

6

Effets sur la santé – Systèmes hépatique, pancréatique, cutanéomuqueux, musculo-squelettique, rénal et infections

Le dopage peut avoir de multiples effets néfastes sur la santé (Birzniece, 2015 ; Bird et coll., 2016 ; Navidinia et Ebadi, 2017) touchant de nombreux organes et systèmes corporels avec des niveaux de gravité très variables selon les substances et méthodes utilisées, mais aussi selon les protocoles et les posologies. Cependant, ces effets sont volontiers régulièrement remis en cause (Morrison, 2023). En effet, pour certains effets du dopage sur la santé, les données probantes ne proviennent pas d'études de haut niveau de preuve, mais sont plutôt très largement extrapolées de résultats d'études expérimentales ou de cas cliniques impliquant des substances figurant sur la Liste des interdictions de l'Agence mondiale antidopage (AMA), dans un contexte thérapeutique et/ou non sportif (Pope, Jr. et coll., 2014 ; Nieschlag et Vorona, 2015). Les éléments de la littérature sont ainsi à considérer avec prudence afin d'éviter de tirer des conclusions hâtives quant à des liens de causalité sans niveau de preuve suffisant dans un contexte de dopage sportif.

Ce chapitre fait état des connaissances actuelles sur les effets sur la santé du dopage en s'appuyant sur une analyse critique de plus d'une centaine de revues, d'études de cas ou séries de cas rétrospectives, et d'études épidémiologiques. L'analyse est centrée sur plusieurs tissus dont le foie et le pancréas, la peau et les muqueuses, les muscles et le squelette, et le rein. Le système respiratoire n'est volontairement pas abordé devant l'absence de littérature faisant mention d'une atteinte de ce système dans un contexte de dopage sportif. L'analyse traite également des infections liées au dopage. Ne sont pas abordés ici les mécanismes biologiques sous-jacents qui sont, pour de nombreuses substances dopantes, assez bien établis dans la littérature scientifique.

Atteintes hépatiques

Le foie est un organe particulièrement touché en cas de consommation de stéroïdes anabolisants, avec une hépatotoxicité avérée même si cette dernière reste toutefois relativement rare (Neri et coll., 2011 ; Bond et coll., 2016 ; Sekuła et coll., 2020 ; Petrovic et coll., 2022). En effet, l'administration supra-physiologique ou bien inappropriée de stéroïdes anabolisants peut conduire à des pathologies telles que la cytolyse hépatique, la cholestase, ou la péliose hépatique (Neri et coll., 2011 ; Solimini et coll., 2017 ; Takyar et Stolz, 2019), qui sont détaillées ci-dessous.

Les premières descriptions des effets hépatiques de l'utilisation de stéroïdes anabolisants dans le monde sportif remontent aux années 1950 (Solimini et coll., 2017). Même s'il reste encore difficile de clairement préciser les mécanismes physiopathologiques sous-jacents en raison d'études encore trop peu nombreuses ou de méthodologie imparfaite (Neri et coll., 2011 ; Lindqvist et coll., 2013 ; Imperlini et coll., 2015 ; Robles-Diaz et coll., 2015), un lien de causalité semble néanmoins exister et se dégager. En effet, dans un contexte de dopage sportif aux stéroïdes anabolisants, il est souvent difficile de connaître précisément les posologies utilisées, les durées ou les voies d'administration, ainsi que la composition exacte des substances déclarées comme étant des stéroïdes anabolisants (Solimini et coll., 2017 ; Ding et coll., 2021). Par ailleurs, il existe également de nombreux facteurs confondants dans le contexte sportif, comme par exemple la rhabdomyolyse liée à un effort physique important, pouvant à elle seule (c'est-à-dire en dehors de tout dopage aux stéroïdes anabolisants) être à l'origine d'une perturbation de la fonction hépatique (Pope, Jr. et coll., 2014 ; Hassan et Fontana, 2018). Enfin, le dopage aux stéroïdes anabolisants chez le sportif est rarement isolé (la polyconsommation de substances dopantes par les athlètes est une pratique courante) rendant délicates les interprétations quant aux effets propres des différentes substances dopantes utilisées. Sous réserve de ces différentes considérations, diverses atteintes hépatiques ont pu être suggérées en lien avec un dopage sportif. Dans la plus grande majorité des cas, les stéroïdes anabolisants sont les « piliers » du dopage (c'est-à-dire les substances majoritairement consommées, mais de façon non exclusive) et les sports de force (force athlétique, *bodybuilding*, haltérophilie) les plus incriminés. Si les stéroïdes anabolisants sont les substances les plus fréquemment rapportées dans les atteintes hépatiques dans un contexte de dopage sportif, d'autres substances (comme les stimulants) sont également occasionnellement incriminées.

Cytolyse hépatique

Concernant le foie, la cytolysse est peut-être l'atteinte hépatique la plus fréquemment rapportée dans un contexte de dopage sportif. Rarement consé- quente, la cytolysse se présente par une augmentation de l'activité plasmatique de certaines enzymes hépatiques (Niedfeldt, 2018) et elle est considérée comme le signe d'appel d'une souffrance hépatique pouvant ouvrir sur des pathologies plus graves. Les quelques études disponibles retrouvent réguliè- rement une élévation plus ou moins importante des transaminases alanine aminotransférase (ALAT) et aspartate aminotransférase (ASAT) suggérant une hépatotoxicité. Dans une étude irakienne portant sur 24 utilisateurs de salles de sport (Abdulhadi et coll., 2018), les auteurs ont retrouvé une cytolysse hépatique avec augmentation d'ALAT et d'ASAT chez les sportifs ayant eu une consommation d'au moins 6 mois de plusieurs stéroïdes anabo- lisants (sans que l'on puisse connaître les posologies, et également associée à la consommation d'autres substances dopantes que les seuls stéroïdes) com- parativement à un groupe contrôle. Dans une autre étude portant toujours sur des *bodybuilders* masculins, en Iran, les auteurs ont retrouvé des valeurs de transaminases plus élevées dans le groupe (n=20) consommateur régulier de stéroïdes anabolisants que dans celui déclarant ne pas y avoir recours (n=20). Ces valeurs plus élevées de transaminases dans le groupe consommateur de stéroïdes n'étaient toutefois pas au-delà de la limite supérieure de la normale des valeurs usuelles de laboratoire, ne pouvant ainsi pas être le reflet d'une réelle hépatotoxicité (Arazi, 2018). D'autres études tentent de mettre en évidence l'atteinte hépatique en fonction de la durée de la prise de substances dopantes comme chez ces *bodybuilders* d'Arabie Saoudite chez qui la cytolysse n'est observée qu'après 9 mois d'une polyconsommation bi-hebdomadaire de stéroïdes anabolisants (Almaiman et coll., 2019). Cependant, il convient de toujours bien considérer que l'élévation des transaminases n'est pas patho- gnomonique d'une atteinte hépatique, mais qu'elle peut aussi être le témoin d'une authentique souffrance musculaire à l'effort (Skenderi et coll., 2006). L'interprétation de ce type de résultats doit ainsi toujours être mesuré à la lumière de ces éléments.

Deux études américaines ont rapporté une série de cas de cytolysse hépatique chez des sportifs amateurs ayant consommé des compléments alimentaires. Les premiers cas, recensés dans l'État d'Hawaï (Johnston et coll., 2016), ont par la suite été complétés par d'autres identifiés dans le cadre d'un projet de surveillance sanitaire national (Chatham-Stephens et coll., 2017). Au total, 92 cas d'hépatites aiguës ont été identifiés, dont 69 qui ont pu être attribués à un produit spécifique, OxyELITE Pro, commercialisé pour la perte de poids et le renforcement musculaire. Parmi ces derniers, 32 cas (46 %) ont

nécessité une hospitalisation, 3 ont abouti à une transplantation hépatique, et 1 patient est décédé. Le stimulant 1,3-diméthylamylamine, présent dans certaines formulations de ce produit, a été incriminé comme substance pouvant être à l'origine des effets observés, bien que son rôle causal n'ait pas été formellement établi.

Cholestase hépatique

Des cas de cholestase hépatique, une maladie caractérisée par une réduction ou un arrêt de la sécrétion biliaire, ont été rapportés en lien avec le dopage aux stéroïdes anabolisants. Bien que les études disponibles présentent des limites méthodologiques ou portent sur de faibles effectifs, le nombre non négligeable de cas associés aux effets connus des stéroïdes anabolisants dans un contexte médical (c'est-à-dire prescription à des fins thérapeutiques) suggère raisonnablement l'existence d'un lien entre le dopage sportif aux stéroïdes et la survenue d'une cholestase hépatique.

El Sherrif et coll. rapportent, par exemple, deux cas de cholestase hépatique chez des sujets ayant consommé des stéroïdes anabolisants (retrouvés dans des produits achetés pour être des compléments alimentaires). Le tableau biologique révélait une augmentation de la bilirubine et des phosphatases alcalines (PAL), mais sans augmentation des gamma-glutamyl-transférases (GGT) (El Sherrif et coll., 2013). Dans ces deux cas, l'analyse histologique retrouve des éléments de cholestase intra-lobulaire très vraisemblablement en lien avec cette consommation de stéroïdes anabolisants. Les analyses génétiques ont pu retrouver une mutation hétérozygote du gène *ABCB11* dans un cas. Certaines anomalies génétiques sont connues pour donner des tableaux de cholestase, donc il est ainsi raisonnable de penser que dans certains cas, c'est l'association de ces prédispositions génétiques et de la consommation de stéroïdes anabolisants (et certainement pas l'unique consommation de stéroïdes) qui est à l'origine de l'atteinte hépatique. Une autre étude rapporte également 44 cas de cholestase hépatique chez des sportifs ayant eu recours à des suppléments alimentaires variés contenant des stéroïdes anabolisants. Une analyse du génome sur une partie de cette population de sportifs suggère également une prédisposition génétique dans certains cas (Stolz et coll., 2019).

Les prédispositions génétiques ne sont pas les seules à être incriminées dans les cas de cholestase hépatique rapportés chez les sportifs ayant recours à des stéroïdes anabolisants. En effet, d'autres situations sont parfois avancées pour expliquer la survenue de ce type d'atteinte hépatique. Ainsi, Awai et coll. rapportent un tel cas chez une jeune adulte de 18 ans pratiquant le football et le basketball en amateur (Awai et coll., 2014). Là encore, une cholestase

hépatique avérée (biologie et histologie) est rapportée en lien avec une consommation de stéroïdes anabolisants sur un terrain prédisposant (obésité et stéatose non alcoolique). La littérature rapporte également quelques cas où la polyconsommation de substances dopantes peut être à l'origine d'une cholestase hépatique elle-même à l'origine d'autres atteintes d'organes. C'est le cas chez ce *bodybuilder* de 28 ans avec un tableau de cholestase hépatique clinique et biologique, chez lequel la biopsie hépatique a pu retrouver une cholestase associée à une fibrose hépatique (Alkhunaizi et coll., 2016). Ces atteintes hépatiques ont secondairement entraîné des répercussions rénales avec un tableau surajouté de néphropathie biliaire aiguë. Dans ce cas, le dopage était « pluriel » avec de très nombreuses substances consommées (stéroïdes anabolisants mais aussi l'hormone thyroïdienne T3), rendant encore une fois difficile l'identification de la substance réellement en cause dans l'atteinte hépatique décrite.

La littérature rapporte également des cas où la consommation de stéroïdes semble être la seule cause identifiée de cholestase (c'est-à-dire absence de prédisposition ou de facteurs favorisants retrouvés) comme chez ce *bodybuilder* de 24 ans, qui a présenté une cholestase confirmée histologiquement après une cure de 8 semaines de stéroïdes par voie injectable (Boks et coll., 2017), ou ce militaire américain après 4 mois d'une consommation de stéroïdes contenus dans un complément alimentaire (Brazeau et coll., 2015).

Toutefois, ces cas sont à pondérer au regard d'autres études qui ne retrouvent pas d'éléments biologiques d'une cholestase hépatique. C'est notamment le cas de l'étude néerlandaise HAARLEM (*Health risks of Anabolic Androgenic steroid use by male amateur athletes*) qui ne retrouve pas d'altération des marqueurs GGT ou PAL dans une cohorte de 100 sportifs amateurs (pratiquants de *bodybuilding*, d'haltérophilie ou de sports de combat) ayant consommé en moyenne 4 types différents de stéroïdes anabolisants sur 13 semaines, pour une posologie moyenne de 898 mg/semaine (Smit et coll., 2020, 2021 et 2022).

Enfin, d'autres substances, comme les modulateurs hormonaux, et plus particulièrement les modulateurs sélectifs des récepteurs aux androgènes (SARM), ont également été incriminées dans des cas de cholestase hépatique. La littérature fait état d'un nombre croissant de cas en lien avec une consommation de SARM, isolée ou en association, chez des hommes pratiquant la force athlétique (Mohamed et coll., 2023 ; Mohideen et coll., 2023 ; Vignali et coll., 2023 ; Vasireddi et coll., 2025). Parmi les principales substances consommées, on retrouve, par ordre de fréquence, le ligandrol (LGD-4033), le testolone (RAD140) et l'enobosarm (ostarine). Les posologies et durées de consommations sont variables d'un cas à l'autre, mais les atteintes hépatiques semblent généralement survenir après 6-7 semaines d'une consommation quotidienne

de SARM. Les tableaux cliniques rapportés sont ceux d'une cholestase hépatique biologique, avec une augmentation de la bilirubine et des PAL, et une augmentation inconstante des transaminases (Koller et coll., 2021). Si différentes techniques d'imagerie, telles que l'échographie, la tomodensitométrie (TDM) et l'imagerie par résonance magnétique (IRM), sont souvent peu contributives, des anomalies histologiques sont unanimement retrouvées par biopsie hépatique (Barbara et coll., 2020b ; Demangone et coll., 2024). Cette dernière consiste généralement en une atteinte cholestatique centro-lobulaire, avec inflammation lobulaire et fibrose (Barbara et coll., 2020a ; Bedi et coll., 2021 ; Arayangkool et coll., 2023). Après prise en charge médicale et arrêt de la consommation de SARM, les perturbations clinico-biologiques semblent se résoudre dans un délai de 3-6 mois. Presque une vingtaine de cas sont ainsi rapportés, faisant mention d'un tableau de cholestase hépatique suite à une consommation de SARM. Là encore, si les données des effets délétères des SARM dans le dopage sportif sont encore rares et de faible niveau de preuve (Miklos et coll., 2018), il existe de plus en plus d'arguments pour incriminer ces substances dans un nombre non négligeable d'atteintes hépatiques (Mohideen et coll., 2023 ; Vignali et coll., 2023).

Pélioïse hépatique

La pélioïse hépatique, une maladie rare caractérisée par une dilatation kystique des espaces sinusoïdaux remplis de sang, est également une complication rapportée dans la littérature comme conséquence d'un dopage aux stéroïdes anabolisants (Modlinski et Fields, 2006). Toutefois, les données reposent très majoritairement sur des résultats provenant d'études de cas cliniques ou animales (Modlinski et Fields, 2006 ; Neri et coll., 2011). Il n'existe en fait que de très rares cas documentés chez le sportif, comme chez ce *bodybuilder* de 27 ans chez qui une pélioïse hépatique a été attribuée à une consommation chronique intermittente de stéroïdes anabolisants (Cabasso, 1994). Une pélioïse hépatique a aussi été incriminée dans 2 autres cas rapportés d'hémorragie intrapéritonéale chez des *bodybuilders* consommateurs de stéroïdes (Bagheri et Boyer, 1974). L'utilisation combinée de clenbutérol et d'éphédrine chez ce *bodybuilder* de 32 ans a également été suspectée d'être à l'origine d'une pélioïse hépatique (Mascagni et coll., 2018). Plus récemment, 2 autres cas de pélioïse hépatique ont été également rapportés chez des sportifs de 20 et 31 ans, ayant eu recours à une polyconsommation de stéroïdes anabolisants. L'apport de l'imagerie médicale dans le diagnostic et de l'angiographie interventionnelle (avec embolisation) dans la prise en charge thérapeutique ont permis une prise en charge optimale dans ces cas (Hegde et coll., 2024).

Atteintes pancréatiques

Concernant le système digestif, en plus des atteintes hépatiques décrites ci-haut, quelques cas rares d'atteintes pancréatiques sont également rapportés en lien avec la consommation de stéroïdes anabolisants. Ainsi, un diagnostic de pancréatite aiguë a été retenu chez un *bodybuilder* de 31 ans ayant recours à une polyconsommation de substances dopantes, avec un bilan pancréatique évocateur (amylase=525 UI/L ; lipase=50 UI/L ; œdème du corps et de la queue du pancréas à la tomодensitométrie) (Safizadeh Shabestari et coll., 2022). Plusieurs épisodes de pancréatites aiguës ont été rapportés chez un jeune homme de 24 ans qui avait recours au trenbolone, un stéroïde anabolisant, afin d'augmenter sa masse musculaire. Lors du dernier épisode, l'association d'un tableau clinique caractéristique, d'une biologie fortement perturbée (lipase>3 000 UI/L) et de la reconstruction de l'histoire de la consommation de trenbolone a conduit à incriminer cette substance dans la survenue de la maladie (Kumar et coll., 2019). Enfin, un autre cas a été rapporté chez un militaire de 20 ans qui a présenté un épisode de pancréatite aiguë (amylase=287 UI/L ; lipase=909 UI/L) suite à une consommation de 6 semaines d'un complément alimentaire contenant des stéroïdes anabolisants (Liane et Magee, 2016).

Atteintes cutané-muqueuses

Des atteintes cutanées sont également décrites dans la littérature dans un contexte de dopage sportif (Walker et Adams, 2009). Elles sont diverses et de sévérité variable allant de l'acné à la surinfection cutanée du site d'injection de la substance dopante. Là encore, les stéroïdes anabolisants sont les substances les plus souvent incriminées avec une distinction entre les atteintes cutanées liées au dopage aux stéroïdes, et celles exacerbées par la consommation de stéroïdes (c'est-à-dire aggravant des lésions cutanées préexistantes) (Walker et Adams, 2009 ; Navidinia et Ebadi, 2017).

Dans une étude comparant des prélèvements cutanés de 71 *bodybuilders* masculins consommateurs réguliers de stéroïdes anabolisants à 23 *bodybuilders* non consommateurs et à 46 sujets contrôles, les auteurs retrouvent plus de lésions cutanées (papules et pustules ; $p<0,05$) et une colonisation bactérienne cutanée à *Propionibacterium acnes* plus fréquente ($p<0,001$) chez ces sportifs ayant recours aux stéroïdes (Zomorodian et coll., 2015).

L'acné est une atteinte cutanée fréquemment rapportée, et retrouvée dans 27,3 % des cas dans une étude rétrospective danoise réalisée entre 2006 et 2018, chez 545 sportifs (salle de sport/fitness) masculins contrôlés positifs à

des stéroïdes anabolisants (Horwitz et coll., 2019). Une acné évoluant en acné fulminante a été décrite chez un jeune *bodybuilder* amateur de 22 ans ayant une consommation avouée de multiples stéroïdes anabolisants (énanthate de testostérone, acétate de trenbolone, propionate de drostanolone, et méthandrosténolone) après une durée de 3 mois (Kraus et coll., 2012). Un autre cas, toujours chez un *bodybuilder* de 29 ans, rapporte la survenue d'une acné vulgaire après 3 semaines de consommation de stéroïde anabolisant (injection bi-hebdomadaire de nandrolone), acutisée en acné fulminante 3 mois après le début de la consommation (Collins et Cotterill, 1995). D'autres cas rapportent également la survenue première d'une acné fulminante ou conglobata sans prémices d'une acné vulgaire. C'est le cas chez ce *bodybuilder* de 31 ans qui a présenté une acné fulminante dans les suites d'injections intramusculaires de testostérone (Perez et coll., 2016). Si l'acné constitue l'atteinte cutanée la plus régulièrement rapportée dans un contexte de dopage sportif, d'autres lésions cutanéomuqueuses sont également occasionnellement décrites.

La survenue de chéloïde a ainsi été suspectée suite à l'usage de stéroïdes (ingestion orale et injection intra-musculaire) chez des *bodybuilders* et un joueur de hockey sur glace en suggérant des effets des stéroïdes sur le métabolisme du collagène (Scott, Jr. et coll., 1994).

Une étude suspecte également une atteinte des muqueuses plus fréquente chez des sportifs. Cette étude, comparant 24 sportifs pratiquant le *bodybuilding* ou l'haltérophilie (âgés de 17 à 29 ans et déclarant consommer des stéroïdes depuis plus de 12 mois) à 20 *bodybuilders* non consommateurs, retrouve plus de gingivopathies et de déchaussement gingival chez les consommateurs de stéroïdes (Ozcelik et coll., 2006).

Les stéroïdes anabolisants ont été suspectés d'exacerber d'autres pathologies dermatologiques. C'est le cas chez un *bodybuilder* (avec un psoriasis initialement bien contrôlé par un traitement topique) qui a présenté d'une part une exacerbation de son psoriasis de façon contemporaine de l'initiation d'une prise de stéroïdes anabolisants, et d'autre part une résistance aux traitements topiques initialement efficaces. Avec l'arrêt des stéroïdes, la pathologie psoriasique s'est ensuite stabilisée, faisant ainsi évoquer aux auteurs un possible lien entre exacerbation d'un psoriasis et dopage sportif aux stéroïdes (Lear et English, 1996).

Enfin, un cas de syndrome de Stevens-Johnson a été rapporté chez un *bodybuilder* de compétition de 41 ans, consommateur de stéroïdes anabolisants par voie injectable. Douze heures après la dernière injection, il a présenté des lésions érythémateuses maculo-papuleuses et vésiculeuses sur tout le corps avec érosion et ulcération cutanéomuqueuses (Cocca et Viviano, 2017).

Infections

Des complications cutanées secondaires à l'utilisation de stéroïdes anabolisants sont décrites chez des sportifs ayant recours à une consommation par voie injectable, avec des dispositifs (aiguille, seringue) non stériles ou bien dans des conditions d'asepsie non respectées. Dans une étude réalisée entre 2010 et 2011 sur 366 hommes pratiquant des sports de force et ayant eu recours à l'usage de substances dopantes (86 % stéroïdes anabolisants ; 32 % hormone de croissance ; 16 % hormone chorionique gonadotrope humaine) par voie injectable (88 % intra-musculaire et 39 % sous-cutanée), les auteurs rapportent des épisodes de rougeur, d'œdème ou de douleur dans 42 % des cas. Les auteurs rapportent également 6,8 % d'abcès ou de plaies ouvertes (Hope et coll., 2015). Des cas d'infections du site d'injection sont rapportés, pouvant avoir de lourdes conséquences avec recours à la chirurgie. C'est par exemple le cas chez ce *bodybuilder* de 35 ans qui a présenté une perte de substance cutanéomuqueuse conséquente (max=4 cm×6,5 cm) avec nécrose cutanée et sepsis au niveau des sites d'injection (muscle glutéal) des stéroïdes qu'il consommait. Une chirurgie de débridement et de reconstruction a permis une cicatrisation complète (Friedman et coll., 2016). Un cas d'arthrite septique (à *Staphylococcus aureus*) chez un *bodybuilder* de compétition de 30 ans a été suspecté dans les suites d'injections intra-musculaires (vaste médial) de stéroïdes (Evans, 1997). Un cas fatal de myofasciite nécrosante de la cuisse gauche a été rapporté chez un athlète de 31 ans consommateur de stéroïdes anabolisants par voie injectable. Les analyses histologiques ont révélé de multiples atteintes de la fibre musculaire telles que l'infiltration cellulaire majeure au niveau du périnysium et entre les fibres musculaires, et la désorganisation de la structure musculaire avec débris cellulaires et lésions myofibrillaires (Bertozzi et coll., 2019). D'autres sites d'injections sont parfois décrits comme porte d'entrée à une infection comme dans ce cas d'abcès à *Staphylococcus epidermidis* des corps caverneux chez ce *bodybuilder* de 38 ans ayant recours à des stéroïdes (nandrolone et stanozolol) depuis plus de 10 ans (Tuzel, 2015).

À l'instar de la consommation de drogues récréatives par voie intraveineuse, l'utilisation par des sportifs de stéroïdes anabolisants ou d'autres substances visant à améliorer les performances (SAP) par voie injectable comporte un risque évident d'infections transmissibles par le sang (par exemple, VIH, VHC ou VHB). Une revue systématique sur les profils des usagers de SAP par voie injectable a mis en évidence une population hétérogène, avec des profils démographiques et des modes d'utilisation variés, qui est exposée à ce risque (Brennan et coll., 2017). S'il est très difficile d'avoir des données chiffrées précises sur les risques connus d'infections transmissibles d'une utilisation de substances dopantes par voie injectable (Hope et coll., 2022), le risque

d'infection par le VHB, le VHC ou le VIH semble augmenté par rapport à la population générale (Hope et coll., 2013 et 2016). Certaines études font même une comparaison de ce risque d'infections transmissibles par voie injectable entre une population d'utilisateurs ayant recours à des substances dopantes et une population de toxicomanes avec un risque d'infection au VIH similaire en Angleterre (Hope et coll., 2013). Si ces dernières études font bien référence à l'utilisation injectable de substances dopantes, elles ne mentionnent toutefois pas les pratiques/comportements sportifs des utilisateurs, devant ainsi inviter à la prudence quant à une extrapolation au monde sportif.

Atteintes musculo-squelettiques

Les lésions musculo-tendineuses sont également fréquemment évoquées en cas de dopage sportif (Nikolopoulos et coll., 2011) avec des éléments en faveur d'une altération de la structure et de la fonction musculaire (Eriksson et coll., 2005 ; Yu et coll., 2014, 2020). Le recours à la prise de stéroïdes anabolisants chez le sportif est généralement motivé par le désir d'augmenter son capital musculaire avec des effets bien documentés d'une telle prise de substance sur la fonction musculaire (Bhasin et coll., 1996 ; Bond et coll., 2022). Si ces études suggèrent qu'une telle pratique est pourvoyeuse d'une majoration des atteintes musculaires, les cas rapportés restent rares.

Des cas de rhabdomyolyses ont été rapportés dans les suites d'un dopage sportif. C'est le cas chez cet athlète de 20 ans ayant eu recours à une consommation régulière d'hormone de croissance humaine sur une période de 2 ans, qui a présenté une importante rhabdomyolyse avec un taux de créatine phosphokinase de 2 620 UI/L (CPK ; la plage de référence étant entre 39 et 308 UI/L) dans un contexte de défaillance polyviscérale ayant conduit au décès du sportif (Erfanifar et coll., 2022). Un lien avec le dopage aux stéroïdes anabolisants a également été mis en évidence, comme chez ce *bodybuilder* amateur de 39 ans qui a présenté une rhabdomyolyse de son muscle deltoïde droit en regard de son site d'injection de stéroïdes. Les examens complémentaires ont révélé une forte augmentation des CPK (18 200 UI/L ; valeur normale < 195 UI/L) associée à un œdème du deltoïde à l'IRM (Farkash et coll., 2009). D'autres cas de rhabdomyolyses ont été rapportés dans des contextes similaires (Braseth et coll., 2001). Le clenbutérol a également été incriminé dans un cas de rhabdomyolyse chez ce *bodybuilder* de 29 ans avec augmentation massive des CPK (CPK=122 933 UI/L) (Grimmer et coll., 2016). La cardarine et l'ostarine ont été incriminées dans un cas de rhabdomyolyse (Kintz et coll., 2021), tout comme l'éphédrine chez une *bodybildeuse* de 36 ans (Bates et Baylis, 2006).

Une dizaine d'études de cas rapportent des effets néfastes à la suite d'injections intramusculaires de divers composés tels que des huiles, du synthol, ou de la paraffine. Cette pratique, désignée couramment par le terme « *cosmetic doping* », est utilisée principalement par des culturistes cherchant à augmenter le volume musculaire et à améliorer la définition des muscles pour des raisons esthétiques. Une revue et une étude de série de cas récentes font le bilan des pathologies associées à cette pratique rare, notamment des lésions musculaires (parfois irréversibles), ainsi que des lipogranulomes, des infections, des ulcères et des abcès (Sisti et coll., 2020 ; Obed et coll., 2022).

Dans une importante étude s'intéressant à des sportifs de haut niveau suédois (lutte, haltérophilie, lancer de marteau, lancer de disque, lancer de javelot) entre 1960 et 1979, les sportifs ayant déclaré une consommation de stéroïdes anabolisants (n=143) ont également rapporté une incidence de rupture tendineuse plus importante que les sportifs n'ayant pas déclaré recourir aux stéroïdes (n=540 ; 44,8 % *versus* 33,4 % ; p=0,01) (Lindqvist et coll., 2017). Dans une autre étude portant sur 142 *bodybuilders* âgés de 35 à 55 ans, le pourcentage de participants ayant rapporté au moins une rupture tendineuse sur la vie entière était significativement plus élevé chez les sujets déclarant au moins deux ans d'utilisation cumulative de stéroïdes comparé aux non-utilisateurs (respectivement 22 % *versus* 6 %), comme l'était le risque relatif d'une première rupture dans cette population (HR=9,0 ; IC 95 % [2,5-32,3] ; p<0,001) (Kanayama et coll., 2015). Un cas de rupture bilatérale du tendon d'Achilles a également été rapporté chez un *bodybuilder* de 36 ans dans les suites d'une consommation de SARM¹⁰⁰ (ostarine, cardarine) avec un probable lien de causalité (Gould et coll., 2021).

Enfin, certains ont avancé que le dopage sportif pourrait être associé à un risque accru d'ostéoporose (Menafrà et coll., 2020). Il existe un support théorique indéniable d'une atteinte de la santé osseuse en cas de dopage sportif, en raison des mécanismes d'actions connus de nombreuses substances figurant sur la Liste des substances et méthodes interdites de l'AMA. C'est notamment le cas des stéroïdes anabolisants, des inhibiteurs de l'aromatase, de l'hormone de croissance, des β -2 agonistes ou des glucocorticoïdes dont on connaît les effets sur la minéralisation osseuse. Toutefois, les données de la littérature proviennent d'études de recherche clinique chez des patients et non chez des sportifs consommateurs de ces substances (Carson et Manolagas, 2015 ; Compston, 2018). L'ostéoporose en tant que conséquence délétère du dopage sportif reste à être validée scientifiquement, et doit donc être considérée comme une extrapolation possible des données de la littérature.

100. SARM : Modulateurs sélectifs des récepteurs aux androgènes.

Atteintes rénales

Sous réserve des mêmes précautions que pour les atteintes hépatiques (c'est-à-dire études peu nombreuses, de faible niveau de preuve, extrapolation à partir d'études animales et/ou cliniques non conduites chez des sportifs), les atteintes rénales sont également fréquemment suspectées en cas de dopage sportif, là encore, incriminant de nombreuses substances figurant sur la Liste des interdictions de l'AMA. Ainsi, il est souvent très difficile d'isoler la causalité (directe ou indirecte) de l'une ou l'autre des substances dans l'atteinte rénale décrite, d'autant plus que de nombreux autres facteurs peuvent également influencer sur la fonction rénale (comme le niveau d'hydratation, par exemple).

La plupart des données concernant les atteintes rénales proviennent d'études histologiques réalisées sur des modèles animaux (rats, souris) avec des descriptions d'atteintes glomérulaires et tubulaires allant jusqu'à la fibrose ou la nécrose rénale suite à une administration de stéroïdes anabolisants (D'Errico et coll., 2011 ; Riezzo et coll., 2014 ; Brasil et coll., 2015 ; Dornelles et coll., 2017).

Des perturbations de la fonction rénale sont décrites dans des populations sportives ayant recours à des substances figurant sur la liste de l'AMA (Davani-Davari et coll., 2019 ; Parente Filho et coll., 2020 ; Tidmas et coll., 2022). Ces atteintes sont de sévérité très variable, allant d'une atteinte bénigne de la fonction rénale (Smit et coll., 2022) au tableau d'insuffisance rénale aiguë entraînant parfois une défaillance multiviscérale et nécessité de recours à la dialyse voire à la transplantation d'organe (Hartung et coll., 2001 ; Gollasch et coll., 2018). Si les stéroïdes anabolisants dans une population sportive de *bodybuilders* sont les cas les plus fréquemment rapportés dans la littérature, il convient d'être prudent quant aux extrapolations de relations directes que l'on pourrait en faire car dans la quasi-totalité des études, les schémas de consommation de stéroïdes anabolisants sont très variables et associés à la prise d'autres substances (principalement protéines, créatine et vitamines) pouvant également être incriminées dans l'atteinte rénale décrite.

Une élévation des concentrations plasmatiques d'urée et de créatinine plasmatique a été observée dans un groupe de *bodybuilders*, consommateurs réguliers de stéroïdes anabolisants, par rapport à un groupe contrôle sans pour autant que ces valeurs atteignent les critères admis d'une authentique atteinte de la fonction rénale (Bento et coll., 2015 ; Abdulhadi et coll., 2018). D'autres travaux ne retrouvent une perturbation de la fonction rénale qu'après une consommation régulière et plus prolongée (2 prises/semaine sur une période d'au moins 30 mois) de stéroïdes anabolisants (Almaiman et coll., 2019).

Certaines études permettent de préciser un peu plus la nature des lésions rénales suspectées en lien avec une consommation de substances interdites grâce à l'apport de l'histologie. Dans une étude portant sur 22 *bodybuilders* consommateurs de stéroïdes anabolisants et/ou d'hormones de croissance, en sus d'un régime riche en protéine, les auteurs ont pu mettre en évidence différentes atteintes rénales sur la base des analyses histologiques des biopsies rénales réalisées (El-Reshaid et coll., 2018). Les atteintes rénales identifiées étaient : glomérulosclérose segmentaire et focale (8 cas), néphroangiosclérose (4 cas), néphrite interstitielle chronique (3 cas) ou aiguë (2 cas), néphrocalcinose (2 cas) et 3 cas isolés d'atteintes glomérulaires. Les atteintes segmentaires et focales étaient retrouvées chez les *bodybuilders* ayant eu la plus longue durée de consommation de substances interdites. Dans une autre étude, les résultats de biopsies rénales effectuées sur une période de 9 ans dans une population de *bodybuilders* ayant eu recours à une consommation non exclusive de stéroïdes anabolisants (c'est-à-dire également associée à la prise d'autres substances interdites, de créatine ou de vitamine D) retrouvent des atteintes rénales à type de nécrose tubulaire aiguë (7 cas), néphrite tubulointerstitielle (1 cas), glomérulosclérose segmentaire et focale (2 cas), glomérulonéphrite post-infectieuse (1 cas) et néphrocalcinose (2 cas). La comparaison avec la population générale ne retrouve toutefois pas de différence d'incidence de ces atteintes rénales, à l'exception de la néphrocalcinose semblant plus fréquente chez les *bodybuilders* ayant déclaré une consommation de stéroïdes (Ali et coll., 2020). Toujours dans une population de *bodybuilders*, Almukhtar et coll. (2015) documentent 4 cas de nécrose tubulaire aiguë (avec fibrose interstitielle et atrophie tubulaire) dans un contexte de prise de stéroïdes anabolisants (associée à une consommation de protéines, créatine et vitamine D) avec retour à une fonction rénale normale 4 semaines après l'arrêt de la consommation. Herlitz et coll. (2010) ont également pu mettre en évidence une glomérulosclérose segmentaire et focale chez 10 *bodybuilders* consommateurs de stéroïdes anabolisants et de protéines. La présentation clinique de ces atteintes est également très variable avec parfois d'authentiques tableaux réanimatoires comme chez ces 2 cas avec une insuffisance rénale aiguë sur néphrite interstitielle inflammatoire et nécrose tubulaire aiguë, là encore dans un contexte de prise de stéroïdes et de vitamines (Daher et coll., 2009).

De façon plus anecdotique, un cas d'infarctus rénal chez un *bodybuilder* amateur de 43 ans a été décrit, avec pour seule hypothèse diagnostique la consommation de multiples stéroïdes anabolisants sur une période de 5 ans (Colburn et coll., 2017). De même, une évaluation échographique de l'anatomie rénale chez 22 *bodybuilders* consommateurs réguliers de stéroïdes anabolisants, suggère une atteinte de la fonction rénale sur la base d'une augmentation du volume rénal et de l'épaisseur corticale par rapport aux sujets contrôles (Kantarci et coll., 2018).

Conclusion

Le dopage sportif peut avoir de multiples effets délétères sur la santé, à l'origine de diverses atteintes d'organes et de systèmes. Les données de la littérature concernant cette problématique doivent être analysées et interprétées avec prudence en raison de la très grande diversité des substances et méthodes utilisées, des durées très variables de consommations et des multiples protocoles, posologies et voies d'administrations rapportés. De plus, la qualité méthodologique des études disponibles est souvent faible avec de fréquentes extrapolations issues d'études expérimentales ou de la recherche clinique.

Ces considérations rappelées, les principales pathologies rapportées dans un contexte de dopage sportif intéressent les systèmes digestif et rénal, l'appareil cutanéomuqueux, les muscles, le squelette ainsi que les infections. Si la plupart de ces pathologies en lien avec un dopage sportif sont souvent bénignes et réversibles, d'autres peuvent occasionnellement évoluer plus rapidement et engager le pronostic vital. Concernant le foie, les atteintes les plus fréquemment rapportées sont la cytolyse hépatique, la cholestase hépatique, et la péliose hépatique. Toujours au niveau du système digestif, quelques cas de pancréatites aiguës sont également rapportés. Les atteintes cutanées sont essentiellement représentées par la survenue ou l'exacerbation d'acné avec quelques cas de chéloïdes ou de psoriasis. Des atteintes muqueuses gingivales sont aussi évoquées. En cas de consommation de substances dopantes par voies injectables, des complications infectieuses allant de l'infection à l'abcès du site d'injection jusqu'à la contamination par le VIH, VHB ou VHC ont aussi été rapportées. Les lésions musculo-tendineuses sont essentiellement représentées par des épisodes de rhabdomyolyse et des lésions tendineuses. L'ostéoporose est également occasionnellement rapportée. Enfin, concernant l'appareil rénal, les atteintes vont de l'atteinte bénigne avec légère perturbation de la fonction rénale jusqu'au tableau d'insuffisance rénale aiguë avec recours à la dialyse.

Les études disponibles quant aux effets sur la santé d'un dopage sportif sont rares et le plus souvent de faible niveau de preuve. S'il conviendrait de pouvoir disposer d'études longitudinales pour préciser et documenter plus avant les effets du dopage sportif, ces dernières sont difficiles à mettre en œuvre en raison du coût et de la puissance nécessaire, ainsi que pour des raisons éthiques, même si certains auteurs s'y sont essayés (Wiacek et coll., 2023).

RÉFÉRENCES

- Abdulahadi FS, Zabbon AA, Rahman S. Effect of nutritional supplementation and anabolic androgen with testosterone on kidney and liver function of athletes in Baghdad City. *J Global Pharma Technol* 2018 ; 10 : 231-5.
- Ali AA, Almukhtar SE, Sharif DA, *et al.* Effects of bodybuilding supplements on the kidney: A population-based incidence study of biopsy pathology and clinical characteristics among middle eastern men. *BMC Nephrol* 2020 ; 21 : 164.
- Alkhunaizi AM, ElTigani MA, Rabah RS, *et al.* Acute bile nephropathy secondary to anabolic steroids. *Clin Nephrol* 2016 ; 85 : 121-6.
- Almaiman AA, Almaiman SH, Elagamy EI, *et al.* Side effects of anabolic steroids used by athletes at Unaizah Gyms, Saudi Arabia: a pilot study. *J Sports Med Phys Fitness* 2019 ; 59 : 489-95.
- Almukhtar SE, Abbas AA, Muhealdeem DN, *et al.* Acute kidney injury associated with androgenic steroids and nutritional supplements in bodybuilders. *Clin Kidney J* 2015 ; 8 : 415-9.
- Arayangkool C, Gozun M, Tanariyakul M, *et al.* Bile Cast Nephropathy Because of Acute Liver Injury Associated With Selective Androgen Receptor Modulators. *ACG Case Rep J* 2023 ; 10 : e01105.
- Arazi H. Effects of longitudinal abuse of anabolic steroids on liver enzymes activity and lipid profiles of male bodybuilders. *Prog Nutr* 2018 ; 20 : 323-8.
- Awai HI, Yu EL, Ellis LS, *et al.* Liver toxicity of anabolic androgenic steroid use in an adolescent with nonalcoholic fatty liver disease. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2014 ; 59 : e32-3.
- Bagheri SA, Boyer JL. Peliosis hepatis associated with androgenic-anabolic steroid therapy. A severe form of hepatic injury. *Ann Intern Med* 1974 ; 81 : 610-8.
- Barbara M, Dhingra S, Mindikoglu AL. Drug-Induced Liver Injury Associated With Alpha Bolic (RAD-140) and Alpha Elite (RAD-140 and LGD-4033). *ACG Case Rep J* 2020a ; 7 : e00409.
- Barbara M, Dhingra S, Mindikoglu AL. Ligandrol (LGD-4033)-Induced Liver Injury. *ACG Case Rep J* 2020b ; 7 : e00370.
- Bates DE, Baylis BW. Rhabdomyolysis and hepatotoxicity in a female body builder. *J Trauma* 2006 ; 60 : 407-9 ; discussion 409.
- Bedi H, Hammond C, Sanders D, *et al.* Drug-Induced Liver Injury From Enobosarm (Ostarine), a Selective Androgen Receptor Modulator. *ACG Case Rep J* 2021 ; 8 : e00518.
- Bento C, Velho P, Carvalho M. Lots of steroids and vitamins, tons of complications. Hypercalcemia and nephrocalcinosis as important complications of performance-enhancing drugs. *Nefrologia* 2015 ; 35 : 598-600.

Bertozi G, Sessa F, Maglietta F, *et al.* Immunodeficiency as a side effect of anabolic androgenic steroid abuse: a case of necrotizing myofasciitis. *Forensic Sci Med Pathol* 2019 ; 15 : 616-21.

Bhasin S, Storer TW, Berman N, *et al.* The Effects of Supraphysiologic Doses of Testosterone on Muscle Size and Strength in Normal Men. *N Engl J Med* 1996 ; 335 : 1-7.

Bird SR, Goebel C, Burke LM, *et al.* Doping in sport and exercise: anabolic, ergogenic, health and clinical issues. *Ann Clin Biochem* 2016 ; 53 : 196-221.

Birzniece V. Doping in sport: effects, harm and misconceptions. *Intern Med J* 2015 ; 45 : 239-48.

Boks MN, Tiebosch AT, van der Waaij LA. A jaundiced bodybuilder Cholestatic hepatitis as side effect of injectable anabolic-androgenic steroids. *J Sports Sci* 2017 ; 35 : 2262-4.

Bond P, Smit DL, De Ronde W. Anabolic-androgenic steroids: How do they work and what are the risks? *Front Endocrinol* 2022 ; 13 : 1059473.

Bond P, Llewellyn W, van Mol P. Anabolic androgenic steroid-induced hepatotoxicity. *Med Hypotheses* 2016 ; 93 : 150-3.

Braseth NR, Allison EJ, Jr., Gough JE. Exertional rhabdomyolysis in a body builder abusing anabolic androgenic steroids. *Eur J Emerg Med* 2001 ; 8 : 155-7.

Brasil GA, de Lima EM, Nascimento AMd, *et al.* Nandrolone decanoate induces cardiac and renal remodeling in female rats, without modification in physiological parameters: The role of ANP system. *Life Sci* 2015 ; 137 : 65-73.

Brazeau MJ, Castaneda JL, Huitron SS, *et al.* A Case Report of Supplement-Induced Hepatitis in an Active Duty Service Member. *Mil Med* 2015 ; 180 : e844-e846.

Brennan R, Wells JSG, Van Hout MC. The injecting use of image and performance-enhancing drugs (IPED) in the general population: a systematic review. *Health Soc Care Community* 2017 ; 25 : 1459-531.

Cabasso A. Peliosis hepatis in a young adult bodybuilder. *Med Sci Sports Exerc* 1994 ; 26 : 2-4.

Carson JA, Manolagas SC. Effects of sex steroids on bones and muscles: Similarities, parallels, and putative interactions in health and disease. *Bone* 2015 ; 80 : 67-78.

Chatham-Stephens K, Taylor E, Chang A, *et al.* Hepatotoxicity associated with weight loss or sports dietary supplements, including OxyELITE Pro – United States, 2013. *Drug Test Anal* 2017 ; 9 : 68-74.

Cocca S, Viviano M. Stevens-Johnson syndrome and abuse of anabolic steroids. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* 2017 ; 43 : 57-60.

Colburn S, Childers WK, Chacon A, *et al.* The cost of seeking an edge: Recurrent renal infarction in setting of recreational use of anabolic steroids. *Ann Med Surg (Lond)* 2017 ; 14 : 25-8.

- Collins P, Cotterill JA. Gymnasium acne. *Clin Exp Dermatol* 1995 ; 20 : 509.
- Compston J. Glucocorticoid-induced osteoporosis: an update. *Endocrine* 2018 ; 61 : 7-16.
- Daher EF, Silva Júnior GB, Queiroz AL, *et al.* Acute kidney injury due to anabolic steroid and vitamin supplement abuse: report of two cases and a literature review. *Int Urol Nephrol* 2009 ; 41 : 717-23.
- Davani-Davari D, Karimzadeh I, Khalili H. The potential effects of anabolic-androgenic steroids and growth hormone as commonly used sport supplements on the kidney: a systematic review. *BMC Nephrol* 2019 ; 20 : 198.
- Demangone MR, Abi Karam KR, Li J. Selective Androgen Receptor Modulators Leading to Liver Injury: A Case Report. *Cureus* 2024 ; 16 : e67958.
- D'Errico S, Di Battista B, Di Paolo M, *et al.* Renal heat shock proteins over-expression due to anabolic androgenic steroids abuse. *Mini Rev Med Chem* 2011 ; 11 : 446-50.
- Ding JB, Ng MZ, Huang SS, *et al.* Anabolic-Androgenic Steroid Misuse: Mechanisms, Patterns of Misuse, User Typology, and Adverse Effects. *J Sports Med (Hindawi Publ Corp)* 2021 ; 2021 : 7497346.
- Dornelles GL, Bueno A, Oliveira JS de, *et al.* Biochemical and oxidative stress markers in the liver and kidneys of rats submitted to different protocols of anabolic steroids. *Mol Cell Biochem* 2017 ; 425 : 181-9.
- El Sherrif Y, Potts JR, Howard MR, *et al.* Hepatotoxicity from anabolic androgenic steroids marketed as dietary supplements: contribution from ATP 8B1/ABCB 11 mutations? *Liver Int* 2013 ; 33 : 1266-70.
- El-Reshaïd W, El-Reshaïd K, Al-Bader S, *et al.* Complementary bodybuilding: A potential risk for permanent kidney disease. *Saudi J Kidney Dis Transpl* 2018 ; 29 : 326-31.
- Erfanifar A, Mahjani M, Gohari S, *et al.* Fatal overdose from injection of human growth hormone; a case report and review of the literature. *BMC Endocr Disord* 2022 ; 22 : 271-5.
- Eriksson A, Kadi F, Malm C, *et al.* Skeletal muscle morphology in power-lifters with and without anabolic steroids. *Histochem Cell Biol* 2005 ; 124 : 167-75.
- Evans NA. Local complications of self administered anabolic steroid injections. *Br J Sports Med* 1997 ; 31 : 349-50.
- Farkash U, Shabshin N, Pritsch Perry M. Rhabdomyolysis of the deltoid muscle in a bodybuilder using anabolic-androgenic steroids: a case report. *J Athl Train* 2009 ; 44 : 98-100.
- Friedman O, Arad E, Ben AO. Body Builder's Nightmare: Black Market Steroid Injection Gone Wrong: a Case Report. *Plast Reconstr Surg Glob Open* 2016 ; 4 : e1040.
- Gollasch B, Wischniewski O, Rudolph B, *et al.* The Case: Chronic Kidney Disease Unmasked by Single-Subject Research. *Case Rep Nephrol Dial* 2018 ; 8 : 90-7.

Gould HP, Hawken JB, Duvall GT, *et al.* Asynchronous Bilateral Achilles Tendon Rupture with Selective Androgen Receptor Modulators: A Case Report. *JBJS Case Connect* 2021 ; 11.

Grimmer NM, Gimbar RP, Bursua A, *et al.* Rhabdomyolysis Secondary to Clenbuterol Use and Exercise. *J Emerg Med* 2016 ; 50 : e71-e74.

Hartung R, Gerth J, Fünfstück R, *et al.* End-stage renal disease in a bodybuilder: a multifactorial process or simply doping? *Nephrol Dial Transplant* 2001 ; 16 : 163-5.

Hassan A, Fontana RJ. Liver Injury Associated with Sporting Activities. *Semin Liver Disease* 2018 ; 38 : 357-65.

Hegde K, Sutphin PD, An TJ, *et al.* Hepatic Peliosis and Hemorrhage after Anabolic Steroid Abuse. *Journal of Gastrointestinal and Abdominal Radiology* 2024 ; 8 : 49-51.

Herlitz LC, Markowitz GS, Farris AB, *et al.* Development of focal segmental glomerulosclerosis after anabolic steroid abuse. *J Am Soc Nephrol* 2010 ; 21 : 163-72.

Hope V, McVeigh J, Marongiu A, *et al.* Injection site infections and injuries in men who inject image- and performance-enhancing drugs: Prevalence, risks factors, and healthcare seeking. *Epidemiol Infect* 2015 ; 143 : 132-40.

Hope VD, Walker Bond V, Boardley I, *et al.* Anabolic androgenic steroid use population size estimation: a first stage study utilising a Delphi exercise. *Drugs Educ Prev Policy* 2022 ; 30 : 461-73.

Hope VD, Harris R, McVeigh J, *et al.* Risk of HIV and Hepatitis B and C Over Time Among Men Who Inject Image and Performance Enhancing Drugs in England and Wales: Results From Cross-Sectional Prevalence Surveys, 1992-2013. *JAIDS Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes* 2016 ; 71 : 331-7.

Hope VD, McVeigh J, Marongiu A, *et al.* Prevalence of, and risk factors for, HIV, hepatitis B and C infections among men who inject image and performance enhancing drugs: a cross-sectional study. *BMJ Open* 2013 ; 3 : e003207.

Horwitz H, Andersen JT, Dalhoff KP. Health consequences of androgenic anabolic steroid use. *J Intern Med* 2019 ; 285 : 333-40.

Imperlini E, Mancini A, Alfieri A, *et al.* Molecular effects of supraphysiological doses of doping agents on health. *Mol Biosyst* 2015 ; 11 : 1494-506.

Johnston DI, Chang A, Viray M, *et al.* Hepatotoxicity associated with the dietary supplement OxyELITE Pro™ – Hawaii, 2013. *Drug Test Anal* 2016 ; 8 : 319-27.

Kanayama G, DeLuca J, Meehan, W. P. ,III, *et al.* Ruptured Tendons in Anabolic-Androgenic Steroid Users: A Cross-Sectional Cohort Study. *Am J Sports Med* 2015 ; 43 : 2638-44.

Kantarci UH, Punduk Z, Senarslan O, *et al.* Evaluation of anabolic steroid induced renal damage with sonography in bodybuilders. *J Sports Med Phys Fitness* 2018 ; 58 : 1681-7.

Kintz P, Gheddar L, Paradis C, *et al.* Peroxisome Proliferator-Activated Receptor Delta Agonist (PPAR-δ) and Selective Androgen Receptor Modulator (SARM) Abuse:

Clinical, Analytical and Biological Data in a Case Involving a Poisonous Combination of GW1516 (Cardarine) and MK2866 (Ostarine). *Toxics* 2021 ; 9 : 251

Koller T, Vrbova P, Meciaraova I, *et al.* Liver injury associated with the use of selective androgen receptor modulators and post-cycle therapy: Two case reports and literature review. *World J Clin Cases* 2021 ; 9 : 4062-71.

Kraus SL, Emmert S, Schon MP, *et al.* The dark side of beauty: acne fulminans induced by anabolic steroids in a male bodybuilder. *Arch Dermatol* 2012 ; 148 : 1210-2.

Kumar V, Issa D, Smallfield G, *et al.* Acute pancreatitis secondary to the use of the anabolic steroid trenbolone acetate. *Clin Toxicol (Phila)* 2019 ; 57 : 60-2.

Lear JT, English JS. Anabolic steroids and psoriasis exacerbation. *Br J Dermatol* 1996 ; 134 : 809.

Liane BJ, Magee C. Guerilla Warfare on the Pancreas? A Case of Acute Pancreatitis From a Supplement Known to Contain Anabolic-Androgenic Steroids. *Mil Med* 2016 ; 181 : e1395-e1397.

Lindqvist AS, Rosen T, Fahlke C, *et al.* Somatic effects of AAS abuse: A 30-years follow-up study of male former power sports athletes. *J Sci Med Sport* 2017 ; 20 : 814-8.

Lindqvist AS, Moberg T, Eriksson BO, *et al.* A retrospective 30-year follow-up study of former Swedish-elite male athletes in power sports with a past anabolic androgenic steroids use: a focus on mental health. *Br J Sports Med* 2013 ; 47 : 965-9.

Mascagni P, Melandro F, Larghi LZ, *et al.* Spontaneous hepatic rupture in a bodybuilder: a case report and review of the literature. *Rev Esp Enferm Dig* 2018 ; 110 : 254-6.

Menafra D, Minetto MA, Salzano C, *et al.* Osteoporosis: May Doping Cause It? In : Ferlin, Born, eds. *Male Osteoporosis*. [S.l.] : Springer International Publishing, 2020 : 163-73.

Miklos A, Tero-Vescan A, Vari C-E, *et al.* Selective androgen receptor modulators (SARMs) in the context of doping. *Farmacia* 2018 ; 66 : 758-62.

Modlinski R, Fields KB. The effect of anabolic steroids on the gastrointestinal system, kidneys, and adrenal glands. *Curr Sports Med Rep* 2006 ; 5 : 104-9.

Mohamed WT, Jahagirdar V, Fatima I, *et al.* Selective Androgen Receptor Modulators (SARMs)-Induced Liver Injury: A Case Report and Review of Literature. *Cureus* 2023 ; 15 : e35094.

Mohideen H, Hussain H, Dahiya DS, *et al.* Selective Androgen Receptor Modulators: An Emerging Liver Toxin. *J Clin Transl Hepatol* 2023 ; 11 : 188-96.

Morrison J. Lack of evidence that doping is harmful to the health of elite athletes. *Perform Enhanc Health* 2023 ; 11 : 100245.

Navidinia M, Ebadi P. Medical consequences of long-term anabolic-androgenic Steroids (AASs) abuses in athletes. *Biomed Res* 2017 ; 28 : 5693-701.

Neri M, Bello S, Bonsignore A, *et al.* Anabolic androgenic steroids abuse and liver toxicity. *Mini Rev Med Chem* 2011 ; 11 : 430-7.

Niedfeldt MW. Anabolic Steroid Effect on the Liver. *Curr Sports Med Rep* 2018 ; 17 : 97-102.

Nieschlag E, Vorona E. Doping with anabolic androgenic steroids (AAS): Adverse effects on non-reproductive organs and functions. *Rev Endocr Metab Disord* 2015 ; 16 : 199-211.

Nikolopoulos DD, Spiliopoulou C, Theocharis SE. Doping and musculoskeletal system: short-term and long-lasting effects of doping agents. *Fundam Clin Pharmacol* 2011 ; 25 : 535-63.

Obed D, Krezdorn N, Harik-Chraim E, *et al.* Complications after liquid body contouring with site-enhancing oil injections. *Clin Dermatol* 2022 ; 40 : 556-63.

Ozelik O, Haytac MC, Seydaoglu G. The effects of anabolic androgenic steroid abuse on gingival tissues. *J Periodontol* 2006 ; 77 : 1104-9.

Parente Filho SLA, De Carvalho Gomes PEA, Forte GA, *et al.* Kidney disease associated with androgenic-anabolic steroids and vitamin supplements abuse: Be aware! *Nefrologia* 2020 ; 40 : 26-31.

Perez M, Navajas-Galimany L, Antunez-Lay A, *et al.* When strength turns into disease: acne fulminans in a bodybuilder. *An Bras Dermatol* 2016 ; 91 : 706.

Petrovic A, Vukadin S, Sikora R, *et al.* Anabolic androgenic steroid-induced liver injury: An update. *World J Gastroenterol* 2022 ; 28 : 3071-80.

Pope HG, Jr., Wood RI, Rogol A, *et al.* Adverse health consequences of performance-enhancing drugs: an Endocrine Society scientific statement. *Endocr Rev* 2014 ; 35 : 341-75.

Riezzo I, Turillazzi E, Bello S, *et al.* Chronic nandrolone administration promotes oxidative stress, induction of pro-inflammatory cytokine and TNF- α mediated apoptosis in the kidneys of CD1 treated mice. *Toxicol Appl Pharmacol* 2014 ; 280 : 97-106.

Robles-Diaz M, Gonzalez-Jimenez A, Medina-Caliz I, *et al.* Distinct phenotype of hepatotoxicity associated with illicit use of anabolic androgenic steroids. *Aliment Pharmacol Ther* 2015 ; 41 : 116-25.

Safizadeh Shabestari SA, Ho SB, Chaudhary P, *et al.* Drug-induced acute pancreatitis in a bodybuilder: a case report. *J Med Case Rep* 2022 ; 16 : 114.

Scott MJ, Jr., Scott MJ 3rd, Scott AM. Linear keloids resulting from abuse of anabolic androgenic steroid drugs. *Cutis* 1994 ; 53 : 41-3.

Sekuła MJ, Świerczyńska B, Smoluchowski K, *et al.* Hepatotoxicity of anabolic androgenic steroids in sport. *J Educ Health Sport* 2020 ; 10 : 349-56.

Sisti A, Huayllani MT, Restrepo DJ, *et al.* Oil injection for cosmetic enhancement of the upper extremities: a case report and review of literature. *Acta Biomed* 2020 ; 91 : e2020082.

Skenderi KP, Kavouras SA, Anastasiou CA, *et al.* Exertional Rhabdomyolysis during a 246-km continuous running race. *Med Sci Sports Exerc* 2006 ; 38 : 1054-7.

- Smit DL, Bond P, De Ronde W. Health effects of androgen abuse: a review of the HAARLEM study. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes* 2022 ; 29 : 560-5.
- Smit DL, Buijs MM, De Hon O, *et al.* Positive and negative side effects of androgen abuse. The HAARLEM study: A one-year prospective cohort study in 100 men. *Scand J Med Sci Sports* 2021 ; 31 : 427-38.
- Smit DL, De Hon O, Venhuis B, *et al.* Baseline characteristics of the HAARLEM study: 100 male amateur athletes using anabolic androgenic steroids. *Scand J Med Sci Sports* 2020 ; 30 : 531-9.
- Solimini R, Rotolo MC, Mastrobattista L, *et al.* Hepatotoxicity associated with illicit use of anabolic androgenic steroids in doping. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2017 ; 21 : 7-16.
- Stolz A, Navarro V, Hayashi PH, *et al.* Severe and protracted cholestasis in 44 young men taking bodybuilding supplements: assessment of genetic, clinical and chemical risk factors. *Aliment Pharmacol Ther* 2019 ; 49 : 1195-204.
- Takyar V, Stolz A. Spectrum of Drug Induced Liver Injury Caused by Anabolic Androgenic Steroids Abuse. *Current Hepatology Reports* 2019 ; 18 : 417-24.
- Tidmas V, Brazier J, Hawkins J, *et al.* Nutritional and Non-Nutritional Strategies in Bodybuilding: Impact on Kidney Function. *Int J Environ Res Public Health* 2022 ; 19 : 4288.
- Tuzel E. Spontaneous corpus cavernosum abscess in a healthy man using long-term androgenic anabolic steroids. *World J Mens Health* 2015 ; 33 : 36-8.
- Vasireddi N, Hahamyan HA, Gould HP, *et al.* Athlete Selective Androgen Receptor Modulators Abuse: A Systematic Review. *Am J Sports Med* 2025 ; 53 : 999-1009.
- Vignali JD, Pak KC, Beverley HR, *et al.* Systematic Review of Safety of Selective Androgen Receptor Modulators in Healthy Adults: Implications for Recreational Users. *J Xenobiot* 2023 ; 13 : 218-36.
- Walker J, Adams B. Cutaneous manifestations of anabolic-androgenic steroid use in athletes. *Int J Dermatol* 2009 ; 48 : 1044-8.
- Wiacek M, Trąbka B, Tomasiuk R, *et al.* Changes in Health-related Parameters Associated with Sports Performance Enhancement Drugs. *Int J Sports Med* 2023 ; 44 : 206-14.
- Yu JG, Bonnerud P, Eriksson A, *et al.* Effects of long term supplementation of anabolic androgen steroids on human skeletal muscle. *PLoS One* 2014 ; 9 : e105330.
- Yu J-G, Isaksson A, Rova A, *et al.* Potential effects of long-term abuse of anabolic androgen steroids on human skeletal muscle. *J Sports Med Phys Fitness* 2020 ; 60 : 1040-8.
- Zomorodian K, Rahimi MJ, Taheri M, *et al.* The cutaneous bacterial microflora of the bodybuilders using anabolic-androgenic steroids. *Jundishapur J Microbiol* 2015 ; 8 : e12269.