

Implication de l'intelligence artificielle dans La recherche scientifique en sciences du sport

Touhami Hamdaoui*¹,

¹ Laboratoire des réponses biologiques et psychologiques à l'activité physique et sportive,
Université Mohammed Cherif Messaadia, Souk-Ahras, Algérie

Reçu: 07-05-2025

Accepté: 23-05-2025

Publié: 31-07-2025

Résumé :

Le domaine des sciences du sport a été profondément transformé par l'intégration des technologies d'intelligence artificielle (IA). L'IA a permis des avancées dans des domaines tels que l'optimisation des performances, la personnalisation de l'entraînement, l'évaluation et la prévention des risques de blessures, la reconnaissance des talents, la rééducation, le suivi des athlètes et l'optimisation du bien-être.

Objectif: Cette étude vise à explorer l'impact diversifié de l'IA dans les sciences du sport, en soulignant les avancées dans les techniques d'IA, les défis et les limites de l'intégration des outils d'IA et le rôle émergent des chatbots d'IA dans la définition de l'avenir de la recherche et des applications sportives.

Méthodes : examen de la littérature existante sur l'application de l'apprentissage automatique, de l'apprentissage profond et d'autres techniques d'IA à divers aspects de la recherche et de la pratique en sciences du sport. Elle offre un aperçu de la manière dont ces technologies ont été utilisées pour améliorer les programmes d'entraînement personnalisés, l'analyse vidéo, la prévision des risques de blessures, l'identification des talents et la rééducation.

Résultats: Cet article décrit comment les outils et techniques basés sur l'IA ont révolutionné les sciences du sport, permettant des approches personnalisées, basées sur les données efficaces pour optimiser les performances. Des algorithmes sophistiqués d'apprentissage automatique, tels que les réseaux de neurones artificiels, les arbres de décision et les machines à vecteurs de support, ont été utilisés pour développer des modèles prédictifs d'évaluation et de prévention des risques de blessures, améliorant ainsi le bien-être et les performances à long terme des athlètes. Les processus d'identification et de sélection des talents basés sur l'IA se sont également révélés prometteurs pour reconnaître les athlètes d'exception avec une plus grande précision. De plus, l'intégration de l'IA dans le suivi et la rééducation des athlètes a permis une plus grande personnalisation, une meilleure prise de décision et un retour au jeu plus rapide.

Conclusion: L'intégration de l'IA et des techniques d'apprentissage automatique aux sciences du sport pourrait transformer ce domaine et conduire à une amélioration des performances des athlètes, une réduction des risques de blessures, un meilleur bien-être et des interventions plus personnalisées et efficaces. L'émergence des chatbots IA élargit les applications de ces technologies aux sciences du sport et offre de nouvelles possibilités pour rationaliser les processus de recherche, fournir des conseils personnalisés aux athlètes et soutenir la médecine du sport et la réadaptation.

Mots-clés: ChatGPT, charge d'entraînement, LLM, prévention des blessures, optimisation des performances, grand modèle de langage, apprentissage automatique, identification des talents.

1. Introduction

Le domaine des sciences du sport a connu une profonde transformation grâce à l'intégration des technologies d'intelligence artificielle (IA). Les chercheurs explorent de plus en plus le potentiel des techniques avancées d'IA pour améliorer divers aspects de la pratique sportive. performance, prévention des blessures et prise de décision basée sur les données (1,2). De l'optimisation des programmes d'entraînement et de la prédiction des risques de blessures à l'analyse de la biomécanique et à la gestion de grands ensembles de données, l'IA est devenue un outil puissant dans l'arsenal des scientifiques du sport (3.)

Des études récentes ont mis en évidence l'impact significatif de l'IA sur le paysage des sciences du sport. Machine sophistiquée, les algorithmes d'apprentissage et d'apprentissage profond ont permis le développement de programmes d'entraînement personnalisés adaptés aux besoins individuels et aux profils de performance des athlètes individuels (2,4). Les technologies de vision par ordinateur et de suivi de mouvement combinées à l'IA ont permis une analyse plus précise des mouvements sportifs et ont ouvert de nouvelles voies pour optimiser la technique et améliorer les performances (5,6). De plus, la disponibilité croissante de grands ensembles de données sportives a permis aux chercheurs d'utiliser des informations alimentées par l'IA pour relever des défis critiques tels que l'évaluation et la prévention des risques de blessures (2,7)

Cependant, l'intégration harmonieuse de l'IA aux sciences du sport comporte son lot de défis. Les préoccupations concernant la qualité des données, l'interprétabilité des modèles et les considérations éthiques, telles que la confidentialité des athlètes et la manipulation des performances, sont devenues des facteurs critiques qui nécessitent une approche prudente (8,9). De plus, l'intégration des outils d'IA dans les flux de travail et les infrastructures existantes des sciences du sport représente un obstacle important pour les chercheurs et les praticiens.

Face à cette complexité, l'émergence des chatbots IA a ouvert de nouvelles perspectives pour la recherche et les applications en sciences du sport. Ces assistants virtuels intelligents ont le potentiel de révolutionner la façon dont les scientifiques du sport abordent leurs travaux, de l'automatisation des recherches bibliographiques et des méta-analyses à la fourniture d'informations de recherche personnalisées. recommandations (10,11). De plus, les chatbots IA peuvent jouer un rôle central dans la formation, le coaching et la médecine sportive en fournissant des commentaires en temps réel, des conseils personnalisés et en favorisant un engagement plus fort des athlètes blessés (7,12). Cette revue vise à explorer l'impact diversifié de l'IA dans les sciences du sport, en soulignant les avancées dans les techniques d'IA, les défis et les limites de l'intégration des outils d'IA et le rôle émergent des chatbots d'IA dans la définition de l'avenir du sport.

2. recherche et applications.

2.1 Optimisation des performances et personnalisation de la formation

L'intégration d'algorithmes avancés d'apprentissage automatique et d'apprentissage profond a révolutionné la façon dont les scientifiques du sport abordent l'optimisation des performances et la personnalisation de l'entraînement. Ces techniques sophistiquées ont permis le développement de programmes d'entraînement hautement personnalisés, adaptés aux besoins et aux profils de performance uniques de chaque athlète.

2.2 Utilisation du Machine Learning et du Deep Learning pour un programme de formation personnalisé.

Les modèles prédictifs basés sur des algorithmes d'apprentissage automatique ont montré leur capacité à identifier les stimuli d'entraînement et les stratégies de récupération optimaux pour chaque athlète. Tableau 1 résume certaines techniques d'apprentissage automatique couramment utilisées et leurs applications en sciences du sport.

Tableau 1. Techniques d'apprentissage automatique pour les programmes de formation personnalisés

Technique	Application
Réseaux de neurones artificiels	Modélisation des relations complexes entre la charge d'entraînement, les variables physiologiques et la performance. Ces modèles de réseaux neuronaux permettent une prédiction plus précise des plans d'entraînement, s'adaptant aux profils individuels des athlètes et capturant les interactions non linéaires entre les facteurs.(13,14).
Arbres de décision	Identifier les facteurs clés influençant la performance sportive et le risque de blessure. Les algorithmes d'arbre de décision permettent d'évaluer systématiquement un large éventail de facteurs, tels que l'historique d'entraînement, la biomécanique et les conditions environnementales, afin de déterminer les variables les plus importantes pour la conception d'un programme d'entraînement.(15,16).
Forêts aléatoires	Développer des modèles d'ensemble pour une meilleure précision prédictive dans l'optimisation de l'entraînement. En combinant plusieurs arbres de décision, les modèles de forêts aléatoires peuvent fournir des prédictions plus robustes et fiables, tenant compte de la variabilité inhérente aux réponses des athlètes aux interventions d'entraînement.(17,18).
Machines à vecteurs de support	Classification des réponses des athlètes aux différentes interventions d'entraînement(19,20) Ces algorithmes d'apprentissage supervisé peuvent catégoriser efficacement les athlètes en fonction de leurs caractéristiques physiologiques, biomécaniques et de performance, ce qui permet de créer des programmes d'entraînement. s programmes spécifiquement personnalisés pour les profils d'athlètes individuels

Technique Application

Réseaux de neurones artificiels Modélisation des relations complexes entre la charge d'entraînement, les variables physiologiques et la performance. Ces modèles de réseaux neuronaux permettent une prédiction plus précise des plans d'entraînement, s'adaptant aux profils individuels des athlètes et capturant les interactions non linéaires entre les facteurs.(13,14)

Arbres de décision Identifier les facteurs clés influençant la performance sportive et le risque de blessure. Les algorithmes d'arbre de décision permettent d'évaluer systématiquement un large éventail de facteurs, tels que l'historique d'entraînement, la biomécanique et les conditions environnementales, afin de déterminer les variables les plus importantes pour la conception d'un programme d'entraînement.(15,16.)

Forêts aléatoires Développer des modèles d'ensemble pour une meilleure précision prédictive dans l'optimisation de l'entraînement. En combinant plusieurs arbres de décision, les modèles de forêts aléatoires peuvent fournir des prédictions plus robustes et fiables, tenant compte de la variabilité inhérente aux réponses des athlètes aux interventions d'entraînement.(17,18)

Machines à vecteurs de support Classification des réponses des athlètes aux différentes interventions d'entraînement(19,20) Ces algorithmes d'apprentissage supervisé peuvent catégoriser efficacement les athlètes en fonction de leurs caractéristiques physiologiques, biomécaniques et de performance, ce qui permet de créer des programmes d'entraînement.

des programmes spécifiquement personnalisés pour les profils d'athlètes individuels

En exploitant de grands ensembles de données d'historiques d'entraînement, de mesures physiologiques et de résultats de performance, ces modèles d'apprentissage automatique peuvent créer des plans d'entraînement personnalisés qui prennent en compte les forces et les faiblesses d'un individu et sa réponse à différentes méthodes d'entraînement (21.)

Les techniques d'apprentissage profond, en particulier, ont montré des résultats prometteurs dans l'amélioration de la précision et de la personnalisation des programmes d'entraînement. Neurones convolutifs

Les réseaux et les réseaux neuronaux récurrents ont été utilisés pour analyser les relations complexes entre les caractéristiques physiques d'un athlète, sa charge d'entraînement et ses indicateurs de performance, conduisant à des interventions d'entraînement plus efficaces et personnalisées (22,23). Ces modèles d'apprentissage profond peuvent révéler des modèles et des interactions complexes au sein des données et fournir aux scientifiques du sport une compréhension plus approfondie des facteurs qui contribuent à une performance athlétique optimale.

2.2 Outils d'analyse vidéo pour un retour instantané

L'intégration des technologies de vision par ordinateur et de suivi de mouvement, combinée à l'IA, a révolutionné la façon dont les scientifiques du sport analysent et commentent les mouvements et les techniques athlétiques. Des outils tels que Coach's Eye et Dartfish utilisent ces technologies pour fournir un retour d'information et une analyse des performances en temps réel, permettant ainsi aux entraîneurs et aux athlètes d'identifier rapidement les points à améliorer et d'ajuster leur entraînement en conséquence.24,25.(

Ces outils d'analyse vidéo basés sur l'IA permettent de quantifier précisément divers paramètres biomécaniques tels que les angles articulaires, les trajectoires des membres et les schémas de mouvement, fournissant ainsi aux athlètes un retour d'information immédiat et objectif. Cette boucle de rétroaction rapide permet une optimisation technique plus efficace et peut conduire à des améliorations significatives des performances, notamment dans les sports qui reposent fortement sur des schémas de mouvement précis et efficaces.24). En reconnaissant et en corrigeant les erreurs techniques ou les schémas de mouvement sous-optimaux, les athlètes peuvent améliorer leur exécution et, en fin de compte, améliorer leurs performances globales (26. (

3. Évaluation et prévention des risques de blessures

L'application de modèles de prédiction et de techniques d'optimisation basés sur l'IA s'est révélée très prometteuse dans le domaine de l'évaluation et de la prévention des risques de blessures, fournissant aux scientifiques du sport et aux professionnels de la santé de nouveaux outils pour améliorer le bien-être et les performances des athlètes.

Modèles prédictifs utilisant des réseaux de neurones artificiels, des arbres de décision et des machines à vecteurs de support

Des algorithmes d'apprentissage automatique sophistiqués, tels que les réseaux de neurones artificiels, les arbres de décision et les machines à vecteurs de support, ont été utilisés pour développer des modèles prédictifs permettant d'évaluer le risque de blessure chez les athlètes (27,28). Ces modèles utilisent un large éventail de données, notamment les caractéristiques démographiques, l'historique d'entraînement, les paramètres biomécaniques et les blessures antérieures, pour identifier les facteurs clés qui contribuent à la susceptibilité d'un athlète à certains types de blessures.

Les réseaux de neurones artificiels en particulier ont montré un grand potentiel dans ce domaine, car ils sont capables de capturer des relations complexes et non linéaires entre différents facteurs de risque et les conséquences des blessures (29,30). En entraînant ces réseaux neuronaux avec des ensembles de données complets, les scientifiques du sport peuvent créer des modèles prédictifs très précis qui peuvent identifier les athlètes présentant un risque plus élevé de certaines blessures, telles que les déchirures du LCA .

Entorses des ischio-jambiers ou fractures de stress. Compte tenu de la complexité et de l'interdépendance des facteurs de risque de blessures sportives, notamment biomécaniques, physiologiques et psychologiques, les réseaux de neurones artificiels sont parfaitement adaptés à cette tâche, car ils permettent de révéler des schémas et des interactions complexes au sein des données, difficiles à détecter par les méthodes statistiques conventionnelles.

Les algorithmes d'arbre de décision ont également été utilisés pour analyser systématiquement l'importance relative des différents facteurs de risque et leurs interactions, fournissant aux praticiens de la médecine du sport un cadre de décision clair pour l'évaluation des risques de blessure (31,32). Ces modèles basés sur des arbres de décision peuvent être facilement interprétés et traduits en lignes directrices pratiques pour les stratégies de prévention des blessures. Le sport et sa contribution au profil de risque global de blessure d'un athlète. Ces informations peuvent ensuite être utilisées pour développer des interventions ciblées et adapter les programmes de prévention des blessures en conséquence.

D'autre part, les machines à vecteurs de support ont prouvé leur efficacité pour classer les athlètes dans différentes catégories de risque, permettant des interventions plus ciblées et des programmes personnalisés de prévention des blessures (33,34). Ces modèles peuvent faciliter l'allocation des ressources et la mise en œuvre de stratégies de prévention personnalisées pour les athlètes les plus sujets aux blessures, en différenciant précisément les joueurs à haut risque et ceux à faible risque. Cette approche est particulièrement utile dans les sports collectifs, où la capacité d'identifier et de prioriser les athlètes à haut risque peut conduire à des stratégies de prévention des blessures plus efficaces.

Optimisation des méthodes d'entraînement pour la prévention des blessures grâce à l'IA

Outre les modèles de prédiction, des approches basées sur l'IA ont également été utilisées pour optimiser les méthodes de formation à des fins de prévention des blessures (2,35,36), les algorithmes d'IA contenant des historiques d'entraînement, des réactions physiologiques et des données sur les blessures peuvent identifier les protocoles d'entraînement, les stratégies de gestion de la charge et les pratiques de récupération les plus efficaces qui minimisent le risque de blessures sportives.

Ces techniques d'optimisation basées sur l'IA peuvent aider les scientifiques et les entraîneurs du sport à élaborer des programmes d'entraînement prenant en compte les caractéristiques individuelles des athlètes, leur historique d'entraînement et leur vulnérabilité aux blessures .

L'ajustement de facteurs tels que le choix, le volume, l'intensité et les périodes de récupération de l'entraînement permet de réduire considérablement le risque de blessures dues au surmenage et de traumatismes aigus, améliorant ainsi la santé et les performances à long terme des athlètes.

L'applicabilité de ces stratégies basées sur l'IA pour l'évaluation et la prévention des risques de blessures dans les sciences du sport est

Les praticiens de la médecine du sport peuvent, grâce au pouvoir prédictif de l'apprentissage automatique et aux capacités d'optimisation de l'IA : (i) identifier les athlètes présentant un risque plus élevé de certaines blessures, permettant des stratégies de prévention ciblées et une intervention précoce, (ii) développer des programmes d'entraînement et de réadaptation personnalisés qui minimisent le risque de blessure tout en maximisant les performances sportives, (iii) affiner et optimiser en permanence les méthodes d'entraînement en fonction de la boucle de rétroaction entre les données des athlètes, (iv) acquérir des connaissances plus approfondies sur les interactions complexes entre différents facteurs de risque, permettant une compréhension plus complète des mécanismes des blessures sportives, et (v) améliorer le suivi et la prise de décision des athlètes, conduisant à une meilleure santé à long terme des joueurs et à une carrière plus longue.

L'intégration d'approches basées sur l'IA dans les sciences du sport a le potentiel de révolutionner la prévention et la gestion des blessures, conduisant à terme à un meilleur bien-être des athlètes, à une réduction des coûts de santé et à une amélioration des performances sportives globales.

4. Identification et sélection des talents

L'identification et la sélection des jeunes athlètes les plus prometteurs constituent depuis longtemps une préoccupation majeure des organisations sportives et des programmes de développement des talents. Les approches conventionnelles d'identification des talents reposent souvent sur des évaluations subjectives, ce qui signifie qu'elles peuvent négliger certaines caractéristiques ou ne pas permettre d'exploiter pleinement le potentiel d'une personne.^{37-39.}

Cependant, l'intégration de modèles prédictifs et de systèmes d'aide à la décision basés sur l'IA a révolutionné le processus d'identification des talents (40,41). Les systèmes d'IA peuvent prédire avec précision le potentiel à long terme d'un athlète et identifier les individus les plus susceptibles d'exceller dans leur sport respectif. Cette approche repose sur la compréhension et l'analyse de données relatives aux indicateurs de performance, aux caractéristiques physiques et aux trajectoires de développement. De nouvelles recherches ont également mis en évidence le potentiel de l'utilisation des données génomiques en conjonction avec des techniques avancées d'apprentissage automatique et d'apprentissage profond pour améliorer l'identification des talents.

Des recherches récentes ont également mis en évidence le potentiel de l'utilisation des données génomiques en conjonction avec des techniques avancées d'apprentissage automatique et d'apprentissage en profondeur pour améliorer encore l'identification et la sélection des talents (42,43). Le domaine de la génomique du sport a permis de découvrir de nombreux marqueurs génétiques et polymorphismes associés à divers attributs physiques, physiologiques et cognitifs pertinents pour la performance sportive (44-46).

Les modèles prédictifs basés sur l'IA qui combinent les données génomiques avec d'autres variables liées à la performance, telles que l'historique d'entraînement, les journaux de blessures et les évaluations des capacités, fournissent une évaluation encore plus complète et précise du potentiel d'un athlète (47,48). En particulier, les algorithmes d'apprentissage profond se sont révélés prometteurs dans la découverte de relations complexes et non linéaires entre les facteurs génétiques et les capacités athlétiques.

Par exemple, les réseaux neuronaux convolutifs peuvent être entraînés à partir de données de séquençage génétique combinées à d'autres mesures de performance afin d'identifier les profils génétiques spécifiques qui prédisent la réussite dans des sports particuliers, voire à des postes précis au sein d'un sport [15,16]. Ces modèles d'apprentissage profond peuvent reconnaître des schémas et des interactions au sein des données génomiques qui ne sont pas immédiatement apparents avec les méthodes statistiques traditionnelles, ce qui conduit à une identification plus fiable et plus précise des talents.

De plus, l'intégration de la génomique et de l'IA peut également permettre le développement de programmes d'entraînement et de développement personnalisés qui prennent en compte les prédispositions génétiques uniques d'un athlète (43,49). De cette façon, les scientifiques du sport peuvent optimiser leurs méthodes d'entraînement et leurs stratégies de récupération et, en fin de compte, améliorer le développement et les performances à long terme de l'athlète (50).

L'application de l'identification des talents par l'IA, optimisée par l'intégration de données génomiques, pourrait révolutionner la manière dont les organisations sportives identifient, sélectionnent et développent les athlètes talentueux. Le processus d'identification des talents peut devenir plus objectif, plus efficace et plus performant, permettant ainsi de former des athlètes exceptionnels, mieux armés pour atteindre leur plein potentiel.

5. Rééducation des blessures et optimisation du retour au jeu

L'intégration de l'IA et des techniques d'apprentissage automatique a également eu un impact significatif sur la rééducation des blessures sportives et l'optimisation du retour au jeu. Grâce à ces outils d'analyse avancés, les professionnels de la médecine du sport peuvent améliorer l'efficacité du processus de rééducation, ce qui se traduit par de meilleurs résultats pour les patients et une réinsertion plus rapide des athlètes dans leurs sports respectifs.

5.1 Programmes de réadaptation personnalisés

L'une des applications les plus importantes de l'IA dans la rééducation des blessures sportives est le développement de programmes de rééducation personnalisés (32,51). Grâce à l'analyse de quantités de données, y compris l'historique des blessures individuelles, les évaluations biomécaniques et les réponses physiologiques, l'IA-

Les systèmes motorisés peuvent créer des plans de rééducation personnalisés qui répondent aux besoins individuels et à la trajectoire de récupération de chaque athlète.

Les algorithmes d'apprentissage automatique, tels que les arbres de décision et les forêts aléatoires, peuvent identifier les exercices de rééducation, les modalités de traitement et les progressions les plus efficaces en fonction de la blessure spécifique d'un athlète, de ses caractéristiques physiques et de sa réponse aux interventions précédentes (52,53). Cette approche de réadaptation personnalisée accélère non seulement le processus de guérison, mais minimise également le risque de nouvelle blessure en s'attaquant aux facteurs sous-jacents qui ont contribué à la blessure initiale.

De plus, grâce à l'intégration de capteurs portables et à la surveillance en temps réel, les professionnels de la médecine du sport peuvent obtenir des informations précieuses sur les progrès de l'athlète pendant la rééducation (52,53). Ces systèmes basés sur l'IA peuvent détecter des changements et des adaptations subtils pour ajuster dynamiquement le programme de rééducation afin d'optimiser la récupération de l'athlète.

5.2 Prédiction des délais de retour au jeu

Prédire avec précision le délai de retour au jeu en toute sécurité d'un athlète après une blessure constitue un défi majeur en médecine du sport. Jusqu'à présent, cette évaluation reposait largement sur le jugement subjectif des cliniciens, qui pouvait être influencé par divers facteurs et conduire à des résultats incohérents. Cependant, l'application de modèles de prédiction basés sur l'IA a considérablement amélioré la précision et la fiabilité des délais de retour au jeu (54,55). Ces modèles peuvent identifier les facteurs clés qui influencent la performance d'un athlète.

5.3 préparation à un retour à la compétition en toute sécurité.

En particulier, les réseaux neuronaux artificiels peuvent capturer les relations complexes et non linéaires entre divers paramètres de récupération et la probabilité d'un retour réussi au jeu.

.(56) Ces modèles prédictifs peuvent aider les praticiens de la médecine du sport

5.4 Systèmes automatisés d'aide à la décision

En plus des programmes de réadaptation personnalisés et des prévisions de retour au jeu, l'intégration de l'IA a également conduit au développement de systèmes automatisés d'aide à la décision qui peuvent aider les praticiens de la médecine du sport dans la prise de décision clinique (57,58).

Ces systèmes basés sur l'IA peuvent intégrer de multiples sources de données, telles que les antécédents médicaux, l'imagerie et les résultats des traitements, afin de fournir des recommandations en temps réel et une aide à la décision pour le traitement des blessures sportives. Grâce à des algorithmes d'apprentissage automatique, ces systèmes peuvent reconnaître des modèles et des tendances qui ne sont pas immédiatement apparents pour les cliniciens humains, conduisant à une prise de décision plus éclairée et plus efficace.

La mise en œuvre de ces systèmes automatisés d'aide à la décision peut améliorer la cohérence et la qualité des soins tout en libérant un temps précieux aux cliniciens en médecine du sport pour se concentrer sur d'autres aspects de la gestion et de la réadaptation des athlètes.

5.6 Suivi des athlètes et optimisation des performances

L'intégration de l'IA et des techniques d'apprentissage automatique a également eu un impact significatif sur le domaine de la surveillance des athlètes et de l'optimisation des performances. Les organisations sportives peuvent obtenir des informations sans précédent sur les états physiques, physiologiques et cognitifs d'un athlète, permettant des stratégies d'entraînement et de compétition plus efficaces.

6. Suivi complet des athlètes

Un suivi efficace des athlètes est essentiel pour que les organisations sportives comprennent les multiples facteurs qui contribuent à la performance, à la santé et au bien-être d'un athlète. Traditionnellement, ce processus s'appuyait sur une combinaison d'évaluations subjectives, de tests périodiques et d'une collecte de données limitée.

Cependant, l'avènement des systèmes de surveillance des athlètes basés sur l'IA a transformé ce paysage, offrant aux scientifiques du sport et aux entraîneurs une compréhension plus complète et objective de l'état d'un athlète (7,59). Ces systèmes intègrent des données provenant de sources variées, notamment des capteurs portables, des analyses vidéo et des évaluations physiologiques et psychologiques complètes, afin de créer un profil global de l'état actuel de l'athlète. Ainsi, les systèmes basés sur l'IA peuvent détecter les changements et les écarts subtils par rapport à leur état de référence, permettant une intervention précoce et une gestion proactive de toute préoccupation émergente.

Modélisation des performances prédictives

S'appuyant sur les capacités de suivi des athlètes, la modélisation prédictive des performances basée sur l'IA est devenue un outil précieux pour améliorer les performances sportives. Ces modèles utilisent les données collectées par les systèmes de suivi, ainsi que les performances passées et des facteurs externes, pour prédire les chances de réussite d'un athlète lors des compétitions à venir.

Les réseaux de neurones artificiels, en particulier, ont montré leur capacité à comprendre les liens complexes entre différentes variables de performance et la probabilité de atteindre certains résultats (60,61) En enseignant à ces réseaux neuronaux de grandes quantités de données, les organisations sportives peuvent créer des modèles prédictifs capables d'anticiper le potentiel d'un athlète pour des performances de haut niveau et d'identifier les obstacles qui pourraient entraver sa réussite.

Ces modèles prédictifs peuvent être utilisés pour orienter les stratégies d'entraînement et de compétition, permettant aux entraîneurs et aux scientifiques du sport de prendre des décisions fondées sur des données qui maximisent les chances de réussite des athlètes. Par exemple, les modèles peuvent identifier les domaines spécifiques sur lesquels un athlète doit concentrer ses efforts d'entraînement ou suggérer des stratégies de rythme optimales pour une épreuve particulière en fonction de ses performances prévues.

7. Optimisation de la formation alimentée par l'IA

S'appuyant sur les connaissances acquises grâce au suivi complet des athlètes et à la modélisation prédictive des performances, l'optimisation de l'entraînement assistée par l'IA est devenue une approche pionnière dans le domaine de la performance sportive. Grâce aux algorithmes d'IA, les organisations sportives peuvent analyser les vastes quantités de données collectées sur l'historique d'entraînement, les réponses physiologiques et les résultats en compétition d'un athlète afin de déterminer les méthodes d'entraînement les plus efficaces et d'optimiser le processus.62,63.(

Cela comprend l'optimisation de la charge d'entraînement, la sélection des exercices, les stratégies de récupération et la périodisation, qui sont toutes adaptées aux besoins et aux caractéristiques de chaque athlète.

Par exemple, des algorithmes d'apprentissage par renforcement peuvent être utilisés pour évaluer en continu les réponses de l'athlète à différents stimuli d'entraînement et ajuster dynamiquement le programme d'entraînement afin d'obtenir les adaptations et les performances souhaitées. Ce processus itératif d'expérimentation, d'évaluation et d'affinement peut conduire à des améliorations significatives du développement et des performances globales de l'athlète. L'intégration de l'IA et de l'apprentissage automatique dans le domaine du suivi et de l'optimisation des performances des athlètes pourrait révolutionner la façon dont les organisations sportives abordent l'entraînement et le développement de leurs athlètes.

7.1 Optimisation du bien-être et du bien-être des athlètes

L'intégration de l'IA et de l'apprentissage automatique a également eu un impact sur l'optimisation du bien-être des athlètes. Les organisations sportives peuvent ainsi mieux comprendre les multiples facteurs qui contribuent au bien-être physique, mental et social des athlètes, ce qui leur permet de mettre en place des systèmes de soutien plus ciblés et plus efficaces. Suivi complet du bien-être des athlètes

Le maintien du bien-être général des athlètes est essentiel à leur réussite à long terme et à leur pérennité dans le sport. Jusqu'à présent, l'évaluation du bien-être d'un athlète reposait sur une combinaison d'auto-évaluation, de bilans de santé réguliers et de collecte de données limitée. L'émergence de systèmes de suivi du bien-être des athlètes basés sur l'IA a changé la donne, offrant aux organisations sportives une compréhension plus complète et objective du bien-être physique, mental et social d'un athlète.⁶⁴⁻⁶⁶). Ces systèmes intègrent des données provenant de diverses sources, notamment des capteurs portables, des évaluations psychologiques et des interactions sociales, afin de fournir un profil global de l'état actuel de l'athlète. En surveillant en permanence le bien-être général d'un athlète, les systèmes basés sur l'IA peuvent détecter les changements et les écarts subtils par rapport à la situation initiale, permettant une intervention précoce et une gestion proactive des problèmes émergents.

7.2 Interventions personnalisées pour un bien-être holistique

Grâce au suivi du bien-être des athlètes et à la modélisation prédictive, les organisations sportives peuvent développer des interventions personnalisées et des systèmes de soutien pour assurer le bien-être global de leurs athlètes. Les systèmes d'aide à la décision basés sur l'IA peuvent intégrer diverses sources de données, notamment des indicateurs de bien-être physique, mental et social, afin de fournir des recommandations sur mesure en matière de nutrition, de soutien psychologique, d'engagement social et d'autres mesures de soutien global.^{67,68}). Ces interventions personnalisées peuvent répondre aux besoins et aux défis spécifiques auxquels sont confrontés les athlètes individuels, garantissant une approche globale de leur bien-être général.

De plus, le recours au traitement du langage naturel et à l'analyse des sentiments peut permettre d'identifier d'éventuels problèmes de santé mentale ou de détresse psychologique, permettant ainsi aux organisations sportives de fournir proactivement le soutien et les ressources nécessaires. Les interventions basées sur l'IA peuvent contribuer à améliorer les performances, à réduire les risques de blessures et à améliorer la pérennité des carrières.⁶⁹.(

8. Chatbots IA ou grands modèles de langage (LLM) en médecine du sport et sciences de l'exercice

8.1 Aider aux recherches et au filtrage de la littérature L'utilisation de chatbots IA peut aider les chercheurs à

naviguer efficacement dans la vaste littérature scientifique pertinente à leurs recherches. Ces chatbots prennent en charge les capacités de traitement du langage naturel pour comprendre les besoins des chercheurs requêtes et suggestions d'études potentiellement pertinentes basées sur des mots-clés, des résumés et d'autres métadonnées

.(70)Cependant, il est important de noter que les processus critiques d'examen, de sélection et de sélection des études appropriées pour les revues de la littérature ou les méta-analyses nécessitent toujours une expertise et un jugement humains.

8.2 Fournir des informations et des recommandations de recherche personnalisées

Les chatbots IA peuvent fournir des suggestions personnalisées pour des études pertinentes, des collaborateurs potentiels, des opportunités de financement et des tendances de recherche émergentes en examinant les intérêts, l'expertise et les projets en cours d'un chercheur (71). Cela peut aider les chercheurs à se tenir au courant des derniers développements dans leur domaine et à identifier de nouvelles pistes d'exploration, ce qui peut améliorer la productivité et la concentration de leurs efforts de recherche.

8.3 Faciliter la rédaction et la collaboration académiques

Les chatbots IA peuvent également aider les chercheurs dans le processus de rédaction académique, en fournissant des suggestions de structure, de grammaire et de langage académique approprié (72-74). De plus, ces chatbots peuvent faciliter les efforts de collaboration entre les équipes de recherche en coordonnant les tâches, en gérant le contrôle des versions et en offrant un retour d'information en temps réel sur les documents partagés.

8.4 Les chatbots IA comme assistants de formation et de coaching

Les chatbots IA se sont révélés être des outils polyvalents dans le domaine des sciences du sport, offrant un large éventail d'applications dans les domaines de l'entraînement, des recommandations d'entraînement, de la nutrition et même du soutien psychologique. Contrairement aux applications spéculatives des discussions précédentes, où l'IA était présentée comme des êtres futuristes capables d'effectuer des analyses biomécaniques en temps réel et de fournir un retour instantané sur la technique, les opportunités actuelles se concentrent davantage sur la personnalisation des programmes d'entraînement, l'optimisation des performances et l'amélioration du bien-être des athlètes grâce à des solutions accessibles et évolutives.75.(

Les modèles de langage à grande échelle (MLH) tels que ChatGPT, Google Gemini et autres plateformes similaires deviennent incontournables pour fournir des prescriptions d'entraînement personnalisées, notamment aux athlètes et aux entraîneurs qui ne disposent pas d'un accès permanent à des baskets humaines spécialisées. Ces chatbots, intégrés aux technologies portables et aux données des athlètes, peuvent élaborer des routines d'entraînement basées sur les profils de santé, les niveaux de forme physique et les objectifs individuels. Par exemple, ChatGPT peut analyser

données de performance telles que la variabilité de la fréquence cardiaque ou les temps de récupération et recommander des ajustements spécifiques à la charge d'entraînement ou aux stratégies de récupération d'un athlète pour réduire le risque de blessure et améliorer les résultats de performance (75,76).

Des recherches récentes ont soutenu le rôle de l'IA dans la création de plans de formation personnalisés. Guelmami, Fekih-Romdhane(35), Par exemple, des études ont montré que les systèmes d'IA peuvent aider les athlètes à optimiser leur entraînement et leur récupération en analysant leurs données de performance, leur historique de blessures et leurs objectifs personnels. De même, des études ont montré que l'IA peut contribuer à l'adaptation dynamique des charges d'entraînement grâce aux retours en temps réel de capteurs corporels, bien que ces interventions restent limitées au traitement des données plutôt qu'aux évaluations biomécaniques.77,78.

Les chatbots IA jouent également un rôle de plus en plus important dans la planification de la nutrition et de la récupération. Ils fournissent aux athlètes des conseils nutritionnels personnalisés en fonction de leurs besoins caloriques, de leur répartition en macronutriments et de leurs objectifs de performance. Ces outils permettent d'adapter les plans nutritionnels aux différentes phases d'entraînement, comme les périodes de réduction progressive ou de récupération après blessure, afin de garantir aux athlètes le maintien de leurs performances optimales tout en réduisant le risque de surentraînement ou d'épuisement professionnel.79,80.

De plus, les chatbots IA deviennent des outils précieux pour le soutien psychologique du sport. La santé mentale des athlètes est un domaine crucial qui suscite une attention croissante, et les chatbots s'avèrent être des outils efficaces pour le soutien psychologique. Grâce au traitement automatique du langage naturel (TALN), les chatbots IA peuvent interagir avec les athlètes et leur proposer des stratégies de motivation, de gestion du stress et même des exercices mentaux simples pour améliorer leur concentration et réduire leur anxiété avant les compétitions.81,82). Ce soutien en santé mentale, combiné à des recommandations d'entraînement personnalisées, contribue à une approche holistique du développement des athlètes.

En matière de réadaptation, les chatbots IA ont montré un grand potentiel en tant que coachs de réadaptation virtuels. Garbett, Degutyte (83) ont mis en évidence la capacité de ces systèmes à fournir un feedback continu, des encouragements et des rappels aux athlètes en convalescence. En s'intégrant à des appareils portables, ces chatbots peuvent suivre la progression de la rééducation et suggérer des modifications aux exercices en temps réel ,

garantissant ainsi à l'athlète un processus de récupération sûr et efficace. Par exemple, ils peuvent détecter des déviations dans les schémas de mouvement ou une adhésion réduite aux exercices prescrits, et intervenir par des retours correctifs ou des encouragements.

Il est important de noter que les chatbots IA ne sont pas des solutions autonomes, mais agissent comme des outils collaboratifs aux côtés des baskets, des articles de sport scientifiques et professionnels de la santé (84). Ils servent d'assistants virtuels facilitant la communication entre les athlètes et leurs équipes d'encadrement en simplifiant l'analyse des données et la génération de rapports. Ils contribuent également à la coordination logistique, comme la planification, les rappels d'entraînement et le suivi de la récupération, réduisant ainsi la charge administrative des baskets et leur permettant de se concentrer davantage sur la planification stratégique de haut niveau.⁷⁵.(

L'une des avancées les plus significatives dans les applications de chatbots IA concerne l'évaluation initiale des blessures et le triage. Des études menées par Ha, Yu (85) et d'autres ont montré que les chatbots alimentés par l'IA peuvent aider les médecins du sport à évaluer les blessures à partir des descriptions des symptômes des athlètes. Cela permet de déterminer si une blessure est suffisamment grave pour nécessiter un traitement médical immédiat ou si l'athlète peut poursuivre un entraînement adapté. Ces interventions précoces sont importantes pour prévenir d'autres blessures et garantir un traitement rapide.

En résumé, les chatbots IA tels que ChatGPT et Google Gemini ne sont plus de simples outils théoriques, mais sont déjà activement utilisés pour améliorer l'entraînement, la récupération, la nutrition et le soutien psychologique des athlètes. Avec l'évolution constante de la technologie, ces applications offrent des avantages pratiques et factuels qui peuvent améliorer les performances des athlètes, optimiser l'efficacité de l'entraînement et favoriser une rééducation complète. Les avancées futures pourraient offrir des perspectives encore plus vastes, mais l'intégration actuelle des chatbots IA dans les sciences du sport est déjà très prometteuse.

9. Conclusion

L'intégration de l'IA et des techniques d'apprentissage automatique aux sciences du sport présente un potentiel immense pour transformer divers aspects de la performance sportive, du bien-être et de la rééducation. Les avancées des outils d'IA ont permis des approches personnalisées et basées sur les données pour l'optimisation de l'entraînement, la prévention des blessures, l'identification des talents et le suivi des athlètes. Ces innovations peuvent entraîner des gains de performance significatifs grâce à l'optimisation des techniques et à la personnalisation des programmes d'entraînement, améliorant ainsi le bien-être des athlètes. en utilisant des modèles prédictifs d'évaluation des risques de blessures, en révolutionnant l'identification et le développement des talents, en accélérant les processus de réadaptation et de retour au jeu et en optimisant la recherche et la consultation grâce aux chatbots IA.

10. Références

1. Chmait N, Westerbeek H. Intelligence artificielle et apprentissage automatique dans la recherche sportive : une introduction pour les non-scientifiques des données. *Frontières du sport et de la vie active*. 2021 ; 3 : 682287.[DOI]
2. Bodemer O. Améliorer l'entraînement sportif individuel grâce à l'intelligence artificielle : une revue complète. *Prépublications d'Auteur*. 2023.[DOI]
3. Rico-González M, Pino-Ortega J, Méndez A, Clemente F, Baca A. Application de l'apprentissage automatique au football : une revue systématique. *Biologie du sport*. 2023 ; 40(1) : 249-63.[DOI]
4. Cust EE, Sweeting AJ, Ball K, Robertson S. Apprentissage automatique et profond pour la reconnaissance des mouvements spécifiques au sport : une revue systématique du développement et de la performance des modèles. *Journal of sports sciences*. 2019 ; 37(5) : 568-600.[DOI]
5. Brunetti A, Buongiorno D, Trotta GF, Bevilacqua V. Vision par ordinateur et techniques d'apprentissage profond pour la détection et le suivi des piétons : une enquête. *Neurocomputing*. 2018;300:17-33.[DOI]
6. O'Mahony N, Campbell S, Carvalho A, Harapanahalli S, Hernandez GV, Krpalkova L, et al. Apprentissage profond vs. vision par ordinateur traditionnelle. *Progrès en vision par ordinateur : actes de la conférence 2019 sur la vision par ordinateur (CVC), volume 1*. 2020 : 128-44.[DOI]
7. Li A, Huang W. Une étude complète des applications de l'intelligence artificielle et du cloud computing dans l'industrie du sport. *Réseaux sans fil*. 2023 : 1-12.[DOI]
8. Naughton M, Salmon PM, Compton HR, McLean S. Défis et opportunités de la mise en œuvre de l'intelligence artificielle au sein des équipes de sciences et de médecine du sport. *Front Sports Act Living*. 2024 ; 6 : 1332427.[PMCID : PMC11144926][DOI]
9. Chen P, Wu L, Wang L. L'équité de l'IA dans la gestion et l'analyse des données : un examen des défis, des méthodologies et des applications. *Sciences appliquées*. 2023;13(18):10258.[DOI]
10. Chakraborty U. L'intelligence artificielle pour tous : transformer chaque aspect de notre vie : publications Bpb ; 2020.
11. Araújo D, Couceiro M, Seifert L, Sarmento H, Davids K. Intelligence artificielle dans l'analyse des performances sportives : Routledge ; 2021.
12. McBee JC, Han DY, Liu L, Ma L, Adjeroh DA, Xu D, et al. Enquête interdisciplinaire via PanelGPT : application pour explorer l'application du chatbot dans la rééducation sportive. *medRxiv*. 2023.[DOI]
13. Carrard J, Kloucek P, Gojanovic B. Modélisation de l'adaptation à l'entraînement en natation à l'aide de l'optimisation géométrique par réseau neuronal artificiel. *Sports*. 2020;8(1):8.[DOI]
14. Bourdon PC, Cardinale M, Murray A, Gastin P, Kellmann M, Varley MC, et al. Suivi des charges d'entraînement des athlètes : déclaration de consensus. *Revue internationale de physiologie et de performance du sport*. 2017 ; 12(s2) : S2-161-S2-70.[DOI]
15. Zhang Z, Zhao Z, Yeom DS. [Rétracté] Modèle basé sur un algorithme d'arbre de décision et simulation informatique pour évaluer l'efficacité de l'éducation physique dans les universités. *Complexité*. 2020 ; 2020(1) : 8868793.[DOI]
16. Charbuty B, Abdulazeez A. Classification basée sur un algorithme d'arbre de décision pour l'apprentissage automatique. *Journal of Applied Science and Technology Trends*. 2021;2(01):20-8.[DOI]
17. Dorschky E, Camomilla V, Davis J, Federolf P, Reenalda J, Koelewijn AD. Perspective sur l'analyse du mouvement « dans la nature » à l'aide de l'apprentissage automatique. *Science du mouvement humain*. 2023;87:103042.[DOI]
18. Aria M, Cuccurullo C, Gnasso A. Comparaison des propositions interprétatives pour les forêts aléatoires. *Apprentissage automatique avec applications*. 2021 ; 6 : 100094.[DOI]

19. Burdack J, Horst F, Aragonés D, Eekhoff A, Schöllhorn WI. Modifications des schémas de mouvement individuels liées à la fatigue et à l'échelle de temps identifiées à l'aide d'une machine à vecteurs de support. *Frontiers in psychology*. 2020;11:551548.[DOI]
20. Lei T, Cai Z, Hua L. Prédiction de l'entraînement et mesure de la fréquence cardiaque des athlètes à partir d'un signal PPG multicanal et de l'algorithme SVM. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*. 2021 ; 40(4) : 7497-508.[DOI]
21. Dergaa I, Chamari K. Big Data en médecine du sport et sciences de l'exercice : intégrer la théorie et la pratique pour les innovations futures. *Revue tunisienne des sciences et de la médecine du sport*. 2024;2(1):1-13.[DOI]
22. Alghamdi WY. Une nouvelle méthode d'apprentissage profond pour prédire la santé des athlètes à l'aide de capteurs portables et de réseaux neuronaux récurrents. *Decision Analytics Journal*. 2023 ; 7 : 100213.[DOI]
23. Yang C, Chang YT. Collecte de données et évaluation des performances de l'entraînement à la course à pied à l'aide de différentes techniques de réseaux neuronaux. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology*. 2023 ; 23(04) : 2340053.[DOI]
24. Cossich VR, Carlgren D, Holash RJ, Katz L. Avancées technologiques dans le sport : pratiques actuelles et potentiel futur de l'intelligence artificielle, de la réalité virtuelle, de la réalité augmentée et de la visualisation moderne des données dans l'analyse des performances. *Sciences appliquées*. 2023 ; 13(23) : 12965.[DOI]
25. Zulkifli AF, Danis A. Technologie en éducation physique : utiliser une application d'analyse du mouvement pour améliorer le retour d'information sur les compétences sportives chez les étudiants de premier cycle en éducation physique. *Sciences sociales et humaines ouvertes*. 2022 ; 6(1) : 100350.[DOI]
26. Fessi MS, Oliveira RFS. Hors du laboratoire : une transition vers une perspective pratique dans la recherche en sciences du sport. *Revue tunisienne des sciences et de la médecine du sport*. 2023 ; 1(1) : 4-7.[DOI]
27. Van Eetvelde H, Mendonça LD, Ley C, Seil R, Tischer T. Méthodes d'apprentissage automatique dans la prédiction et la prévention des blessures sportives : une revue systématique. *Journal of Experimental Orthopaedics*. 2021 ; 8 : 1-15.[PMID : 33855647][PMCID : PMC8046881][DOI]
28. Seow D, Graham I, Massey A. Modèles de prédiction des blessures musculo-squelettiques dans les activités sportives professionnelles : une revue systématique. *Médecine du sport translationnelle*. 2020 ; 3(6) : 505-17.[DOI]
29. Kakavas G, Malliaropoulos N, Pruna R, Maffulli N. Intelligence artificielle : un outil de prédiction des traumatismes sportifs. *Blessure*. 2020;51:S63- S5.[DOI]
30. Fonseca ST, Souza TR, Verhagen E, Van Emmerik R, Bittencourt NF, Mendonça LD, et al. Prévion et complexité des blessures sportives : une approche synergique. *Médecine du sport*. 2020;50 : 1757-70.[DOI]
31. Jauhiainen S, Kauppi JP, Leppänen M, Pasanen K, Parkkari J, Vasankari T et al. Nouvelle approche d'apprentissage automatique pour la détection des facteurs de risque de blessures chez les jeunes athlètes de sports d'équipe. *Revue internationale de médecine du sport*. 2021;42(02):175-82.[DOI]
32. Yung KK, Arden CL, Serpiello FR, Robertson S. Caractéristiques des systèmes complexes dans la rééducation des blessures sportives : exemples et implications pour la pratique. *Médecine du sport-ouvert*. 2022 ; 8(1) : 24.[DOI]
33. Lu Y, Pareek A, Lavoie-Gagne OZ, Forlenza EM, Patel BH, Reinholz AK, et al. Apprentissage automatique pour prédire les tensions musculaires des membres inférieurs chez les athlètes de la National Basketball Association. *Revue orthopédique de médecine du sport*. 2022 ; 10(7) : 2325967122111742.[DOI]

34. Iduh BN, Umeh MN, Anusiuba OI, Egba FA. Développement d'un cadre de modélisation prédictive pour l'évaluation et la prévention des risques de blessures chez les athlètes : une approche d'apprentissage automatique. *Revue européenne des sciences théoriques et appliquées*. 2024 ; 2(4) : 894-906.[DOI]
35. Guelmami N, Fekih-Romdhane F, Mechraoui O, Bragazzi NL. Prévention des blessures, optimisation de l'entraînement et de la rééducation : comment l'IA transforme-t-elle la médecine du sport ? *New Asian Journal of Medicine*. 2023 ; 1(1) : 30-4.[DOI]
36. Forelli F, Aloui IB, Mazeas J, Hewett TE, Douryang M. Stratégies de prévention des blessures et d'amélioration des
37. Chmait N, Westerbeek H. Intelligence artificielle et apprentissage automatique dans la recherche sportive : une introduction pour les non-scientifiques des données. *Frontières du sport et de la vie active*. 2021 ; 3 : 682287.[DOI]
38. performances. *Revue tunisienne des sciences et de la médecine du sport*. 2024;2(3):1-5.
39. Höner O, Larkin P, Leber T, Feichtinger P. Identification et développement des talents dans le sport : Springer ; 2023. 549-81 p.
40. Atanasov P, Himmelstein M. Repérage des talents dans la prédiction de la foule : Springer ; 2023. 135-84 p.[DOI]