

Impacto de doses suprafsiológicas de esteroides anabolizantes nos níveis de glicose e insulina em atletas de *bodybuilding* do sexo masculino: Revisão Sistemática.

Ferreira, Bárbara¹, Leite, Beatriz¹, Calixto, Carolina¹, Bellém, Fernando¹, Tavares, Ana S.R.^{1,2}

¹Escola Superior de Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa, Lisboa, Portugal;

²H&TRC- Health & Technology Research Center, Escola Superior de Saúde, Instituto Politécnico de Lisboa, Portugal.

DOI: 10.57910/ipvc-ese-978-989-8756-66-4-art1

Resumo

Os esteroides anabolizantes androgénicos são compostos sintéticos com estrutura química semelhante à testosterona. São frequentemente usados por atletas recreativos para aumentar a massa muscular, força, e diminuir a massa gorda. No entanto, os esteroides anabolizantes androgénicos também podem ter efeitos adversos na saúde, incluindo alterações nos níveis de glicose e insulina. A presente revisão sistemática tem como objetivo a análise de estudos que avaliem o impacto da toma de esteroides anabolizantes androgénicos, em doses suprafsiológicas, nos níveis de glicose e insulina em *bodybuilders* do sexo masculino. Foram seguidas as diretrizes PRISMA, tendo sido incluídos 4 artigos com recurso às bases de dados eletrónicas PubMed, Scopus e B-on, sendo que a pesquisa foi realizada entre dia 3 de abril e 1 de maio de 2024. Os estudos analisados apresentam resultados dos doseamentos de insulina e glicose num grupo experimental e num grupo controlo, permitindo-nos concluir que os esteroides anabolizantes androgénicos podem ter influência nestes parâmetros. Em particular, verificou-se que os esteroides anabolizantes androgénicos podem diminuir a sensibilidade à insulina, o que pode aumentar o risco de desenvolver diabetes tipo 2.

Palavras-chave: Esteroides anabolizantes, glicose, insulina, homens, *bodybuilding*.

Abstract

Androgenic anabolic steroids are synthetic compounds with a chemical structure similar to testosterone. They are often used by recreational athletes to increase muscle mass, strength, and decrease fat mass. However, androgenic anabolic steroids can also have adverse health effects, including changes in glucose and insulin levels. The present systematic review aims to analyze studies that evaluate the impact of taking anabolic androgenic steroids, in supraphysiological doses, on glucose and insulin levels in male bodybuilders. The PRISMA guidelines were followed, with 4 articles being included using the electronic databases PubMed, Scopus and B-on, and the search was carried out between April 3rd and May 1st, 2024. The studies analyzed present results from the insulin and glucose measurements in an experimental group and a control group, allowing us to conclude that androgenic anabolic steroids may have an influence on these parameters. In particular, it has been found that androgenic anabolic steroids can decrease insulin sensitivity, which can increase the risk of developing type 2 diabetes.

Keywords: Anabolic steroids, glucose, insulin, men, bodybuilding.

Introdução

Desde a descoberta da testosterona (TE) em 1935, diversos esteroides anabolizantes androgênicos (EAA) têm sido desenvolvidos para aumentar a sua eficácia e duração no organismo (Mottram & George, 2000). Esses compostos, naturais ou sintéticos, promovem efeitos anabólicos, como aumento da massa muscular, e androgênicos, relacionados às características sexuais secundárias (Leeds Grenville & Lanark District Health unit, 2018; Mottram & George, 2000; Tavares et al., 2024; Wenbo & Yan, 2023).

A TE, sintetizada a partir do colesterol, é a principal hormona masculina, com papel essencial no metabolismo, sistema ósseo, função sexual e comportamento (Filho, 2021). Baixos níveis estão associados a osteoporose, anemia e disfunção sexual (Bain & Bain Mount Sinai Hospital, 2007). A sua metabolização e excreção variam conforme a forma de administração (Filho, 2021).

Os EAA, inicialmente indicados para fins médicos como tratamento da osteoporose, são amplamente utilizados de forma indevida por praticantes de musculação devido aos seus efeitos ergogênicos, apesar dos riscos graves e irreversíveis, sobretudo cardiovasculares e reprodutivos (Mullen et al., 2020; Mottram & George, 2000).

A testosterona, isoladamente, tem baixa eficácia oral e rápida degradação quando injetada, levando ao desenvolvimento de derivados mais potentes (Wenbo & Yan, 2023). Os EAA são geralmente utilizados em ciclos de 6 a 12 semanas, com doses até 100 vezes superiores às terapêuticas. A falta de intervalo entre ciclos aumenta o risco de efeitos adversos (Leeds Grenville & Lanark District Health unit, 2018; Mottram & George, 2000; NIDA, 2018). Podem ainda ser combinados com outras substâncias como hormona do crescimento para ampliar efeitos ou mascarar a detecção nos testes de urina (Zelleroth, 2022).

A dose terapêutica de TE é definida como a quantidade necessária para tratar condições como o hipogonadismo masculino, tendo como objetivo restaurar os níveis fisiológicos hormonais (CMDh, s.d.). Já as doses suprafisiológicas, usadas abusivamente, podem levar a hipogonadismo induzido, atrofia testicular e alterações no perfil lipídico (Di Girolamo et al., 2024; NIDA, 2018; Wenbo & Yan, 2023).

Na corrente sanguínea, a TE circula majoritariamente ligada a proteínas, sendo apenas a fração livre metabolicamente ativa. A globulina transportadora de hormonas

sexuais (do inglês, *sex hormone-binding globulin* – SHBG) é a principal proteína transportadora, sendo regulada por fatores hormonais e alimentares (Filho, 2021).

A insulina regula a glicemia, assim como outros processos metabólicos a nível celular. Deste modo, a resistência à insulina ocorre quando as células não respondem adequadamente a essa hormona, levando à hiperglicemia (Azevedo, 1993). Altos níveis de TE podem inibir a degradação proteica muscular ao antagonizar os recetores de glicocorticoides, favorecendo a hipertrofia (Arazi et al., 2017).

Durante o exercício físico, a TE pode intensificar a glicólise anaeróbica e, ao mesmo tempo, aumentar a resistência à insulina, elevando os níveis de glicose disponíveis para o treino (Filho, 2021). A ação negativa dos androgénios sobre o tecido adiposo pode interferir nas adipocitocinas, como adiponectina e leptina, comprometendo a regulação da glicose e contribuindo para inflamação e resistência à insulina (Rasmussen et al., 2017; Kelly & Jones, 2013; Sipilä et al., 2013). Além disso, a lipólise induzida pela TE eleva os ácidos gordos livres, o que compromete a captação de glicose e favorece a resistência insulínica hepática e periférica (Kelly & Jones, 2013; Rasmussen et al., 2017). A sinalização da insulina também pode ser afetada negativamente, reduzindo a expressão de transportadores como o GLUT4 e IRS1 (Kelly & Jones, 2013).

Num estudo com 453 atletas portugueses, 44% relataram uso de EAA, sendo o uso significativamente mais comum entre bodybuilders (Tavares et al., 2020). A falta de fiscalização e o fácil acesso contribuem para o uso crescente dessas substâncias com fins estéticos e de desempenho, representando um desafio de saúde pública (Sagoe et al., 2014).

Diante desse cenário, a presente revisão sistemática tem como objetivo avaliar a influência de doses suprafsiológicas de EAA nos níveis de glicose e insulina em bodybuilders do sexo masculino, seguindo as diretrizes PRISMA (Page et al., 2021) e os critérios de avaliação metodológica do *Joana Briggs Institute* (JBI) (JBI, s.d.).

Materiais e métodos

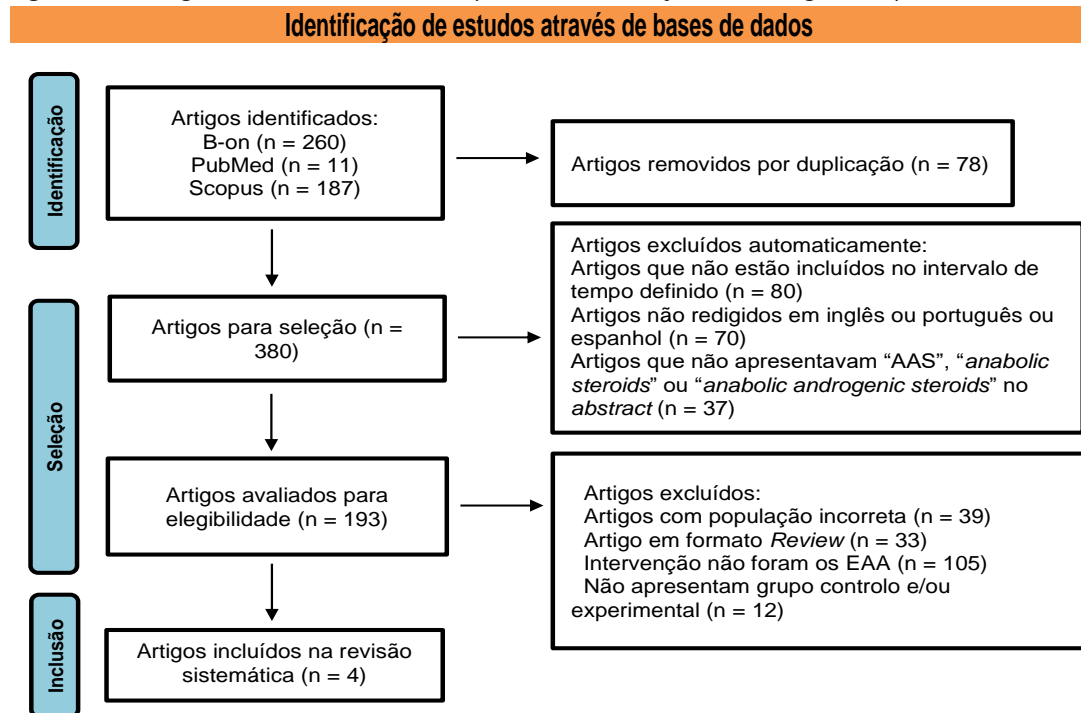
Para organizar a pesquisa e delimitar os conceitos-chave, foi utilizado o acrónimo PICO: População (bodybuilders do sexo masculino), Intervenção (uso de doses suprafsiológicas de EAA), Comparação (atletas que nunca utilizaram EAA) e Resultado (efeitos nos níveis de glicose e insulina). A pergunta orientadora da revisão foi: *Qual a relação entre o uso de EAA em doses suprafsiológicas e os níveis de glicose e insulina em atletas de bodybuilding do sexo masculino, comparativamente a um grupo controlo?*

Seguindo as diretrizes PRISMA 2020 (Page et al., 2021), a pesquisa foi realizada entre 3 de abril e 1 de maio de 2024, nas bases de dados Scopus, PubMed e B-on, com uso dos operadores booleanos "AND" e "OR". A chave de pesquisa utilizada foi: (Anabolic steroids OR Anabolic androgenic steroids OR AAS) AND (glucose OR glicose) AND (insulin) AND (athlete OR bodybuilding OR bodybuilder OR muscle-building OR weightlifting OR strength training OR weightlifter) AND (men OR man OR male).

Critérios de elegibilidade

Foram incluídos artigos originais (1987–2024), em inglês, português ou espanhol, com acesso gratuito, que abordassem o uso de doses supra-fisiológicas de EAA e seus efeitos na glicose e insulina em homens “bodybuilders”. Também foram considerados capítulos de livros e dissertações revistas por pares. Foram excluídos estudos com (i) Atletas federados/elite; (ii) Mulheres; (iii) Indivíduos com diabetes ou outras condições impeditivas; (iv) Ausência de dados laboratoriais de glicose/insulina; (v) Falta de grupo controle; (vi) Estudos que não mencionassem EAA no resumo; (vii) Formatos de *eBook* e revisões. Para evitar duplicações, foi utilizado o Mendeley como gestor de referências. A seleção final é apresentada no fluxograma PRISMA (Figura 1).

Figura 1. Fluxograma PRISMA sobre ao processo de seleção dos artigos da presente revisão



Extração de dados e avaliação metodológica da qualidade

As informações (ano, país, amostra, idade, EAA utilizado, parâmetros avaliados) foram extraídas em Excel por dois revisores independentes. A qualidade metodológica foi avaliada com a *Critical Appraisal Checklist for Cohort Studies*, do JBI (JBI Critical Appraisal Tools, s.d.), composta por 11 questões sobre validade, enviesamento e análise estatística, com respostas categorizadas como "Sim", "Não", "Não está claro" ou "Não aplicável" (Tabela 1).

Tabela 1. Avaliação da Qualidade dos artigos identificados, de acordo com a *Critical Appraisal Checklist for Cohort Studies* da JBI.

CQ \ Autor, Ano	Cohen <i>et al</i> (1987)	Lane <i>et al</i> (2006)	Rasmussen <i>et al</i> (2017)	Girolamo <i>et al</i> (2024)
Os grupos são semelhantes e foram recrutados a partir da mesma população?	Verde	Verde	Verde	Verde
As exposições foram avaliadas de forma semelhante para atribuir as pessoas ao grupo exposto e não exposto?	Verde	Verde	Verde	Verde
A exposição foi medida de forma válida e confiável?	Vermelho	Verde	Verde	Verde
Foram identificados fatores de confusão?	Verde	Verde	Verde	Verde
Foram estabelecidas estratégias para lidar com os fatores de confusão?	Verde	Amarelo	Vermelho	Vermelho
Os grupos/participantes estavam livres do resultado do estudo no início do estudo (ou no momento da exposição)?	Verde	Verde	Verde	Verde
Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?	Verde	Verde	Verde	Verde
O tempo de <i>follow-up</i> foi reportado e longo o suficiente para os resultados ocorrerem?	Verde	Amarelo	Verde	Amarelo
O <i>follow up</i> foi completo? Caso não tenha sido, as razões foram descritas e exploradas?	Verde	Verde	Verde	Verde
Foram realizadas estratégias para resolver o <i>follow up</i> incompleto?	Laranja	Laranja	Laranja	Laranja
Foi utilizada uma análise estatística apropriada?	Verde	Vermelho	Verde	Verde

Resultados e discussão

A presente revisão sistemática avaliou 4 estudos de coorte (1987–2024), realizados na África do Sul, Dinamarca, Reino Unido e Itália, com um total de 208 participantes. Destes, 32,7% eram utilizadores atuais de EAA, 47,6% nunca usaram e 19,7% haviam

deixado de consumir EAA até três meses antes dos estudos. Os participantes tinham entre 19 e 39 anos, e o início do uso de EAA ocorreu principalmente na adolescência ou início da idade adulta (Sipilä et al., 2013).

Na Tabela 2 estão descritas as principais características dos estudos, tais como tamanho da amostra, idade dos indivíduos, esteroide administrado, via de administração e os principais efeitos verificados nos níveis de glicose e insulina. Na Tabela 3 estão representados os principais achados.

Segundo Cohen et al. (1987), atletas que usam EAA apresentam maior glicemia pós-glicose e níveis elevados de insulina, indicando resistência à insulina. Esse efeito é corroborado por Yesalis (2000) e McCullough et al. (2020), que também destacam o aumento da gordura visceral, comum em utilizadores de EAA, mesmo com baixa percentagem de gordura subcutânea, simulando características do síndrome metabólico (Fahed et al., 2022; Dunlop et al., 2007).

Outros estudos, como os de Stephen B. et al. (2015) e Mazzeo et al. (2013), também apontam para a redução da tolerância à glicose e aumento da resistência à insulina em função dos EAA. Kelly & Jones (2013) indicam que o stress oxidativo, induzido por TE, afeta negativamente a sinalização da insulina, contribuindo para um estado inflamatório crónico (via TNF- α e IL-6) que agrava a hiperglicemia.

Por outro lado, Lane et al. (2006) não encontraram diferenças significativas nos níveis de glicose e insulina entre os grupos, possivelmente devido à variabilidade na composição, via de administração e uso simultâneo de outras substâncias como insulina ou hormona do crescimento, nem sempre declaradas pelos participantes.

O estudo de Rasmussen et al. (2017) encontrou menor sensibilidade à insulina em utilizadores e ex-utilizadores de EAA, associando esse achado à inflamação de baixo grau e ao aumento da gordura visceral. Também se observou uma queda significativa nos níveis de adiponectina e leptina, que regulam a glicose e a massa gorda.

Girolamo et al. (2024) também relataram sensibilidade à insulina normal, mas mais baixa em utilizadores de EAA, associada a alterações nos níveis de proteína C reativa e leptina. Segundo os autores, o exercício físico regular pode mitigar a resistência à insulina, assim como diferenças nas fibras musculares podem influenciar os resultados.

Como limitações da presente revisão sistemática, salienta-se o facto da análise se ter baseado em apenas 4 estudos, o que limita a generalização dos achados. Também se reconhece o potencial de viés em alguns estudos, a ausência de controle total de variáveis

de confusão (como dieta e genética), e a impossibilidade de estabelecer relações causais em estudos observacionais.

Relativamente a estudos futuros, estes devem explorar (i) o impacto de diferentes dosagens de EAA; (ii) a diversidade de participantes (sexo, idade, etnia); (iii) mecanismos biológicos subjacentes ao efeito dos EAA sobre glicose e insulina; (iv) subgrupos de maior risco (como pré-diabéticos); e (v) o uso de marcadores como HOMA-IR e *Matsuda Index* para avaliar resistência à insulina de forma precisa.

Conclusões

A análise dos estudos incluídos na presente revisão sistemática revelou que o uso prolongado de EAA em bodybuilders do sexo masculino está associado ao aumento da glicose e à redução da sensibilidade à insulina, indicando um possível risco de resistência à insulina e diabetes tipo 2. Contudo, a variação nas dosagens e tipos de EAA limita a generalização dos resultados. Destaca-se a importância de conscientização sobre os riscos metabólicos e da monitorização médica regular.

Tabela 2. Tabela resumo dos artigos que integram a presente revisão sistemática.

Autores	Ano	País	N	Idade, média (SD)	EAA administrado	Via de administração	Efeitos obtidos nos níveis de glicose e insulina
Cohen <i>et al</i> (Cohenf & Hickman, 1987)	1987	África do Sul	ACE (n=8); ANCE (n=7)	ACE (27 ± 2); ANCE (24 ± 2)	- Dianabol -Depo-Testosterona - Primobolan - Anapolon	Oral e intramuscular	ACE apresentam tolerância diminuída à glicose quando comparados com os ANCE
Lane <i>et al</i> (Lane et al., 2006)	2006	Reino Unido	ACE (n=10); ACEP (n=8); ANCE (n=10)	ACE (26 ± 7,2) ACEP (32 ± 7,1) ANCE (24 ± 7,1)	- Testosterona - Nandrolona - Estanozolol	Parentérica	Os níveis de glicose e insulina foram semelhantes nos três grupos
Rasmussen <i>et al</i> (Rasmussen et al., 2017)	2017	Dinamarca	ACE (n=37); ACEP (n=33); ANCE (n=30)	ACE (31,4) ACEP (34,8) ANCE (31,5)	- Testosterona - Androstendiona - Sulfato de Desidroepiandrosterona (DHEAS) -17OH-progesterona	----	Tanto os ACE como os ACEP apresentaram menor sensibilidade à insulina comparativamente aos ANCE.
Girolamo, <i>et al</i> (Di Girolamo et al., 2024)	2024	Itália	ACE (n=13); ANCE (n=52)	ACE (28 ± 1) ANCE (32 ± 1)	----	----	Tanto os ACE como os ANCE apresentaram valores de sensibilidade à insulina normais. No entanto, apesar de normal, este valor é mais baixo nos ACE.

Legenda:

ACE – Atletas que consomem EAA

ANCE – Atletas que nunca consumiram EAA

ACEP – Atletas que consumiram EAA no passado

Tabela 3. Resultados dos estudos selecionados.

Autores	Parâmetros	Resultados ACE	Resultados ANCE	Resultados ACEP	Valor p
Cohen <i>et al</i> (Cohenf & Hickman, 1987)	Glicose em Jejum (mmol/L)	4,8±0,3	5,0±0,3	ND	----
	Glicémia 120 min (mmol/L)	14±5	7±3		<i>p</i> <0.05
	Insulina em Jejum (mU/L)	14±10	4±1		<i>p</i> <0.05
	Insulina 120min (mU/L)	683±281	176±86		<i>p</i> <0.005
	Pico de insulina (mU/L)	144±46	42±15		<i>p</i> <0.005
Lane <i>et al</i> (Lane et al., 2006)	Glicose em Jejum (mmol/L)				
	Insulina (mU/L)	4,3±0,4	4,5±0,3	4,6±0,3	ND
		4,2±0,7	3,2±0,5	3,8±1,0	
Rasmussen <i>et al</i> (Rasmussen et al., 2017)	Glicose 120min (mmol/L)*				0,029
	Insulina 120min (nmol/L)	830	743	800	<i>p</i> < 0,001
	Adiponectina (mg/L)	35,1	29,5	41,8	0,009
	Leptina (µg/L)	6,4	8,6	7,7	<i>p</i> < 0,001
	PCR-as (mg/L)	1,2	4,4	6,1	<i>p</i> < 0,001
		1,2	0,4	0,6	<i>p</i> < 0,001
Girolamo <i>et al</i> (Di Girolamo et al., 2024)	Glicose em Jejum (mg/dL)	89±2	93±1	ND	0,15
	Insulina em Jejum (µU/mol)	7,1±1,0	6,3±0,4		0,22
	Leptina (ng/mL)	0,63±0,18	0,86±0,12		<i>p</i> < 0,001
	PCR-as (mg/dL)	0,14±0,05	0,07±0,02		0,01

Legenda:

ACE – Atletas que consomem EAA

ANCE – Atletas que nunca consumiram EAA

ACEP – Atletas que consumiram EAA no passado

PCR-as – Proteína C Reativa de alta sensibilidade

*Valor obtido a partir da área da curva

Referências Bibliográficas

- Arazi, H., Mohammadjafari, H., & Asadi, A. (2017). Use of anabolic androgenic steroids produces greater oxidative stress responses to resistance exercise in strength-trained men. *Toxicology Reports*, 4, 282-286. <https://doi.org/10.1016/J.TOXREP.2017.05.005>
- Azevedo, M. da S. (1993). Resistência à Acção da Insulina. *Acta Médica Portuguesa*, 6, 275–285.
- Bain, J., & Bain Mount Sinai Hospital, J. (2007). The many faces of testosterone. *Clinical Interventions in Aging*, 2(4), 567-576. Doi: 10.2147/cia.s1417
- Bird, S. R., Goebel, C., Burke, L. M., & Greaves, R. F. (2016). Doping in sport and exercise: anabolic, ergogenic, health and clinical issues. *Annals of Clinical Biochemistry*, 53(2), 196–221. Doi:10.1177/0004563215609952
- CMDh. (sem data). *Anexo I Lista das denominações, formas farmacêuticas, dosagens dos medicamentos, vias de administração, e titulares das Autorizações de Introdução no Mercado nos Estados-Membros*.
- Cohenf, J. C., & Hickman, R. (1987). Insulin Resistance and Diminished Glucose Tolerance in Powerlifters Ingesting Anabolic Steroids. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 64(5), 960-963. Doi: 10.1210/jcem-64-5-960
- Di Girolamo, F. G., Biasinutto, C., Mangogna, A., Fiotti, N., Vinci, P., Pisot, R., Mearelli, F., Simunic, B., Roni, C., & Biolo, G. (2024). Metabolic Consequences of Anabolic Steroids, Insulin, and Growth Hormone Abuse in Recreational Bodybuilders: Implications for the World Anti-Doping Agency Passport. *Sports Medicine - Open*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-024-00697-6>
- Dunlop, J. B., Cristina, K., McLellan, P., Barbalho, S. M., Cattalini, M., & Lerario, A. C. (2007). Type 2 diabetes mellitus, metabolic syndrome and change in lifestyle. *Rev. Nutr., Campinas*, 20(5).
- Fahed, G., Aoun, L., Zerdan, M. B., Allam, S., Zerdan, M. B., Bouferraa, Y., & Assi, H. I. (2022). Metabolic Syndrome: Updates on Pathophysiology and Management in 2021. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(2):786. Doi:10.3390/ijms23020786
- Filho, A. (2021). *Efeito da Administração de Esteroides Anabólico-Androgénios sobre Vias Metabólicas e Alterações Morfológicas no Tecido Esquelético Exercitado*. Universidade Federal de São Carlos.
- Group, N. D. D. (1979). Classification and Diagnosis of Diabetes Mellitus and Other Categories of Glucose Intolerance. *Diabetes*, 28(12), 1039–1057. <https://doi.org/10.2337/DIAB.28.12.1039>
- JBI Critical Appraisal Tools | JBI*. (sem data). Obtido 19 de Junho de 2024, de <https://jbi.global/critical-appraisal-tools>
- Kelly, D. M., & Jones, T. H. (2013). Testosterone: A metabolic hormone in health and disease. *Journal of Endocrinology*, 217(3). <https://doi.org/10.1530/JOE-12-0455>
- Lane, H. A., Grace, F., Smith, J. C., Morris, K., Cockcroft, J., Scanlon, M. F., & Davies, J. S. (2006). Impaired vasoreactivity in bodybuilders using androgenic anabolic steroids. *European Journal of Clinical Investigation*, 36(7):483-8. doi: 10.1111/j.1365-2362.2006.01667.x.
- Leeds Grenville & Lanark District Health unit. (2018). *Anabolic Steroids*. https://healthunit.org/wp-content/uploads/Steroid_Booklet.pdf
- Mazzeo, F., & Ascione, A. (2013). Anabolic androgenic steroids and doping in sport. *Medicina sportiva*, IX(1),2009-2020.

- https://www.medicinasportiva.ro/SRoMS/RMS/33/Anabolic_androgenic_steroids_doping_sport.pdf
- McCullough, D., Webb, R., Enright, K. J., Lane, K. E., McVeigh, J., Stewart, C. E., & Davies, I. G. (2020). How the love of muscle can break a heart: Impact of anabolic androgenic steroids on skeletal muscle hypertrophy, metabolic and cardiovascular health. *Reviews in Endocrine & Metabolic Disorders*, 22(2), 389–405. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=edb&AN=150089543&lang=pt-pt&site=eds-live&scope=site>
- Mottram, D. R., & George, A. J. (2000). Anabolic steroids. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*, 14(1), 55–69. Doi:10.1053/BEEM.2000.0053
- Mullen, C., Whalley, B. J., Schifano, F., & Baker, J. S. (2020). Anabolic androgenic steroid abuse in the United Kingdom: An update. *British journal of pharmacology*, 177(10), 2180–2198. Doi:10.1111/BPH.14995
- National Institute on Drug Abuse (NIDA). (2018). *Steroids and Other Appearance and Performance Enhancing Drugs (APEDs)*. <https://www.drugabuse.gov>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *The BMJ*, 372. Doi:10.1136/BMJ.N71
- Rasmussen, J. J., Schou, M., Selmer, C., Johansen, M. L., Gustafsson, F., Frystyk, J., Dela, F., Faber, J., & Kistorp, C. (2017). Insulin sensitivity in relation to fat distribution and plasma adipocytokines among abusers of anabolic androgenic steroids. *Clinical Endocrinology*, 87(3), 249–256. Doi:10.1111/cen.13372
- Sagoe, D., Andreassen, C. S., & Pallesen, S. (2014). The aetiology and trajectory of anabolic-androgenic steroid use initiation: a systematic review and synthesis of qualitative research. *Substance Abuse Treatment, Prevention, and Policy*, 9(1), 27. Doi:10.1186/1747-597X-9-27
- Sipilä, S., Narici, M., Kjaer, M., Pöllänen, E., Atkinson, R. A., Hansen, M., & Kovanen, V. (2013). Sex hormones and skeletal muscle weakness. *Biogerontology*, 14(3), 231–245. Doi:10.1007/s10522-013-9425-8
- Supraphysiological Definition & Meaning | Merriam-Webster Medical*. (sem data). Obtido 13 de Junho de 2024, de <https://www.merriam-webster.com/medical/supraphysiological>
- Tavares, A. S. R., Serpa, S., Horta, L., Carolino, E., & Rosado, A. (2020). Prevalence of Performance-Enhancing Substance Use and Associated Factors among Portuguese Gym/Fitness Users. *Substance Use and Misuse*, 55(7), 1059–1067. Doi:10.1080/10826084.2020.1726392
- Tavares, A. S. R., Vital, M., Cunha, M., Maia Matos, M., & Tonin, F. S. (2024). Impact of anabolic steroid consumption on biochemical and hematological parameters in bodybuilders: A systematic review and evidence gap mapping. *Performance Enhancement and Health*. Doi:10.1016/j.peh.2024.100280
- Wenbo, Z., & Yan, Z. (2023). The Uses of Anabolic Androgenic Steroids Among Athletes; Its Positive and Negative Aspects- A Literature Review. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, 16, 4293. doi:10.2147/JMDH.S439384
- Yesalis, C. (2000). *History of anabolic steroid use in sport and exercise*.
- Zelleroth, S. 2022. Anabolic Androgenic Steroids. Neurobiological Effects of Nandrolone, Testosterone, Trenbolone, and Stanozolol. Digital Comprehensive

Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Pharmacy 315. 87 pp.
Uppsala: Acta Universitatis Upsaliensis. ISBN 978-91-513-1560-7
<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-480857>