite endurance athletes. *J Sports Sci Med* 2014;13:929.
46. Neil P. Walsh, Michael Gleeson, David B. Pyne, David C. Nieman, Firdaus S.Dhabhar Kajeniene, Roy J. Shephard, Samuel J. Oliver, Stéphane Bermon, Alma Position Statement Part two: Maintaining immune health, *EIR* 17 2011 - position statement part 2.
47. Smith, LL. Tissue trauma: the underlying cause of the overtraining syndrome? *J Strength Cond Res* 2004;18(1):185-93.
48. Abbas AK, Lichtman AH. *Cellular and Molecular Immunology*. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders; 2005.
49. Robson PJ. Elucidating the unexplained underperformance syndrome in endurance athletes. *Sports Med* 2003;33(10):771-81.
50. Robson-Ansley PJ, Demilander L, Collins M, NoakeS TD. Acute interleukin-6 administration impairs athletic performance in healthy, trained male runners. *Can J Appl Physiol* 2004;29(4):411-8.
51. Robson-Ansley PJ, Blannin A, Gleeson M. Elevated plasma interleukin-6 levels in trained male tri-athletes following an acute period of intensive interval training. *Eur J Appl Physiol* 2007;99(4):353-60.
52. J. C. Rosa Neto, F. S. Lira, Ronaldo Vagner T. Santos, M. T. de Mello, Importance of exercise immunology in health promotion, *Amino Acids* (2011) 41:1165-1172.

53. Neil P. Walsh, Michael Gleeson, David B. Pyne, David C. Nieman, Firdaus S.Dhabhar Kajeniene, Roy J. Shephard, Samuel J. Oliver, Stéphane Bermon, Alma Position Statement Part one: Maintaining immune health, EIR 17 2011 - position statement part 1.
54. Nieman DC, Nehlsen-Cannarella SL. The immune response to exercise. *Semin Hematol* 1994;31:166-79.
55. Gabriel H, Urhausen A, Kinderman W. Circulating leucocyte and lymphocyte subpopulations before and after intensive endurance exercise to exhaustion. *Eur J Appl Physiol* 1991;63:449-57.
56. Khan MM, Samsoni P, Silverman ED. Beta-adrenergic receptors on human suppressor, helper, and cytolytic lymphocytes. *Biochem Pharmacol* 1986;35:1137-42.
57. Maisel AS, Harris T, Rearden CA. β -adrenergic receptors in lymphocyte subsets after exercise: alterations in normal individuals and patients with congestive heart failure. *Circulation* 1990;82:2003-10.
58. Mackinnon, LT. Immunity in athletes. *Int J Sports Med* 1997;18:S62-8.
59. Smith J, Telford RD, Mason IB, Weiderman MJ. Exercise, training, and neutrophil microbicidal activity. *Int J Sports Med* 1990;11:179-87.
60. Dufaux B, Order U. Plasma elastase, alpha-1-antitrypsin, neopterin, tumor necrosis factor, and soluble interleukin-2 receptor after prolonged exercise. *Int J Sports Med* 1989;10:434-8.
61. Newsholme P, Costa Rosa LFBP, Curi R. The importance of macrophage fuel metabolism to its function. *Cell Biochem Funct* 1996;14:1-10.
62. Ceddia MA, Woods JA. Exhaustive exercise decreases macrophage antigen presentation to T-lymphocytes. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:S519.
63. Mackinnon LT, Chick TW, van As A. Effects of prolonged intense exercise on natural killer cell number and function. *Exercise Physiology Current Selected Research* 1988:77-89.

64. Nieman DC, Miller AR, Henson DA. The effect of high versus moderate intensity exercise on natural killer cell cytotoxic activity. *Med Sci Sports Med* 1993b;25:1126-34.
65. Nehlsen-Cannarella SL, Nieman DC, Jessen J. The effects of acute moderate exercise on lymphocyte function and serum immunoglobulins. *Int J Sports Med* 1991;12:391-8.
66. Costa Rosa LFBP. Effect of adrenaline upon lymphocyte metabolism and function. A mechanism involving cAMP and hydrogen peroxide. *Cell Biochem Funct* 1997;15:103-12.
67. Van Tits LJ, Michel MC, Grosse-Wilde H. Catecholamines increase lymphocyte beta-2-adrenergic receptors via a beta-2-adrenergic, spleen-dependent process. *Am J Physiol* 1990;258:191-202
68. Brunsgaard H, Hartkopp A, Mohr T, Konradsen H, Heron I, Mordhorst CH, et al. In vivo cell-mediated immunity and vaccination response following prolonged, intense exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1997;29:117681.
69. Smith DJ, Roberts D. Effects of high volume and/or intense exercise on selected blood chemistry parameters. *Clin Biochem* 1994;27:435-40.
70. Pearce PZ. A practical approach to the overtraining syndrome. *Curr Sports Med Rep*. 2002;1:179-183.
71. Nicolette Bishop (2005) Exercise immunology: Some observations on this expanding field, *Journal of Sports Sciences*, 23:7, 659-660.