



# Déclaration de consensus du Comité International Olympique sur le développement sportif des jeunes

Michael F Bergeron,<sup>1,2</sup> Margo Mountjoy,<sup>3,4</sup> Neil Armstrong,<sup>5</sup> Michael Chia,<sup>6</sup> Jean Cote,<sup>7</sup> Carolyn A Emery,<sup>8</sup> Avery Faigenbaum,<sup>9</sup> Gary Hall Jr,<sup>10</sup> Susi Kriemler,<sup>11</sup> Michel Leglise,<sup>12</sup> Robert M Malina,<sup>13,14</sup> Anne Marte Pensgaard,<sup>15</sup> Alex Sanchez,<sup>16</sup> Torbjorn Soligard,<sup>17</sup> Jorunn Sundgot-Borgen,<sup>18</sup> Willem van Mechelen,<sup>19,20,21</sup> Juanita R Weissensteiner,<sup>22</sup> Lars Engebretsen<sup>17,23</sup>

## RÉSUMÉ

La santé, la forme physique et les autres avantages de la pratique du sport chez les jeunes sont bien connus. Cependant, toutes les parties prenantes impliquées— plus particulièrement les jeunes athlètes—sont confrontées à des défis considérables lorsqu'elles tentent de maintenir une participation et une réussite inclusives, durables et agréables pour tous les niveaux d'accomplissement athlétique individuel. Dans le but de promouvoir une approche plus unifiée et fondée sur des données probantes du développement des jeunes athlètes, le CIO a procédé à une évaluation critique de l'état actuel de la science et de la pratique du développement des jeunes athlètes et a présenté des recommandations pour le développement de jeunes athlètes en bonne santé, résilients et performants, tout en offrant des possibilités de participation et de réussite sportives à tous les niveaux. Le CIO invite en outre toutes les instances dirigeantes de la jeunesse et des autres sports à adopter et à mettre en œuvre ces principes directeurs recommandés.

les facteurs contributifs tels que le surmenage, le surentraînement et l'épuisement.

Il est également urgent d'élargir notre vision du développement des jeunes athlètes pour y inclure la « culture » des sports spécifiques et des sports pour les jeunes en général, notamment la philosophie sous-jacente du développement des jeunes athlètes, les systèmes des sports spécifiques et les interactions entre les athlètes, les styles et les pratiques d'entraînement, les effets sur les jeunes athlètes des attentes des parents et la vision des jeunes athlètes comme des marchandises, qui est souvent intrusive avec une distinction subtile entre l'objectivité et le sensationnalisme.

Dans le but de faire progresser une approche plus unifiée et fondée sur des données probantes du développement des jeunes athlètes, le CIO a convoqué une réunion de consensus d'experts dans ce domaine en novembre 2014. Le groupe était chargé de deux tâches :

1. Mettre en évidence les considérations et les défis clés du sport de compétition chez les jeunes, et procéder à une évaluation critique de l'état actuel de la science et de la pratique de développement des jeunes athlètes ;
2. Établir des principes directeurs pour un modèle durable visant à développer des jeunes athlètes sains, résilients et performants, tout en offrant des possibilités de participation et de réussite sportives à tous les niveaux.

## INTRODUCTION

L'objectif est clair : Développer de jeunes athlètes en bonne santé, performants et résilients, tout en assurant une participation et une réussite généralisées, inclusives, durables et agréables à tous les niveaux d'accomplissement athlétique individuel. Pourtant, il s'agit d'un défi considérable pour toutes les parties prenantes du sport chez les jeunes : parents, entraîneurs, administrateurs, instances dirigeantes du sport et, plus particulièrement, les jeunes athlètes.

Le processus commence par une évaluation subjective du talent potentiel, suivie d'un programme d'entraînement structuré dans un sport spécifique. Cependant, le succès limité des programmes d'identification des talents et de développement des athlètes n'est pas surprenant, car le modèle de développement des athlètes est construit sur une base individuelle unique et en constante évolution, comprenant les exigences de la croissance physique normale, de la maturation biologique et du développement comportemental, ainsi que leurs interactions.<sup>1,2</sup> Le développement athlétique est également multidimensionnel et difficile à évaluer chez les jeunes, car les parcours du niveau novice à l'élite peuvent varier considérablement d'un athlète à l'autre. Pour ajouter à la complexité, les exigences des sports spécifiques se superposent à ce schéma dynamique intégré. De plus, le développement des compétences, de la motivation et des comportements propres au sport dans une culture d'apprentissage intégrée n'est pas clairement caractérisé ; et, étant donné la sélectivité et l'exclusivité du sport, ce sont les athlètes de choix qui reçoivent généralement le plus d'attention dans la recherche. Par conséquent, nous savons moins de choses sur ceux qui sont systématiquement exclus (coupés), qui abandonnent (se retirent volontairement) ou qui sont blessés, ainsi que sur les facteurs contributifs tels que le surmenage, le surentraînement et l'épuisement.

## MATURATION

### Évaluation de l'état de maturité biologique et du calendrier

La maturation biologique est un processus continu qui commence avant la naissance et se poursuit pendant les deux premières décennies de la vie postnatale. Les résultats des processus biologiques sous-jacents sont observés, évalués et/ou mesurés pour fournir une indication de l'état de maturité (c'est-à-dire l'état du jeune au moment de l'observation), généralement spécifié par l'âge squelettique (AS) et les caractéristiques sexuelles secondaires. Le moment de la maturité désigne les âges chronologiques auxquels se produisent des événements de maturation spécifiques, fréquemment évalués par l'âge du pic de croissance rapide soudaine (PCR-S) et l'âge à l'apparition des premières règles (ménarche). Pour être plus précis, tous deux nécessitent des données longitudinales qui couvrent l'adolescence, car l'âge au moment de la ménarche dont les jeunes filles se souviennent comporte des erreurs associées à la mémoire et à une tendance à déclarer des années entières.<sup>2-6</sup>

L'AS est l'estimation la plus utile de l'état de maturité et peut être utilisé de l'enfance à la fin de l'adolescence<sup>2,7</sup>. Il peut également être utilisé conjointement à la taille corporelle actuelle et/ou à la taille moyenne des parents pour prédire la taille adulte, ce qui est intéressant dans certains sports. L'exposition aux radiations dues aux radiographies des mains-poignets est minimale ; cependant, une interprétation experte est nécessaire. L'AS et la fusion du radius distal d'après l'IRM sont régulièrement utilisés aux fins de vérification de l'âge chronologique, plus particulièrement dans certaines compétitions sportives pour les jeunes hommes.<sup>7,9</sup>

Pour les affiliations numérotées voir la fin de l'article.

### Correspondance à

Dr Michael F Bergeron, Youth Sports of the Americas; Lemak Sports Medicine, 500 Office Park Drive, Suite 200, Birmingham, AL 35223 USA; mbergeron.phd01@gmail.com

Accepté le 18 mai 2015



CrossMark

À citer : Bergeron MF, Mountjoy M, Armstrong N, et al. Br J Sports Med 2015;49:843-851.

Étant donné le gradient de sélection lié à la maturité qui favorise les hommes à maturité précoce dans de nombreux sports, la probabilité de faux négatifs est augmentée.<sup>7</sup> La variation ethnique de la maturation squelettique est également une considération connexe.<sup>2,7</sup> En conséquence, l'AS et la fusion du radius distal ne doivent pas être utilisés à des fins de vérification de l'âge dans le sport.

Les caractéristiques sexuelles secondaires (seins, organes génitaux, poils pubiens) sont uniquement utiles pendant la puberté. Les évaluations indiquent le stade de la puberté au moment de l'observation, mais ne fournissent aucune information sur l'âge d'entrée dans un stade et la durée de celui-ci. De plus, pour certains, l'évaluation des caractéristiques sexuelles secondaires peut être invasive ; et la précision de l'évaluation peut être considérablement discordante entre les médecins, et entre les médecins et les jeunes lors des autoévaluations.<sup>10</sup>

Le pourcentage de la taille mature (adulte) prédite au moment de l'observation fournit une estimation de l'état de maturité<sup>12</sup>. La méthode présente une concordance modérée avec les classifications de l'état de maturité, basées sur l'AS chez les jeunes joueurs de football américain et de soccer.<sup>13,14</sup> Le temps prédit avant le PCR-S (décalage de maturité) et, à son tour, l'âge prédit du PCR-S fournissent une estimation du moment de la maturité.<sup>15</sup> Cependant, les études de validation indiquent plusieurs limites.<sup>16-18</sup> Le décalage et l'âge prédits au moment du PCR-S augmentent avec l'âge chronologique au moment de la prédiction ; les âges prédits au moment du PCR-S ont une plage de variation réduite (écart type environ 0,5 an) ; l'âge prédit au moment du PCR-S est affecté par l'âge réel au moment du PCR-S dans les deux sexes et par l'âge au moment de la ménarche. En outre, les équations de prédiction de la taille sont disponibles principalement pour l'ascendance européenne, ce qui limite leur applicabilité à l'échelle mondiale. Le décalage de la maturité a été suggéré comme une variable catégorique, avant ou après le PCR-S,<sup>15</sup> en tant que tel, il est le plus utile à proximité de la période de l'âge réel au moment du PCR-S en moyenne (à temps) chez les garçons matures dans une fourchette d'âge étroite, de 13,00 à 14,99 ans, ce qui limite son utilité chez les athlètes masculins d'élite qui ont tendance à avoir une maturité précoce.<sup>7</sup> La tendance est plus variable chez les filles, car le protocole surestime plus l'âge au moment du PCR-S que chez les garçons. Les différences ethniques en ce qui concerne la taille assise et la longueur estimée des jambes représentent également un facteur de confusion dans les équations de prédiction. En outre, l'identification de l'appartenance ethnique des jeunes n'est pas autorisée dans certains pays.<sup>19</sup>

## Changements physiologiques et des performances pendant la maturation

### Métabolisme musculaire

Les analyses de biopsies musculaires indiquent que la concentration d'ATP dans les muscles au repos ne varie pas avec l'âge, mais que les concentrations de phosphocréatine (PCr) et de glycogène augmentent avec l'âge, du moins chez les garçons âgés de 11 à 15 ans. L'épuisement du glycogène pendant l'effort est plus important chez les garçons plus âgés et se traduit par une accumulation accrue de lactate musculaire avec l'âge. Les enfants et les adolescents accumulent moins de lactate sanguin que les adultes lors d'un exercice exhaustif, et il existe une relation négative entre le pourcentage du pic de VO<sub>2</sub> au seuil de lactate et l'âge. Cependant, les effets du sexe et/ou de la maturation sur l'accumulation de lactate dans le sang restent à prouver.<sup>20,21</sup> Des données éparpillées indiquent une activité enzymatique oxydative accrue chez les enfants et les adolescents par rapport aux adultes et une activité enzymatique glycolytique plus faible chez les enfants prépubères que chez les adolescents ou les adultes ; cependant, les différences d'activité enzymatique glycolytique entre les adolescents et les adultes sont moins claires.<sup>21-23</sup>

Au cours d'un exercice submaximal, la capacité accrue des enfants à oxyder les lipides, et donc à épargner le glycogène, signifie qu'ils sont bien armés pour un exercice d'intensité modérée de longue durée. Les jeunes ont des taux d'oxydation des glucides exogènes plus élevés que les adultes, mais la supplémentation optimale en glucides nécessaire au maintien de la performance d'endurance chez les jeunes est inconnue.<sup>24,25</sup>

### Force musculaire

Le développement de la force musculaire dépend d'une combinaison de facteurs musculaires, neuronaux et biomécaniques. La force augmente avec peu de différences entre les sexes de manière relativement linéaire tout au long de l'enfance. Pendant la puberté, cependant, des différences entre les sexes apparaissent, les garçons faisant présenter une augmentation accélérée de leur force, tandis que les filles continuent à se développer à un rythme similaire à celui de la prépuberté. Les différences de force entre les sexes sont à la fois spécifiques au groupe et à l'action musculaires ; mais, en moyenne, à la fin de la puberté, il existe une différence entre les sexes dans l'expression de la force d'environ 50%.<sup>26,27</sup>

### Aptitude physique et performance aérobie et anaérobie

On observe une augmentation presque linéaire du pic VO<sub>2</sub> chez garçons âgés de 8 à 18 ans, avec une tendance similaire, mais moins constante des valeurs chez les filles, qui tendent à atteindre un plateau au milieu de l'adolescence. Le pic VO<sub>2</sub> augmente d'environ 80% chez les filles et d'environ 150% chez les garçons entre l'âge de 8 à 16 ans, la différence entre les sexes passant d'environ 10% à l'âge de 10 ans à environ 35% à l'âge de 16 ans. L'augmentation de la masse musculaire est l'influence dominante sur le pic VO<sub>2</sub> pendant l'adolescence ; mais la maturation exerce un effet positif important sur le pic VO<sub>2</sub>, indépendamment de l'âge, de la taille et de la composition corporelle.<sup>28</sup> La constante de temps de l'augmentation exponentielle de la réponse cinétique de la VO<sub>2</sub> pulmonaire (p) à un exercice au-dessus du seuil de lactate augmente avec l'âge de l'enfance à l'adolescence. La composante lente du pVO<sub>2</sub> augmente également avec l'âge. Les études de la cinétique VO<sub>2</sub> pulmonaire fournissent des preuves irréfutables que, au début de l'exercice au-dessus du seuil de lactate, les enfants et les adolescents présentent un potentiel accru de métabolisme oxydatif par rapport aux adultes.<sup>29</sup>

En l'absence de données intramusculaires, la recherche sur la performance anaérobie s'est concentrée sur l'évaluation de la puissance de pointe externe du coureur cycliste (PPC), en utilisant des variantes du test anaérobie de Wingate. On observe une augmentation presque linéaire de la PPC chez les enfants des deux sexes âgés d'environ 7 à 12 ans, puis une augmentation de la PPC plus marquée chez les garçons jusqu'au début de l'âge adulte. Les filles sont souvent plus performantes que les garçons jusqu'à l'âge d'environ 12 ans, en raison de leur maturation plus avancée ; mais, à l'âge de 17 ans, la différence de PPC entre les sexes est d'environ 50%.<sup>30</sup> On observe une augmentation asynchrone des performances anaérobies et aérobie avec l'âge et la maturation. Entre 12 à 17 ans, les filles augmentent leur PPC d'environ 65% par rapport aux garçons, qui connaissent une augmentation d'environ 120% de la PPC. Les deux sexes connaissent une amélioration plus marquée de la PPC que de la VO<sub>2</sub> maximale pendant la maturation, la VO<sub>2</sub> maximale augmentant d'environ 70% et d'environ 25%, respectivement, chez les garçons et les filles âgés de 12 à 17 ans.<sup>31,32</sup>

### Résistance à la fatigue et récupération

La résistance à la fatigue et la récupération après un exercice intermittent de haute intensité subissent un déclin progressif de l'enfance à l'âge adulte chez les hommes. Chez les femmes, le profil adulte semble être établi au milieu de la puberté. Cette distinction a été attribuée au fait que les enfants ont une cinétique de récupération cardiorespiratoire plus rapide, une activité oxydative accrue, une re-synthèse de la phosphocréatine (PCr) plus rapide, un recrutement différent des unités motrices, une meilleure régulation acido-basique et une production plus faible et/ou une élimination plus efficace des sous-produits métaboliques, que les adultes.<sup>33,34</sup>

### Réponses à l'entraînement physique

Les recommandations du CIO fondées sur des données probantes en ce qui concerne la force musculaire et les programmes d'entraînement aérobie et anaérobie sont documentées.<sup>35</sup> Les enfants prépubères bénéficient d'un entraînement de résistance ; mais la capacité d'entraînement de la force musculaire augmente avec l'âge. Il existe un effet mineur lié au sexe pendant la prépuberté, qui augmente avec l'âge et la maturation. Cependant, nous ne savons pas avec exactitude quels sont les changements de maturation qui expliquent la meilleure capacité d'entraînement de la force chez les garçons.

## Déclaration de consensus

Il n'existe aucune preuve convaincante suggérant qu'après ajustement de l'aptitude initiale, les réponses aérobies ou anaérobies à l'entraînement sont liées au sexe, à l'âge ou à la maturation pendant la jeunesse.<sup>36-38</sup>

### Sommeil

Plusieurs changements hormonaux et neurologiques se produisent pendant la puberté, affectant la régulation homéostatique et circadienne du sommeil.<sup>39-41</sup> Les adolescents ont des heures de coucher et de réveil plus tardives,<sup>42</sup> le niveau optimal de sommeil recommandé étant de 8,5 à 9,5 heures.<sup>43</sup> Cependant, les tendances internationales indiquent une prévalence de sommeil insuffisant chez les adolescents,<sup>44</sup> souvent due heures de début des cours tôt dans la journée, aux devoirs à la maison, aux activités et événements sociaux, à la consommation de caféine et au temps passé devant un écran la nuit.<sup>43 45 46</sup> Pour les jeunes athlètes, le calendrier des entraînements et des compétitions exacerbe encore plus le manque de sommeil,<sup>47-50</sup> et des données préliminaires indiquent une probabilité accrue de blessures en cas de sommeil insuffisant.<sup>51</sup> Étant donné les conséquences potentielles d'un sommeil insuffisant sur la santé, le comportement, l'attention, l'apprentissage et la performance sportive, il convient de mettre en œuvre des interventions (par exemple, des programmes d'entraînement et peut-être même de scolarité adaptés) afin de favoriser un sommeil adéquat chez les jeunes athlètes.<sup>40 52</sup>

### Croissance, maturation et performance sur le terrain

La performance sportive pendant la jeunesse est soutenue par une série de variables physiques et physiologiques qui sont régies par le moment et le rythme de la croissance et de la maturation. Le sport chez les jeunes est, cependant, hautement sélectif,<sup>53 54</sup> avec un processus de sélection / d'exclusion associé à la maturité qui intervient généralement pendant la période de puberté et poussée de croissance de l'adolescent, c'est-à-dire entre 9 et 15 ans.<sup>7 55-58</sup> Les performances sportives s'améliorent progressivement avec la croissance et la maturation, et un entraînement aérobie, anaérobie et de résistance approprié permet d'améliorer encore les performances ; mais il existe un développement asynchrone qui se produit dans l'enfance et l'adolescence jusqu'au début de l'âge adulte. Par conséquent, la sélection initiale, la prédiction des performances athlétiques / sportives à long terme et le développement optimal de l'athlète continuent de représenter un défi. Les recherches ont permis de développer une base scientifique solide pour éclairer la prise de décision, mais les personnes impliquées dans le développement des jeunes athlètes doivent encourager les jeunes talentueux et comprendre que les changements positifs et négatifs dans les performances peuvent être davantage liés à l'horloge biologique qu'à l'entraînement et à l'enseignement.

### DÉFIS POUR LA SANTÉ, LE BIEN-ÊTRE ET LES PERFORMANCES Spécialisation

Les enfants se spécialisent de plus en plus jeunes dans un sport, au-delà de la spécialisation précoce habituelle observée en gymnastique, natation, plongeon et patinage artistique. Divers facteurs expliquent ce phénomène contemporain, notamment l'investissement des innombrables parties prenantes impliquées dans le sport, ainsi que les incitations à la réussite olympique et autres réussites sportives. Cela a conduit au développement de programmes d'identification et de développement des talents, visant à identifier et à guider les jeunes athlètes vers le sport professionnel et/ou l'exploit olympique. Il en a résulté une augmentation de la compétitivité et de la professionnalisation au sein même du sport des jeunes, un entraînement physique intensifié et étendu et une augmentation du volume et de la fréquence des compétitions avec une allocation insuffisante de temps de repos et de récupération. L'une des conséquences est l'escalade continue des blessures liées au sport et des problèmes de santé à tous les niveaux du sport chez les jeunes,<sup>59-62</sup> notamment les blessures dues au surmenage, au surentraînement et à l'épuisement.

Contrairement à l'accent mis prématurément sur un seul sport, les recherches suggèrent que les jeunes devraient éviter une spécialisation sportive précoce, car une exposition athlétique diversifiée et un échantillonnage de sports améliorent le développement moteur et les capacités athlétiques, réduisent les risques de blessures et augmentent les chances de l'enfant de découvrir le(s) sport(s) qui lui plaira(ont) et dans lequel(lesquels) il(s) excellera(ont) peut-être.<sup>61 63-66</sup> De nombreux athlètes de haut niveau ont pratiqué plusieurs sports avant de se spécialiser.<sup>54 60 61 63 67-69</sup> Toutefois, le message devrait être renforcé par des preuves plus déterminantes indiquant que les enfants qui pratiquent une variété de sports et ne se spécialisent qu'après avoir atteint l'âge de la puberté, par exemple, ont tendance à être plus réguliers, à moins se blesser et à pratiquer leur

sport plus longtemps que ceux qui se spécialisent tôt.<sup>59 66</sup>

### Blessures et problèmes de santé liés à l'entraînement systématique et à la compétition

#### Blessures musculosquelettiques

Les carrières compétitives des jeunes athlètes, tous sports confondus, sont trop souvent interrompues temporairement ou échouent définitivement à cause de blessures dues au surmenage qui sont la conséquence d'un entraînement disproportionné et de charges homogènes répétitives, accélérées et exacerbées par un repos et une récupération insuffisants.<sup>70 71</sup> Ce scénario est notamment omniprésent chez les jeunes athlètes qui passent trop rapidement à des niveaux plus élevés d'entraînement et de compétition à l'adolescence.<sup>60 70</sup> Cependant, certains aspects de la croissance (par exemple, le taux linéaire) et de la maturation peuvent prédisposer certains jeunes athlètes à des blessures spécifiques impliquant la colonne vertébrale immature (par exemple, spondylyse, spondylolisthésis), les surfaces articulaires (maladie de König) et l'apophyse de traction (p. ex. maladie d'Osgood-Schlatter, maladie de Sever).<sup>60 72-75</sup> En raison des perturbations potentielles de la croissance, les blessures des centres de croissance épiphysaires sont particulièrement préoccupantes.

#### Croissance et maturation sexuelle

Nous craignons depuis longtemps que l'entraînement sportif excessif de haute intensité puisse altérer les taux de croissance ; cependant, les résultats d'études transversales et longitudinales ne soutiennent pas cette spéculation.<sup>2 56 57 76</sup> La petite taille des jeunes athlètes en gymnastique artistique est souvent citée dans le contexte des effets négatifs potentiels de l'entraînement. Néanmoins, le consensus actuel est que l'entraînement régulier des gymnastes n'atténue pas la croissance et la maturation pubertaires et ne compromet pas la stature adulte.<sup>58</sup> Les jeunes gymnastes des deux sexes présentent les caractéristiques de croissance et de maturité des enfants de petite taille, normaux et à maturation tardive, dont les parents sont de petite taille.<sup>58</sup> Il convient également de noter que les jeunes patineurs artistiques et les plongeurs présentent également, en moyenne, des statures plus courtes, mais pas autant que les gymnastes. De même, les preuves n'indiquent aucun effet de l'entraînement systématique et de la compétition pendant l'enfance et l'adolescence sur la maturation sexuelle chez l'un ou l'autre sexe. Bien que l'apparition des règles se produise, en moyenne, à un âge plus avancé dans certains sports,<sup>55 57 77</sup> un examen attentif des données révèle un chevauchement avec la plage normale de variabilité dans la population générale.<sup>78 79</sup>

#### Santé cardiovasculaire

Malgré les bienfaits bien documentés d'une activité physique régulière pour la santé cardiovasculaire,<sup>80 81</sup> une maladie cardiovasculaire insoupçonnée représente la cause la plus fréquente de mort subite chez les jeunes athlètes de compétition.<sup>82</sup> Par conséquent, il est impératif de procéder à une évaluation minutieuse afin d'éliminer l'hypertension, les cardiopathies congénitales, la dysrythmie, les souffles cardiaques ou les cardiopathies structurelles / acquises.<sup>83</sup> Cependant, l'utilité du dépistage cardiovasculaire avant la compétition, visant à réduire la prévalence (déjà très faible) de la mort cardiaque subite (MSC), reste controversée,<sup>84 85</sup> et il n'existe pas de consensus pour le dépistage des jeunes athlètes. Bien que certaines données indiquent des caractéristiques du « cœur d'athlète » chez les enfants prépubères participant aux entraînements d'endurance intensifs, ces changements structurels sont légers et peuvent simplement représenter des réponses adaptatives par rapport à des conditions pathologiques.<sup>86-89</sup>

Cependant, étant donné la nature et les graves conséquences des adaptations et dysfonctionnements cardiaques négatifs potentiels, une étude longitudinale plus approfondie des caractéristiques cardiaques et des profils de santé de l'entraînement des jeunes à des niveaux d'élite est recommandée.

### Taux de blessures et stratégies de prévention

Taux de blessures chez les jeunes sportifs

L'incidence des blessures chez les athlètes âgés de 11 à 18 ans est estimée à 35 blessures/100 jeunes par an nécessitant des soins médicaux.<sup>90,91</sup> Les blessures des membres inférieurs et les commotions cérébrales représentaient respectivement plus de 60 et 15% du fardeau global des blessures.<sup>90,91</sup> Les taux d'incidence des blessures sportives les plus élevés chez les garçons sont observés dans le hockey sur glace, le rugby, le basket-ball, le football (soccer) et le football américain, ainsi que dans la lutte, la course à pied et le snowboard. Chez les filles, les taux d'incidence des blessures les plus élevés sont observés dans les sports suivants : basket-ball, football, hockey sur glace, gymnastique, hockey sur gazon et course à pied.<sup>92,93</sup> La combinaison de taux élevés de participation à des sports spécifiques où les taux de blessures sont élevés a pour conséquence le fardeau le plus lourd des blessures dans le sport des jeunes.

Prévention des blessures sportives chez les jeunes

Il est impossible d'éliminer toutes les blessures sportives des jeunes ; cependant, les stratégies de prévention des blessures peuvent réduire la fréquence et la gravité des blessures. Il a été démontré qu'un entraînement et des programmes neuromusculaires diversifiés centrés sur des facteurs intrinsèques tels que la force, l'endurance et la proprioception / l'équilibre, réduisaient l'incidence des blessures dans le football, le handball, le basket-ball et le multisport chez les jeunes de 28 à 80%,<sup>94-106</sup> avec une efficacité spécifique dans la réduction des blessures des extrémités inférieures, des genoux et des chevilles.<sup>94,96,100,101,104,107,108</sup>

Des stratégies de prévention ont également été élaborées pour éliminer les facteurs de risque extrinsèques à l'aide d'équipements de protection (p. ex. : attelles et bandages pour les chevilles,<sup>109</sup> protections pour la bouche et les poignets,<sup>110,111</sup> et casques<sup>112</sup>), et de la mise en œuvre de règles et de règlements.<sup>113,114</sup> Malheureusement, en l'absence de politiques visant à faire respecter la mise en œuvre des stratégies de prévention, l'adoption de ces mesures risque de ne pas être optimale.<sup>94,97</sup> Les changements de règles dans certains sports n'ont souvent pas fait l'objet d'une évaluation rigoureuse ; cependant, une méta-analyse et des données de cohorte démontrent que la politique autorisant les mises en échec dans le hockey sur glace chez les jeunes multiplie de deux à quatre fois le risque de blessure et de commotion cérébrale,<sup>114,115</sup> ce qui a abouti à des changements de politique nationale au Canada et aux États-Unis.

La mise en œuvre efficace et durable de la recherche sur la prévention des blessures dans la pratique dépend du contexte (p. ex. : le sport, l'âge, le niveau et la structure organisationnelle).<sup>116,117</sup> Il existe également des déficiences évidentes dans les connaissances et les comportements des entraîneurs, des athlètes et des parents en ce qui concerne les programmes de prévention des blessures dans les populations de jeunes sportifs, malgré les preuves qui soutiennent leur mise en œuvre.<sup>118-120</sup> En conséquence, il est nécessaire de se concentrer sur des stratégies efficaces de prévention des blessures fondées sur des données probantes dans tous les sports pour les jeunes, en accordant une attention particulière aux sports présentant un risque élevé de blessures et un manque de recherches (p. ex. : le rugby, le hockey sur gazon, le football, le volleyball, la course à pied, la crosse, la gymnastique, les arts martiaux, le tennis et la lutte).

### États de santé clinique chroniques et aigus

Bien que de nombreux états de santé clinique (ESC) ne soient pas compatibles avec la pratique de sports de haut niveau, de nombreux jeunes athlètes souffrant d'asthme, trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité, diabète insulino-dépendant, carence en fer ou certaines malformations orthopédiques s'entraînent et participent à des compétitions. Cependant, il est essentiel de tenir compte de facteurs particuliers pour les jeunes athlètes présentant ces ESC et d'autres troubles afin de déterminer et optimiser le bien-être, ainsi que pour minimiser le risque de blessure.<sup>83</sup> Une pause dans l'entraînement et la compétition est souvent essentielle sur le plan thérapeutique et, en fin de compte, plus bénéfique pour l'athlète plutôt que d'essayer de maintenir la routine habituelle et, par conséquent, d'empêcher la récupération d'une blessure ou d'une maladie aiguë. Le médecin responsable doit s'assurer que les risques pour la santé liés à l'entraînement et à la compétition, propres à chaque individu, sont réduits au minimum, y compris une éducation adéquate de l'athlète, des parents et des entraîneurs, plus particulièrement en ce qui concerne la détection et la

gestion des états de santé potentiellement mortels, tels que les crises d'épilepsie,<sup>121</sup> l'hypoglycémie chez les diabétiques insulino-dépendants,<sup>122,123</sup> ou la MCS.<sup>124</sup>

Avant la participation à un sport, dans le cadre de l'examen préalable, les éléments suivants doivent être pris en compte pour tout athlète présentant un ESC : (1) diagnostic fondé sur des preuves, gravité et progression de l'ESC ; (2) charge de l'ESC pour l'athlète ; (3) limitations potentielles de la performance dues à l'ESC ou à son traitement ; (4) risques pour la santé de l'athlète liés à l'ESC ou à son traitement et (5) demande d'autorisation d'usage à des fins thérapeutiques pour le traitement de l'ESC, si l'AMA l'exige. Les règles antidopage ne posent généralement pas de problème majeur pour le jeune athlète d'élite présentant un ESC, à condition que les médecins d'équipe connaissent le programme d'autorisation d'usage à des fins thérapeutiques du Code mondial antidopage.<sup>125</sup> La surdéclaration ou le surdiagnostic est parfois motivé par un traitement médical ayant un potentiel supposé d'amélioration de la performance, comme dans le cas de l'asthme ou de trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité ;<sup>126,127</sup> bien que les effets d'amélioration de la performance à des doses thérapeutiques soient souvent peu remarquables.<sup>128,129</sup> De plus, au niveau élite, les athlètes doivent répondre à des critères de diagnostic stricts, de sorte que le surdiagnostic est moins probable.

### Surcharge psychologique due à des demandes et des attentes excessives

Le stress psychologique peut avoir des effets à la fois formateurs et éprouvants sur la personne.<sup>130</sup> La surcharge psychologique, cependant, se produit lorsque le niveau de stress devient excessif, n'affectant plus une réponse positive. Les jeunes athlètes sont de plus en plus exposés à des demandes et à des attentes inappropriées et irréalistes, et à la surcharge psychologique qui en résulte (induite par eux-mêmes ou par l'entraîneur / les parents).<sup>54,60</sup> La façon dont les jeunes athlètes perçoivent ces facteurs de stress et y réagissent n'est ni prévisible ni bénigne,<sup>131</sup> l'épuisement des athlètes et l'abandon du sport qui en découle faisant partie intégrante du sport de compétition chez les jeunes.<sup>132</sup> L'utilisation de critères de terrain basés sur la performance (p. ex. : les niveaux de cortisol au repos et le test Profil de l'humeur) peut faciliter la détection précoce des jeunes à risque de burnout.<sup>133</sup> Il existe également un risque de développement de tendances perfectionnistes inadaptées, provoquées par les attentes et les critiques élevées des parents.<sup>134</sup>

Le trouble dépressif généralisé (souvent non reconnu) est particulièrement répandu chez les adolescentes,<sup>135</sup> et le stress psychosocial dû à un environnement sportif malsain chez les jeunes ou à une blessure pourrait exacerber le risque et les niveaux de dépression et d'anxiété.<sup>135,136</sup> Fournir aux jeunes athlètes des compétences d'adaptation spécifiques par le biais d'une préparation mentale semble prometteur,<sup>137</sup> et l'établissement d'objectifs peut avoir un effet positif sur la réduction de la peur de l'échec chez les jeunes athlètes d'élite.<sup>138</sup> L'efficacité d'adaptation spécifique au niveau de compétition et aux exigences du sport peut également être directement liée à la réussite sportive.<sup>139,140</sup> Les interactions potentielles entre les facteurs de stress liés au sport et ceux associés à l'adolescence doivent également être reconnues et traitées.

La formation des entraîneurs devrait mettre l'accent sur l'importance de créer un climat sportif favorable à l'autonomie et orienté sur la maîtrise, entraînant ainsi moins de stress et plus de motivation intrinsèque.<sup>141,142</sup> Ceci est particulièrement important dans le sport d'élite des jeunes, où la pression de la performance est souvent écrasante et peut même augmenter le risque de blessure.<sup>143,144</sup> En se concentrant sur un climat de développement de la maîtrise, une communauté (sportive) positive peut évoluer.<sup>145</sup> La participation des parents est également importante pour atténuer les réactions dysfonctionnelles et/ou destructrices. En fait, les parents accueilleraient favorablement des conseils sur la manière de devenir de meilleurs parents d'un enfant sportif ;<sup>146,147</sup> bien que la mise en œuvre représente un véritable défi.

### Protection du jeune athlète contre les abus dans le sport

Si l'abus et le harcèlement sexuels dans le sport constituent l'une des menaces les plus préoccupantes pour les enfants,<sup>148</sup> d'autres formes d'abus relationnels ont également été identifiées, impliquant des abus émotionnels et physiques, notamment des efforts physiques forcés.<sup>149</sup> La portée des menaces qui pèsent sur le jeune athlète s'étend toutefois au-delà de l'abus relationnel pour inclure des menaces organisationnelles, telles que les systèmes qui favorisent le surentraînement,<sup>150</sup> l'approbation de rituels de bizutage abusifs<sup>151</sup> et l'utilisation de procédures de sélection qui favorisent les troubles alimentaires ou la compétition avec une blessure.<sup>152</sup> La mauvaise gestion médicale est une

## Déclaration de consensus

autre menace organisationnelle pour l'enfant athlète. On signale notamment l'utilisation excessive et souvent systématique de médicaments analgésiques par les médecins des équipes de football d'élite chez les jeunes.<sup>153</sup> Comme l'indiquent certains contextes et certaines populations d'étude, près de 25% des jeunes athlètes ont admis avoir fait un mauvais usage des médicaments qui leur ont été prescrits (analgésiques, stimulants, sommeil, anxiolytiques),<sup>154</sup> et 13 à 68% ont admis avoir fait un usage abusif de stéroïdes anabolisants androgènes dans le contexte sportif.<sup>155</sup> Une couverture médicale insuffisante pendant l'entraînement et la compétition, en comptant sur des entraîneurs insuffisamment formés pour gérer les problèmes médicaux, est une autre menace reconnue pour les jeunes athlètes.<sup>156</sup>

La prévalence des diverses formes d'abus, les facteurs de risque associés et les conséquences pour l'athlète doivent être examinés de plus près. En outre, une approche organisationnelle allant au-delà de l'auteur et de la victime est essentielle pour révéler la manière dont la culture d'une organisation peut faciliter ou prévenir les abus. Il existe également un besoin de recherche explorant l'effet et l'efficacité de stratégies spécifiques qui peuvent protéger et promouvoir le bien-être des jeunes athlètes.

### Nutrition : besoins en énergie et nutriments et compléments alimentaires

En raison de la variabilité métabolique chez une même personne et entre les personnes,<sup>157</sup> et des difficultés méthodologiques liées à l'estimation de l'apport et de la dépense énergétiques,<sup>158</sup> il est difficile de définir les besoins énergétiques précis des jeunes athlètes. Les besoins en glucides et l'apport en graisses doivent être conformes aux lignes directrices établies,<sup>159</sup> et les jeunes athlètes n'ont pas besoin de suppléments protéiques pour répondre à des besoins élevés en protéines, car ceux-ci peuvent être facilement satisfaits par des habitudes alimentaires appropriées et bien planifiées.<sup>159</sup> Étant donné que de nombreux jeunes athlètes risquent de présenter de faibles taux de vitamine D, la correction de l'insuffisance par une supplémentation peut être nécessaire pour assurer une santé osseuse optimale et atténuer le risque de blessure.<sup>159 160</sup> L'apport en fer alimentaire (plus particulièrement chez les filles) doit être conforme à l'apport journalier de référence, avec seulement une supplémentation médicalement justifiée.<sup>159</sup> Une augmentation de l'apport en calcium, notamment chez les adolescentes sportives, est souvent nécessaire pour respecter la recommandation de 1 300 mg par jour. Il n'est pas surprenant que de mauvaises connaissances en matière de nutrition aient été signalées chez les entraîneurs d'élite<sup>161</sup> et chez les athlètes adolescents.<sup>162</sup>

L'utilisation de suppléments (y compris les boissons énergisantes) et les comportements d'augmentation de la masse musculaire (p. ex., l'apport excessif de protéines) sont courants, surtout chez les adolescents de sexe masculin.<sup>163 164</sup> Les facteurs qui influencent l'utilisation de suppléments comprennent la pression d'être performant, les idéaux physiques et la disponibilité des suppléments alimentaires qui ciblent les jeunes athlètes. Cependant, il est reconnu qu'il est inapproprié et inacceptable d'encourager la consommation de compléments alimentaires pour améliorer la performance chez les jeunes athlètes.<sup>159 165 166</sup> Les athlètes qui consomment des suppléments risquent également de violer les règles antidopage.<sup>167</sup>

### Troubles alimentaires chez les athlètes adolescents

Le poids et la composition corporelle sont des variables cruciales de la performance dans certains sports. Malheureusement, en essayant de se conformer à diverses attentes qu'elles s'imposent elles-mêmes, aux exigences des autres ou aux règlements des compétitions qui pourraient être inadaptés à leur physique, de nombreuses jeunes athlètes développent la Triade de l'athlète féminine,<sup>168</sup> récemment appelée « Déficit énergétique relatif dans le sport » (RED-S),<sup>169</sup> avec ou sans alimentation désordonnée (AD) ou troubles de l'alimentation (TA). La prévalence de l'AD est élevée dans les sports de compétition chez les jeunes, le pic d'apparition des TA<sup>170</sup> coïncidant avec la spécialisation sportive et augmentant lors de compétitions exigeantes. Il existe une prévalence élevée d'AD chez les adolescents sportifs d'élite (3 %) et chez les adolescentes sportives d'élite (14 %), par rapport aux témoins masculins (0 %) et féminins (5 %) non sportifs.<sup>171</sup> L'AD et des ED peuvent entraîner des effets négatifs à court et à long terme sur la santé et la performance.<sup>172</sup>

La pathogenèse de l'AD est multifactorielle. Des facteurs culturels, individuels, familiaux et génétiques / biochimiques sont impliqués,<sup>173-175</sup> en plus des facteurs spécifiques au sport, tels que les régimes pour améliorer les performances, les facteurs de personnalité (comme le perfectionnisme, l'obsession), la pression pour perdre du poids, les cycles de poids fréquents, l'entraînement prématuré spécifique au sport, le surentraînement, les blessures récurrentes et ne guérissant pas, le comportement inapproprié des entraîneurs et

des parents, et les règlements dans certains sports.<sup>172</sup> Les conséquences sanitaires potentiellement graves liées aux RED-S et aux TA soulignent l'importance d'un dépistage précoce, lors de l'examen médical annuel.<sup>169 176</sup> Le diagnostic de RED-S et de TA est toutefois difficile, car la symptomatologie peut être subtile. Les athlètes qui pratiquent des sports soumis à un jugement, de catégorie de poids et d'endurance sont plus particulièrement à risque. Il est par conséquent primordial d'effectuer un dépistage précoce afin de prévenir les conséquences à long terme sur la santé et améliorer les performances. Une investigation et un traitement doivent être initiés lorsqu'un athlète présente une perte de poids inattendue, un manque de croissance et de développement normaux, des blessures et/ou des maladies récurrentes, des changements d'humeur et/ou une diminution inattendue des performances.<sup>169</sup>

Très peu d'études ont examiné la prévention des TA chez les jeunes athlètes. Cependant, une récente étude contrôlée randomisée a démontré qu'il est possible de prévenir les nouveaux cas de TA et les symptômes associés chez les adolescentes sportives de haut niveau.<sup>161</sup>

### Défis environnementaux

Toutes les conditions environnementales stressantes, notamment la chaleur et l'humidité, le froid et l'altitude, peuvent poser des problèmes de santé et de performance particuliers aux jeunes athlètes.<sup>177</sup> Avec le froid, la production élevée de chaleur métabolique due à l'effort physique, et les réponses comportementales et physiologiques agissant pour minimiser l'exposition et préserver la température corporelle, sont généralement suffisantes pour atténuer le risque sanitaire lié au froid pendant la pratique du sport ; cependant, l'inhalation d'air froid pendant la pratique du sport peut avoir des effets néfastes sur la santé des athlètes, qu'ils soient asthmatiques ou en bonne santé. En outre, les efforts d'acclimatation au froid ne présentent que peu, voire aucun, avantage pratique en termes de préservation de la température corporelle normale. En ce qui concerne l'altitude, les événements sportifs pour les jeunes se déroulent à des altitudes qui présentent peu ou pas de risques pour la santé. Bien que des altitudes, même modestes, puissent affecter la performance sportive, toute diminution de la performance est sujette à un haut degré de variation spécifique au sport et à l'événement, avec les facteurs d'influence se compensant souvent mutuellement. L'arrivée en altitude avant la compétition (environ 3 à 5 jours) est suffisante pour l'acclimatation à l'altitude ; cependant, il n'est pas conseillé aux jeunes de s'entraîner en altitude ou d'utiliser l'exposition passive à l'hypoxie.

L'entraînement, la préparation ou la pratique d'un sport de manière efficace et sûre par temps chaud est un défi particulier, surtout en cas de plusieurs participations le même jour.<sup>178</sup> Notamment, les problèmes de santé, de sécurité et de performance liés aux pertes d'eau corporelle et de sodium échangeable provoquées par la sueur peuvent être de plus en plus importants à mesure que les jeunes athlètes grandissent, se développent physiquement et mûrissent.<sup>179</sup> Les médicaments anticholinergiques ou d'autres médicaments qui affectent l'hydratation ou la thermorégulation (p. ex. un inhibiteur de la recapture de la dopamine pour traiter le trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité ou pour améliorer la performance<sup>126</sup> ou diurétique), ou une maladie actuelle ou récente (notamment des vomissements, une diarrhée et/ou de la fièvre), peuvent également contribuer à réduire la tolérance à l'effort et à augmenter le risque de maladie due à la chaleur. Cependant, avec une préparation suffisante (notamment une acclimatation progressive à la chaleur), une hydratation abondante, une modification appropriée des facteurs de risque contributifs connus et une surveillance étroite, la tension thermique et cardiovasculaire peut être minimisée, et le malaise dû à l'effort est généralement évitable.<sup>180-183</sup>

## DÉVELOPPEMENT ATHLETIQUE DES JEUNES

### Cadres de développement des athlètes

Malgré la prédominance de cadres populaires, des lacunes subsistent dans le parcours de développement de l'athlétisme jeunesse.<sup>184-187</sup> Au stade initial de la pratique sportive, des activités d'orientation et de développement inappropriées contribuent à compromettre l'acquisition des compétences fondamentales, à provoquer des blessures, l'épuisement professionnel, l'abandon et l'inexploitation du potentiel de talent des jeunes athlètes.<sup>185 187-190</sup> De plus, la performance et l'accomplissement athlétiques individuels reposent sur une combinaison complémentaire, et spécifique au sport, d'attributs et d'aptitudes athlétiques (techniques, perceptifs, neurocognitifs, psychosociaux et physiques) qui sont, à leur tour, modifiés par des facteurs environnementaux, systémiques et aléatoires.<sup>68 184 191-194</sup> En raison de cette complexité et du faible taux de conversion du sport chez les jeunes en réussite dans le sport d'élite, les cadres de développement devraient être inclusifs et tenir compte du complément de la

participation sportive, ainsi que des éléments préalables à l'élite et à la haute performance. Les cadres de développement des athlètes doivent également être holistiques, en adoptant la nature multidimensionnelle du développement de l'athlète, et fondés sur les « meilleures pratiques » reconnues pour chaque phase de développement, plutôt que sur une prescription liée à l'âge et basée sur des facteurs physiques et de maturation, et flexibles afin d'adopter la complexité et la non-linéarité inhérentes au développement des athlètes.<sup>185 187 195-197</sup>

Une approche intégrée efficace du développement de l'athlète met en évidence les éléments changeants des caractéristiques personnelles, sociales et physiques des différentes activités sportives tout au long du développement.<sup>185</sup>

<sup>187 196</sup> Lorsque le développement global des jeunes et l'acquisition des compétences sont considérés comme intégrés, de nombreux facteurs personnels et environnementaux interagissent et affectent la pratique du sport. Dans cette approche intégrée, les activités des jeunes dans le sport deviennent l'environnement de développement qui intègre les relations sociales et les caractéristiques physiques propres à l'environnement. Les activités de développement des jeunes dans le sport peuvent être catégorisées en deux continus : premièrement, la structure sociale de l'activité (dirigée par les adultes ou par les jeunes) et, deuxièmement, la valeur personnelle que l'activité procure aux participants (extrinsèque ou intrinsèque).<sup>198</sup> Lorsqu'ils sont combinés, ces deux continus forment une matrice dans laquelle les différentes activités du sport des jeunes peuvent être situées, ce qui donne lieu à une approche d'apprentissage intégrée. Par conséquent, les différentes activités de cette approche intégrée offrent des interactions, des possibilités d'apprentissage et un potentiel de croissance uniques. Une diversité d'activités sportives pendant l'enfance permet aux jeunes athlètes de faire l'expérience d'un éventail de possibilités, puis de choisir (ou d'être choisis pour) un parcours spécifique d'activités d'entraînement plus ciblées pendant l'adolescence et le passage à l'âge adulte. Des preuves empiriques montrent qu'une diversité d'activités (y compris des variations de jeu et de pratique) pendant le développement précoce est un indicateur de la participation continue à des activités plus intenses plus tard dans la vie, de la performance d'élite et de la poursuite<sup>199</sup> de la pratique du sport.

### Identification et développement des talents

La recherche de talents dans le sport à des âges relativement jeunes est beaucoup plus répandue et systématisée que dans le passé. Les programmes formels d'identification des talents remontent aux anciens pays socialistes d'Europe de l'Est, souvent qualifiés de « sélection scientifique ».<sup>200</sup> Cependant, le succès de ces systèmes reposant sur des paramètres physiques et des niveaux de performance juvéniles a été limité.<sup>53 54 201-205</sup>

L'identification et le développement efficaces des talents sportifs chez les jeunes en vue d'atteindre des performances d'élite demeurent un défi fondamental pour les institutions sportives, avec l'allocation de ressources limitées pour la probabilité incertaine de futurs exploits sportifs internationaux. Toutefois, le sport est extrêmement sélectif et la probabilité de réussite dans l'élite est très incertaine pour la plupart des jeunes. De plus, l'identification précise des talents et le développement athlétique appropriés des jeunes athlètes potentiellement doués sont beaucoup trop complexes pour être résumés en un processus unique et universellement accepté, d'autant plus que cela dépend grandement du pays, de la culture et du contexte. Les difficultés rencontrées pour utiliser efficacement des mesures de performance valides (p. ex., physiologiques, cognitives, motrices fonctionnelles, psychosociales, etc.), ainsi que les interactions de variables d'influence inconnues, compliquent encore une tâche très complexe.<sup>206</sup> La réussite des athlètes d'élite est également vulnérable aux déviations de l'orientation sportive, ainsi qu'à l'impact du développement comportemental normal et des interactions avec les adultes, qui peuvent modifier l'équilibre entre le sport et la vie privée. Il n'est donc pas surprenant qu'il semble y avoir une incompatibilité au niveau des résultats discordants entre les systèmes de développement des talents préconisés et les preuves des résultats réels.<sup>66 205 207</sup>

L'efficacité de l'identification précoce du talent reposant uniquement sur des facteurs physiques et des niveaux juvéniles de performance athlétique pour prédire la performance future dans le sport d'élite est brouillée par les facteurs matériels, qui excluent souvent les développements tardifs de la capacité athlétique et de l'habileté sportive démontrées.<sup>208 209</sup> De plus, lorsque les enfants ou les adolescents sont regroupés par âge, les enfants plus âgés sont généralement plus performants que les plus jeunes. Des recherches spécifiques menées auprès d'athlètes d'élite de divers sports et dans différents pays ont révélé à plusieurs reprises que l'échantillonnage du sport pendant l'enfance ne nuit pas au niveau d'élite chez les adultes dans les sports où le pic de performance est atteint à l'âge adulte.<sup>63 190</sup> Des données particulières concernant des joueurs

de football professionnels allemands affirment qu'une approche plus inclusive et à long terme du développement des athlètes, impliquant la sélection et la désélection récurrentes des athlètes, pourrait remédier à l'incertitude et aux lacunes dans le processus d'identification précoce des talents.<sup>202</sup>

La réussite au niveau élite de la performance sportive résulte d'une combinaison de facteurs qui varient en fonction du contexte socioculturel et politicoéconomique d'un pays. Les facteurs intrinsèques (p. ex., la taille du corps et le taux de maturation, l'aptitude, l'adaptation à l'entraînement, la motivation, les compétences psychologiques) et extrinsèques (p. ex., l'environnement, l'accès et les opportunités, le parcours de développement de l'athlète, les entraîneurs, la famille, les éducateurs) travaillent de concert pour déterminer la réussite d'un athlète dans le sport ; les interactions entre les caractéristiques héréditaires et les environnements étant considérées comme les principaux facteurs déterminants.<sup>210</sup>

### Formation et efficacité des entraîneurs

Les entraîneurs de jeunes athlètes jouent un rôle essentiel lorsqu'il s'agit de déterminer si les systèmes sportifs offrent des possibilités de performances maximales aux athlètes, encouragent la participation tout au long de la vie et façonnent le développement personnel. Par conséquent, la formation et le mentorat des entraîneurs aux fins de développer leurs compétences devraient être une priorité pour les organisations sportives. La théorie contemporaine de l'entraînement<sup>211</sup> indique que l'efficacité de l'entraîneur devrait être guidée par la compréhension que (1) les connaissances en matière d'entraînement sont multidimensionnelles, (2) il existe des atouts clés et plusieurs résultats connexes pour l'athlète et (3) l'entraînement efficace est influencé par son propre contexte. Il est également essentiel que les entraîneurs comprennent la croissance physique, la maturation biologique et le développement comportemental, dans la mesure où ils affectent la performance et le risque de blessure.

#### Connaissances des entraîneurs

Bien qu'une composante majeure de l'efficacité de l'entraîneur réside dans sa capacité à enseigner des habiletés spécifiques au sport, l'efficacité de l'entraîneur se retrouve également dans la capacité à créer et à maintenir des relations avec les autres, et dans la capacité à apprendre de sa propre pratique.<sup>212-214</sup>

Par conséquent, l'efficacité des entraîneurs englobe la capacité des entraîneurs à accéder et à utiliser une combinaison de connaissances professionnelles (p. ex., le contenu spécifique au sport, la science de l'exercice en pédiatrie, la prévention des blessures et les connaissances pédagogiques), de connaissances interpersonnelles (p. ex., les relations avec les athlètes, les parents et la communauté locale) et de connaissances intrapersonnelles (p. ex., la réflexion et l'introspection).

#### Atouts et résultats des athlètes

Les quatre C (Compétence, Confiance, Connexion et Caractère) constituent un ensemble d'atouts des athlètes qui devraient devenir le point central de la pratique de l'entraînement.<sup>211</sup> Il incombe aux entraîneurs d'établir des environnements d'entraînement et de compétition positifs et d'établir des relations centrées sur les besoins individuels des athlètes en plus des objectifs à long terme de performance, de participation et de développement personnel.<sup>215 216</sup> Les expériences répétées de développement positif dans le sport qui résultent d'un engagement régulier dans des activités amusantes et stimulantes orientées sur les quatre C des athlètes ont la réputation d'avoir des effets positifs à long terme sur la performance et la participation.<sup>217-219</sup>

#### Contextes d'entraînement

Le modèle de développement de la participation sportive<sup>65 66</sup> a été utilisé<sup>220</sup> pour proposer une typologie de quatre catégories différentes d'entraîneurs, basées sur des exigences compétitives contrastées (c.-à-d., la performance par rapport à la participation) et pour le niveau de développement (c.-à-d., âge ou maturation). Les quatre catégories sont les suivantes : participation entraîneurs pour (1) les enfants et pour (2) les adolescents et les adultes ; et performance entraîneurs pour (3) les jeunes adolescents et pour (4) les adolescents plus âgés et les adultes. Cette typologie et d'autres typologies similaires identifient des critères et des attentes appropriés et différents pour l'efficacité de l'entraînement.

#### Définition de l'efficacité de l'entraînement

L'intégration de ces trois composants (connaissances des entraîneurs, atouts et

## Déclaration de consensus

résultats des athlètes et contextes d'entraînement) a abouti à une définition de l'efficacité de l'entraînement :

Soit l'application cohérente de connaissances professionnelles, interpersonnelles et intrapersonnelles intégrées pour améliorer la compétence, la confiance, la connexion et le caractère des athlètes dans les contextes d'entraînement spécifiques.<sup>211</sup>

Par conséquent, les entraîneurs qui veillent au continuum de la progression athlétique des jeunes ont besoin d'un mélange unique de connaissances professionnelles, interpersonnelles et intrapersonnelles afin de cultiver efficacement la compétence, la confiance, la connexion et le caractère des athlètes (les 4 C). Bien qu'il soit indispensable que tous les entraîneurs efficaces possèdent un haut niveau de connaissances professionnelles, interpersonnelles et intrapersonnelles, il existera toutefois une grande variation entre chaque contexte quant à la nature des connaissances et des stratégies requises pour renforcer de manière appropriée les atouts des athlètes en fonction de leur niveau de développement et de compétition. En fin de compte, cette définition de l'efficacité de l'entraînement fournit les fondements nécessaires à l'élaboration de programmes de formation à l'entraînement mettant plus particulièrement l'accent sur les connaissances en matière d'entraînement propres au sport, sur la capacité de l'entraîneur à entretenir des relations de qualité avec les athlètes et ses pairs et sur la réflexion des expériences personnelles. Les entraîneurs qui ont la capacité d'améliorer les quatre C de leurs athlètes apportent une énorme contribution au développement du sport et de la société.

### Développement de la condition physique, de l'athlétisme et d'une base fonctionnelle

Malgré un ensemble convaincant de preuves scientifiques qui soutiennent la participation régulière à des activités de force et de condition liées à l'âge,<sup>27 221 222</sup> des déclinés séculaires dans les mesures de la force musculaire, des compétences de mouvements fondamentales et de l'habileté neuromusculaire dans la population générale des jeunes ont été rapportés.<sup>223-227</sup> Les régressions observées dans l'habileté neuromusculaire peuvent être, en partie, dues aux réductions mondiales de l'exposition variée et fréquente à une activité physique d'intensité modérée à vigoureuse chez les jeunes d'âge scolaire.<sup>228 229</sup> Cependant, la participation à des sports organisés ne garantit pas un niveau suffisant de force, d'habileté neuromusculaire et d'autres caractéristiques intégrées essentielles (p. ex., les capacités biomotrices, notamment la coordination et l'équilibre) pour répondre suffisamment aux exigences physiques et fonctionnelles du sport, compatibles avec une performance athlétique d'élite durable. En revanche, la pratique d'un sport avec une préparation appropriée de la force et de la condition physique diminue le risque de blessures liées au sport et augmente la probabilité d'atteindre et de maintenir un niveau de performance élevé et agréable.<sup>230-232</sup>

L'habileté musculaire et l'efficacité des mouvements sont les fondements d'une performance sportive optimale et durable à long terme. Il est donc essentiel de mettre l'accent sur le développement de la force musculaire, de la puissance, de la vitesse et de l'agilité des jeunes athlètes au moyen d'interventions adaptées à leur âge.<sup>233 234</sup> L'exposition précoce à la force et à la condition physique peut améliorer les marqueurs de santé, accroître la performance physique et réduire le risque de blessure chez les enfants et les adolescents.<sup>27 231 235</sup> En effet, le CIO encourage l'identification précoce des déficits individuels en matière de condition physique chez les jeunes athlètes et la prescription qualifiée de programmes d'entraînement spécialement conçus pour répondre aux limitations individuelles.<sup>236</sup>

Afin d'optimiser les adaptations à l'entraînement et gérer la fatigue, la préparation des jeunes doit être considérée comme un processus à long terme qui implique l'intégration judicieuse de différentes méthodes d'entraînement et la manipulation régulière des variables du programme (p. ex., l'intensité et le volume de l'entraînement) au fil du temps, tout en offrant des possibilités régulières de repos et de récupération. L'entraînement neuromusculaire intégratif est spécialement conçu pour améliorer les éléments athlétiques essentiels pour le sport, et favoriser le développement positif des compétences dans le but de rendre les sports organisés pour les jeunes plus engageants, agréables et sûrs pour tous les jeunes athlètes.<sup>237 238</sup> De nombreuses preuves suggèrent que les jeunes athlètes qui ne sont pas exposés à ce type de force et de condition physique au début de leur carrière sportive devront inévitablement traiter les déficiences neuromusculaires afin d'améliorer le développement athlétique ou dans le cadre de la rééducation après une blessure.<sup>94 97 104 239</sup> Le résultat souhaité englobe le fait d'avoir des capacités physiques suffisantes en matière d'équilibre, de coordination, de souplesse, d'agilité, de force, de

puissance, d'endurance, de vitesse variable et la capacité de lire (à travers divers sens et expériences), d'intégrer et d'interpréter un large éventail de scénarios sportifs et de situations difficiles, et de répondre de façon efficace et efficace avec confiance, anticipation et prise de décision optimale.

### Surveillance physiologique et tests de performance spécifiques au sport

L'évaluation et le suivi des jeunes athlètes peuvent être justifiés par la volonté d'identifier les talents, de prédire les performances futures, de déterminer les forces et les faiblesses, d'informer du processus de sélection, d'évaluer l'efficacité des programmes d'entraînement, de surveiller la santé et les performances actuelles, de motiver l'athlète, d'améliorer la compréhension de l'athlète (et de l'entraîneur) des exigences du sport, et d'améliorer les performances actuelles et futures.<sup>240 241</sup> Le physiologiste du sport, en tant que membre de l'équipe de soutien scientifique et médical intégrés de l'athlète (psychologie, biomécanique, médecine, nutrition et physiothérapie) travaille en collaboration pour choisir les tests appropriés, et pour interpréter et communiquer à l'entraîneur et à l'athlète les résultats des tests et leur application à la performance. Ceux qui travaillent avec les jeunes athlètes (entraîneurs, physiologistes, médecins, diététiciens, etc.) doivent également connaître les méthodes d'évaluation et d'interprétation de l'état de croissance et de maturité des jeunes athlètes.

#### Déontologie des tests pour les jeunes athlètes

La déontologie des tests non thérapeutiques sur les mineurs est bien documentée.<sup>242 243</sup> Les physiologistes sportifs doivent également être conscients des déséquilibres du pouvoir et de la coercition dans le processus de recrutement, car il est peu probable qu'un jeune athlète refuse de participer si l'entraîneur donne une autorisation par procuration en son nom. Afin de protéger toutes les parties, un consentement éclairé écrit (ou le consentement des parents / tuteurs et l'assentiment de l'enfant pour les enfants de moins de 18 ans) doit être obtenu après une explication, adaptée au niveau de compréhension de l'athlète, de l'objectif, des procédures et des avantages et risques potentiels des tests. Il est conseillé qu'un contrat décrivant clairement le rôle du physiologiste sportif soit signé par toutes les parties.

#### Tests pour les jeunes athlètes

Des justifications et des directives claires pour l'évaluation physiologique et l'interprétation, par exemple, de la composition corporelle des jeunes,<sup>244</sup> de la force musculaire,<sup>245</sup> de l'aptitude aérobie<sup>20</sup> et de la performance anaérobie<sup>246</sup> sont bien documentées. Un ensemble de connaissances sur l'évaluation des réponses cinétiques aux changements rapides de l'intensité de l'exercice se développe également.<sup>247</sup> De plus, l'interprétation des données des tests d'exercice en fonction de la taille du corps a été traitée de manière exhaustive.<sup>248</sup> Pour être efficaces, les tests physiologiques des jeunes athlètes doivent être aussi spécifiques au sport que possible. Plusieurs tests bien documentés spécifiques au sport pour les athlètes adultes<sup>249</sup> peuvent être appliqués aux jeunes athlètes. Un certain nombre de tests de terrain spécifiques au sport et conçus pour les jeunes athlètes ont récemment vu le jour ; mais des recherches supplémentaires sont nécessaires pour établir leur efficacité.<sup>250-252</sup>

L'influence précise d'un changement dans les résultats d'un test de laboratoire ou de terrain sur la performance sportive des jeunes est inconnue. Un seul changement dans une variable physiologique peut avoir peu d'effet sur la performance ultérieure, car c'est souvent une accumulation de changements connexes qui améliore la performance. De plus, il faut parfois plusieurs années d'entraînement pour que certains facteurs liés à la performance (p. ex., l'économie de course) s'améliorent de manière significative, et ce phénomène est aggravé pendant la jeunesse par le développement asynchrone de certains aspects de la physiologie (p. ex., l'interaction des métabolismes anaérobie et aérobie). Bien que les tests en laboratoire constituent un étalon-or pour les variables physiologiques et permettent un contrôle étroit des facteurs étrangers, les tests sur le terrain spécifiques au sport ont une plus grande spécificité et une plus grande validité écologique. Les tests de laboratoire et les tests sur le terrain peuvent tous deux jouer un rôle important dans le suivi de la progression, et l'équilibre entre l'utilisation et la fréquence doit être déterminé en fonction de chaque sport.

### RECOMMANDATIONS DU CIO POUR LE DÉVELOPPEMENT ATHLÉTIQUE DES JEUNES

Alors que le domaine du développement athlétique des jeunes a considérablement progressé, de nouvelles recherches et des solutions pratiques validées visant à améliorer efficacement les pratiques actuelles sont d'une

importance capitale. Il est également urgent d'aborder la « culture » des sports spécifiques et des sports pour les jeunes en général, qui sont devenus de manière disproportionnée centrés sur les adultes et les médias. La « spécialisation » tant décriée dans les sports de jeunesse est une préoccupation connexe reconnue qui doit également être traitée de manière appropriée et réaliste. Une diversité et une variabilité appropriées de l'exposition sportive dans un même sport, tout en soutenant l'apprentissage suffisant des compétences de base, de la technique et de la biomécanique propres au sport afin de minimiser le risque de blessure et d'optimiser la performance, ainsi qu'un repos et une récupération adéquats et constants, et une importance équilibrée accordée aux autres priorités (p. ex., la famille et les études, les compétences essentielles et le développement social), peuvent être acceptables et sains, à condition que le jeune athlète profite et bénéficie pleinement de l'expérience.

Tout en reconnaissant les vastes défis et le manque de données suffisantes spécifiques au sport et au stade de développement athlétique, il convient de mettre l'accent sur les meilleures pratiques fondées sur des données probantes afin de minimiser les risques de maladie et de blessure, d'améliorer le bien-être et de promouvoir un développement athlétique, des performances et des réussites durables, agréables et à long terme chez tous les jeunes athlètes. À cette fin, les auteurs du CIO recommandent les principes directeurs suivants :

### Principes généraux

- ▶ Le développement des jeunes athlètes dépend d'une base unique et en constante évolution de croissance physique normale, de maturation biologique et de développement comportemental, et doit donc être pris en compte individuellement.
- ▶ Permettre une définition plus large de la réussite sportive, telle qu'indiquée par des expériences de vie saines, significatives et variées, qui est centrée sur l'athlète dans son *ensemble* et sur le développement de la *personne*.
- ▶ Adopter des cadres de développement de l'athlète viables, inclusifs, fondés sur des données probantes et qui soient flexibles (en utilisant les « meilleures pratiques » pour chaque niveau de développement), tout en tenant compte de la progression individuelle de l'athlète et en répondant de manière appropriée à la perspective et aux besoins de l'athlète.
- ▶ S'engager au développement psychologique d'athlètes *résilients* et *adaptables* caractérisés par des capacités mentales et une robustesse, une autorégulation élevée et des qualités d'excellence personnelle durables, c'est-à-dire en respectant les idéaux de l'Olympisme.
- ▶ Encourager les enfants à participer à une variété d'activités et d'événements sportifs non structurés (c.-à-d. le jeu délégué) et structurés adaptés à leur âge, afin de développer un large éventail d'aptitudes et d'attributs sportifs et sociaux qui favoriseront une participation et un plaisir durables dans le sport.
- ▶ S'engager à promouvoir la sécurité, la santé et le respect des règles, des autres athlètes et du jeu, tout en adoptant des politiques et procédures spécifiques afin d'éviter le harcèlement et les abus.
- ▶ Pendant tout le parcours du développement sportif, aider chaque athlète à gérer efficacement l'équilibre entre le sport et la vie privée afin d'être mieux préparé à la vie après le sport.

### Entraînement

- ▶ Offrir un climat sportif stimulant et agréable, centré sur les atouts personnels de chaque athlète et sur l'orientation vers la maîtrise.
- ▶ Les pratiques d'entraînement devraient s'appuyer sur des directives de développement basées sur la recherche qui favorisent la flexibilité et l'innovation, tout en tenant compte des compétences individuelles et des trajectoires de développement sportif.
- ▶ L'entraînement doit être adapté au contexte (p. ex., centré sur la participation ou la performance) et aligné sur la préparation athlétique individuelle.
- ▶ Les programmes de formation des entraîneurs devraient les aider à établir des relations authentiques qui enrichissent les atouts personnels de leurs athlètes et favorisent leurs propres compétences intrapersonnelles et interpersonnelles (p. ex., les compétences en matière de réflexion et de communication).
- ▶ Les entraîneurs devraient rechercher un soutien et des conseils interdisciplinaires pour les aider à gérer le développement athlétique, la santé et la condition physique, ainsi que les défis et les besoins mentaux et sociaux des jeunes athlètes.

### Condition physique, tests et prévention des blessures

- ▶ Encourager la participation régulière à des programmes de force et de condition physique variés, adaptés à l'âge des participants, orientés sur des techniques de qualité, sûrs et agréables.
- ▶ Concevoir des programmes de développement pour les jeunes athlètes

comprenant la diversité et la variabilité de l'exposition athlétique, afin d'atténuer le risque de blessures de surmenage et d'autres problèmes de santé provoqués par un entraînement et une compétition inappropriés qui dépassent les seuils de charge sûrs, tout en assurant un repos et une récupération suffisants et réguliers, afin d'encourager les adaptations positives et le développement athlétique progressif.

- ▶ Maintenir une approche éthique et interpréter efficacement les tests de laboratoire et de terrain afin d'optimiser la participation et les performances sportives des jeunes.
- ▶ Élaborer, mettre en œuvre et continuer à évaluer des stratégies et des ressources d'application des connaissances qui amélioreront la prévention des blessures et favoriseront la santé des jeunes athlètes, comme l'application de prévention des blessures « Get Set–Train Smarter » développée par le CIO pour les Jeux olympiques de la jeunesse de 2014.<sup>253</sup>
- ▶ Promouvoir des programmes de prévention des blessures, une législation sur les équipements de protection et des changements de règles basés sur des données probantes, qui soient adaptées au contexte, adaptables et compatibles avec le maintien de l'intégrité du sport et les objectifs de participation.
- ▶ Respecter strictement la règle suivante : « Aucun jeune athlète ne doit participer à une compétition, s'entraîner ou s'exercer d'une manière qui sollicite la zone blessée affectée, interférant ou retardant la récupération, lorsqu'il souffre, n'a pas terminé sa rééducation ou n'est pas complètement rétabli après une maladie ou une blessure ».

### Nutrition, hydratation et hyperthermie d'effort

- ▶ L'éducation diététique des jeunes athlètes doit mettre l'accent sur des habitudes alimentaires optimales afin de favoriser la santé, la croissance normale et les exigences de la pratique sportive, en insistant sur un apport équilibré en glucides riches en nutriments, protéines de haute qualité, calcium, vitamine D et fer et en quantités suffisantes.
- ▶ Les jeunes athlètes et les personnes qui les entourent doivent être informés des risques associés aux compléments alimentaires et aux boissons énergisantes.
- ▶ Mettre en évidence et atténuer les risques de TA, AD et RED-S liés au sport, en sensibilisant par l'éducation, en améliorant le dépistage et le traitement, et en mettant en œuvre les modifications des règles applicables.
- ▶ L'éducation et la formation sur les risques d'hyperthermie d'effort et sur les stratégies efficaces pour la prévention et la réduction des risques (notamment la préparation pratique, les mesures compensatoires et les protocoles de prise en charge et d'intervention immédiate) et les politiques doivent être régulièrement dispensées et mises en exergue auprès des jeunes athlètes, des entraîneurs, du personnel et des autres personnes qui supervisent ou aident les enfants et les adolescents pratiquant des sports de plein air.
- ▶ Un plan d'action d'urgence écrit et des protocoles d'intervention efficaces doivent être mis en place et pratiqués à l'avance avec un personnel formé, ainsi que des installations facilement disponibles sur place pour gérer et traiter toutes les formes d'hyperthermie d'effort et autres urgences médicales, pour toutes les activités sportives des jeunes, plus particulièrement par temps chaud.

### Instances dirigeantes et organisations du sport et de la médecine du sport

- ▶ Les instances dirigeantes et organisations du sport et de médecine du sport doivent protéger la santé et le bien-être des jeunes dans le sport en assurant un enseignement continu, en mettant pleinement en œuvre et en contrôlant des politiques et procédures pratiques et efficaces en matière de protection des athlètes dans tous les programmes destinés aux jeunes athlètes.<sup>254-256</sup>
- ▶ Les philosophies de sélection des jeunes athlètes et de développement des talents doivent être basées sur les exigences physiologiques, perceptives, cognitives et tactiques du sport, ainsi que sur un contexte de développement à long terme, variable selon les personnes.
- ▶ Il convient d'encourager et de promouvoir la diversification et la variabilité de l'exposition sportive entre et dans les sports.
- ▶ Le format et l'environnement des compétitions doivent être adaptés à l'âge et aux compétences, tout en permettant un temps de repos et de récupération suffisant entre plusieurs compétitions d'un même jour.

### UN APPEL A L'ACTION

Nous invitons toutes les instances dirigeantes du sport pour les jeunes et des autres sports à mettre l'accent sur la sensibilisation, l'éducation et la mise en

## Déclaration de consensus

œuvre de ces recommandations du CIO et à soutenir la promotion de perspectives fondées sur des données probantes auprès des entraîneurs, de l'entourage des athlètes, des prestataires médicaux et des administrateurs impliqués dans le sport pour les jeunes afin de garantir une expérience agréable, sûre, saine et durable pour tous les participants.

### Affiliations des auteurs

<sup>1</sup>Youth Sports of the Americas, Birmingham, Alabama, USA <sup>2</sup>Lemak Sports Medicine, Birmingham, Alabama, USA <sup>3</sup>Department of Family Medicine, Michael G DeGroot School of Medicine, McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada <sup>4</sup>IOC Medical Commission—Games Group

<sup>5</sup>Children's Health and Exercise Research Centre, St Luke's Campus, University of Exeter, Exeter, UK

<sup>6</sup>Physical Education & Sports Science, National Institute of Education, Nanyang Technological University, Singapore

<sup>7</sup>Queen's University, School of Kinesiology and Health Studies, Kingston, Ontario, Canada

<sup>8</sup>Alberta Children's Hospital Research Institute for Child and Maternal Health Pediatrics and Community Health Sciences, University of Calgary, Calgary, Alberta, Canada

<sup>9</sup>Department of Health & Exercise Science, The College of New Jersey, Ewing, New Jersey, USA

<sup>10</sup>Hallway Consulting, Los Olivos, California, USA

<sup>11</sup>Institut für Epidemiologie, Biostatistik und Prävention, Gruppe Children, Physical Activity and Health (CHIPAH), Universität Zürich, Switzerland <sup>12</sup>International Gymnastics Federation (FIG), Paris, France <sup>13</sup>University of Texas at Austin, Austin, Texas, USA <sup>14</sup>Tarleton State University, Stephenville, Texas, USA <sup>15</sup>Department of Coaching and Psychology, Norwegian School of Sport Sciences, Oslo, Norway

<sup>16</sup>International Basketball Federation (FIBA), Switzerland <sup>17</sup>Medical & Scientific Department, International Olympic Committee, Lausanne, Switzerland <sup>18</sup>Department of Sports Medicine, Norwegian School of Sports Sciences, Oslo, Norway <sup>19</sup>Department of Public & Occupational Health and EMGO+ Institute, VU University Medical Center Amsterdam, Amsterdam, The Netherlands <sup>20</sup>School of Human Movement and Nutrition Sciences, University of Queensland, Brisbane, Australia

<sup>21</sup>Division of Exercise Science and Sports Medicine, Department of Human Biology, University of Cape Town, Cape Town, South Africa

<sup>22</sup>Athlete Pathways and Development, Australian Institute of Sport, Bruce, Australia

<sup>23</sup>Orthopaedic Center, Ullevaal University Hospital, Oslo, Norway

**Remerciements** Le groupe remercie la contribution et le soutien du directeur médical et scientifique du CIO, Richard Budgett, lors de la réunion de consensus du CIO sur le développement athlétique des jeunes.

**Contributeurs** MFB et MM ont apporté une contribution importante à la conception globale et détaillée, à la planification, à la conception et à la coordination de l'article, à la rédaction et à la révision critique du manuscrit, et à l'approbation de la version finale à publier. NA, MC, JC, CAE, AF, SK, RMM, AMP, TS, JS-B, WvM et JRW ont contribué de manière importante à la rédaction et à la révision critique du manuscrit. GH, ML et AS ont contribué à l'élaboration du concept et du contenu. LE a apporté une contribution importante à la supervision de l'élaboration du manuscrit, ainsi qu'à l'approbation finale de la version définitive à publier.

**Intérêts concurrents** Aucune déclaration.

**Provenance et examen par les pairs** Non commandé ; examen externe par les pairs.

**RÉFÉRENCES** : Voir article original

