Cœur et parachutisme

J.-M. Chevalier[a], L. Aigle[b], L. Journaux[c]

a Service de cardiologie (ancien chef), HIA R. Picqué, CS 80002 – 33882 Villenave d'Ornon Cedex.
b Centre médical des armées de Calvi, camp Raffalli – 20260 Calvi.
c Antenne médicale spécialisée de Bayonne (1er RPIMA), Citadelle général Bergé, BP 12 – 64109 Bayonne Cedex.

Résumé

Le système cardiovasculaire est très sollicité chez le parachutiste débutant ou confirmé. Les réactions débutent 1 heure avant et persistent 1 à 2 heures après un saut sans incident. Mais ces réactions de « stress positif » restent dans les limites du physiologique chez le sujet sain et entraîné. Par contre, ce sport (ou cette profession) à contrainte cardio-vasculaire importante doit être interdit aux porteurs d'une cardiopathie connue, même stable sous traitement. Les recommandations européennes classent le parachutisme en sport à risque. Il impose une bonne condition physique et une vérification annuelle de l'intégrité cardiovasculaire. Il convient de dissuader tout sujet non entraîné, *a fortiori* porteur de plusieurs facteurs de risque cardio-vasculaire. Un examen clinique complet, un électrocardiogramme de repos et du bon sens suffisent à préciser l'aptitude à pratiquer ce sport et cette activité professionnelle.

Mots-clés : Holter. Parachutisme. Réactions cardio-vasculaires. Stress.

Abstract

HEART AND PARACHUTING.

The cardiovascular systems of inexperienced or confirmed parachutists are severely tested. Reactions begin 1 hour before a jump without incident, and persist 1 at 2 hours after. These reactions of «positive stress» stay within the physiological limits of healthy and trained persons. However, this sport (or profession), with important cardiovascular constraints, must be forbidden to the carriers of a known heart disorder, even stable under treatment. The European Recommendations classify parachuting as a high-risk sport. It requires a good physical condition and an annual check up of cardiovascular integrity. It is advisable to dissuade any untrained subject, even more so any carrier of several cardio vascular risk factors. A complete clinical examination, an electrocardiogram at rest and some common sense are enough to define a person's aptitude to practice parachuting as a sport or a professional activity.

Keywords: Cardio-vascular reactions. Holter. Parachuting. Stress.

Introduction

Le 22 octobre 1797, c'est Garnerin qui effectue le premier véritable saut en parachute depuis un ballon à 680 mètres d'altitude, au-dessus du parc Monceau à Paris. Mais le parachutisme tel que nous le connaissons actuellement est une discipline récente. Il s'est développé essentiellement depuis la seconde moitié du XXe siècle, et n'a réellement évolué que depuis l'apparition d'aéronefs fonctionnels : la montgolfière puis les avions (1).

Le parachute est initialement conçu et développé comme un dispositif de sécurité au début du XXe siècle. Le parachutisme de loisir prend ensuite son essor et se démocratise avec la création de la Fédération française de parachutisme en 1968. Différentes disciplines sont créées : la précision d'atterrissage, le vol relatif (vol à plusieurs parachutistes réalisant des figures lors de la phase de chute libre), le voile-contact, et le *free-fly* (vol tête-en-haut, tête-en-bas). Ces disciplines sont accessibles grâce à divers brevets civils.

En parallèle, le parachute va progressivement être adapté puis amélioré par l'Armée à des fins opérationnelles, expliquant ainsi pourquoi l'histoire du parachutisme moderne et si étroitement liée à celle du parachutisme militaire.

Il faut distinguer plusieurs types de sauts en parachutisme militaire : le Saut en ouverture automatique (SOA), le Saut à ouverture commandée-retardée (SOCR), le Saut opérationnel à grande hauteur (SOGH) et le Saut opérationnel à très grande hauteur (SOTGH).

Le SOA permet de larguer rapidement un nombre important de troupes sur une position, depuis une faible

J.-M. CHEVALIER, médecin général inspecteur (2S), praticien certifié. L. AIGLE, médecin en chef, praticien certifié. L. JOURNAUX, médecin en chef, praticien certifié.
Correspondance : Monsieur le médecin général inspecteur J.-M. CHEVALIER, 107 rue de Suzon – 33400 Talence.
E-mail : jchevalier@modulonet.fr

altitude (400 mètres à l'entraînement et le plus souvent 300 mètres en opération). Il octroie un avantage tactique que ne permettraient pas d'autres moyens de mise en place, en particulier le vecteur terrestre (1). Dans l'armée française, le parachute utilisé pour ce type de saut est hémisphérique. Actuellement l'Ensemble parachutiste du combattant (EPC), nouveau parachute des armées est en cours de déploiement dans la brigade parachutiste (fig. 1). Il s'agit du concept d'emploi initial des troupes aéroportées, mis en pratique par exemple lors du saut du 2e Régiment étranger de parachutistes (2e REP) en 1978 sur Kolwezi et encore plus récemment en Afrique (Tombouctou 2013, nord Niger 2015).



Figure 1. ETAP saut sur WRIGHT.

Le SOCR (fig. 2) permet de sauter et de chuter avec des ailes, ces voiles manœuvrables sont celles de l'entraînement et du perfectionnement des chuteurs.



Figure 2. MC L. AIGLE saut en SOCR sur la citadelle à Bayonne.

Le SOGH (fig. 3) est un moyen de mise en place avec une voilure d'arme qui permet une Infiltration sous voile (ISV) à partir de 4 000 mètres (environ 15 km en fonction de différentes contraintes).



Figure 3. MC L. AIGLE saut en SOGH sur Calvi.

Le SOTGH (fig. 4) réservé aux unités des forces spéciales permet de réaliser le même type de saut mais sous oxygène au-delà de 4 000 mètres d'altitude, permettant des ISV pouvant dépasser les 30 km. Ces deux derniers types de saut sont régulièrement utilisés pour des mises en place opérationnelles au Sahel.



Figure 4. MC L. AIGLE saut en SOTGH dans la soute avant largage.

Contraintes du saut en parachute (2)

L'intensité des réactions physiques et psychiques surprend toujours celui qui saute en parachute pour la première fois. L'appareil cardio-vasculaire est particulièrement sollicité lors de cette activité anxiogène, que ce soit chez le débutant ou le parachutiste confirmé (3).

« Le chuteur en parachute est un homme normal dans un environnement anormal » avec un stress à trois composantes : physique, environnemental et psychologique (4, 5).

La composante physique

Elle est en général modérée. Elle est représentée par des efforts musculaires rarement intenses lors des déplacements avec un équipement peu lourd (pour le parachutisme de « loisir »), efforts tout à fait acceptables pour un sujet normalement entraîné (3). Il n'en est pas de même pour le parachutiste militaire partant en mission, avec un équipement parfois très lourd car comportant une gaine avec son paquetage, ses armes et munitions, etc.

Par ailleurs Yavari (1) a comparé les données d'enregistrements holter rythmique au cours du saut chez des chuteurs opérationnels militaires et des passagers tandems. La charge physique du pilote (pourtant très entraîné) dépasse largement celle de son passager.

Les contraintes environnementales

Elles sont très variables mais restent généralement modérées, pouvant cependant modifier les réactions cardio-vasculaires :

– les conditions météorologiques jouent un rôle évident. La chaleur (sujet équipé dans l'avion), et surtout le froid d'altitude, ajouté aux conditions météorologiques locales (vent, nuages ou beau temps), sont une agression d'autant plus importante que le vol en parachute peut durer longtemps (au-delà de 20 minutes) lors d'un saut à très grande hauteur avec ouverture immédiate et infiltration sous voile (4). Le froid vif, conjugué à l'effet du vent sur le visage, est responsable de brusques accélérations et décélérations des rythmes cardiaque et respiratoire (5). Ces variations participent à l'agression en modifiant l'hémodynamique cardiaque et la pression veineuse centrale. En parachutisme militaire ou sportif, il n'y a pas de pratique sous la pluie. Mais le parachutiste peut être surpris par des gouttes de pluie en altitude (traversée de nuage) particulièrement désagréables en chute libre malgré le masque ;

– l'altitude (700, 1 000, 4 000 mètres d'altitude ou plus), entraîne une hypoxie relative et augmente le rythme cardiaque surtout au-dessus de 3 000 mètres ;

– le type de saut (en automatique ou commandé) et sa pratique de façon oisive ou dans un environnement opérationnel militaire (port de charges) entraînent des contraintes très différentes ;

– si le silence en vol sous le parachute ouvert est un plaisir recherché, le parachutiste est initialement agressé par le bruit de l'avion, les vapeurs des moteurs (3) et le souffle du vent en chute libre ;

– enfin, la survenue d'éventuels incidents à la sortie de l'avion (vrille), en vol (comme la perte des lunettes en altitude chez un chuteur opérationnel) et surtout à l'atterrissage (terrain boisé, dénivelé, obstacle) sont d'évidentes contraintes environnementales.

Le stress psychologique

Mais la physiologie du parachutiste est dominée par le stress psychologique (6-8). Il s'agit d'un stress intense et brutal dont l'intensité dépend de l'émotivité du sujet, les premiers sauts étant souvent une expérience terrifiante pour le débutant. Puis il existe une adaptation émotionnelle, la peur s'estompant progressivement avec la répétition des sauts et l'expérience acquise (4). Mais le stress psychologique subsiste quelle que soit l'expérience du sujet (2).

La peur est multifactorielle : peur de ne pas sauter, peur du vide, peur de l'accident mécanique en l'air (mauvaise ou non ouverture du parachute), peur de l'atterrissage (vents conformes, zone sécurisée, type de sol).

Cependant, le parachutisme sportif reste nettement moins agressif que la pratique militaire, en effet le saut en parachute réalisé par le militaire en opération n'est que le vecteur de mise en place pour une mission qui, elle aussi, peut être génératrice d'un grand stress…

La réaction d'alarme généralisée du débutant est progressivement remplacée par une réaction d'éveil plus sélective (anticipation mentale des gestes à effectuer lors de la chute libre). Un saut réussi est suivi par une phase d'euphorie tout aussi intense. Par ailleurs, la personnalité et la motivation du parachutiste sont très différentes. Certains recherchent des sensations fortes : « le sentiment d'être tout et l'évidence d'être rien » (3). D'autres éprouvent un sentiment d'invulnérabilité après avoir « triomphé de l'épreuve mortelle » (4).

Réactions cardio-vasculaires habituelles

L'approche des réactions cardiovasculaires peut se faire en enregistrant de façon continue sur 24 heures la pression artérielle et la fréquence cardiaque par la méthode holter.

Variation de la pression artérielle

Colomb (3) fut le premier à étudier les variations de la Pression artérielle (PA) par sphygmomanomètre chez des parachutistes au cours de 18 sauts à ouverture automatique : mesure une heure avant, à l'embarquement, dans l'avion, juste après l'arrivée au sol et une heure après.

Puis une étude a été menée à l'École des troupes aéroportées de Pau (2) chez des engagés volontaires, de 26 ans d'âge moyen, en parfaite santé, jeunes brevetés ou très expérimentés. Ils ont réalisé 1 à 3 sauts de jour, en zone facile et sans charge, en portant soit un holter tensionnel soit un holter rythmique.

Parmi les 29 parachutistes militaires ayant bénéficié d'une Mesure ambulatoire de la pression artérielle (MAPA), la PA systolique moyenne de repos a été de 127 (± 7) mm Hg. Elle est passée en moyenne à 168 (± 35) mm Hg au moment du saut (soit une augmentation moyenne systolique de 41 mm Hg). Six valeurs étaient > à 200 mm Hg. L'élévation a débuté progressivement au moins 1 heure avant le saut (fig. 5). La PA systolique moyenne 30 minutes après le saut est redescendue à 132 ± 11 mm Hg. Chez certains parachutistes, le retour à la PAS initiale ne se fait qu'en 1 heure 30 après le saut.

La PA diastolique moyenne a diminué de 73 (± 8) mm Hg à 58 (± 7) mm Hg à l'atterrissage. Elle est inchangée 30 minutes avant et 30 minutes après le saut.

Cet élargissement de la différentielle s'explique par la bonne compliance artérielle du sujet jeune (fig. 5).

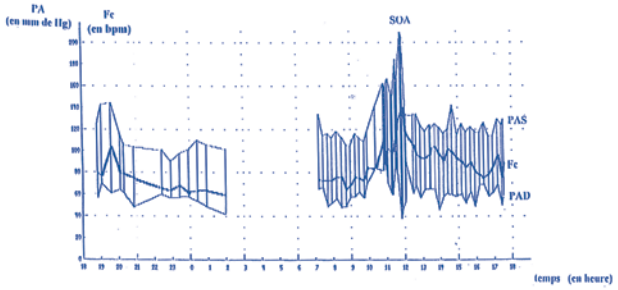


Figure 5. Enregistrement continu en ambulatoire de la Pression artérielle systolique (PAS) et diastolique (PAD) et de la Fréquence cardiaque (Fc) chez un parachutiste confirmé, âgé de 38 ans, sautant de jour en automatique (2).

La fréquence cardiaque (Fc)

La Fc a d'abord été étudiée par simple prise manuelle du pouls avant et après le saut. Puis elle était suivie pendant toute la durée du saut voire tout le nycthémère par télémétrie (6), ensuite par cardiofréquencemètre (fig. 6) et enfin par la méthode holter rythmique (5, 6, 9, 10).

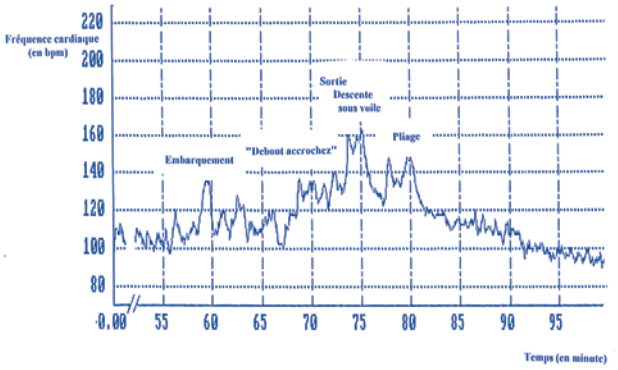


Figure 6. Variations de la fréquence cardiaque recueillie par cardiofréquencemètre chez un parachutiste effectuant un saut à ouverture automatique (1).

Trente-neuf holters rythmiques ont été mis en place chez des parachutistes militaires réalisant des sauts à ouverture automatique (2). La Fc moyenne est passée de 69 (± 8) battements par minute (bpm) au repos à 158 (± 12) bpm au moment du saut, avec des extrêmes allant de 142 à 220 bpm (moyenne des Fc maximales = 174 (± 12) bpm). On note une anticipation mentale du saut puisque 92 % des sujets ont une Fc ≥ 100 bpm une heure avant le saut. Après l'arrivée au sol, le retour au calme s'accompagne d'une baisse rapide (influence vagale) puis progressive de la Fc, avec une valeur de repos atteinte en moyenne 1 heure 30 après le saut. La récupération du rythme cardiaque initial est retardée si plusieurs sauts sont effectués dans la même journée ou si des incidents surviennent. Il existe bien sûr des variations individuelles importantes, notamment selon l'expérience, avec une Fc moyenne au moment du saut à 161 (± 14) bpm chez les débutants et 150 (± 10) bpm chez les sujets expérimentés, différence cependant non significative (2).

Feuillet (10) confirme que la variation de fréquence cardiaque entre le repos et le saut est pratiquement la même quelle que soit l'expérience du parachutiste. Seul le niveau basal de Fc diffère (moins 10 bpm si entraîné, différence non statistiquement significative).

On note très peu d'extrasystoles ventriculaires sans doublet, mais de nombreuses extrasystoles supra ventriculaires difficiles à différencier des artefacts au moment du saut. Cependant aucune tachycardie supra ventriculaire soutenue ni aucune pause vagale significative n'ont été enregistrées. Neuf sous décalages du segment ST, modérés et ascendants, ont été rapportés.

Par ailleurs, les pics de tachycardie sont plus ou moins élevés selon le type de saut. En saut à ouverture automatique, la sortie de l'avion est le moment le plus pénible. En saut commandé, ce sont les phases d'ouverture de voile et d'atterrissage qui sont les instants critiques.

Aigle (4) a posé 28 holters rythmiques chez 18 parachutistes très expérimentés au cours de sauts en SOTGH (âge moyen 32 ans, expérience de 631 (± 330) sauts en commandé dont seulement 14 (± 5) sauts en SOTGH). Ce type de parachutisme est techniquement très difficile, réalisé lors d'une campagne de sauts qui nécessite une grande préparation et une importante logistique (avion, hélicoptère, oxygène en soute, soutien médical).

En effet, les sauts s'effectuent sous oxygène et avec un équipement très spécial, permettant d'être largué à très haute altitude (entre 4 500 et 7 500 m) avec ouverture immédiate du parachute et longue infiltration sous voile (10 à 40 km parcourus en l'air en 15 à 20 mn selon les vents). Aigle a pu enregistrer 16 sauts de jour et 12 sauts de nuit (fig. 7). On peut nettement voir les variations de fréquence cardiaque lors des différents événements de ce saut en conditions extrêmes.

Le stress émotionnel va grandir avec les fautes de pilotage, les erreurs de largage, les difficultés d'approche de la cible (vent), le manque de visibilité (couche nuageuse importante, nuit), la compétition et surtout la survenue d'incidents matériels.

Si un parachutiste effectue plusieurs sauts dans la même journée, les pics de Fc maximale ont tendance à s'estomper (2) mais la Fc moyenne entre les sauts reste plus élevée témoignant d'une certaine fatigue.

En milieu civil, les champions de voltige ou de précision d'atterrissage, par ailleurs athlètes de haut niveau, peuvent effectuer 8 à 10 sauts par jour mais en ressortent bien fatigués au prix d'une asthénie importante (et donc probablement d'un risque accru de faute technique). Des pilotes tandem réalisent jusqu'à 10 sauts par jour à la condition de ne pas plier leur voile.

En milieu militaire, quatre sauts en automatique par jour semblent être un maximum à ne pas dépasser surtout du fait du risque traumatique (11, 12).

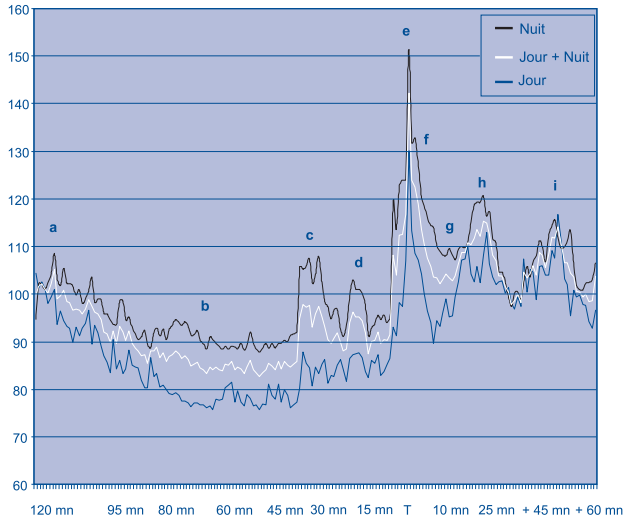


Figure 7. Moyennes des fréquences cardiaques de 28 sauts à ouverture commandée à très grande hauteur (en blanc) moyenne des 12 sauts de jour (en bleu) et des 16 sauts de nuit (en noir).
a = équipement au sol ;
b = assis dans l'avion avec dénitrogénation en O_2 pur ;
c et d = lever et efforts en soute ;
e = sortie de l'avion et ouverture immédiate ;
f = vérification de l'azimut ;
g = dérive sous voile ;
h = atterrissage ;
i = déséquipement (3).

Pour le SOTGH, les règlements militaires (13) limitent le nombre de saut à deux par jour dont un seul avec dénitrogénation. Cette limite comme le rappel Aigle, et al. (4) est essentiellement liée aux contraintes techniques du fait de la longueur des préparatifs de saut mais aussi de la fatigue (physique et psychologique) engendrée.

L'électrocardiogramme de repos du parachutiste, même très expérimenté, ne présente aucune anomalie particulière (8). Au cours du saut, tous les auteurs (2, 4, 5, 9, 10) ont enregistré une tachycardie sinusale avec d'assez fréquents battements cardiaques prématurés, essentiellement auriculaires. Mais il est difficile de les différencier des artefacts d'origine musculaire (3, 4). Léon (6) constate des extrasystoles chez 3 parachutistes sur 15.

Dans le travail de Feuillet (10) chez 28 parachutistes sautant en automatique, seuls 2 sujets ont présenté plus de 700 extrasystoles par 24 h, avec un pic au moment du saut. Quelques doublets et/ou triplets supra ventriculaires ont été observés. Aucun trouble de conduction n'a été noté. Aigle (4) fait les mêmes constatations. L'analyse du segment ST montre parfois un sous décalage mais qui est toujours ascendant (3, 6) sans valeur pathologique car souvent observé en tachycardie.

Conclusion

Sport à contrainte cardio-vasculaire importante, le parachutisme professionnel ou sportif doit être interdit aux porteurs d'une cardiopathie connue, même stable sous traitement. Il impose une bonne condition physique et une vérification annuelle de l'intégrité cardiovasculaire.

Il convient de dissuader tout sujet non entraîné, a fortiori porteur de plusieurs facteurs de risque cardio-vasculaire. Un examen clinique complet (interrogatoire soigneux, mesure de la pression artérielle, recherche d'une anomalie à l'auscultation thoracique, étude des pouls périphériques et du réseau veineux) et un ECG de repos suffisent le plus souvent à préciser l'aptitude à pratiquer ce sport (14).

Dans l'instruction ministérielle de 2007 relative à l'aptitude au parachutisme (15), une épreuve d'effort est obligatoire après 40 ans pour tous les parachutistes de l'armée française puis tous les 4 ans en cas de normalité.

Pour l'aptitude au SOTGH et celle du pilote biplace opérationnel (PBO), l'épreuve d'effort est obligatoire à la visite initiale puis tous les 4 ans pour le SOTGH et tous les 2 ans pour les PBO avec un passage en centre d'expertise du personnel navigant (15), ce qui garantit un suivi de qualité.

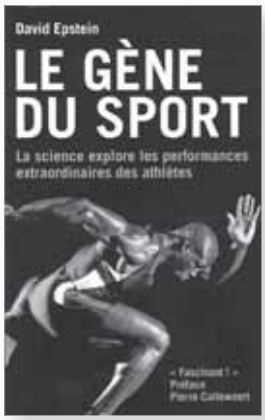
Cette instruction ministérielle, actuellement en cours de refonte, permettra de prendre en compte les nouvelles données techniques (nouveaux matériels de parachutage) et les évolutions médicales les plus récentes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Yavari-Sartakhti O. Analyse comparée des données d'enregistreurs Holter rythmique au cours du saut chez des chuteurs opérationnels militaires et des passagers tandems : étude PARAFT. Thèse de doctorat de médecine. Marseille ; 2012.
2. Chevalier JM. Réactions cardio-vasculaires liées à la pratique du parachutisme. Arch Mal Cœur Vais Pratiques 1999 ; (3) : 6-8.
3. Colomb F, Chevalier JM, Beauche A. Réactions cardio-vasculaires de stress du saut en parachute. Médecine et Armées 1997 ; 25 (3) : 229-35.
4. Aigle L, Chevalier JM, Journaux L, Tremsal E, Bodescot Y. Stress au cours du saut en parachute à très grande hauteur. Approche par l'étude de 38 holters ECG. Médecine et Armées 2006 (34) : 293-8.
5. Anfilogoff R, Hale PJ, Nattrass M, Hammond VA, Cartier JC. Physiological response to parachute jumping. Br Med J 1987 ; (295) : 415.
6. Léon C, Rosier SP, Jouffray L. Enregistrement électrocardiographique circadien chez 15 parachutistes. Médecine et Armées 1983 ; (10) : 627-9.
7. Falk B, Bar-ELI M. The psycho-physiological response to parachuting among novice and experienced parachutists. Avia Space Environ Med 1995 ; (66) : 114-7.
8. Vanuxem P, Astolfi A, Roucourt E, Charrot F, Fornaris E. Chuteurs opérationnels : le point de vue du médecin parachutiste. Méd Sport 1998 ; (72) : 78-82.

9. Tak T, Cats VM, Dunning AJ. Ambulatory ECG recording during competitive parachute jumping in apparently healthy young men : more evidence for intermittent vagal dominance during enhanced sympathetic activity. Eur Heart J 1986 ; 7 (2) : 110-4.
10. Feuillet O. Aspects électrocardiographiques du saut en parachute. À propos de 39 enregistrements continus. Thèse de doctorat de médecine. Bordeaux ; 1995.
11. Samy J, Queran X, Aigle L. Fractures induites par le saut en parachute à ouverture automatique. Étude des blessés sur quatre ans et 44 000 sauts suivis au centre médical des armées de Calvi. Médecine et Armées 2014 ; 42 (2) : 163-70.
12. Mayet A, Bay C, Tremsal E, Victorion S, Thibaudin O, Gaubert J, et al. Accident de parachutisme dans les unités aéroportées de la région terre sud-ouest : 2004-2005. Médecine et armée 2009 ; 37 (1) : 3-11.
13. PIA N° 03-331. Règlement interarmées sur la mise à terre des troupes aéroportées. N° 0584/DET/EMA/EMP.3/NP du 09/06/2009.
14. Pellicia A, Fagard R, HH Bjornstad et al. Recommendations for competitive sports participation in athletes with cardiovascular disease. Eur Heart J 2005 ; 26 (14) : 1422-45.
15. Instruction N°700/DEF/DCSSA/AST/AME du 09/07/2008 modifiée, relative à l'aptitude médicale à la pratique du parachutisme militaire.

VIENT DE PARAÎTRE



LE GÈNE DU SPORT

DAVID EPSTEIN

Inné contre acquis. Nature contre culture. Le débat est vieux comme le monde. Le sport n'y échappe pas. Sommes-nous tous égaux sur la ligne de départ ?

Les athlètes comme Usain Bolt, Michael Phelps, Joakim Noah ont-ils dominé leur discipline en profitant d'un patrimoine génétique extraordinaire ou ont-ils dépassé les limites biologiques des gens « normaux » grâce à un entraînement acharné ?

Rédacteur en chef de Sport illustred, David Epstein propose une fascinante exploration de la performance athlétique. Existe-t-il un gène du sport ? Pour résoudre cette énigme, il a parcouru la planète, rencontré les meilleurs experts et interviewé de grands champions avec un patrimoine génétique aux caractéristiques rares. Cette enquête captivante aborde la fameuse règle des 10 000 heures et s'intéresse aux réponses fournies par la science.

ISBN 13 : 979-10-93463-06-3 – Format : 15x24 cm – Pages : 374 – Prix : 19,90 € – ***Éditions*** *Talent sport contacts : Emmanuel Laureau 06 78 72 96 63 – emmanuel.laureau@talentsport.fr – Karine Molinari 06 03 08 44 94 – karine.molinari@talentsport.fr – wwwtalentsport.fr*