INTERNATIONAL REVIEW OF THE ARMED FORCES MEDICAL SERVICES

REVUE INTERNATIONALE DES SERVICES DE SANTÉ DES FORCES ARMÉES

ICMM
CIMM

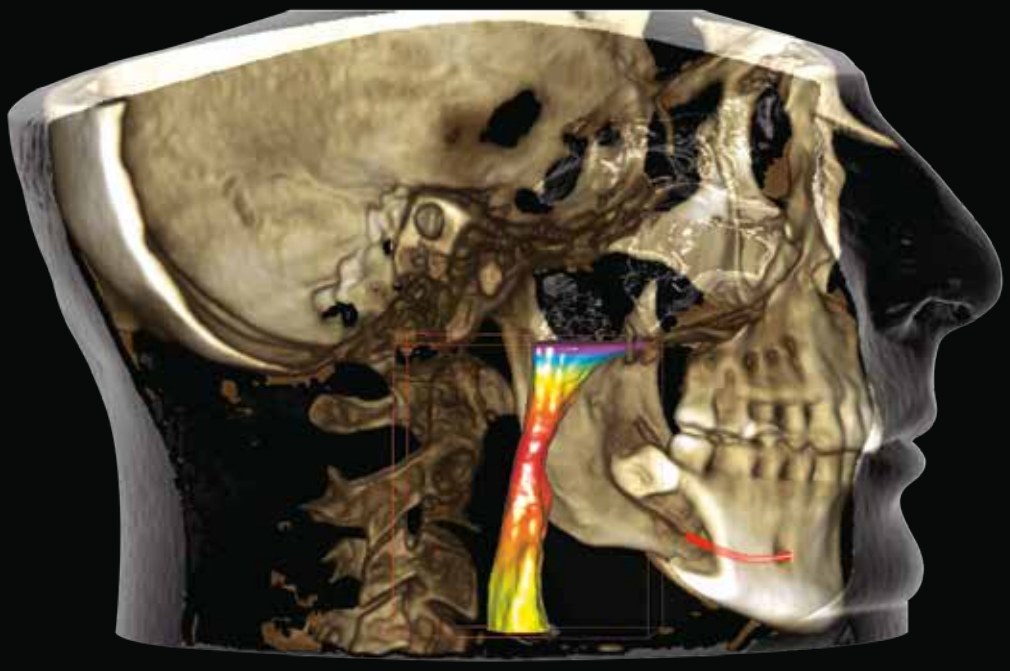
DOSSIER
PARATROOPERS / PARACHUTISTES

Official organ of the International Committee of Military Medicine
Organe officiel du Comité International de Médecine Militaire

Quarterly : September 2021 • Trimestriel : septembre 2021 **VOL. 94/3**

Planmeca Ultra Low Dose™

High image quality at a low dose



- Acquire a maxillofacial CBCT image at a lower dose than panoramic imaging
- An average dose reduction of 77%

See scientific evidence on the effect of Low Dose imaging!
www.planmeca.com/uld-poster

Planmeca ProMax® 3D

Find more info and your local dealer
www.planmeca.com

Planmeca Oy Asentajankatu 6, 00880 Helsinki, Finland
Tel. +358 20 7795 500, fax +358 20 7795 555, sales@planmeca.com

PLANMECA 45 celebration

International Review of the
ARMED FORCES MEDICAL SERVICES

Revue Internationale des Services de Santé des Forces Armées

Official organ of the
International Committee of Military Medicine

Organe officiel du
Comité International de Médecine Militaire

VOL. 94/3

www.cimm-icmm.org

SCIENTIFIC COMMITTEE / *COMITÉ SCIENTIFIQUE*

Col. (Vet.) L. BUCHNER
(Germany / *Allemagne*)

Col. Maj. M. BEJI (MD)
(Tunisia / *Tunisie*)

Gp. Capt. Prof. D. LAMB
(United Kingdom / *Royaume-Uni*)

Maj. Gen. (ret.) KHALID A. ABU-AZAMAH AL-SAEDI (MD)
(Saudi Arabia / *Arabie Saoudite*)

Col. (ret.) Prof. I. KHOLIKOV (MC)
(Russian Federation / *Fédération de Russie*)

Col. K. KORZENIEWSKI (MD)
(Poland / *Pologne*)

Col. (Dent.) A. KOSARAJU
(United States of America / *Etats-Unis d'Amérique*)

Sen. Col. (Pharm.) A. KRAPPITZ
(Germany / *Allemagne*)

Col. (ret.) Dr. Prof. A. SINGH KUSHWAHA
(India / *Inde*)

Sen. Col. Prof. M. YU
(China / *Chine*)

Lt. Col. D. WINKLER (MD)
(Switzerland / *Suisse*)

EDITION / *REDACTION*

Director / *Directeur*
Maj. Gen. (ret.) G. LAIRE (MD)
glaire@cimm-icmm.org

Editor-in-Chief (a.i.) / *Rédacteur en chef par Interim*
Maj. Gen. Prof. (ret.) H. BOISSEAUX (MD)
hboisseaux@cimm-icmm.org

Assistant Chief-Editor (a.i.) /
Rédacteur en chef adjoint par Interim
Maj. Gen. Prof. J.J. LATAILLADE (MD)
jjlataillade@cimm-icmm.org

Secretary of the Editorial Board
Secrétaire du Comité de rédaction
Captain Pharmacist L. PIERRE-VICTOR
lisepierrevictor@cimm-icmm.org

Secretary of the Editorial Board
Secrétaire du Comité de rédaction
Chief Warrant Officer C. VAN DEN BERGHE
cvandenberghe@cimm-icmm.org

Editor's office / *Bureau de la rédaction*
International Committee of Military Medicine
Comité International de Médecine Militaire
Hôpital Militaire Reine Astrid
BE-1120 Brussels (Belgium)
✆ : +32 2 443 26 45
edition@cimm-icmm.org

ADVERTISING / *PUBLICITÉ*

Négociations & Editions Publicitaires
45, Rue des Frères Flavien - FR-75020 Paris
✆ : +33 1 40 27 88 88 - 🖷 : +33 1 40 27 89 43
nep@wanadoo.fr

CONTENTS
Sommaire

ORIGINAL ARTICLES / *ARTICLES ORIGINAUX*

5 Editorial.
By Prof. L. AIGLE

7 1967-2017: 50 Years of French Airborne Operations Medical Support. Review and Prospects.
By N. CARBONNEL. France

18 Concussion and Static-line Parachuting: Observations in a Group of French Paratroopers.
By M. MASSIT, O. BRUNEAU, L. AIGLE and P. LAFOURCADE. France

27 Prévalence, retentissement et facteurs associés aux rachialgies chez le parachutiste militaire français.
Par K. PORINO, J. SAYEH, A. HAAR, L. AIGLE, L. THEFENNE, B. MMADI MRENDA et G. MORAND, France

40 Refractive Surgery and Military Parachuting Ability Among the French Armed Forces.
By M. DELBARRE, S. CHARPENTIER and F. FROUSSART-MAILLE. France

48 Les contraintes médicales de l'altitude pour le parachutiste à très grande hauteur.
Par G. MORAND, A. HAAR, S. TRAVERS, L. AIGLE et C. DUBECQ. France

62 Improvement of the Training of Military Surgeons Using Advanced Teaching Methods.
By E. V. KRIUKOV, I.M. SAMOKHVALOV, V.A. REVA, A.V. GONCHAROV and I.V. KHOLIKOV. Russian Federation

70 Profil lésionnel de blessés par mines terrestres et leçons stratégiques.
Par O. SOW, A.B. FALL, S.MB. NDIAYE, M.B. WADE, D. BARBOZA et I. SALL. Sénégal

78 Reprise d'activité professionnelle du militaire sénégalais après chirurgie de réparation du ligament croisé antérieur du genou par DIDT sous arthroscopie.
Par P.A. BA, C. COUNDOUL, A.L. DIOP, M. NDIAYE, M. DIOUF, R.A.M. NDIAYE et C.D. NIANG. Sénégal

84 Assessment of Cardiovascular Risk Factors Among the Military From the Garrison of Kinshasa in the Democratic Republic of the Congo.
By G. KABANDA KURHENGA, G. MUNDU MASUDI, F. E. BEYA BATENA, N. KIANA NGASA, A. NKODILA NATUHOYILA, R. METY MASEY, N. BUILA BIMBI, J.M. KAYEMBE NTUMBA, B. LONGO MBENZA and J.R. M'BUYAMBA-KABANGU. DR Congo

Photo on the cover: Prévalence, retentissement et facteurs associés aux rachialgies chez le parachutiste militaire français. (Parachute à ouverture automatique déployé. © ETAP) - Par K. PORINO, J. SAYEH, A. HAAR, L. AIGLE, L. THEFENNE, B. MMADI MRENDA et G. MORAND (France).

Views and opinions expressed in this Review are those of the authors and imply no relationship to author's official authorities policy, present or future.

Les idées et opinions exprimées dans cette Revue sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement la politique officielle, présente ou future des autorités dont relèvent les auteurs.

EDITORIAL

LE SOUTIEN MÉDICAL DES TROUPES AÉROPORTÉES; UN SAVOIR-FAIRE ÉPROUVÉ AU QUOTIDIEN DE L'ENGAGEMENT OPÉRATIONNEL.

Après les heures de gloire des parachutistes durant la Seconde Guerre Mondiale puis ensuite lors des conflits armés qui ont conduit à la décolonisation, on a pu craindre la perte de ce savoir-faire opérationnel solidement éprouvé. Cette activité militaire est cependant demeurée très efficiente pour l'entraînement des troupes d'élite de nombreuses armées, contribuant pour beaucoup à la motivation vers l'engagement combattant.

L'évolution de la forme des opérations militaires, notamment dans la lutte contre le terrorisme, a conduit à un retour de ce type de déploiement sous toutes ses formes qu'il s'agisse de sauts « automatiques », des sauts à ouvertures retardées des commandos parachutistes, des infiltration sous voile, sauts à très grande hauteur sous oxygène, etc.

Avec plus de 110 opérations aéroportées (OAP) et près de 3000 parachutistes largués depuis le début de l'intervention au Sahel en 2013, l'armée française possède un véritable savoir-faire dans le domaine de la mise en place par la troisième dimension. Dans ce même temps, le soutien médical de ces soldats ne reste pas « au sol ». Le Service de Santé des Armées n'a de cesse d'assurer le maintien des compétences techniques spécifiques nécessaires à l'accompagnement des sauts, de réfléchir à la problématique du poids/volumes des matériels, d'améliorer les techniques médicales de prise en charge en milieu isolé et d'assurer une réflexion sur la stratégie d'évacuation des blessés conditionnant le risque consenti pour ces OAP.

Le dossier thématique « para troupes » présenté dans ce numéro de la RISSFA propose de balayer, au regard de l'expérience française, une partie du spectre de la médecine militaire appliquée au parachutisme. Après un point sur le bilan médical des OAP menés ces cinquante dernières années, deux articles évoquent ensuite la sélection et l'aptitude avec l'évolution des normes d'aptitudes en ophtalmologie et une évaluation de la problématique des rachialgies chez les parachutistes militaires. Un point sur les commotions cérébrales du parachutiste est également effectué avant de terminer par la présentation des problématiques médicales du saut le plus technique représentée par l'insertion à très haute altitude sous voile.

Nous souhaitons que ces travaux spécifiques à la médecine militaire permettent de mieux appréhender la dynamique et la complémentarité qui animent les différentes spécialités médicales depuis la préparation au saut jusqu'à sa réalisation, en mission opérationnelle, sans oublier ensuite la prise en charge et enfin la réhabilitation du parachutiste blessé.

Bonne lecture et « *Par saint Michel*, vive les paras !* »

Professeur Luc AIGLE
Professeur agréé à l'Ecole du Val-de-Grâce et qualifié comme médecin des troupes aéroportées.
Coordinateur du dossier « Médecine des troupes para ».

* Saint Michel est le saint patron et la devise des parachutistes.

EDITORIAL

MEDICAL SUPPORT FOR AIRBORNE TROOPS; PROVEN EXPERTISE IN DAY-TO-DAY OPERATIONAL DEPLOYMENT.

After the glory days of Second World War parachutists, then the armed conflicts that brought colonialism to an end, there was a fear that this solidly proven operational expertise could be lost. However, for many armies this military action has continued to be effective in the training of elite troops, which plays a role for many in their motivation for combat.

Developments in the style of military operations, particularly in the fight against terrorism, have led to a return to this type of deployment in all its forms whether static line jumps, parachute commando delayed opening jumps, covert insertion, very high altitude jumps with oxygen, and so on.

With more than 110 airborne operations and close to 3000 paratroopers dropped since the beginning of the Sahel operation in 2013, the French army has real expertise in deploying troops in the third dimension. At the same time, the medical support for these soldiers doesn't stay "on the ground". The Health Service of the Armies has continually maintained the specific technical skills needed to support jumps, from working on the weight/volume equipment issue, to improving medical techniques for treatment in isolated areas and working on the wounded evacuation strategy that conditions the accepted risk for airborne operations.

The section on paratroopers in this edition of the IRAFMS suggests sweeping aside, in view of the French experience, a part of the spectrum of military medicine applied to parachuting. After an overview of the medical evaluation of airborne operations conducted over the last fifty years, two articles then look at selection and fitness with the development of fitness standards in ophthalmology and an assessment of the problem of back pain in paratroopers. An assessment of brain injuries in parachutists is also made before concluding with a presentation of the medical issues in the most technical jump, the covert high-altitude military free-fall insertion.

We would like this work, specific to military medicine, to allow a better understanding of the approach and the complementarity behind the different medical specialist fields from preparing for the jump up to its completion, in operational missions, without forgetting the treatment and ultimately rehabilitation of the injured parachutist.

Happy reading and, "*By Saint Michael*, long live the paratroopers!*"

Professor Luc AIGLE
Professor at the Ecole du Val-de-Grâce and qualified as a doctor for airborne troops.
Coordinator of the "Para Troop Medicine" dossier.

** Saint Michael is the Patron Saint and the Motto of the Paratroopers.*

1967-2017: 50 Years of French Airborne Operations Medical Support. Review and Prospects.

By N. CARBONNEL[1]. France

Nicolas CARBONNEL

Dr CARBONNEL, who entered the Lyon Army Medical School in 2004, served with the 168th Medical Unit (8th "RPIMa"), which he used to support parachute units in operations.

He is a certified "operational jumper" and has participated in combat rescue training for paratroopers and team members of the Parachute Commandos Group.

He holds a post-graduate degree in general medicine and the capacity of emergency medicine.

RESUME

1967-2017 : 50 ans de soutien médical des opérations aéroportées françaises. Bilan et perspectives.

Introduction :
Les forces armées françaises mènent des opérations aéroportées depuis la guerre d'Indochine. Leur implication dans la région du Sahel, a montré l'importance de la 3ème dimension et a multiplié le nombre de sauts opérationnels. Peu d'articles traitent du soutien médical de ces opérations.
Cet article propose un bilan de 50 ans d'opérations aéroportées des forces armées françaises sous l'angle médical, afin de pouvoir en tirer les enseignements et continuer à offrir la qualité d'accompagnement nécessaire au lancement d'opérations à risque tout en assurant une sécurité maximale.

Matériels et méthodes :
Toutes les opérations aéroportées menées par la brigade parachutiste et les forces spéciales françaises entre le 1er janvier 1967 et le 31 décembre 2017 ont été analysées quelle que soit la technique de saut (sauts automatiques, chute libre militaire).
Cette analyse s'est faite par le biais de chaînes de commandement, de rapports, d'articles, et principalement des verbatims des médecins et militaires ayant participé aux opérations.

Résultats :
Soixante-sept sauts opérationnels ont été effectués depuis le 1er janvier 1967. De zéro à 20 sauts ont été enregistrés chaque année.
Trente-sept opérations aéroportées ont été réalisées pour des missions de combat, 25 pour des missions de renseignement/reconnaissance spéciale, 2 pour des missions de génie militaire, 2 démonstrations de force, 2 missions aéroportées de recherche et sauvetage de combat après catastrophe et 1 largage de reconnaissance et balisage.
Au total, 17 sauts en sauts automatiques ont été effectués et 50 sauts en chute libre militaire. Parmi ces sauts, 11 ont été effectués de jour et 58 de nuit.
Sur les 67 opérations aéroportées, 25 sauts ont occasionné des blessés. Soixante-dix-neuf victimes ont été enregistrées, soit 2,47 % de l'ensemble des parachutistes largués, dont 60 blessés lors des sauts automatiques (2,86 % des parachutistes en automatique) et 19 lors des sauts en chute (2,02 % des parachutistes chuteurs), dont 5 passagers en tandem.
Trente-neuf parachutistes blessés ont dû être évacués, dont 17 immédiatement (4 premières heures après les sauts), 12 après 12 heures, 1 après 24 heures et 9 après 1 jour.

Discussion :
Au regard de ces 50 ans d'opérations aéroportées, le soutien médical s'est clairement avéré indispensable. Il doit être analysé avec les commandants lors de la phase de planification des opérations. La valeur ajoutée du médecin et de l'infirmier est qu'ils peuvent stopper ou retarder des évacuations médicales qui pourraient compromettre le début de l'opération.
Le service de santé militaire doit continuer à former ses personnels afin d'entretenir les savoir-faire et le savoir-être afin de pouvoir répondre à toutes les demandes des armées dans le domaine du soutien médical par la 3ème dimension. L'analyse des accidents de parachutisme doit faire l'objet d'études régulières afin de pouvoir proposer des pistes d'amélioration. Une veille technique sur la miniaturisation et l'allègement du matériel médical doit être maintenue.
Le nombre de blessés lors de ces sauts est tout à fait acceptable. Il est possible de proposer des améliorations pour essayer de le réduire et de porter une attention particulière aux passagers tandem qui sont très vulnérables lors de l'atterrissage.

KEYWORDS: Airborne injury, Airborne operation, Military jump, Forward medical support.
MOTS-CLÉS : *Blessures au sauts, Sauts opérationnels, Sauts militaires, Soutien médical de l'avant.*

INTRODUCTION

The first massive involvement of the French Airborne Troops in a conflict took place during the Indochina war. It was remarkable both in terms of the number of paratroopers involved, and the amount of airborne operations carried out (250). The battalions always jumped with a medical team. Airborne surgical teams (AST, are close to the Forward resuscitative surgical system: 12 peoples including 2 surgeons and 1 anesthesiologist/resuscitator) were involved when the size or isolation of troops made it necessary (27 combat jumps during the campaign)[1].

The jumps on Suez, with over 1000 paratroopers, in November 1956, were the last major airborne operations, and also the last AST jump[2].

The airborne operation of the 2nd Foreign parachute regiment on Kolwezi, in May 1978, was an opportunity for the paratroopers to prove their worth in an ever-evolving world. However, it also showed that when they are under employed, paratroopers necessarily lose some of their skills; while medical support proved to be reduced to a "bare minimum" with regards to the amount paratroopers involved[3].

Since 2013, after decades of being relatively underused, the French involvement in the Sahel region has shown the importance of the 3rd dimension when thorough action is needed[4, 5].

In the past years, the Airborne military health service (AMHS) staffs have continued their training and their reflexion on how to improve their medical support[6], so as to maintain a high level of expertise and a pool of competent people. This proactive strategy has made it possible to meet the recent requirements during operations.

This paper proposes an analyze on 50 years of French armed forces airborne operations, from a medical point of view. We shall analyze all the jumps, focusing on the support provided, depending on the types of jumps and the missions. We shall assess the number and nature of the wounded. We shall then analyze the impact of the evacuations on the rest of the operations so as to be able to learn from them and continue to offer to the commanding officers the quality of support required to launch risky operations while ensuring a maximum security.

MATERIAL AND METHOD

Material

We shall study all the airborne operations carried out by the French armed forces between January 1st 1967 and December 31st 2017. These jumps were static line (SL), or Military free fall (MFF) jumps. MFF jumps are divided into two categories in French airborne troops: high altitude (under 3600m/12000ft) and very high altitude (above 3600m, on oxygen).

Inclusion criteria: all the combat jumps conducted by the 11th Airborne brigade (11e AB) and the Special Forces (SF).

Exclusion criteria: all practice jumps, helicopter operations, assault landings and clandestine operations.

Method

All the airborne operations carried out since 1967 were compiled from the chains of command reports, articles, and mainly the verbatim accounts of the doctors and military personnel who took part in the operations.

The data were recorded on an Excel ® 97 worksheet for statistical analysis.

RESULTS

Numbers of jumps

Sixty-seven combat jumps were carried out since January 1st 1967, according to the employment definition of the French airborne troops[7].

From zero to 20 jumps were recorded every year (20 in 2015, 30.3% of all the jumps). The repartition over the period studied shows that 11 jumps (16.5%) were done between 1967 and the end of 2012, and 56 (83.5%) since 2013 (figure 1).

Military objectives of the airborne operations

The objectives were set as broadly as possible. Thirty-seven jumps were recorded for direct action missions, 25 for intelligence/special reconnaissance missions, 2 for military engineering missions, 2 shows of force, 2 airborne combat search and rescue (ACSAR) missions after catastrophes (1 cyclone and 1 terrorist attack) and 1 drop zone reconnaissance and marking.

Types of jumps

Altogether 17 SL jumps were carried out, 50 MFF jumps (49 high altitude and 1 very high altitude). Among those jumps, 11 were done by day (9 SL, 2 MFF) and 58 by night (8 SL, 48 MFF (47 high altitude, 1 very high altitude).

Number of paratroopers engaged

Altogether, 3035 paratroopers were dropped (2099 SL, 936 MFF (921 high altitude, 15 very high altitude).

The number of paratroopers who did SL jumps varied from 7 to 703 men and from 6 to 56 for MFF jumps.

Number of wounded recorded

Out of the 67 airborne operations, 25 jumps resulted in casualties (11 out 17 were SL and 14 out of the 50 MFF). Seventy-nine casualties were recorded, i.e. 2.47% of all the paratroopers dropped, included 60 wounded during SL jumps (2.86% of SL paratroopers) and 19 during MFF jumps (2.02% of MFF paratroopers), 5 of whom were tandem passengers.

Types of injuries

They have been divided into 9 types so as to be easily analysed (table 1).

Figure 1: Repartition of French armed forces combat jump between 1967 and 2017.

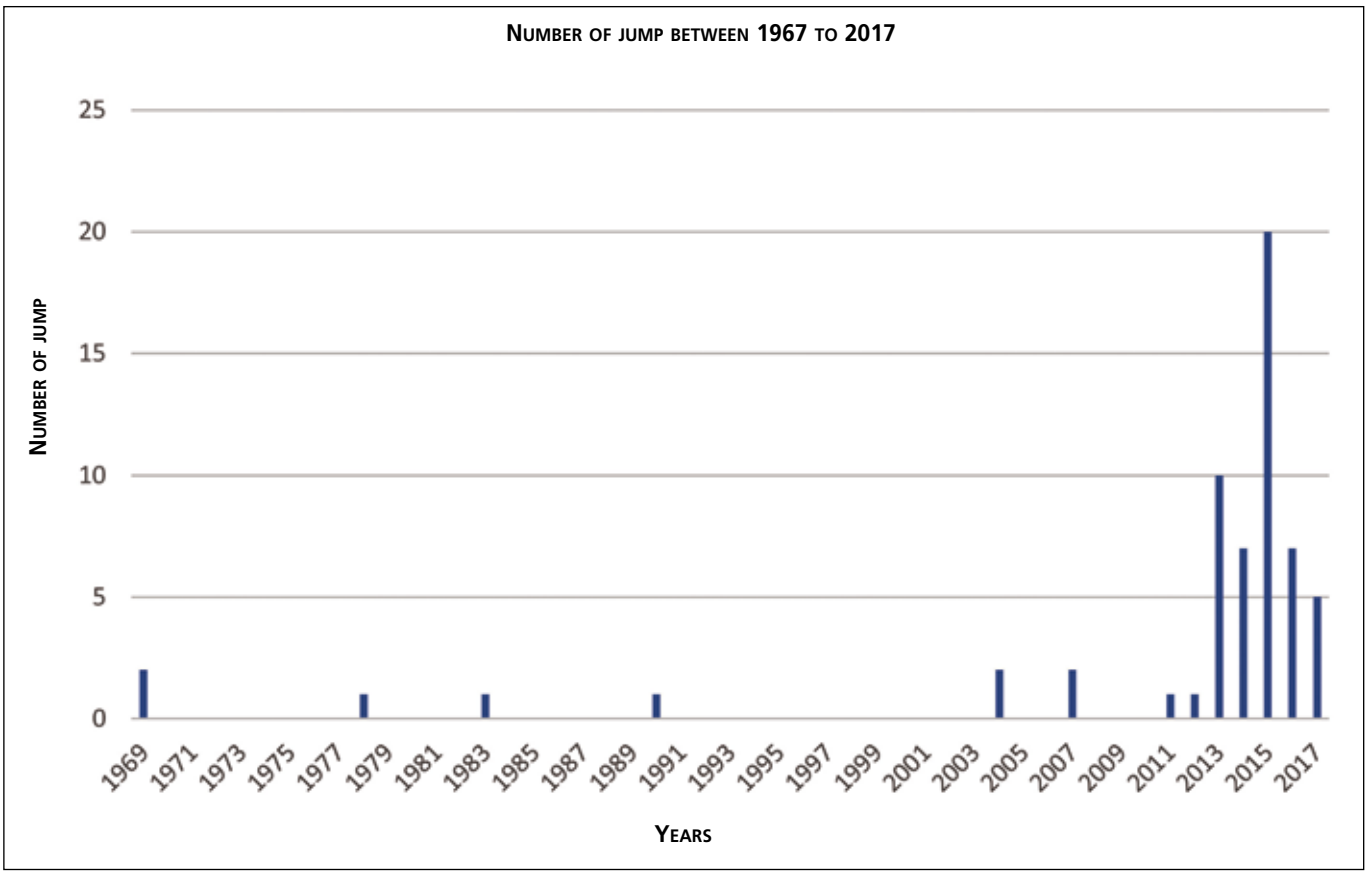


Table 1: Type and locations of injuries depending on the jump technics.

Injury	Static line jumps	High altitude and very high altitude jumps	Total
Upper limbs trauma (severe or benign)	0	0	0
Lower limbs fracture (no open fracture)	7 (8,8%)	2 (2,5%)	9 (11,4%)
Spine fracture	6 (7,6%)	0	6 (7,6%)
Coccyx fracture	3 (3,8%)	0	3 (3,8%)
Severe sprain and dislocation (knees, ankles)	6 (7,6%)	3 (3,8%)	9 (11,4%)
Traumatic brain injury (1 severe)	5 (6,3%)	0	5 (6,3%)
Benign sprain (knees, ankles)	7 (8,8%)	9 (11,4%)	16 (20,2%)
Muscle contusion	16 (20,3%)	4 (5%)	20 (25,3%)
Other	10 (12,65%)	1 (1,35%)	11 (14%)
Total	60 (76%)	19 (24%)	n=79 (100%)

Evacuations

Thirty-nine wounded paratroopers needed to be evacuated: 17 in the immediate aftermath of the jumps (first 4 hours), 12 after 12 hours, 1 after 24 hours, and 9 after 1 day.

Medical staff involvement

Doctors

Out of the 17 SL jumps, 12 were done with a doctor.

Out of the 50 MFF jumps, 35 were done with a doctor (11 tandem jumps).

In total, 71.20% of the airborne operations involved at least 1 doctor.

Nurses

11 SL jumps were done with a nurse.

22 MFF jumps were done with a nurse, 4 of which were tandem jumps.

In total, 53 of the 67 airborne operations, i.e. 79.1% of the jumps, involved a doctor or a nurse.

DISCUSSION

Number, type and objectives of the jumps

In the last 50 years, French armed forces has done 67 airborne operations thereby acquiring a great level of expertise, both in terms of the variety of the volumes involved and of the objectives achieved[8, 9]. The military involvement in the Sahel region made airborne operations topical again[5]. Hence 83.5% of the jumps were carried out since 2013 with 20 jumps in 2015, i.e. nearly 30% of all the airborne operations.

The 11th airborne brigade did as many SL as MFF jumps, with, as it is the case for the Special Forces, an increasing amount of MFF tactical infiltrations to deploy commando squads[10]. SF almost always get to their missions by high altitude/very high altitude jumps. The great majority of jumps (56/67) now take place at night. They require specific training and complex medical support. Day jumps are used when situation requires a quick deployment[3, 11] or a show of force such as in Kosovo in 2004.

A little over half the airborne operations (37/67) happened in direct actions operations where medical teams play a crucial role, both during the initial stage of the jumps and for the military actions that follow. Intelligence/special reconnaissance operations (especially with high altitude jump) benefit most from the discreet arrival of the troops behind enemy lines. Isolation justifies the presence of a medical team to guarantee their safety and success.

The airborne operation on Kosovo aimed at showing the capability to reinforce a theatre of operations. This type of action is one of five defined for the French airborne troops[7]. For those jumps, medical teams were on the ground to ensure medical support; furthermore, the unit jumped with his two medical teams as part of this reinforcement.

Two ACSAR jumps were carried out after a cyclone which destroyed an islet in the Indian Ocean and the crash of a DC10 plane in the Nigerian desert (terrorist attack). For the two operations, the presence of a doctor and his team was the main stake: it was essential to send immediate medical help to look after the wounded[12, 13]. Those missions are still relevant today because of the immensity of the Sahel-Saharan States, with their many "grey areas" which cannot be accessed by helicopter, and within which an aircraft or military components could be experiencing difficulties (human, military or mechanical) and be in need of the drop of immediate support, before a slower *reinforced capability* can get to them. On French territory research is also being done in this domain[14].

Number of paratroopers dropped injured and evacuated

Over 3000 paratroopers were dropped during those 67 airborne operations, ranging for SL jumps between as few as 7 and as many as 700 over Kolwezi. Today, the troops involved are around 100, due to tactical needs but also to the constraints imposed by the aircrafts. However, whatever the numbers, the constraints of the medical support remain the same. American studies[15, 16, 17] show the importance of planning medical risks related to the initial stage of the jump so as to assess the rate of bearable attrition for the remainder of the operations. The rate of 6% was proposed for SL jumps[18]. For MFF jumps, as soon as a team of 10 is involved it is highly advisable to add a doctor or a nurse to support the medics present in every team. Today, it is imaginable to realize airborne operations with more commando than in 2006 (56 dropped).

The total number of wounded (n = 79) represents 2.47% of the troops dropped. This is quite acceptable with regards to the data usually found in training[19, 20, 21, 22, 23]. Nevertheless, we suspect a bias in the declaration likely to result in under estimating the light injuries. Conversely the study finds 20 bruising, 16 benign sprains and 11 items referred to as 'others'were reported due to the immediate and reassuring access to a doctor, which is rarely the case during training.

Those wounded can 'arbitrarily' be divided into 2 categories:

- The seriously injured (n = 32, i.e. 40.5% of the wounded) include the first 6 lines of table 1, and represent 1.05% of the troops dropped;
- The lightly injured include the last 3 lines of table 1 (n = 47, i.e. 59.5%) and represent 1.54% of the troops dropped.

Kraghet *and al*.[18] describe a training jump close to operational conditions, with nearly 8.6% of wounded (41/475) which exceed the attrition rate allowing the continuation of the mission. It is interesting to note that the number of wounded during MFF jumps (n = 19) is not insignificant. Out of the wounded, only 4 had to be evacuated in the first 4 hours, with a potential incidence on discretion. Few data exist in the literature on accidents due to combat MFF jumps[24]. Indeed, the MFF tactical infiltrations, by night, while carrying heavy loads, are never easy, and landing is sometimes 'rough'. All the technical, aerological or geographical conditions must be carefully analysed to limit the risks of injuries[25].

The tandem passengers are the most vulnerable personnel. They run a high risk of being injured (5 out of 19 with 1 broken fibula, 1 dislocated shoulder, 2 bruises and 1 ankle sprain). This problem is to be taken into account and the means to secure the landing must be a constant priority of commanding officers and jump masters, as soon as training.

Out of the 67 jumps, only 25 (37.3%) resulted in injuries which makes this means of deployment both safe and reliable. For the medical staff and the commanding officers, the problem is that as soon as a seriously injured paratrooper needs to be looked after on the drop zone, the whole operation is immediately impacted[26].

WEINMANN
medical technology

Strong Partner of Armed Forces Medical Services World Wide

Credits:
Sanitätsdienst der Bundeswehr

Emergency ventilator MEDUVENT Standard

- Flexible, oxygen-independent mobility due to turbine technology
- Optional oxygen supply without consumption for operation
- Replaces BVM and triggers mechanical breaths quickly and safely via MEDUtrigger
- Built robustly as well as easy to operate
- The hygiene filter protects patient, staff and ventilator from contamination
- Certified according to MIL-STD & RTCA-DO

Diverse ventilation modes for invasive and non-invasive ventilation

We Simplify Saving Lives
Follow us on:
WEINMANN-Emergency.com

Being injured in a combat jump is highly probable. The wounded paratrooper (s) must be the subject of a crisis plan, carefully anticipated, especially with the Patient evacuation coordination center[27].

More than a fourth (14 over 50, 28%) of the MFF jumps resulted in a medical intervention. The doctor's clinical assessments together with their knowledge and their tactical context analysis allowed the mission to continue in some cases without any evacuation. This quick decision making ability totally justifies the presence of doctors and nurses for these jumps. Finally, the jump is only a means of deployment, that it is followed by a mission, and that a helicopter passage can compromise by breaking the discretion.

The medical aim is twofold: the wounded must be looked after in the best possible conditions, while the operation cannot be impacted too much[28, 29]. Currently, drones allow early deployment of medical evacuation helicopter by ensuring the safety of the drop zone, hence quickly giving back their freedom of movement to the ground troops, without compromising the mission[29].

In total, out of the 67 airborne operations, only 16 paratroopers needed an immediate evacuation, including 9 for only 1 jump (which resulted in a death). For the jump on Kolwezi, there were no possible evacuations in the first 24 hours, the risk was known and accepted. The city hospital taking made possible to stabilize the wounded until they could be evacuated by air. The absence of any surgical team caused one death due to an abdominal wound[3]. Conversely in 1956 an airborne surgical team was dropped on Suez, they had to operate injured soldiers as soon as they landed[2].

As for the types of injuries, they are the same as those observed in training[21]; they mainly affect the lower limbs with multiple sprains and bruises. Conversely no injury could be observed in the upper limbs, probably because that kind of jumps requires concentration and respect of the rules. The 5 traumatic brain injuries occurred during one jump only as a result of a strong wind. One jump caused 4 fractured vertebrae, which is unusually high, as a result of the combination of many technical and aerological parameters (altitude, heat, weight, used parachute canopy). These parameters significantly increased the paratrooper's rate of descent[25, 29]. For the last SL jumps the systematic opening of the reserve parachute (following the episode described earlier), two coccyx fractures could be observed as a result of the paratroopers position under the two canopies.

The new french SL parachute system called EPC, with an higher maximum all-up weight should reduce injuries and no longer need the opening of reserve parachute to reduce the speed.

J. Knapik *and al.* compared the T-10 and the T-11 parachutes on nearly 132 000 jumps[30]. They found that the risks of being injured were not as high with the T-11, whatever the jump conditions (except in cases of entanglements and blow-out). For the French armed forces, we do not have enough experience of using EPC to be able to conclude to a similar evolution; however, studies are being carried out.

A study assessed the impact of systematically wearing splints on ankles injuries; ankles being classically vulnerable during jumps[31]. The study showed that the risk of being injured when not wearing splints (sprains, fractures) was higher (RR = 2.1; 95% CI = 1.8-2.5) hence it seemed advisable to use splints for jumps, including combat jumps.

It is interesting to note that during these 50 years of airborne operations, no mission was canceled because of ump injurys.

The re-articulation has been lengthened but without compromising the success of the mission.

During the planning phase, the delay between the landing and the start of the infiltration must be very seriously calculated and generally takes into account the possible take care of one (or more) wounded, largely conditioned by the flight time of MEDEVAC helicopters.

Pertinence of medical support

Medical support has always been an integral part of airborne operations[8]. This airdropped medical support is even more topical today for two reasons:

- The MHS[32] has been trusted with the mission to provide medical care with standards as close as possible to those on France.
- The intensity of the after jump missions is such that a medical team presence is almost imperative.

Training

The quality of the specific medical training to parachute jumps is guaranteed by the « Airborne medicine course » (AMC) delivered by the Val-de-Grâce School[33]. It guarantees a level of expertise to deliver medical ability, in the techniques necessary to support airborne activities[34], on the rules to plan 3rd dimension operations as well as training in aeronautical physiology.

Technically, the MHS and the commanding officers must not neglect the selection of doctors and nurses, which are volunteers and physically capable for the MFF parachutist course. According to the actual level of engagement, the number of places in the MFF course attributed to the MHS must be maintained. The MHS must ensure a good selection among its personnel and train them well physically beforehand. The medical teams must be ready and autonomous with airborne technics so as not to hinder the maneuvers but rather be an added value and bring serenity to the commanding officers.

Use of medical equipment

It depends on the type of jump (SL or MFF) however a minimum amount of equipment seems unavoidable for the airborne medical support.

Medical support for SL jumps

Besides the personal medical equipment, according to the recommendations for combat rescue levels 2 (French TCCC) and 3 (medical level for frontline medicine and prolonged field care)[35, 36], some equipment specifically devoted to drop support has been taken along during recent operations in the Sahel region. It was meant to be left behind with the parachutes after landing. This 'immobilization kit'contained a spine immobilizing system (like KED®, less cumbersome than a spine board), a pelvic sling, a cervical collar and some splints (SAM SPLINT®), all included in a collective drop bag[29].

A 28kg collective box (figure 2) was also dropped because of the tactical configuration and the fact that the Role 2 was quite far away. The equipment was carried during the infiltration and kept during the whole mission. The box contained two 3-liter oxygen cylinders, a complete ventilator (MEDUMAT®), a mucus suction pump with cannula, IV solution bag for fluid resuscitation or IV rehydration (two liters), two water sprays for faintness and heat strokes, one ankle splint, five malaria rapid diagnostic tests and their reagent bottles, an IV treatment for scorpion envenomation[37]. Equipment is increasingly smaller which makes it possible to propose the best medical support with a good weight/volume ratio. Nevertheless, the quest for lightness must continue, with, for example the acquisition of light portable oxygen generator systems (Frontline Oxygen®)[38], or ambient air ventilators[39]. All the time, the physical condition of the medical teams must be paramount.

Medical support for MFF jumps

The medical supports of this missions is strongly related to the concept of far-forward medical support, which is specific to commando missions.

During those missions, doctors and nurses must be perfectly integrated to the team; they are an integral part of the commando team. Their integration, based on trust, depends on a solid knowledge of the military, which can only be achieved by training before the mission so as to master procedures, combat techniques by day or night, the use of weapons, transmissions and the different means of deployment. The nurses and medics are traditionally integrated within the combat groups. The doctors are next to the ground commander, and to the transmitter. This makes communication and decision making easier.

Figure 2: Collective box used for static line jump over Niger (2015).

After an MFF tactical infiltration, the scarcity of the equipment is a problem. More so than for SL jumps, as dropping a collective drop bag cannot be done to date. Today, MFF parachutes can carry 160kg. Once the weight of the paratrooper (about 80kg) and of the parachute is removed, there remains only 40 to 50kg for the material (ammunitions, ballistic protections, batteries, medical supply, water, food). If additional material is needed for the mission, some pilots can jump with "heavy load drop bag". Those paratroopers can carry a 100kg box or specific drop bag with a parachute usually used for tandem jump. This technic is often used in tandem jumps when a specialist (here the doctor or the nurse) is not MFF qualified to take-out the passenger material. The main drawback, for the doctor, is that it can take some time to recover his material depending on the distance of landing between the operators. More and more health personnel are trained to use tandem parachute with heavy load drop bag so as to carry more material. In future, the acquisition of GPS guided aerial delivery systems (Microfly®) could provide a solution to the problem.

Even if the choice of medical equipment can be influenced by its weight, parachuting is only the initial setting up of the operation. It is often followed by infiltrations on foot. The equipment is then carried by men on their backs (figure 3). Again, physical fitness is paramount so as not to hinder the progression of the missions. The equipment, albeit light and miniaturized, is necessarily reduced which implies thinking carefully what is needed in view of the characteristics of the mission (means and delays of evacuation to a *Role 2*, type of mission, number of commandos…).

It is possible to create « logistic slots » by burying material next to the dropping zone, to be used later. That way immobilisation material, oxygen cylinders and cumbersome material (ventilators, monitoring system, electric syringe pump, semi-automatic automated external defibrillators…) can be made available.

After a careful study of all the possible scenarios, the ability to adapt is one of the most important qualities of paratroopers. It is essential in the conception of the medical support specific to each mission[40].

Role 1: Medical post (MP)

No MP was deployed for any of the jumps carried out by the French armed forces because it was not necessary for the type of mission or the number of personnel involved (except for Bonite operation in 1978, however the emergency of the situation and the lack of space in the aircrafts prevented to do so). The material has been

Figure 3: Doctor's backpack for static line jump over Niger (2015).

adapted for each mission to the specific constraints in terms of isolation, weight/volume, and foreseeable duration[3, 29].

During training[6] the drop of a MP has been validated in its entirety for 20m^3 and 3 tons. The Initial deployment medical supply could ensure the support of 200 men for 2 to 7 days and was dropped several times during training. It made medical material available during the initial phase for an acceptable volume/weight (2m^3, 250kg). The next acquisition of all-terrain vehicles will solve the problem presented by the transport of material on ground.

The droppable Role 2: airborne surgical team

The alert module of the 11th airborne brigade (around 650 men) includes an airborne surgical team to insure the surgical support of the paratroopers dropped. Today, because of the unfavourable weight/volume ratio, it cannot be dropped. Lightening work is in progress to give it back a droppable capability. It will allow a total autonomy to airborne troops with the possibility of waiting 2 or 3 days before an air evacuation.

The « Resuscitative surgery module » is close to Golden hour offset surgical treatment teams or Expeditionary resuscitative surgical team, a real miniature operating room with a small team for damage control surgery and resuscitation on 2 wounded. It was conceived to be dropped but remains dedicated to very small teams in direct action missions.

Last the Armed forces blood transfusion center created a kit that can be dropped with fresh blood and lyophilised plasma[41]. The objective is to supply by air an isolated surgical unit.

CONCLUSION

Regarding the 67 airborne operations, medical support has clearly been shown to be essential. It must be analyzed with the commanding officers during the operations planning phase. The added value of doctor and nurse is that they can prevent or delay medical evacuations that could compromise the operation beginning.

The MHS must continue to train its personnel so as to maintain their know-how and know how to be (operational capacities) in order to be able to meet all the requests of the armed forces in the domain of 3rd dimension medical support. Similarly, at the medical level, the AMC and the analysis of parachuting accidents must be the subject of regular studies so as to be able to propose avenues for improvement. A technical watch on the miniaturization and lightening of the medical materials must be maintained.

Role 1 materials drops must be continued and formalized and the AST must be made lighter.

The number of the wounded during these jumps is quite acceptable. It is possible to suggest improvements such as practicing training jumps in operational conditions at night with reserve parachutes opening and to pay particular attention to the tandem passengers who are very vulnerable during landing.

SUMMARY

Introduction:
French armed forces conduct airborne operations since the Indochina war. The involvement of French troop in the Sahel region, has shown the importance of the 3rd dimension and multiplied the number of combat jump. Few papers deal with medical support of airborne operation.

This paper proposes a report on 50 years of French armed forces airborne operations, from a medical point of view, so as to be able to learn from them and continue to offer the quality of support required to launch risky operations while ensuring a maximum security.

Materials and Methods:
All the airborne operations carried out by the French Airborne brigade and Special forces between January 1st 1967 and December 31st 2017 have been analysed regardless of the jump technic (static line, military free fall).

This analyse is by the means chains of command reports, articles, and mainly the verbatim accounts of the doctors and military personnel who took part in the operations.

Results:
Sixty-seven combat jumps were carried out since January 1st 1967. From zero to 20 jumps were recorded every year.

Thirty-seven airborne operations were recorded for direct action missions, 25 for intelligence/special reconnaissance missions, 2 for military engineering missions, 2 shows of force, 2 airborne combat search and rescue missions after catastrophes and 1 drop zone reconnaissance and marking.

Altogether 17 Static line (SL) jumps were carried out, 50 Military free fall (MFF) jumps. Among those jumps, 11 were done by day and 58 by night.

Out of the 67 airborne operations, 25 jumps resulted in casualties. Seventy-nine casualties were recorded, i.e. 2.47% of all the paratroopers dropped, included 60 wounded during SL jumps (2.86% of SL paratroopers) and 19 during MFF jumps (2.02% of MFF paratroopers), 5 of whom were tandem passengers.

Thirty-nine wounded paratroopers needed to be evacuated, among whom 17 in the immediate aftermath of the jumps (first 4 hours after the jumps), 12 after 12 hours, 1 after 24 hours, and 9 after 1 day.

Conclusion:
Regarding these 50 years of airborne operations, medical support has clearly been shown to be essential. It must be analyzed with the commanding officers during the operations planning phase. The added value of doctor and nurse is that they can prevent or delay medical evacuations that could compromise the operation beginning.

The military health service must continue to train its personnel so as to maintain their know-how and know how to be in order to be able to meet all the requests of the armed forces in the domain of 3rd dimension medical support. The analysis of parachuting accidents must be the subject of regular studies so as to be able to propose avenues for improvement. A technical watch on the miniaturization and lightening of the medical materials must be maintained.

The number of the wounded during these jumps is quite acceptable. It is possible to suggest improvements to try to reduce him and to pay particular attention to the tandem passengers who are very vulnerable during landing.

BIBLIOGRAPHY

1. LINON P-J. Les sauts opérationnels des antennes chirurgicales parachutistes en Indochine. *Debout les paras* 2014; 229: 19-25.

2. GRIMALDI F-M, LINON P-J, AIGLE L. Le soutien médical des opérations aéroportées et amphibies au cours de la crise de Suez. Opération « Mousquetaire » - Novembre 1956. *Médecine et Armées* 2017; 45 (2): 267-76.

3. FERRET JN, FORISSIER R. L'opération du 2ème REP sur Kolwezi au Zaïre et ses enseignements en matière de soutien médical initial d'un détachement aéroporté. *Médecine et Armées* 1982; 10 (3): 249-58.

4. VANDEN NESTE X. La manœuvre aéroportée au Mali: un impact décisif sur le déroulement de l'intervention. *Para de demain*. 2014: 15-8.

5. BERTIER DE SAUVIGNY L. Au regard des OAP conduites lors de l'opération Serval, quels enseignements pour l'avenir? *Para de demain* 2015: 48-54.

6. VICTOIRE P. Retour d'expérience du SSA suite à l'exercice COLIBRI 2016. Compte rendu du 18/09/2016. N°1452/CMA T-C/chefferie.

7. Cahiers du RETEX. 50 ans d'opérations aéroportées (1967-2017). Centre de Doctrine et d'Enseignement du Commandement. 09/2017.

8. Histoire et Stratégie n°21. Parachutistes! L'histoire des opérations aéroportées. Avril 2015.

9. SYMS PR. Air manoeuvre historical analysis study report. July 31, 2015.

10. DELION M. Le groupement de commandos parachutistes. *Para de demain* 2015: 56-63.

11. CICCIONE J. Libellule, ou la seule opération aéroportée de la CPIMa durant la première intervention française au Tchad. *Bulletin les Eléphant noir*. 2007; 14: 3-6.

12. BENY P. Agalega. Quinzième anniversaire d'une opération aéroportée humanitaire. 2e RPIMa.26-7.

13. BECKER J-M. Intervention aéroportée humanitaire. *Médecine et Armées* 1991; 19 (2): 107-9.

14. DELION J-M. Réflexion sur l'emploi de la composante aéroportée sur le territoire national. *Para de demain*. 2015: 26-9.

15. KNAPIK J, STEELMAN R. Risk factors for injuries during military static-line airborne operations: A systematic review and meta-analysis. *Journal of athletic training*. 2016; 51 (11): 962-80.

16. KOTWAL RS, MEYER DE, O'CONNOR KC *et al.* Army ranger casualty, attrition, and surgery rates for airborne operations in Afghanistan and Iraq. *Aviation space and environmental medicine* 2004; 75 (10): 833-40.

17. LILLYWHITE LP. Medical support of airborne operations. *Journal army medical corps*.1988; 134: 59-64.

18. KRAGH JF, TAYLOR DC. Parachuting injuries: A medical analysis of an airborne operation. *Military Medicine*.1996; 161 (2): 67-9.

19. EKELAND A. Injuries in military parachuting: A prospective study of 4499 jumps. *Injury.* 2004; 28: 219-22.

20. MAYET A *et al.* Accidents de parachutisme dans les unités aéroportées de la région terre sud-ouest 2004-2005. *Médecine et Armées*. 2009; 37 (1): 3-9.

21. SAMY J, QUERAN X, AIGLE L. Fractures induites par le saut à ouverture automatique. Etude des blessés sur 4 ans et

44000 sauts suivis au Centre Médical des Armées de Calvi. *Médecine et Armées.* 2014; 42 (2): 163-70.

22. HALLEL T, NAGGAN L. Parachuting injuries: a retrospective study of 83718 jumps. *Journal of Traumatology*.1975; 15:14-9.

23. CRAIG SC, ZUGNER D, KNAPIK JJ, BRICKNELL MC. Parachuting injuries during Operation Royal Dragon, Big Drop III, Ft Bragg, North Carolina, May 15/16 1996. *Military Medicine*. 1999; 164: 41-3.

24. GLORIOSO JE, BATTS KB, WARD WS. Military free fall training injuries. *Military Medicine*. 1999; 164 (7): 526-30.

25. BEYLOT V, CAVALIER L, AIGLE L. Contraintes médico-aéronautiques d'un saut opérationnel. A propos de deux opérations aéroportées. *Médecine aéronautique et spatiale.* 2016; 57 (216): 155-61.

26. MALISH R. Delayed drop zone evacuation: Execution of the medical plan for an airborne operation into northern Iraq. *Military Medicine*. 2006; 171 (3): 224-27.

27. CARFANTAN C, GOUDARD Y, BUTIN C *et all.* Forward medevac during Serval and Barkhane operations in Sahel: A registry study. *Injury*. 2017; 48: 58-63.

28. GAUBERT J, AIGLE L, JOURNAUX L, THIBAUDIN O, BAY C. A propos d'un accident insolite de parachutisme en saut à ouverture automatique: quelles perspectives pour la prise en charge sur zone de saut isolée? *Médecine et Armées* 2012; 40 (4): 327-31.

29. AIGLE L, BAY C, DOUILLARD G, LAVENIR B, CAVALIER L. Soutien santé de deux opérations aéroportées aux confins du nord Niger: bilan et enseignements. *Médecine et Armées.* 2017; 45 (4): 435-44.

30. KNAPIK JJ, STEELMAN R, HOEDEBECKE K *et all*. Comparison of injury incidence between the T-11 advanced tactical parachute system and the T-10d parachute, Fort Bragg, North Carolina, june 2010-november 2013. *Epidemiological report* n°12-hf-27g0ed-14, february 2014.

31. KNAPIK JJ, SPIESS A, SWEDLER DI, GRIER TL, DARAKJY SS, JONES BH. Systematic review of parachute ankle brace. Injury risk reduction and cost effectiveness. *American journal of preventive medicine*. 2010; 38 (1S): 182-88.

32. Le modèle SSA 2020. N°500154/DEF/DCSSA/PS du 04 janvier 2016. https://www.defense.gouv.fr/content/download/.../20160104-Modele-SSA-2020.pdf

33. Certificat de médecine appliqué au parachutisme. Note n°381/EVDG/DFC/BFCAE du 19/02/2009.

34. Instruction n°600/DEF/DCSSA/PC/MA. Relative au soutien sanitaire des activités à risques dans les armées, directions et services. 17 juillet 2015. http://circulaires.legifrance.gouv.fr/index.php?action=afficherCirculaire&hit=1&retourAccueil=1&r=43139.

35. DPMO. Référentiel de formation pour l'enseignement du sauvetage au combat. EVDG. N°309 du 30 mars 2012 et EVDG. N°529 du 15 avril 2019. http://citerahiadesgenettes.hautetfort.com/archive/2012/05/03/version-2012-procedure-du-sauvetage-au-combat.html.

36. Instruction N° 340143/DEF/RH-AT/PMF/DS/32 - N° 9386/DCSSA/RH/PF relative à la formation des sauveteurs au combat de deuxième niveau. 25 juin 2009. https://www.bo.sga.defense.gouv.fr/texte/42149/_.html.

37. Modalité de prescription et de délivrance du SCORPIFAV pour les forces en opération/ de présence en Afrique. Note N° 521957 DEF/DCSSA/PC/ERS/EPID du 21/10/2014.

38. The 2011 Defence and security winner - Front line oxygen. https://www.theengineer.co.uk/the 2011-defence-and-security-winner-frontline-oxygen/. Published December 2nd, 2011. Accessed December 2018.

39. SAVe II ®. Automedx web site. http://automedx.com/save-ii. Accessed December 2018.

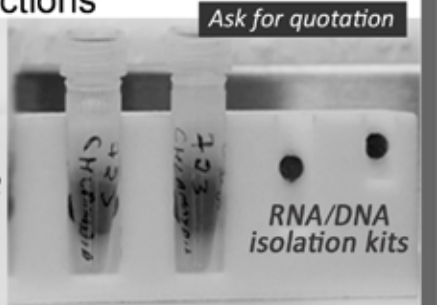
40. STARKEY KJ, LYON J, SIGMAN E, PYNN HJ, NORDMANN G. Medical support to military airborne training and operations. *J R Army Med Corps*. 2018; 164: 92–95.

41. JAVAUDIN O, BAILLON A, VARIN N *et all.* Air-drop blood supply in the French Army. *J R Army Med Corps*. 2018.164 (4): 240-244.

Genekam Biotechnology AG is specialised on virology and immunology, hence it offers solutions for pandemic viruses like H5N1, Ebola, Lassa, Rift valley, Hanta, coronaviruses: SARS CoV-2, PCR kit for breakthrough infections

- *700 ready to use PCR kits for different pathogens e.g. Bacillus anthracis, Francisella tularensis, Coxiella burnetii, Yersinia pestis etc. RNA isolation kits and SARS CoV-2 (Wuhan strain) PCR Tests as singlex and multiplex with Influenza A, HCoV N63, 229E, OC43 and mutations e.g. alpha, delta.*
- ***Potential therapeutic molecules for different pathogens:** Rift valley, yellow fever, Ebola, Zika, influenza virus, coronavirus 2020 (SARS CoV-2)*
- *Development of therapeutic antibodies for different pathogens: measles, RSV, SARS CoV-2*
- *Magnetic bead ELISA Test (point of care) is simple to use under field conditions (it does not need equipments) and is 1000 times sensitive than conventional ELISA. The results can be read through naked eyes. The price starts at 1 US$ per test. It is available for SARS CoV-2, Influenza A, measles, EBV and many others.*

Ask for quotation



Genekam Biotechnology AG
Duissern Str. 65a 47058 Duisburg, Germany
Website: www.genekam.de
Phone.: +49 (203) 555 858-0
Email: query@genekam.de
Fax: +49 (203) 35 82 99

UTILIS by your side, everywhere and always

In 2020, UTILIS had been able to deploy all its knowledge near the governmental actors to support them to face the Covid-19 health crisis.

In addition to our usual activities, we have sustained the **Colombian civil defense** in the implementation of a decontamination unit. We have also delivered an advanced medical station for **the health service of the Gabonese Army**, settled a medical field hospital such as Role 1, Role 2 and Role 3 for the **Belgian Army** and equipped the **United Safety** and Security Division with an isolation room.

What about you? For which challenge could we help you?

Speedi Rychi Nylan

UTILIS S.A.S. - ZAC Eurotransit
Rue Abbé Mariotte - BP 64 - 57365 ENNERY - FRANCE

To found out all our solutions, visit our web site :
www.utilis-international.com/fr or contact us at **contact@utilis.fr**

UTILIS SAS

Concussion and Static-line Parachuting: Observations in a Group of French Paratroopers.

By M. MASSIT[1], O. BRUNEAU[2], L. AIGLE[3] and P. LAFOURCADE[1]. France

Manon MASSIT

Doctor Manon MASSIT joining the Lyon Bron Army Health Service school in 2011 to comply with a medical officer cadet course, then entering the Paris Val de Grâce's school in 2017 as an intern in army hospitals, the doctor Manon MASSIT has realized two internships in medical units supporting paratrooper battalions and the french airborne school. She got the military parachuting degree in January 2019.

Since May 2021 she is assigned to a French medical unit supporting two paratroopers battalions.

RESUME

Commotion cérébrale et parachutisme à ouverture automatique : état des lieux au sein d'une population à risque.

La commotion cérébrale est une pathologie qui préoccupe de plus en plus dans le monde du sport depuis quelques années, notamment les sports de combat, en raison des conséquences gravissimes dont elle peut être à l'origine (syndrome de second impact, encéphalopathie chronique post traumatique). Le parachutisme à ouverture automatique est quant à lui est l'un des modes d'engagement utilisé par les forces armées françaises en opérations extérieures. C'est une activité à fort risque traumatique. Nous nous sommes interrogés sur le risque de commotion cérébrale lié à sa pratique. L'objectif principal de notre étude était d'évaluer la prévalence de parachutistes militaires victimes de cette pathologie après un saut à ouverture automatique. Nous avons réalisé une étude descriptive retrospective multicentrique à partir d'auto-questionnaires distribués dans des antennes médicales soutenant des unités parachutistes.

894 patients ont été inclus. 22 % [IC 95 % : 19,3; 24,7] des personnels interrogés étaient suspects de commotion cérébrale après un saut. Les femmes étaient 1,5 fois plus à risque que les hommes [IC 95 % : 1,3; 2,5]. Il n'a pas été retrouvé de différence statistiquement significative sur les critères d'âge, de taille ou d'ancienneté en poste de troupes aéroportées.

Ainsi, le saut à ouverture automatique est bien une activité à risque de commotion cérébrale. Afin d'optimiser la prise en charge de cette pathologie complexe, une formation spécifique du médecin généraliste soutenant des unités parachutistes doit être mise en place, associée à des mesures de prévention et d'éducation thérapeutique auprès des militaires et de leur encadrement.

KEYWORDS: Concussion, Post-concussion syndrome, Traumatism brain injury, Skydiving, Parachuting static line.

MOTS-CLÉS : *Commotion cérébrale, Syndrome post commotionnel, Traumatisme crânien, Parachutisme, Saut à ouverture automatique.*

INTRODUCTION

Paratrooper's operations constitute a valuable answer to the increasing challenge of tactical mobility and emergency interventions of the French Army. Therefore, the French military conducted more than 108 paratroopers' operations in Sahel since 2013, including 13 with static-line system for 1021 soldiers dropped this way. The delivery of A400M aircrafts and new paratrooper's equipment ("EPC": *ensemble de parachutage du combattant*) contributes to the high technical requirement's level of the French paratroopers.

Picture 1: Static-line drop with EPC.

Static line remains the main tactic used by the French army. It allows dropping many paratroopers from a low altitude and guarantees surprise effect during operations. Considered a "risked activity", static line is responsible for a significant number of injuries in the armed forces and presents a specific traumatology[1, 2]. Landing is the most dangerous phase in the drop, causing 75% of the injuries[3]. Main risk factors are known as[3, 4]: wind speed, night dropping, dropping with a heavy load, operational drops and the nature of the landing area (harsh ground, obstacles, etc.).

However, the incidence of paratrooper's trauma appears to be constant in most countries, with a rate of 10 for 1000 drops using static lines[1, 3-6]. In France, this incidence has felt to 6.7 for 1000 drops with the new paratrooper's equipment[2]. While leg's lesions are the most common injuries[4], the cephalic area is not spared. Closed cranial trauma represents up to 30% of the lesions in Knappick's 2011 study[3]. This study brings out the vulnerability of the cephalic area during a drop with automatic parachute opening.

Concussion may be long ignored by the sufferer or considered as a mild injury with an easy resolution through rest. Following the numerous injuries and deaths during football and hockey competitions, a renewed interest focused on this pathology. Since 2000's, numerous international articles have been published and updated. The fifth Berlin's consensus conference in 2017[7] was to standardize and facilitate the diagnosis and the treatment of concussion. This pathology is now regarded as a public health's matter in the USA. Estimating its prevalence is complicated, but every year from 1.6 to 3.8 million athletes could suffer of this injury[8, 9].

Concussion is characterized by a sudden brain's dysfunction with neurological transitory symptoms. It is caused by a force directly applied to the cephalic area, or to any other part of the body directly connected to the brain. Most of the time, the symptoms resolve by themselves in a duration from a few hours to about ten days. However, the repetition of the constraints before the symptom's resolve creates a cumulative effect on the cerebral malfunction and may be the cause of complications[7, 10].

Diagnose a concussion

There is no current consensual definition of the concussion. In order to diagnose, we will remind three major definitions: one from the Mild Traumatic Brain Injury Committee (mTBI) from the American Congress of Rehabilitation Medicine[12], the standards from the International World Health Organization Task Force on Mild Traumatic Brain Injury[13] and the definition of the American Psychiatric Association in its fifth version of Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM - V)[14]. The different authors agree to diagnose a concussion on a patient suffering from a cranial trauma, direct or not, getting a Glasgow score from to 13 to 15, 30 minutes after the event and presenting at least one of the following standards:

- Initial loss of consciousness inferior or equal to 30 minutes;
- A post-trauma amnesia inferior to for less than 24 hours;
- A state of confusion or disorientation;
- A transitory focal neurological deficit.

The diagnosis of a concussion is clinical. Some tests may be used to confirm this diagnosis, but they cannot replace the diagnosis of a clinician.

Complications

Most concussions appear to resolve with a 7 to 10 days long resting time; yet complications can appear in a short, medium, or long term[15].

The post-concussion syndrome is defined by the conjunction of at least three remaining symptoms one month (CIM 10)[16] or three months after a concussion. These symptoms may be somatic, cognitive, or behavioral. In the scientific literature, 15% to 25% of the sufferers of mild traumatic brain injuries could develop a post-concussion syndrome[17-18].

The major hazard in concussion lays in its possible repetition that may be the cause of two complications.

In a first part, the second impact syndrome is defined by the early coming of a second concussion for a patient whose remission is not complete. Clinically, this syndrome is characterized by impaired consciousness and vigilance up to a quick death. After a concussion, there might be a period of brain vulnerability. If a second impact rapidly occurs, the brain's hemodynamic is changed with the incoming of both a intracranial hypertension and a cerebral edema up to cerebral herniation.

❶ 179ème antenne médicale de Tarbes.

❷ CMIA Saint Denis,
Antenne médicale de Saint Pierre.

❸ Directeur des études écoles militaires de santé Lyon Bron.

Correspondence:
Med Manon MASSIT
Médecin Adjoint,
179ème Antenne médicale de Tarbes,
65000 Tarbes, France,
E-mail: manonmassit@gmail.com

The true objective of the care of concussions is to prevent from a short-term recurrence[18-20].

In a second part, post-traumatic chronic encephalopathy may be related with a progressive neurodegeneration by a hyperphosphorylated tau protein deposition in the brain. The development of this early dementia might be the consequence of a cumulative effect from long-term concussions. It comes out initially by attention and focus disorders and then evolves to the apparition of a depressive syndrome, of behavioral and cognitive disorders going up to dementia. Suicidal ideations are also one of the characteristics of this pathology[20-22].

Unlike civilian sports, static line parachuting is a tactical set up mode for armed forces. While it is easy to medically suspend an athlete with a suspicion of concussion, a paratrooper is to remain in full possession of his abilities to comply with his mission after the drop. There is no available data about concussion epidemiology among French paratroopers. Through our study, we want to determine if static line parachuting may cause concussions.

MATERIELS AND METHODS

The main purpose of this study is to assess the prevalence of paratrooper victims of concussion after a static line drop. The secondary objectives are to describe the distribution of symptoms revealing a concussion and to measure concussion's prevalence according to these variables: age, morphology and seniority in airborne troops.

We realized a descriptive and retrospective multicenter study from simple self-reported questionnaires seeking to reveal the occurrence of French paratrooper's concussions. The first part of the questionnaires contains data related to the person answering it: age, height, weight, BMI, paratrooper's experience (in terms of number of drops and seniority in airborne troop). The second part of the questionnaire evaluates the concussion medical history based on the mTBI standards. One case suspected of concussion is defined as a paratrooper answering at least one "yes" to the following questions:

After static-line drop, have you ever suffered from?
- Traumatic brain injury?
- Loss of consciousness?
- Being groggy/stunned?
- Amnesia?
- Out of control movements or shaking?

The third part of the questionnaire determines the presence of a post-concussion syndrome. It has to be filled only by the paratroopers who completed "yes" at one of the first five questions. Paratrooper reports symptoms appeared or developed long time after the drop, their intensity, and their duration. We suspect a post-concussion syndrome for every paratrooper reporting at least three symptoms among the list, and if these symptoms evolved for longer than a week.

Every paratrooper realizing his annual medical visit in his medical unit (of all of them supporting the 11° paratrooper's brigade) from January 1 to December 31 2016, was included in our study and was given a self-reported questionnaire. Military personnel who do not belong to paratrooper's unit, paratrooper coming for any other reason than his annual medical visit or who does not answer to the questions from the main criterion have been excluded from the study.

Questionnaires were sent to the seven paratrooper's medical units. They have been distributed according to inclusion criteria and ethical and bioethics French guidelines. Quantitative variable with normal distribution were analyzed with a Student's test and quantitative variable with non-normal distribution were analyzed by a parametric Mann-Withney's test. The qualitative variables were represented by their percentage and their 95% confidence interval and were compared with a Chi2 test, a Yates corrected test or a Fisher test, if indicated. Analyses with $p < 0.05$ were regarded as statistically significant.

RESULTS

Description of the study's population

Over the duration of our study, 897 questionnaires were answered, but three of them were excluded from the study because all main criterion data were not answered. In total, 894 paratroopers have been included. In this population, the male/female ratio of 16/1, two paratroopers did not mention their gender. Mean age of the study's population was 29 years old [18; 52]. Paratroopers are mean 1,75m tall [1,56; 1,95] and weigh mean 74 kilograms [49; 102]. Mean numbers of drops by paratrooper was 71 during its career, and the median was 60 jumps [1; 250]. When they answered the questionnaire, paratroopers have been serving in airborne troops for 7 years (mean duration) [1; 34].

Prevalence of paratroopers who suffered a concussion after parachuting experience

The number of paratroopers suspected of concussion after parachuting static-line drop was 201, which represents 22% [CI 95% 19,"; 24,7] of the subjects included in the study.

Among them, 138 mentioned a traumatic brain injury, 136 a "groggy/stunned" feeling, 21 a loss of consciousness, 8 an amnesia, and none of them any convulsion after static-line parachuting. Table number 1 presents paratroopers suspected of concussion according to diagnostic criteria. (See Table 1).

Some paratroopers reported several symptoms that lead to diagnosis of concussion. "Traumatic brain injury" and "groggy/stunned" is the most frequent symptom's combination (with or without loss of consciousness). 75 paratroopers, representing 37% of paratroopers suspected of concussion reported this combination.

Table 1: Repartition of paratroopers suspected of concussion according to diagnostic criteria.

Concussion's diagnostic criteria	Number of paratroopers	Percentage
Traumatic brain injury	58	29%
Traumatic brain injury and loss of consciousness	19	10%
Traumatic brain injury and other diagnostic criteria	61	30%
Diagnostic criteria without traumatic brain injury, included : - Loss of consciousness - Amnesia - Being "groggy / stunned"	63 2 1 60	31 %

Prevalence according to morphological characteristics and static-line parachuting experience

Table 2 presents morphological characteristics and experience of static-line parachuting in the study's population.

The only statistically significant difference observed between the groups was the sex. In this population, women are at 2.5 times more at risk to suffer concussion than men. However, we could not demonstrate a statistically significant difference between paratroopers suspected or not of concussion, according to age, height, and seniority in airborne troops. The amount of missing data for "weight", "BMI", and "number of drops" is too high to prove any difference between the two groups.

Post-concussion syndrome prevalence

Table 3 presents symptoms mentioned by the 201 paratroopers suspected of a concussion long after the traumatic drops. Combination of "cervical pain" and "headache" is reported by 46 paratroopers, representing 22% of them.

Among the 201 paratroopers suspected of concussion, some have not reported any symptoms longtime after their parachute drop, yet others mentioned one or several symptoms.

Table 2: Description of paratroopers suspected and non-suspected of concussion according to their morphology and experience in static line parachuting.

Variables	Univariate analysis			Multivariate analysis		
	Concussion N=201	No concussion N=693	p	OR	[IC 95%]	p
Age, year mean (DS) Missing	30,5 (6,6) 1	29,0 (7,0) 7	0,008	1	0,9-1,0	0,08
Gender, N (%) Male Female Missing	178 (89,0) 22 (11,0) 1	663 (95,8) 29 (4,2) 1	0,001	1 2,5	1,3-5,1	0,01
Size, cm Mean (DS) Missing	174,9 (7,6) 11	176,4 (6,4) 84	0,008	1	0,9-1,0	0,2
Weight, kg Mean (DS) Missing	74,4 (9,6) 15	74,4 (8,3) 121	0,9			
Body mass index, kg.m^{-2} Mean (DS) Missing	23,9 (2,2) 15	23,5 (2,1) 123	0,03			
Number of drop, N Mean [IQR] Extrems Missing	60 [30-60] 2-250 113	30 [13-67] 1-250 387	0,0001			
Senority, year Mean [IQR] Extrems Missing	8 [4,5-13] 1-24 16	5,0 [2-9] 1-34 81	0,0001	1,1	1,0-1,2	0,0001

Table 3: Symptoms appeared after parachute drops by paratroopers suspected of concussion.

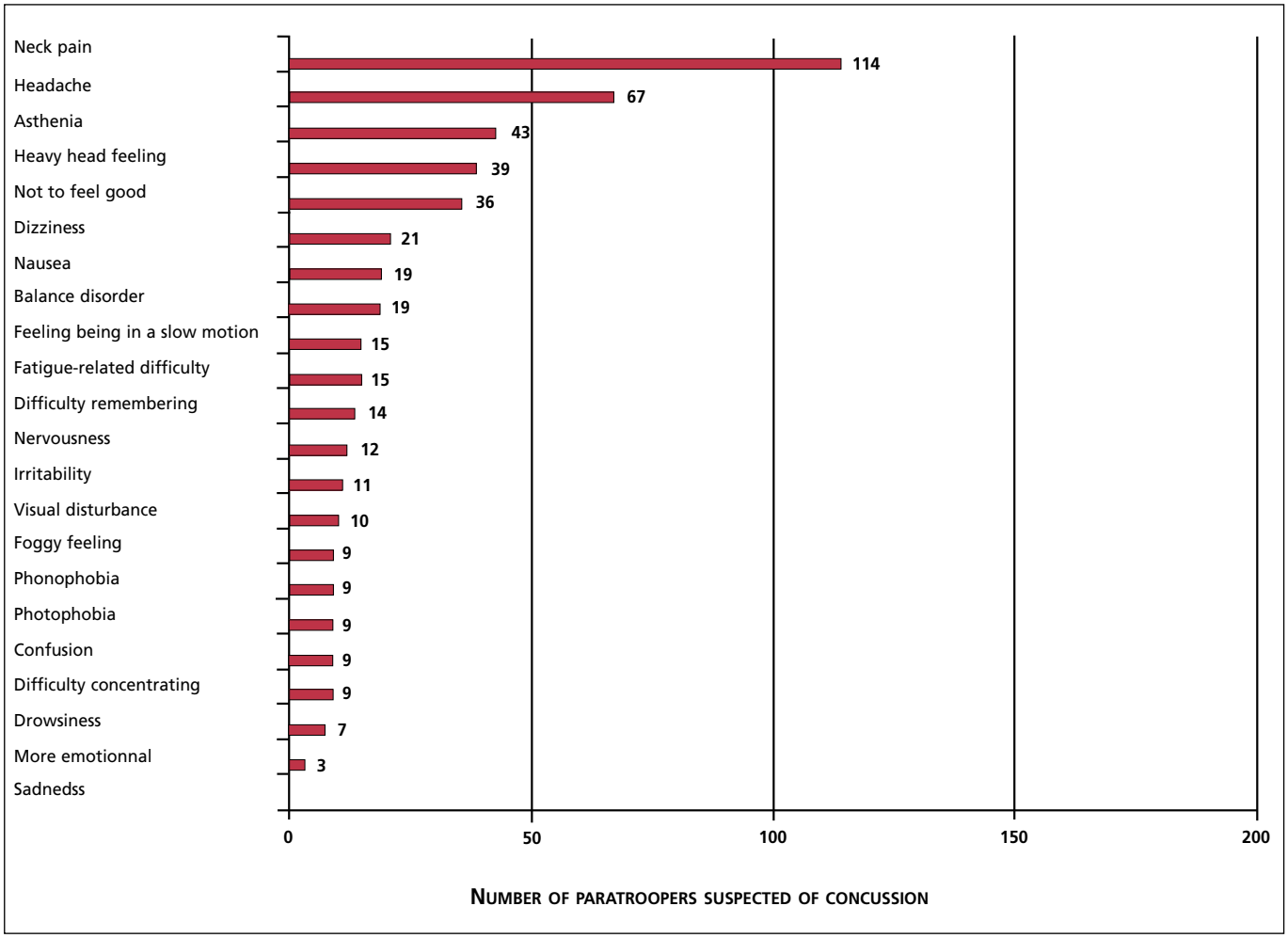


Table 4 presents number and percentage of paratroopers that may have a post-concussion syndrome.

Among the 67 paratroopers that experienced three or more symptoms, 10 reported suffering of those symptoms for more than a week. In total, 5% of paratroopers suspected of concussion may fulfill the diagnostic criteria of post-concussion syndrome.

DISCUSSION

Our study

Our study is the first evaluating the prevalence of French paratroopers suffering of concussion after static-line drops. A retrospective and descriptive multicentric study is justified and adapted to achieving the goal that we set to ourselves. We have 894 paratroopers included in our study. The targeted population of our study is all the 7500 French paratroopers. Our study's population is more than 10% of the targeted population. Questionnaires were self-reported and anonymized. They were known to have no effect on medical fitness decision. Our study has a fine internal validity. We had following the originally defined schema. Only three questionnaires were excluded from the analysis because of the primary study criteria that were not reported. All the primary study criteria are relevant, objectives and clinically reproducible, except for "feeling groggy or stunned" which is a subjective criterion. However, this diagnosis criterion is included as such into the three major definitions, so we had to include it in our study[12-13].

The post-concussion syndrome's is defined in DSMV by symptoms persisting more than one month after the traumatic event. Our study cannot conclude about the post-concussion syndrome's prevalence in its population.

The most important bias in our study is the memory bias, which is inherent to the study scheme. Paratroopers may consider an event as benign, forget it

Table 4: Symptoms after static-line drop among paratroopers suspected of concussion.

SYMPTOMS APPEARS OR EVOLVE AFTER STATIC-LINE DROP	NUMBER OF PARATROOPERS	PERCENTAGE
No symptom	53	26%
Only one symptom	57	28%
Two symptoms	24	11%
Three or more symptoms	67	33%

Dräger

You can't choose your deployment.
But you can choose your equipment.

Whether you are saving and protecting the lives of others or safeguarding your own, you can count on us. No matter what the situation is. At home in your barracks, abroad on a mission or in the hospital, our products and services are right where you need them – on every single mission. **www.draeger.com**

Dräger. Technology for Life®

3622

or consider it useless to mention. There is also a volunteering bias. Mistrust or fearing an effect on medical its fitness decision after reading questionnaire's answers may discourage a paratrooper to fill the questionnaire, moreover if he feels concerned.

A significant number of data is missing for following variables: weigh, BMI and number of drops. Therefore, interpretation of those variables is impossible. However, in the scientific literature it appears that the rate of injury increases with weight[4, 23-25]. Likewise, additional equipment increases weight and is considered as an injury risk factor[26]. There would be no relation between the number of drops and any risk injury. However, "learning" drops seems to be most traumatic[27, 28].

Static line drops and concussion

We have no reference to compare our results for French paratroopers. Firstly, this is the first study to estimate the concussion's prevalence in this population. Moreover, no consensual definition has been established and numerous authors prefer "traumatic brain injury". Consequently, any comparison between studies is difficult and no meta-analysis is available[29, 31]. However, prevalence of concussed athletes would be equal in all sports, between 20 and 40%[16, 31]. Our results are matching, because 22% of our study population is suspected to have had at least one concussion after a static line drop during his career.

In the context of military paratroopers' activity, we find similar results. A study conducted in Fort Bragg (USA) among paratroopers and non-parachutist military officers assessed brain injury: 18.5% of paratroopers reported having had a brain injury during a parachute jump[30]. The number of drops that may cause brain injury in operation was estimated by Knapik at 3.2/1000[29]. Over the course of a year, more than 50,000 static line drops are realized by the French army. Each year, more than 150 of them may cause brain injury among French military paratroopers.

Our study found that concussions in the aftermath of a static line parachute drop reveal in several ways. Indeed, one-third of concussions were found to be isolated head trauma. Only 10% of concussions are revealed by the combination of head trauma and loss of consciousness (with one more or without another diagnostic criterion). In the literature we find similar data[9, 32, 33]. Finally, one third of concussions are revealed without head trauma. Two paratroopers had a loss of consciousness, one had amnesia and the others felt "sounded/dazed". We can wonder about indirect head trauma being the cause of these symptoms. We have not found any studies analyzing the modes of concussion's revelation. Loss of consciousness, amnesia and their durations of evolution are only analyzed in the literature as a severity factor of concussions.

Through our study we have identified an over-risk of concussion for female paratroopers. In the literature we find that women are about twice as likely as men to have a concussion, regardless of the sport they practice[33-35]. In the military, we find that women also appear to be more prone to injury than their male counterparts for the same physical training. Injury over-risk for women is estimated at 2.28 [IC 2.01; 2.59][36]. A difference in the distribution of injuries between male and female military paratroopers is also designated: women would be at greater risk of injury and these would be more severe[37].

There was no significant difference appearing in the age criterion between concussion's suspected paratroopers and the rest of the population. The impact of age on the injury's risk in static line parachuting practice has not yet been established, but older paratrooper groups would tend to have more serious injuries[27, 38, 39]. On the other hand, a review of the literature concludes that young athletes have a higher incidence of concussion[40].

Through this study, we are not able to deliver any conclusion about the prevalence of post-concussion syndrome among paratroopers suspect of concussion, but 5% of them should be at risk. This figure might have been underestimated. Firstly, because post-concussion syndrome covers a large scale of distinct symptoms and we have defined a non-exhaustive list of symptoms. Secondly, because most of the complains about post-concussion syndrome are subjective and depend on the patient behavior.

How to prevent concussion

One of the simplest way of preventing concussions, already mentioned by Knappick in 2011[3] would to wear a suitable helmet. Currently, paratroopers have three types of helmets at their disposal: a soft helmet, a hard-hulled helmet (Fairwind) and a tactical helmet called "heavy" (the only one to confer ballistic protection).

Only the Fairwind helmet complies with the European standards 2016/425, which is essential for personal protective equipment in the sports practice. The rigid exterior surface distributes the force of the impact over a large area to lessen the consequences of a shock. This surface must also be deformable and avoid the penetration of any sharp object. The inside of the helmet must be

Picture 2: Fairwind helmet.

made of a soft, padded and deformable material. The soft helmet should be removed in favor of the Fairwind helmet, which guarantees better shock protection.

The heavy helmet should only be used in an operational context. Indeed, the risk of concussion is related to the acceleration of the cephalic area, which is increased by the weight of the helmet. Finally, wearing a helmet clearly reduces the severity of brain injuries and penetrating trauma. However, a review of the literature concludes that no studies have currently shown a significant reduction in the number of concussions, in their severity or in the duration of symptoms among athletes wearing a helmet. It is therefore necessary to continue the research and development of helmets that can both prevent severe brain injury and minimize the risk of concussion, with innovative ergonomics and materials[41].

Knowledge of the pathology and the complications resulting from non-medical surveillance of the paratrooper must be considered. As proposed by the French rugby federation, the implementation of a concussion protocol could also be considered. A false response to Maddocks' score or the recognition of a "red flag" would require alerting the military doctor and prohibiting the return to the activity before a complete medical opinion. This practice would prevent early recurrence and a second impact syndrome.

Finally, the improvement of the knowledge of the pathology by the military doctor would allow early detection of concussed paratroopers, better management and would reduce the impact of the pathology on personal, professional, and operational scales. The 5th Berlin Consensus Conference proposes a plan to return to play in progressive stages[7]. It will be relevant in the future to propose a support protocol with a gradual return to the military skydiving.

CONCLUSION

The static-line parachuting is an activity known as particularly accidental for the military. Our study is the first to focus specifically on the risk of concussion among French military paratroopers. A total of 22% of paratroopers surveyed were reported to have already been victims of a concussion after a drop. These results are comparable to what is found among athletes in the literature. These elements deserve special attention. Beyond the operational impact, the symptoms and potential complications that result from a concussion can significantly alter patients' quality of life up to a life-threatening engagement.

ABSTRACT

Sporting communities, and mostly contact-sports communities, increase their concern about concussion as it can cause serious damages, such as second impact syndrome or chronicity post-traumatic encephalopathy. French army is using parachuting static-line in current foreign operations. As an activity with a major traumatic risk, we have been wondering about its related concussion hazards. The main purpose of this study is to assess the prevalence of paratrooper victims of this kind of injuries after parachuting static-line experiences. We had a descriptive and retrospective multicenter study from self-reported questionnaires given to paratrooper medical units. We included 894 patients in this study.

Twenty-two percent [CI 95% : 19.3; 24.7] of replying people are suspected of concussion after parachuting experience. Women appears to be 2.5 more exposed to the risk than men are [CI 95% 1.3; 5.1]. There are no significant results about the age, height or seniority in airborne troop.

Indeed, static-line parachuting is a concussion-risked activity. In order to develop better practices to care for this complex pathology, a specific formation should be offered to the general practitioner supporting paratroopers, and preventive measures alongside educational therapy should be presented to soldiers.

BIBLIOGRAPHY

1. LAFOURCADE P, BRUNEAU O, PHILIPPE A, BARD A. Le parachutisme militaire. *Science et sport*, 2018; 33 (2): 127-135.

2. DEFAYSSE N, BRUNEAU O, BARD A, LAFOURCADE P. Incidences et types de blessures liées à la mise en œuvre de l'ensemble de parachutage du combattant a l'école des troupes aéroportées. *Médecine et Armées* 2019; 47 (2): 133-142.

3. KNACPIK J, STEELMAN R, GRIER T, *et al.* Military parachuting injuries, associated events, and injury risk factors. *Aviation, space and environmental medecine*. 2011 Aug; 82 (8): 797-804.

4. BRICKNELL MCM, CRAIG SC. Military parachuting injuries: a literature review. *Occup Med*. 1999; 49 (1): 17–26.

5. CRAIG SC, MORGAN J. Parachuting injury surveillance, Fort Bragg, North Carolina, May 1993 to December 1994. *Mil Med.* mars 1997; 162 (3): 162-4.

6. KNAPIK J, STEELMAN R, HOEDEBECKE K, *et al.* U.S. army health command: Comparison of injury incidence between the T-11 advanced tactical parachute system and the T-10D parachute, Fort Bragg, North Carolina, June 2010 – November 2013. 2014 Feb. Report number 12-HF-27G0ED-14.

7. PATRICIOS JS, ARDERN CL, HISLOP MD, *et al.* Implementation of the 2017 Berlin Concussion in Sport Group Consensus Statement in contact and collision sports: a joint position statement from 11 national and international sports organisations. *Br J Sports Med.* 2018 May 1; 52 (10): 635–41.

8. KARLIN AM. Concussion in the Pediatric and Adolescent Population: "Different Population, Different Concerns". *American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation.* 2011 Oct; 3: S369 – 79.

9. DECQ P, GIL C, CAUDRON Y, *et al.* (page consultée le 27/08/2019). La commotion cérébrale en pratique sportive,

[en ligne]. https://www.lamedecinedusport.com/dossiers/lacommotion-cerebrale-en-pratique-sportive/

10. PURCELL K. L'évaluation et la prise en charge des commotions cérébrales liées au sport. *Paediatr Child Health.* 2014 Mar4; 19 (3): 159–65.

11. DECQ P, CHERMANN J-F, LOISEAU H, *et al.* Rugby professionnel et traumatismes crâniens (commotions cérébrales) : recommandations pour leur prise en charge en France. *Journal de Traumatologie du Sport.* 2011 Dec; 28 (4): 227–42.

12. KAY T, HARRINGTON D, ADAMS R, *et al.* Definition of mild traumatic brain injury. *J Head Trauma Rehabil.* 1993; 8 (3): 86-87.

13. CARROLL L, CASSIDY D. Systematic search and review procedures: results of the WHO collaborating centre task force on mild traumatic brain injury. *J Rehabil Med. Suppl*. 2004 Feb; 43: 11–14.

14. American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. Fifth Edition. Washington D.C; 2013.

15. SAWYER Q, VESCI B, VALOVICH McLEOD TC. Physical activity and intermittent postconcussion symptoms after a period of symptom-limited physical and cognitive rest. *J Athl Train Allen Press*. 2016 Sep; 51 (9): 739–42.

16. Classification internationale des maladies-10Version: 2008 (page consultée le 27/08/2019). Syndrome post-commotionnel. [en ligne], https://icd.who.int/browse10/2008/fr#/F07.2

17. DISCHINGER PC, RYB GE, KUFERA JA *et al.* Early predictors of postconcussive syndrome in a population of trauma patients with mild traumatic brain injury. *J Trauma.* 2009 Feb; 66 (2): 289-96.

18. HAGER JP, GIRARD F. Physiopathologie de la commotion cérébrale du sportif : mise au point. Sci Sports. 2019 Apr; 34 (2): 116–29.

19. ROMEU-MEJIA R, GIZA CC, GOLDMAN JT. Concussion Pathophysiology and Injury Biomechanics. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2019 Feb 28; 12 (2): 105–16.

20. ANN C. McKEE, THOR D. STEIN, CHRISTOPHER J. The spectrum of disease in chronic traumatic encephalopathy. *Brain*. 2013 Jan; 136 (1): 43–64.

21. IVERSON GL, GARDNER AJ, McCRORY P, *et al.* A critical review of chronic traumatic encephalopathy. *Neurosci Biobehav Rev.* 2015 Sep; 56: 276–93.

22. HUGHES CD, WEINRAUCH PC. Military static line parachute injuries in an Australian commando battalion. *ANZ J Surg*. 2008 Oct; 78 (10): 848–52.

23. KNAPIK J, STEELMAN R. Risk factors for injuries during military static-line airborne operations: a systematic review and meta-analysis. *J Athl Train.* 2016 Nov; 51 (11): 962–80.

24. KIRBY NG. Parachuting Injuries. *Proc R Soc Med.* 1974 Jan 1; 67 (1): 17–21.

25. KNAPIK J, DARAKJY S, SWEDLER D, *et al.* The parachute ankle brace: entanglements and extrinsic injury risk factors during parachuting. *Aviat Space Environ Med.* 2008 Apr; 79 (4): 408-15.

26. EKELAND A. Injuries in military parachuting : a prospective study of 4499 jumps. *Injury.* 1997; 28 (3): 219–22.

27. STEINBERG PJ. Injuries to Dutch sport parachutists. *Br J Sports Med.* 1988 Mar; 22 (1): 25–30.

28. KNAPIK J, STEELMAN R, HOEDEBECKE K. Risk Factors for Closed-Head Injuries During Military Airborne Operations. *Aviation, space, and environmental medecine*. 2014 Feb; 85 (2) 105-11.

29. IVINS BJ, SCHWAB KA, WARDEN D. Traumatic brain injury in U.S. Army paratroopers : prevalence and character. *J trauma.* 2003 Oct; 55 (4): 617–21.

30. DELAHUNTY S, CONDON B, TOOMEY D, *et al.* Prevalence of and attitudes about concussion in Irishschool's rugby union players. *Journal of School Health.* 2015 Jan; 85 (1): 17-26.

31. BERTRAND JC, DION F, DESJARDINS S, *et al.* Revue de la littérature des principaux aspects de la prise en charge des commotions cérébrales chez les sportifs âgés de plus de 13 ans. 2019.

32. VIDALIN H, CHERMANN J-F, STIERNON T, *et al.* Commotion cérébrale et sport. *Journal de Traumatologie du Sport.* 2010 Jun; 27 (2): 83–93.

33. KERR ZY, CHANDRAN A, NEDIMYER AK, *et al.* Concussion Incidence and Trends in 20 High School Sports. Pediatrics. 2019 Nov; 144 (5): 2019-80.

34. COVASSIN T, SWANIK B, SACHS M. Sex differences and the incidence of concussions among collegiate athletes. *Journal of Athletic trainnig*. 2003 Sep; 38 (3): 238-44.

35. GEARY K, IRVINE D, CROFT A. Does military service damage females? An analysis of medical discharge data in the British armed forces. *Occupacional Medecine*. 2002 Apr; 52 (2): 85-90.

36. AMOROSO P, BELL N, JONES B. Injury among female and male army parachutists. *Aviation, Space, and Environmental Medecine.* 1997 Nov; 68 (11): 1006–11.

37. CRAIG S, MORGAN J. Parachuting injury surveillance, Fort Bragg, North Carolina, may 1993 to december 1994. *Mil Med.* 1997; 162: 162–4.

38. DHAR D. Retrospective study of injuries in military parachuting. *Med J Armed Forces India*. 2007 Oct; 63 (4): 353-55.

39. CLAY MB, GLOVER KL, LOWE DT. Epidemiology of concussion in sport: a literature review. *J Chiropr Med.* 2013 Dec; 12 (4): 230–51.

40. SONE JY, KONDZIOLKA D, HUANG JH, *et al.* Helmet efficacy against concussion and traumatic brain injury: a review. *J Neurosurg.* 2017 Mar; 126 (3): 768–81.

Prévalence, retentissement et facteurs associés aux rachialgies chez le parachutiste militaire français.

Par K. PORINO[1], J. SAYEH[2], A. HAAR[3], L. AIGLE[4], L. THEFENNE[2], B. MMADI MRENDA[5] et G. MORAND[6], France

Karim PORINO

Entré à l'Ecole du service du service de santé de Lyon-Bron en 2010, le médecin PORINO a été affecté à la 176ème antenne médicale soutenant le 17ème RGP à l'issue de son internat à l'HIA Laveran de Marseille. Breveté parachutiste depuis 2018, il pratique le parachutiste sportif depuis 2013 et totalise plus de 800 sauts.

Titulaire du Brevet de médecine aéronautique de défense, il est l'auteur d'une thèse de médecine sur « *Prévalence, facteur de risques et retentissement des rachialgies chez le parachutiste militaire français.* ».

Il a été projeté pour la première fois en OPEX en Afrique au cours de l'année 2021.

SUMMARY

Prevalence, impact and factors associated with spinal pain in French military parachutists.

Introduction: *Spinal pain is one of the priority objectives in military public health. These pathologies have indeed a significant socio-economic and operational impact. The spine is one of the main sites of injury in paratroopers. This population is particularly exposed because of the common and usual constraints of the military and those caused by parachuting.*
The main objective was to determine the prevalence of spinal pain in a population of French military parachutists. The secondary objectives were to evaluate the impact of spinal pain and to search for associated factors.

Material and method: *The data of our multicentric descriptive study were collected via an anonymous paper questionnaire filled in by paratroopers in the waiting room before their annual periodic medical check-up. It took place in the 14 medical branches supporting an airborne troops unit (TAP) during four months, from September 1, 2018 to December 31, 2018. It was approved by the Committee on Personal Protection under number 18.074.*

Results: *The instantaneous prevalence during our study was 15.8%, 39.8% over the past 12 months, and 52.8% over the entire career in airborne troops. Statistical associations with spinal pain were found such as the number of parachute jumps (both automatic and delayed opening), age, marital status, handling, and job dissatisfaction. Concerning the repercussions, the average numerical pain scale was 4.7, the average duration of work stoppage was 29.2 days and the median duration of TAP incapacity was 3 months.*

Conclusion: *Our study shows a low prevalence of spinal pain in parachutists in comparison with existing data. Nevertheless, the repercussions of this pathology could be important with an average duration of work stoppage of nearly one month and a median of 3 months of TAP incapacity.*
Statistical associations were found which would deserve to be evaluated in a dedicated study in order to identify potential risk factors which would be accessible to a targeted prevention.

Mots-clés : Militaire, Parachutiste, Prévalence, Rachialgies, Retentissement.
Keywords: *Military, Paratrooper, Prevalence, Spinal pain, Impact.*

INTRODUCTION

Rationnel

Les lombalgies seraient la première cause d'incapacité globale à l'échelle mondiale[1].

En France, elles seraient responsables d'un coût médical direct de 1.4 milliards d'euros et de 10.7 millions de journées de travail perdues en 2009[2]. La prévalence sur 12 mois (aiguës, subaiguës et chroniques confondues) au sein de la population française serait estimée chez

les hommes à 36.4 % pour les lombalgies, 13.7 % de dorsalgies, 20.6 % de cervicalgies[3]. Dans une étude de 2003[4] la prévalence des lombalgies était plus élevée, de l'ordre de 55 % sur 12 mois.

La population militaire française est également concernée avec des prévalences instantanées rapportées de lombalgies entre 19 et 20 % chez les pompiers[5, 6] et une prévalence annuelle de 53 % chez les pilotes d'hélicoptères[7]. Lors de la dernière conférence de consensus sur les besoins de prévention en santé chez les militaires d'active, la lombalgie a été définie comme un objectif prioritaire, du fait d'un impact important sur le plan humain, économique et opérationnel[8]. A titre d'exemple, lors d'une opération américaine en Irak, 53 % des blessés présentaient une lombalgie ou une sciatalgie, et seulement 2 % ont pu rejoindre le théâtre d'opération[9].

Le rachis des parachutistes est soumis à des chocs répétés dans le temps, ceci lié d'une part à leur activité intrinsèque de parachutiste (ouverture du parachute, atterrissage) (Images 1 et 2)[10, 11] et d'autre part aux activités inhérentes à leur statut de militaires : manutention, combat, sport, marches, déplacements en véhicule…[12, 13].

Malgré une traumatologie établie et déjà bien décrite[18, 19], la prévalence des rachialgies chez les parachutistes militaires français n'a pas encore été étudiée. De même la pratique du parachutisme militaire n'a pas été associé à un surrisque de rachialgie, à la différence des autres activités du combattant déjà évoquées précédemment[20].

Objectifs

L'objectif principal de cette étude était de déterminer la prévalence des rachialgies au sein d'une population de parachutistes militaires français. Les objectifs secondaires visaient à évaluer les retentissements professionnels et personnels, ainsi qu'à identifier de potentiels facteurs de risque associés.

Image 1 : Technique d'atterissage avec roulé boulé latéral selon Bricknell[11].

Image 2 : Sortie de l'avion. © ETAP

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Type d'étude

Cette étude descriptive multicentrique s'est déroulée dans les 14 antennes médicales soutenant une unité de troupes aéroportées (TAP) durant 4 mois, du 1er septembre 2018 au 31 décembre 2018.

Les données étaient collectées via un questionnaire papier remis aux parachutistes se présentant à l'antenne médicale à l'occasion de leur visite médicale périodique annuelle. Aucun suivi n'était prévu.

Toutes les données collectées étaient anonymes et auto-rapportées.

Le design de l'étude a fait l'objet de l'approbation du Comité de Protection des Personnes sous le n°18.074.

Population de l'étude

Les participants étaient des militaires, français, de plus de 18 ans, aptes et brevetés parachutistes, en service actif, affectés en poste TAP dans l'une des unités de la 11ème brigade parachutiste, des forces spéciales ou des antennes médicales et bases de défense les soutenant.

Les critères d'exclusion étaient le refus de l'étude, l'appartenance au 2ème Régiment Étranger de Parachutistes (faible maitrise de la langue française et nombre important de soldats de nationalité étrangère) ou le remplissage incomplet du questionnaire n'en permettant pas l'analyse.

Questionnaire

Le questionnaire, qui prenait environ 15 minutes à remplir, était rédigé en français et divisé en 4 sections.

La première section recueillait les données démographiques : âge, sexe, taille, poids, IMC, statut marital, nombre d'enfants, tabagisme, nombre d'heures de sport hebdomadaires.

La seconde était relative aux données socioprofessionnelles : grade, durée d'engagement (au total et en TAP), nombres de missions à l'étranger, satisfaction professionnelle,

❶ 176ème AM, 11ème CMA, Montauban.

❷ HIA Alphonse Laveran, Marseille.

❸ 2ème AMS, Chefferie Santé Forces Spéciales, BCRM Toulon, Toulon.

❹ 154ème AM, 10ème CMA, Aubagne.

❺ Centre d'Epidémiologie et de Santé Publique des Armées, Marseille.

❻ 4ème AMS, Chefferie Santé Forces Spéciales, Bayonne.

Correspondance:
Médecin Capitaine Karim PORINO
176ème AM, 11ème CMA,
42, Avenue du 10ème Dragon
82000 Montauban (France).
E-mail: karim.porino@intradef.gouv.fr

exposition aux vibrations, manutention et temps passé devant l'ordinateur.

Les données manquantes de ces deux premières parties n'ont pas été prises en compte dans l'analyse.

La troisième partie colligeait le nombre et le type de sauts au total et durant les 12 derniers mois.

L'absence de donnée dans cette 3ème partie était un motif d'exclusion.

La quatrième relevait le cas échéant les caractéristiques des rachialgies : rachialgie actuelle et le cas échéant sa chronicité (aigu < 6 semaines, subaigu entre 6 et 12 semaines, chronique > 12 semaines), les éventuels facteurs déclenchants identifiés.

La localisation était exprimée par le biais d'une marque sur un schéma du dos. L'intensité de la douleur et la limitation fonctionnelle ressentie (dans la vie personnelle, le travail ou la pratique du sport) était exprimées sur une échelle entre 0 (aucune limitation fonctionnelle) et 10 (activités impossibles) par le biais d'une marque.

Analyse statistique

Les caractéristiques générales de la population étaient décrites avec moyenne, écart-type (SD), médiane (MV) et intervalle interquartile (IQ) pour les variables quantitatives et par le pourcentage et l'intervalle de confiance à 95% [IC95%] pour les variables catégorielles.

L'association entre l'existence d'une rachialgie depuis le début de la carrière parachutiste et le nombre total de SOA a fait l'objet d'une analyse univariée. Du fait de la forte intrication du nombre de SOA avec l'âge (nécessité de 6 sauts par an pour obtenir l'indemnité financière des parachutistes induisant une augmentation proportionnelle du nombre de SOA avec l'âge), cette analyse a été ajustée sur l'âge.

Les données sociodémographiques et socioprofessionnelles ont été testées pour leur association avec une rachialgie au cours des 12 derniers mois en utilisant un modèle de régression logistique. Les caractéristiques avec un $p < 0.25$ étaient considérées éligibles pour l'analyse multivariée.

L'âge étant le principal facteur confondant identifié[28], une procédure de sélection était ensuite mise en place pour identifier les variables d'ajustement du modèle multivarié final ajusté sur l'âge (n'apparaissent dans l'analyse multivariée du tableau 2 que les variables considérées comme statistiquement associées avec le critère principal, c'est-à-dire avec $p \leq 0.05$).

Toutes les analyses ont été réalisées sur R® software version 3.3.2.

RÉSULTATS

Population

1183 questionnaires ont été recueillis auprès des 14 centres de recueil. 173 d'entre eux ont été exclus (Figure 1).

Caractéristiques de la population

L'étude a inclus 1010 parachutistes dont les caractéristiques générales sont présentées dans le Tableau 1.

On notera un sex-ratio fortement déséquilibré à 24,7 hommes pour 1 femme. L'âge moyen s'élevait à 30,7ans et l'IMC moyen à 24,5. Les officiers étaient sous représentés, ne représentant que 8,7% des sondés.

Parmi les parachutistes pratiquant le SOGH/SOTGH, la médiane du nombre de sauts au cours des 12 derniers mois était de 12,5 (IQ 1-36) tandis que la moyenne s'élevait à 26,3.

Prévalence

La prévalence instantanée (parachutistes ayant déclaré présenter une rachialgie au moment du remplissage du questionnaire) était de 15,84% [13,59;18.,10] (n=160).

La prévalence sur 12 mois était de 39,8% [36.,78;42,83] (n=402).

52.77% [49,69;55,86] (n=533) des sujets ont déclaré avoir déjà présenté une rachialgie depuis qu'ils ont rejoint une unité parachutiste.

La Figure 2 présente la prévalence et la répartition des rachialgies dans l'échantillon.

Facteurs associés aux rachialgies

L'âge, facteur confondant identifié au préalable[28], était statistiquement associé aux rachialgies dans notre étude. Chaque année de vie augmentait le risque de souffrir de rachialgie au cours des douze derniers mois de 1,02 (p=0,040).

Chaque SOA semblait augmenter le risque de présenter une rachialgie au cours de sa vie de 1,004 (1,002-1,008, p=0,015).

Figure 1 : Diagramme de flux.

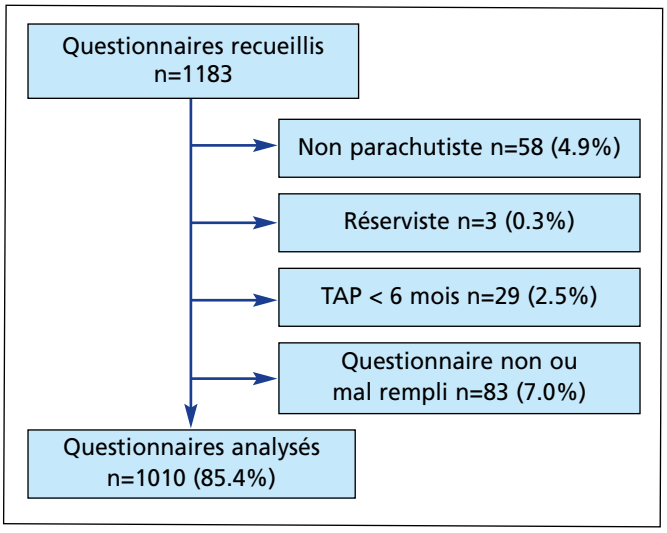


Tableau 1 : Caractéristiques de la population.

		Moyenne +/- SD; MV [IQ]
Age (année)		30.7 +/- 7.9; 29 [24-36]
Poids (kg)		76.7 +/- 8.8; 76 [71-82]
Taille (cm)		176.8 +/- 6.9; 177 [172-181]
Indice de masse corporelle (kg/m^2)		24.5 +/- 2.2; 24 [23-26]
Années passées en TAP		8.1 +/- 6.7; 7 [2-12]
Missions extérieures		5.0 +/- 4.9; 4 [1-8]
Age lors de la 1ère rachialgie (année)		25.3 +/- 6.8; 25 [21-30]
Satisfaction professionnelle (0-10)		7.0 +/- 2.0; 7 [6-8]
Nombre total de sauts		
SOA		52.9 +/- 49.8; 40 [14-72]
SOGH/SOTGH		42.0 +/- 193.2; 0 [0-0]
SOCR		76.2 +/- 293.6; 0 [0-21]
Sauts au cours des 12 derniers mois		
SOA		5.8 +/- 4.3; 6 [3.3-8]
	Données manquantes	**n / % (IC95%)**
Sexe	**7**	
Homme		964 / 96.1 [94.7; 97.1]
Femme		39 / 3.9 [2.9; 5.3]
Statut marital	18	
Célibataire		469 / 47.3 [44.1; 50.4]
Divorcé		50 / 5.6 [4.3; 7.3]
Marié ou pacsé		473 / 47.1 [43.9; 50.2]
Affectation	14	
Commandement		74 / 7.4 [5.9; 9.2]
Logistique		152 / 15.3 [13.1; 17.7]
Instruction		52 / 5.2 [3.9; 6.8]
Combat		601 / 60.3 [57.2; 63.4]

Le tableau 2 présente les facteurs associés à une rachialgie dans les 12 derniers mois, tandis que le tableau 3 présente le lien entre le nombre total de sauts et l'existence d'une rachialgie depuis l'engagement en TAP.

Retentissement des rachialgies

Les variables relatives au retentissement sont exprimées sur une échelle de 0 à 10.

La gêne ressentie au cours de la dernière rachialgie était estimée en moyenne à 4,96 (+/- 2,18).

L'intensité de la douleur évaluée selon l'échelle numérique sur 10 était en moyenne de 4,68 (+/- 1,98).

La limitation rapportée était en moyenne de 3,23 (+/- 2,76) pour les activités de la vie personnelle, de 3,97 (+/- 2,89) dans la vie professionnelle et de 4,40 (+/- 2,89) pour les activités sportives.

Les médianes et intervalles interquartiles sont présentés dans la Figure 3.

Facteurs déclenchants identifiés par le parachutiste

La figure 4 présente les facteurs déclenchants de rachialgies identifiés par les parachutistes.

Arrêt de travail et inaptitude

24% [20,4;27,9] des parachutistes ayant déjà présenté une rachialgie depuis qu'ils ont intégré les TAP ont déjà bénéficié d'un arrêt de travail pour ce motif dont la durée médiane était de 15 jours (IQ 7-30) et la moyenne de 29,2 jours.

18,8% [15,56 ;22,38] d'entre eux ont été déclarés temporairement inaptes pour une durée moyenne de 5,4 mois (SD 7,71, médiane 3). Parmi ces inaptitudes, 91,9% d'entre elles concernaient la pratique du parachutisme, 86 % les activités sportives, 33,7% l'entraînement militaire, 31,4% les missions à l'étranger et 23,3% une affectation outre-mer.

DISCUSSION

Il existe deux types de sauts en parachute dans l'armée. Le saut à ouverture automatique (SOA) (Image 3) est le plus accidentogène avec 10,5 blessés pour 1000 sauts[11]. C'est un saut à basse altitude (de 150 à 400m) utilisé pour le largage de masse, à l'aide d'une voile hémisphérique très peu dirigeable dont le vecteur de déplacement est principalement vertical (vitesse verticale de l'ordre de 5,8 m/s soit 20,9 km/h)[14]. Ce type de saut soumet notamment le rachis cervical (en étirement, lors de l'ouverture) et le rachis dorso-lombaire (en compression, à l'atterrissage (Image 4) à des contraintes estimées entre 95 et 295 kg selon la force du vent[15]. Il est réalisé par tous les parachutistes militaires français et un minimum de 6 sauts par an est nécessaire pour bénéficier de l'indemnité de service aérien (ISA 1, prime qui représente jusqu'à 50% de la solde).

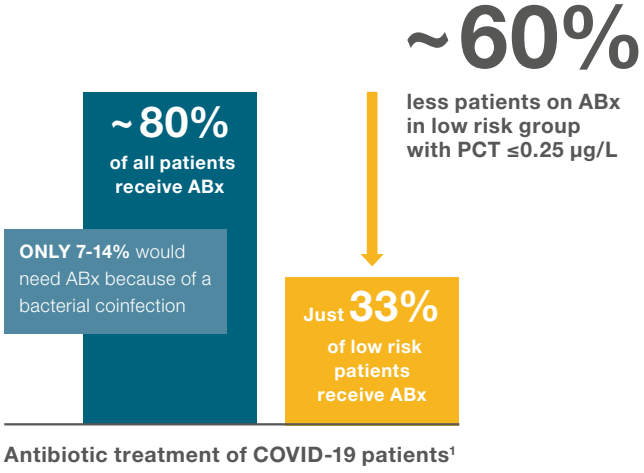
thermo scientific

Avoid unnecessary antibiotic usage in COVID-19 patients

Procalcitonin (PCT) algorithm facilitates safe reduction of antibiotic exposure

Decision on antibiotic treatment of COVID-19 patients based on application of **Thermo Scientific™ B·R·A·H·M·S PCT™ LRTI cut-off 0.25 µg/L** together with clinical assessment of low risk for bacterial coinfection resulted in

- Lower number of AB-treated patients
- Reduced antibiotic exposure
- No negative impact on the outcome[1]



Antibiotic treatment of COVID-19 patients[1]

Reference: 1. Williams EJ et al., preprint doi: https://doi.org/10.1101/2020.06.29.20136572 posted July 2, 2020.

Find out more at **thermoscientific.com/procalcitonin**

Not all products are CE marked or have 510(k) clearance for sale in the U.S. Availability of products in each country depends on local regulatory marketing authorization status.

© 2020 Thermo Fisher Scientific Inc. All rights reserved. B·R·A·H·M·S PCT and all other trademarks are the property of Thermo Fisher Scientific and its subsidiaries unless otherwise specified. Patents: www.brahms.de/patents

ThermoFisher SCIENTIFIC

Image 3 : Parachute à ouverture automatique déployé. © ETAP

Le saut opérationnel à grande ou très grande hauteur (SOGH/SOTGH) (Image 5)[16] est un saut à plus haute altitude qui s'effectue avec une voile rectangulaire dont le profil de vol est comparable aux voiles utilisées en pratique sportive civile avec un vecteur de déplacement horizontal plus important (vitesse verticale de l'ordre de 3,5 m/s soit 12,6 km/h). L'ouverture du parachute est commandée par le parachutiste, après une phase de chute libre plus ou moins longue (Saut à ouverture commandée retardée – SOCR). Il expose entre autre à des contraintes sur le rachis cervical[17]. Ce type de saut, plus technique, est utilisé par des équipes spécialisées moins nombreuses. Pour ceux qualifiés, un minimum de 12 sauts permet de reconduire l'ISA 1.

Ces deux activités peuvent s'effectuer de jour comme de nuit, à l'entraînement comme en opération, avec matériel (lequel est conditionné dans une gaine qui peut être individuelle ou collective), voire avec des passagers tandem pour les SOGH/SOTGH.

La masse totale équipé (poids de l'équipement et du parachutiste) est limitée à 130 ou 165 kg pour le SOA et entre 160 et 250 kg pour le SOGH/SOTGH en fonction du type de parachute employé.

En outre, certains parachutistes militaires pratiquent également du parachutisme dit « sportif » (par opposition au parachutisme à finalité opérationnelle des militaires). Il s'agit d'un SOCR, pouvant être pratiqué en séance militaire à visée d'entraînement ou en structure civile comme activité de loisir ou de compétition. Il diffère du SOGH/SOTGH par l'absence de port de charge, l'utilisation de voiles plus petites, plus légères donc plus dynamiques ainsi qu'un temps de chute libre souvent plus important (Image 6).

Prévalence

Nous retrouvons une prévalence des rachialgies de 15,8% et une prévalence sur les 12 derniers mois de 39,8%. Ces chiffres sont significativement plus faibles que ceux de la littérature civile et militaire, française comme étrangère[7, 23]. A titre de comparaison, dans une étude sur les rachialgies des personnels navigants sur hélicoptères[7], la prévalence sur les 12 derniers mois était de 67,6%. De même, une étude sur des militaires anglais déployés en Irak[23] retrouvait une prévalence de rachialgies deux fois plus importante, de l'ordre de 33,4%. Il faut néanmoins souligner que les données de la littérature militaire sont peu nombreuses, et portent souvent sur des populations particulières, peu comparables à la nôtre.

Cette différence pourrait s'expliquer par plusieurs facteurs.

D'une part par une meilleure condition physique de ces militaires médicalement sélectionnés et qui bénéficient d'un entraînement physique exigeant et particulier. Des chiffres de rachialgies inférieurs sont ainsi également retrouvés chez les Rangers des Etats-Unis par rapport aux autres armées[46] et des Marines par rapports aux autres services[47].

D'autre part, ce questionnaire a été remis avant le passage en visite d'aptitude annuelle ce qui a pu engendrer un biais de prévarication et une crainte d'avouer ces rachialgies avant de passer chez le médecin bien que l'anonymat du questionnaire fût garanti. Les répercussions d'une telle inaptitude peuvent en effet impacter le militaire sur plan financier, opérationnel et d'évolution de carrière.

Il est également à noter que le fait de ne pas déclarer avoir eu de rachialgie dans le questionnaire réduisait le nombre de questions à remplir ce qui a pu influencer certaines réponses.

L'absence dans notre étude des sujets déclarés « inaptes TAP définitifs » qui sont généralement mutés hors d'une unité parachutiste a pu entraîner une sous-estimation de la prévalence des rachialgies, ces dernières étant un motif d'inaptitude définitive[24] après chronicisation.

Enfin une certaine fatalité vis-à-vis des rachialgies qui peuvent être perçues comme inhérentes à la pratique du parachutisme militaire pourrait participer à ce faible taux.

Retentissement

Dans notre étude, près d'un quart des parachutistes ayant déjà souffert de rachialgies ont bénéficié d'arrêts de travail (AT) pour ce motif, avec une moyenne de 29,2 jours (médiane à 15 jours).

Dans une étude portant sur les caractéristiques des AT dans un régiment d'artillerie[25], la durée moyenne tout motif confondu (dont 13,6% de lombalgies) était plus faible, de l'ordre de 18 jours (médiane à 10 jours).

En outre, la durée médiane d'inaptitude TAP du fait d'une rachialgies était de 3 mois (moyenne à 5,4 mois), ce qui est globalement plus long comparé aux données de la littérature concernant les inaptitudes après un accident de parachute (SOA)[19, 26, 27].

On notera également que parmi les parachutistes qui présentaient une rachialgie au moment de l'étude,

Figure 2 : Prévalence des rachialgies dans l'échantillon.

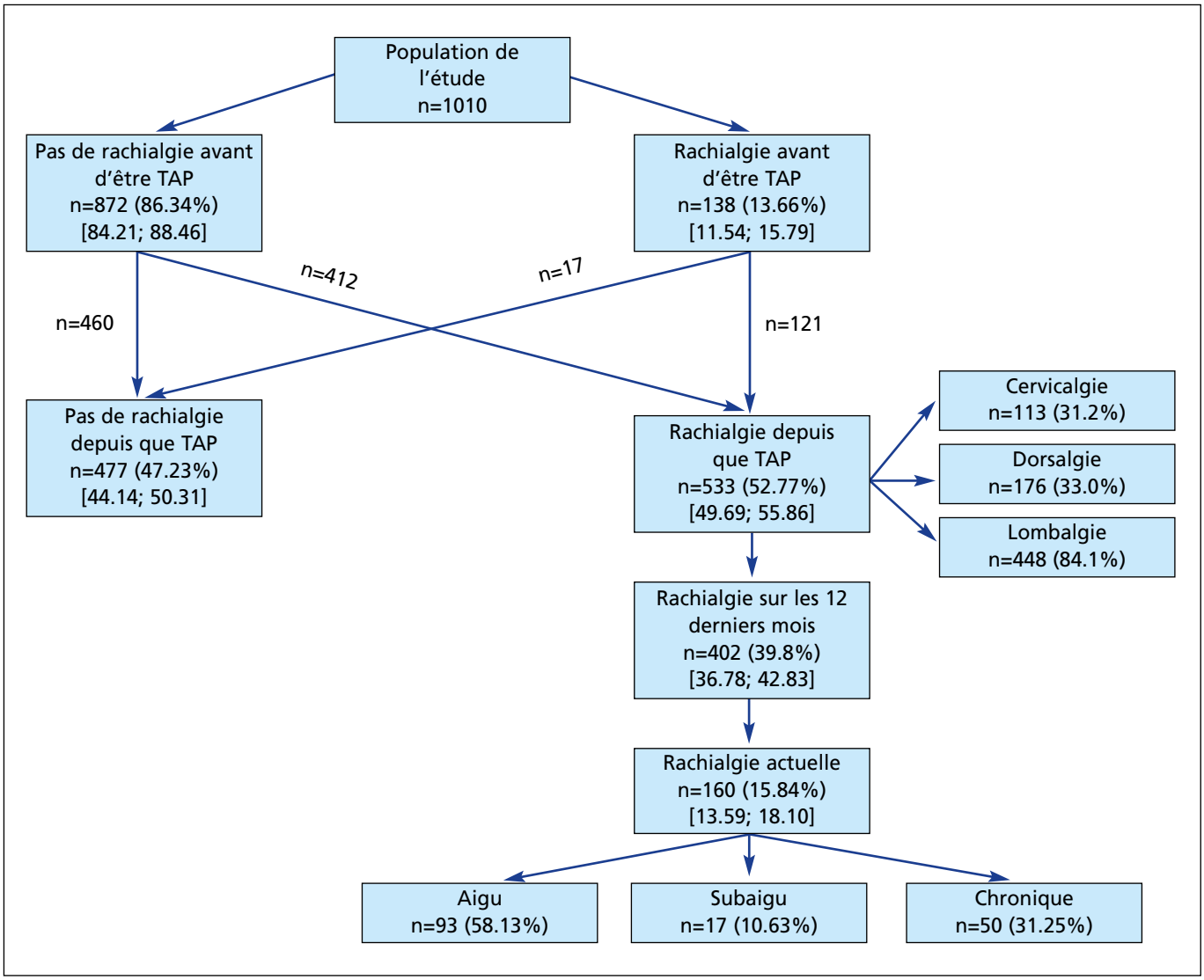


Tableau 2 : Facteurs associés avec une rachialgie au cours des 12 derniers mois.

	Données manquantes	Rachialgie au cours des 12 derniers mois		Analyse univariée	Analyse mutivariée ajustée sur l'âge
		No	Yes	OR (IC 95%, p-value)	ORa (IC 95%, p-value)
Sexe, *n (%)*	7				
Femme		20 (3.3)	19 (4.8)	1	-
Homme		584 (96.7)	380 (95.2)	0.68 (0.36-1.31, p=0.247)	-
Age (année), *Moy (SD)*		29.7 (7.7)	32.2 (7.9)	1.04 (1.02-1.06, p<0.001)	1.02 (1.00-1.05, p=0.040)
Statut marital, *n (%)*	18				
Célibataire		319 (53.5)	150 (37.9)	1	1
Divorcé		21 (3.5)	29 (7.3)	2.94 (1.63-5.38, p<0.001)	1.89 (0.93-3.88, p=0.078)
Marié ou pacsé		256 (43.0)	217 (54.8)	1.80 (1.38-2.35, p<0.001)	1.49 (1.04-2.13, p=0.030)
Nombre d'enfant, *Moy (SD)*		0.9 (1.2)	1.1 (1.2)	1.15 (1.03-1.28, p=0.011)	-
Taille (cm), *Moy (SD)*		176.6 (6.8)	176.9 (7)	1.01 (0.99-1.03, p=0.464)	-
IMC (kg/m²), *Moy (SD)*		24.4 (2.1)	24.6 (2.3)	1.05 (0.99-1.11, p= 0.094)	-
Différence entre poids à actuel et à l'engagement (kg), *Moy (SD)*		5.5 (5.9)	5.6 (7.2)	1.00 (0.98-1.02, p=0.843)	-
Grade actuel, *n (%)*	2				
Militaire du rang		331 (54.4)	183 (45.8)	1	-
Sous officier		229 (37.7)	177 (44.2)	1.40 (1.07-1.83, p=0.014)	-
Officier		48 (7.9)	40 (10.0)	1.51 (0.95-2.38, p=0.078)	-
Temps d'engagement (année), *Moy (SD)*		9.2 (7.9)	11.6 (8.4)	1.04 (1.02-1.05, p<0.001)	

Nombre d'années en TAP *Moy (SD)*		7.2 (6.5)	9.4 (6.7)	1.04 (1.03-1.07, p<0.001)	-
Nombre de missions extérieures, *Moy (SD)*		4.3 (4.7)	6 (5.1)	1.07 (1.04-1.10, p<0.001)	
Affectation, *n (%)*	14				
Commandement		39 (6.5)	35 (8.8)	1	-
Logistique		98 (16.4)	54 (13.5)	0.61 (0.35-1.08, p=0.090)	-
Instruction		23 (4.0)	29 (7.2)	1.40 (0.69-2.88, p=0.350)	-
Combat		375 (62.9)	226 (56.5)	0.67 (0.41-1.09, p=0.108)	-
Soutien		61 (10.2)	56 (14.0)	1.02 (0.57-1.84, p=0.939)	-
Exposition aux vibrations, *n (%)*	0				
Moins de 1/4 du temps de travail		207 (34.1)	149 (37.1)	1	1
1/4 à 1/2 du temps de travail		329 (54.1)	199 (49.5)	0.84 (0.64-1.11, p=0.214)	0.59 (0.39-0.89, p=0.011)
Plus de 1/2 du temps de travail		72 (11.8)	54 (13.4)	1.04 (0.69-1.57, p=0.845)	0.57 (0.33-0.98, p=0.044)
Exposition à la manutention, *n (%)*	0				
Moins de 1/4 du temps de travail		176 (29.0)	97 (24.1)	1	1
1/4 à 1/2 du temps de travail		264 (43.4)	175 (43.5)	1.20 (0.88-1.65, p=0.248)	1.73 (1.10-2.74, p=0.018)
Plus de 1/2 du temps de travail		168 (27.6)	130 (32.4)	1.40 (1.00-1.97, p=0.049)	2.34 (1.42-3.87, p=0.001)
Exposition au travail sur ordinateur, *n (%)*	0				
Moins de 1/4 du temps de travail		205 (33.7)	92 (22.9)	1	-
1/4 à 1/2 du temps de travail		220 (36.2)	162 (40.3)	1.64 (1.19-2.26, p=0.002)	-
Plus de 1/2 du temps de travail		183 (30.1)	148 (36.8)	1.80 (1.30-2.51, p=0.001)	-
Satisfaction professionnelle (entre 0 et 10), *Moy (SD)*		7.1 (1.9)	6.8 (2.2)	0.92 (0.87-0.98, p=0.010)	0.87 (0.81-0.94, p<0.001)
Heures de sport par semaine, *n (%)*	6				
<5h		211 (34.8)	158 (39.8)	1	-
6-10h		303 (49.9)	182 (45.8)	0.80 (0.61-1.06, p=0.118)	-
>10h		93 (15.3)	57 (14.4)	0.82 (0.55-1.20, p=0.313	-
Cigarettes fumées par jour, *n (%)*	8				
Aucune		414 (68.5)	271 (68.1)	1	1
1 à 5		64 (10.6)	50 (12.6)	1.19 (0.80-1.78, p=0.387)	-
>5		126 (20.9)	77 (19.3)	0.93 (0.67-1.29, p=0.676	-
Nombre de SOA au cours des 12 derniers mois, *Moy (SD)*		6 (3.9)	5.4 (4.8)	0.97 (0.93-1.00, p=0.034)	-
Au moins 1 SOGH/SOTGH au cours des 12 derniers mois, *n (%)*	186				
Non		430 (89.2)	281 (82.2)	1	1
Oui		52 (10.8)	61 (17.8)	1.80 (1.21-2.68, p=0.004)	1.66 (1.08-2.56, p=0.020)
Au moins 1 SOCR au cours des 12 derniers mois, *n (%)*	188				
Non		354 (74.4)	255 (73.7)	-	-
Oui		122 (25.6)	91 (26.3)	1.04 (0.75-1.42, p=0.829)	-

Légende: Moy : Moyenne, SD : Ecart-type, OR : Odds Ratio, Ora : OR ajusté, IC95% : Intervalle de confiance à 95%.

Tableau 3 : Association entre nombre de sauts et rachialgie depuis l'engagement en TAP.

	Rachialgie depuis que parachutisme		Analyse univariée ajustée sur l'âge
	Non	Oui	OR (IC 95%, p-value)
Nombre de SOA, *Moy (SD)*	43.3 (47.1)	61.5 (50.7)	1.004 (1.00-1.00, p=0.015)
Nombre de SOGH/SOTGH, *Moy (SD)*	27 (190.9)	55.7 (194.6)	1.00 (1.00-1.00, p= 0.269)
Nombre de SOCR, *Moy (SD)*	43.8 (173.5)	105.1 (366.9)	1.00 (1.00-1.00, p=0.173)

l'épisode durait plus de 3 mois pour 31,25% d'entre eux, ce qui est comparable aux chiffres retrouvés dans une population de la Brigade des Sapeurs-Pompiers de Paris[6].

Ces chiffres mettent en valeur l'impact que peuvent avoir des rachialgies sur la capacité opérationnelle des parachutistes.

Cet impact professionnel et opérationnel est associé à une limitation ressentie sur les activités qu'elles soient de la vie quotidienne, sportive ou professionnelle. Cette limitation ressentie au travail et dans la vie quotidienne, tout comme l'intensité de la douleur, bien que subjectives, étaient plus importantes que dans l'étude sur les lombalgies chez les pompiers de Marseille.

Facteurs associés aux rachialgies

Dans de nombreuses études[28], l'âge était retrouvé comme un facteur de risque indépendant. Nous avons

Figure 3 : Gêne, douleur et limitation de la rachialgie.

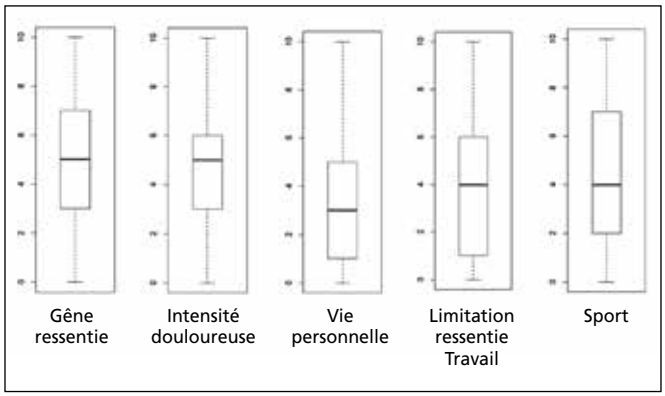


Figure 4 : Facteurs déclenchants identifiés par le parachutiste.

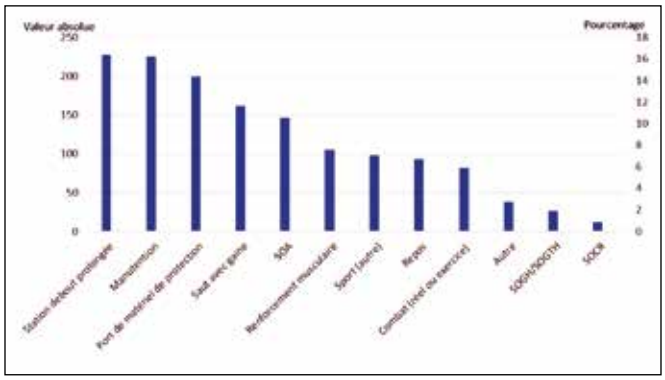


Image 4 : SOGH / SOTGH. © ETAP

Image 5 : Contraintes exercées sur le rachis, à gauche lors du choc à l'ouverture, à droite à l'atterrissage selon Teyssandier[15].

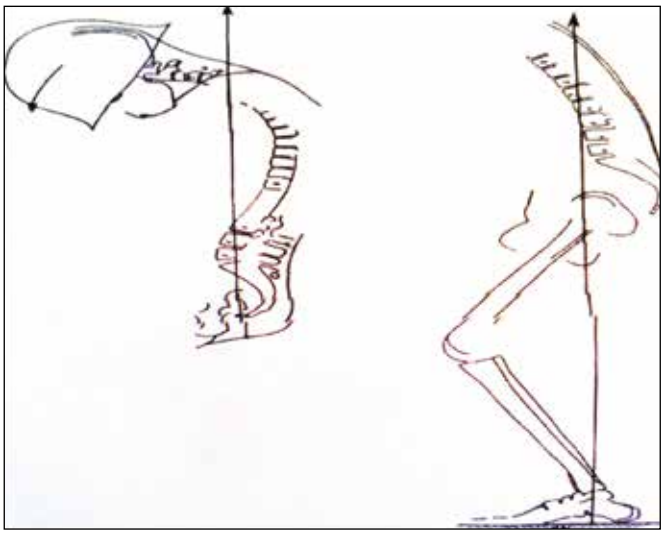
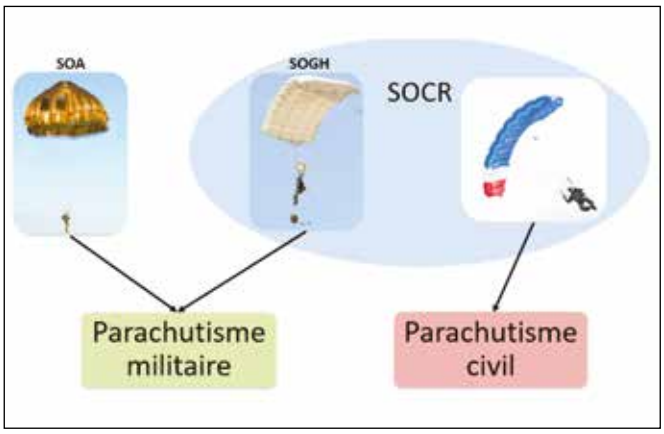


Image 6 : Classement des différents types de saut en parachute.



choisi d'ajuster notre analyse multivariée sur ce facteur, qui pouvait être considéré comme un facteur de confusion dans notre étude.

La manutention durant plus d'un quart du temps de travail était significativement associée aux rachialgies dans notre étude, tout comme dans plusieurs autres études militaires[12, 29]. Le port répété de charges lourdes et un temps de récupération insuffisant sont des causes bien connues de contraintes importantes sur le rachis[30].

Dans son activité de parachutisme, en SOA comme en SOGH/SOTGH, le soldat y est particulièrement exposé notamment du fait de la manutention du matériel conditionné dans des gaines, lesquelles représentent un poids important (30 à 130kg) avec une ergonomie peu adaptée. Ces gaines sont d'abord transportées au sol sans dispositif de portage dédié, puis équipées à l'avant du corps (Image 7) suivis de temps d'attente debout souvent importants hors puis dans l'avion. Une fois au sol, le soldat doit récupérer sa gaine et la transporter jusqu'à un point de rassemblement dans un délai contraint.

De façon surprenante, l'exposition aux vibrations supérieure à un quart du temps de travail apparaissait protectrice vis-à-vis des rachialgies, contrairement aux conclusions de certaines études[31, 32]. Cela pourrait s'expliquer par une surestimation de cette exposition du fait de la

Image 7 : Parachutiste équipé d'un parachute à ouverture automatique et de sa gaine.

formulation de la question. En effet, nous évoquions celle-ci en lien avec les vecteurs de transports, donc de manière passive et autorisant les adaptations de postures, plutôt que sur un poste de travail contraint dans sa position (exemple : pilote d'hélicoptère). Par ailleurs, nous pouvons également évoquer un possible effet bénéfique des vibrations corps entier (whole body vibrations), parfois utilisés en tant que traitement des lombalgies. Ce type de traitement, délivré par une machine à des fréquences spécifiques, permettrait un travail musculaire et proprioceptif de la sangle lombo-abdominale, avec un effet antalgique. Sa légitimité scientifique reste cependant à prouver et il fera prochainement l'objet d'une méta-analyse[33].

Une bonne satisfaction professionnelle semblait également protectrice dans notre étude. Plusieurs études étrangères avaient déjà montré l'importance de ces facteurs psychologiques dans la chronicisation des rachialgies dans les armées[34, 35, 13].

Le fait d'être marié ou pacsé était significatif, ce qui avait déjà été décrit dans la littérature[18, 36]. Cela peut être expliqué par une certaine pression économique et/ou psychologique, ainsi que des responsabilités familiales laissant moins de temps aux préoccupations individuelles.

La taille et l'IMC élevés n'apparaissaient pas comme associés aux rachialgies, contrairement à de nombreuses études civiles et militaires[28, 37, 36]. La limitation du poids à 90 kg et de l'IMC à 27 kg/m² dans les normes d'aptitudes médicales[24], entraîne une moindre variabilité du poids dans notre population, et est susceptible d'expliquer ces résultats. Ces données seraient donc en faveur d'une bonne efficacité des normes d'aptitudes au parachutisme dans la prévention primaire des rachialgies.

Enfin, le saut en parachute, qu'il soit en SOA ou SOGH/SOTGH était également associé aux rachialgies dans notre étude.

L'étude de la relation entre nombre de SOA sur les 12 derniers mois et rachialgie sur la même période ne s'est pas révélée contributive. En effet la variabilité interindividuelle du nombre de SOA sur les 12 derniers mois est faible (Médiane 6, IQ 3,3-8). La recherche de relation entre nombre total de SOA et rachialgie retrouve pour chaque SOA une augmentation de 0,4% du risque de présenter un jour une rachialgie mettant en évidence un effet cumulatif malgré l'ajustement sur l'âge.

Une étude Suédoise[38] portant sur le parachutisme sportif avait déjà décrit le nombre de sauts sur 12 mois comme un facteur de risque de rachialgies. Nous n'avons pas retrouvé cette association dans notre étude, probablement du fait d'un manque de puissance.

En revanche, le nombre de SOGH/SOTGH sur 12 mois était significatif. Ce type de sauts est réalisé par des groupes spécialisés souvent de manière plus intensive (campagne de sauts), expliquant une plus grande variabilité inter-individuelle (IQ 1-36). Une des contraintes majeures de ce type de saut est la décélération brutale lors de l'ouverture du parachute. Elle est à l'origine d'un étirement du rachis cervical, d'autant plus que la charge emportée est plus importante qu'en SOA[38, 17].

D'autres études seraient nécessaires pour définir si ces associations statistiques se révèlent être d'authentiques facteurs de risque, afin d'envisager une prévention spécifique et améliorer l'ergonomie des équipements.

Dans la littérature militaire, des études épidémiologiques des blessures en parachutisme décrivaient le rachis comme une localisation fréquente de blessures[39, 27]. Il s'agit cependant, à notre connaissance, de la première étude retrouvant une association entre le parachutisme militaire et les rachialgies.

Points forts

Notre étude comportait plusieurs points forts : elle était multicentrique, anonyme, et avec une analyse multivariée ajustée sur l'âge. Notre échantillon représentait près de 10% de la population totale de parachutistes militaires[22].

Biais et limites

L'étude présentait différents biais et limites. Un biais de prévarication, puisque pour le parachutiste français, être déclaré inapte TAP définitif peut provoquer la perte de l'ISA 1 ou un changement d'emploi voire une mutation (hors TAP). Afin d'en limiter l'influence le parachutiste devait remplir le questionnaire anonymement et le déposer dans une urne avant sa consultation d'aptitude.

Ensuite, un biais de participation a été identifié. Soit parce que le questionnaire n'a pas suscité l'intérêt du militaire, ou encore parce que le délai d'attente avant sa consultation ne lui a pas laissé le temps de le compléter.

Enfin le caractère rétrospectif de l'étude nous expose à un biais de mémoire.

CONCLUSION

Notre étude a retrouvé des prévalences de rachialgies instantanées (15,8%) et annuelles (39,8%) relativement faibles par rapport aux autres études de prévalence que ce soit dans des populations civiles ou militaires. Cette différence pourrait s'expliquer par le caractère jeune, motivé et particulièrement entraîné des parachutistes, tout comme par leur sélection à partir de normes d'aptitude physiques et médicales exigeantes.

Des associations statistiquement significatives ont été trouvées entre l'existence de rachialgies et la pratique du parachutisme, qu'elle soit en ouverture automatique ou commandée retardée, mais aussi avec le statut marital, l'âge, la manutention et la satisfaction professionnelle. Une étude complémentaire pour déterminer s'il s'agit de facteur de risque est à envisager.

Le retentissement de ces rachialgies était non négligeable, avec des arrêts de travail et des inaptitudes prolongés. Outre le coût d'un tel absentéisme, cela pourrait être à l'origine d'une atteinte de la capacité opérationnelle des unités concernées.

Malgré des prévalences relativement faibles, le retentissement en termes de durée d'indisponibilité pourrait justifier la réalisation d'étude dédiée à l'identification des facteurs de risques de rachialgies chez les parachutistes militaires français en vue de proposer des actions de prévention adaptées.

RÉSUMÉ

Introduction : Les rachialgies sont un des objectifs prioritaires en santé publique militaire. Ces pathologies ont en effet un retentissement socio-économique et opérationnel conséquent. Le rachis est notamment l'une des principales localisations de blessure chez le parachutiste. Cette population est particulièrement exposée du fait des contraintes communes et habituelles des militaires et de celles occasionnées par le parachutisme.

L'objectif principal était de déterminer la prévalence des rachialgies au sein d'une population de parachutistes militaires français. Les objectifs secondaires visaient à en évaluer le retentissement, ainsi qu'à rechercher des facteurs associés.

Matériel et méthode : Les données de notre étude descriptive multicentrique, étaient collectées via un questionnaire papier anonyme rempli par les parachutistes en salle d'attente avant leur visite médicale périodique annuelle. Elle s'est déroulée dans les 14 antennes médicales soutenant une unité de troupes aéroportées (TAP) durant quatre mois, du 1er septembre 2018 au 31 décembre 2018. Elle a fait l'objet d'une approbation du comité de protection des personnes sous le numéro 18.074.

Résultats : La prévalence instantanée lors de notre étude était de 15,8%, de 39,8% sur les 12 derniers mois et de 52,8% sur la carrière entière dans les troupes aéroportées. Des associations statistiques avec les rachialgies ont été retrouvées tels que le nombre de sauts en parachute (en ouverture automatique comme retardé), l'âge, le statut marital, la manutention, et l'insatisfaction professionnelle. Concernant le retentissement, l'échelle numérique de la douleur moyenne était de 4,7 la durée moyenne d'arrêt de travail de 29,2 jours et la durée médiane d'inaptitude TAP de 3 mois.

Conclusion : Notre étude met en évidence de faibles prévalences de rachialgies chez les parachutistes en comparaison avec les données existantes. Néanmoins le retentissement de cette pathologie pouvait être important avec une durée moyenne d'arrêt de travail de près d'un mois et médiane d'inaptitude TAP de 3 mois.

Des associations statistiques ont été retrouvées qui mériteraient d'être évalués dans une étude dédiée afin d'identifier de potentiels facteurs de risques qui seraient accessibles à une prévention ciblée.

Liste des abréviations

TAP : Troupes aéroportées.
SOA : Saut à ouverture automatique.
SOGH : Saut opérationnel à grande hauteur.
SOTGH : Saut opérationnel à très grande hauteur.
SOCR : Saut à ouverture commandée retardée.
IMC : Indice de masse corporelle.
SD : Ecart-type.
MV : Médiane.
IQ : Espace interquartile.
IC : Intervalle de confiance.
OR : Odds ratio.
ORa : Odds ratio ajusté.
AT : Arrêt de travail.

BIBLIOGRAPHIE

1. HOY D, MARCH L, BROOKS P, *et al.* The global burden of low back pain: estimates from the Global Burden of Disease 2010 study. *Ann Rheum Dis.* 2014;73(6):968-974.

2. FASSIER J-B. Prévalence, coûts et enjeux sociétaux de la lombalgie. *Rev Rhum.* 2011;78:S38-S41.

3. GOLDBERG, MARCEL. Cohorte GAZEL, 20 000 Volontaires d'EDF-GDF Pour La Recherche Médicale: Bilan 1989-1993. Editions INSERM; 1994.

4. GOURMELEN J, CHASTANG J-F, OZGULER A, LANOË J-L, RAVAUD J-F, LECLERC A. Fréquence des lombalgies dans la population française de 30 à 64 ans. Résultats issus de deux enquêtes nationales. *Ann Réadapt Médecine Phys.* 2007;50(8):633-639.

5. GISLOT C. Évaluation des connaissances sur les moyens de prévention de la lombalgie aigue et chronique chez le

marin pompier de Marseille. Thèse de Médecine, Université Aix-Marseille. 2014.

6. SOTCKLI J. Lombalgies en milieu militaire et sportif: prévalence, retentissement fonctionnel et psychologique. Thèse de Médecine, Université Paris Descartes. 2006.

7. DEHEZ E. Rachialgies chez le personnel navigant sur hélicoptère : enquête multicentrique par questionnaire anonyme portant sur 321 navigants sur hélicoptère français Thèse de Médecine, Université de Bordeaux Victor Segalen. 2014.

8. TOUZE J-E, PAROLA P, COLLE B, *et al.* Besoins de prévention des militaires d'active. Conférence de concensus. *Médecine Armées.* 2010;38(3):195-204.

9. COHEN SP, GRIFFITH S, LARKIN TM, VILLENA F, LARKIN R. Presentation, Diagnoses, Mechanisms of Injury, and Treatment of Soldiers Injured in Operation Iraqi Freedom: An Epidemiological Study Conducted at Two Military Pain Management Centers. *Anesth Analg*. 2005;101(4):1098-1103.

10. BOUVET R, KERDILES N, MAITROT R, TOVAGLIARO F, LACOMBE J, BAHUAUD J. Analyse des mécanismes étiopathogéniques et prévention des lésions rachidiennes survenues lors de la pratique du parachutisme militaire. A propos d'une série de 39 patients opérés. *Rachis.* 1998;10(1):3-10.

11. BRICKNELL MC, CRAIG SC. Military parachuting injuries: a literature review. *Occup Med Oxf Engl.* 1999;49(1):17-26.

12. KNAPIK J , REYNOLDS K , HARMAN E. Soldier load carriage: historical, physiological, biomechanical, and medical aspects. *Mil Med* 2004 ; 169 (1): 45.

13. COHEN SP, GALLAGHER RM, DAVIS SA, GRIFFITH SR, CARRAGEE EJ. Spine-area pain in military personnel: a review of epidemiology, etiology, diagnosis, and treatment. *Spine J.* 2012;12(9):833-842.

14. Ministère de la Défense. Notice de fonctionnement Parachute dorsal d'arme de l'Ensemble de Parachutage du Combattant TAP EPC-PP. 2012.

15. TEYSSANDIER MJ. Traumatologie et parachutisme conventionnel : à propos de 2 546 319 sauts. *Médecine Sport* 1998 7252-6.

16. Ministère de la Défense. Notice de fonctionnement Parachute dorsal d'arme à ouverture commandée ARZ G9 Versions Armée de terre, Armée de l'air et Marine. 2016.

17. GLADH K, LO MARTIRE R, ÄNG BO, LINDHOLM P, NILSSON J, WESTMAN A. Decelerations of Parachute Opening Shock in Skydivers. *Aerosp Med Hum Perform.* 2017;88(2):121-127.

18. KNAPIK JJ, STEELMAN R, GRIER T, *et al.* Military parachuting injuries, associated events, and injury risk factors. *Aviat Space Environ Med.* 2011;82(8):797-804.

19. MAYET, A, BAY C, SALIVAS A, *et al.* Accidents de parachutisme dans les unités aéroportées de la région terre sud-ouest 2004-2005. *Médecine Armées.* 2009;37(1):3-9.

20. MacGREGOR AJ, DOUGHERTY AL, MAYO JA, RAUH MJ, GALARNEAU MR. Occupational correlates of low back pain among U.S. Marines following combat deployment. *Mil Med.* 2012;177(7):845-849.

21. BAR-DAYAN Y, WEISBORT M, BAR-DAYAN Y, *et al.* Degenerative disease in lumbar spine of military parachuting instructors. *J R Army Med Corps.* 2003;149(4):260-264.

22. https://www.defense.gouv.fr/terre/l-armee-de-terre/le-niveau-divisionnaire/3e-division/11e-brigade-parachutiste/11e-brigade-parachutiste.

23. SHAH R, BOOTH C. Prevalence and Impact of Back Pain in a Deployed Military Population in Iraq. *Spine J.* 2013;13(9):S127-S128.

24. Ministère de la défense, Direction Centrale du Service de Santé des Armées : sous-direction, action scientifique et technique; bureau aptitude médicale et expertise. Instruction ministérielle n°700 relative à l'aptitude médicale à la pratique du parachutisme militaire. October 2015.

25. COURATTE Y, HAUS-CHEYMOL R, LEBLEU C,, BROCQ FX *et al.* Caractéristique des arrêts de travail dans un régiment de l'Armée de Terre. *Médecine Armées.* 2007;35(5):411-415.

26. DEFAYSSE N. Incidences et types de blessures liées à la mise en oeuvre de l'ensemble de parachutage du combattant à l'école des troupes aéroportées. Thèse de Médecine, Université Aix-Marseille. 2017.

27. M'DJAHIDI Y, AIGLE L, MORAND G, BARD A, CASSOU L, RABATEL E. Soins de premier recours non programmés en cabinet de médecine des forces dans les suites de sauts à ouverture automatique en parachutisme militaire. Étude descriptive des motifs de consultation sur une période de deux ans. *Médecine Armées.* 2019;47(2).

28. TAYLOR JB, GOODE AP, GEORGE SZ, COOK CE. Incidence and risk factors for first-time incident low back pain: a systematic review and meta-analysis. *Spine J.* 2014;14(10):2299-2319.

29. ROY TC, LOPEZ HP. A comparison of deployed occupational tasks performed by different types of military battalions and resulting low back pain. *Mil Med.* 2013;178(8):e937-943.

30. ROY TC, LOPEZ HP, PIVA SR. Loads worn by soldiers predict episodes of low back pain during deployment to Afghanistan. *Spine J.* 2013;38(15):1310-1317.

31. BURSTRÖM L, NILSSON T, WAHLSTRÖM J. Whole-body vibration and the risk of low back pain and sciatica: a systematic review and meta-analysis. *Int Arch Occup Environ Health*. 2015;88(4):403-418.

32. GAYDOS SJ. Low back pain: considerations for rotary-wing aircrew. *Aviat Space Environ Med.* 2012;83(9):879-889.

33. ZHENG Y-L, ZHANG Z-J, PENG M-S, HU H-Y, ZHANG J, WANG X-Q. Whole-body vibration exercise for low back pain: A meta-analysis protocol of randomized controlled trial. *Medicine* (Baltimore). 2018;97(38):125-134.

34. NISSEN LR, MAROTT JL, GYNTELBERG F, GULDAGER B. Deployment-related risk factors of low back pain: a study among danish soldiers deployed to Iraq. *Mil Med.* 2014;179(4):451-458.

35. BARRETT DH, DOEBBELING CC, SCHWARTZ DA, *et al.* Posttraumatic stress disorder and self-reported physical

health status among U.S. Military personnel serving during the Gulf War period: a population-based study. *Psychosomatics.* 2002;43(3):195-205.

36. GUBATA ME, PICCIRILLO AL, PACKNETT ER, NIEBUHR DW, BOIVIN MR, COWAN DN. Risk factors for back-related disability in the US Army and Marine Corps. *Spine J.* 2014;39(9):745-753.

37. MONNIER A, DJUPSJÖBACKA M, LARSSON H, NORMAN K, ÄNG BO. Risk factors for back pain in marines; a prospective cohort study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2016;17:319.

38. NILSSON J, FRIDÉN C, BURÉN V, WESTMAN A, LINDHOLM P, ANG BO. Musculoskeletal pain and related risks in skydivers: a population-based survey. *Aviat Space Environ Med.* 2013;84(10):1034-1040.

39. KNAPIK J, STEELMAN R. Risk Factors for Injuries During Military Static-Line Airborne Operations: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Athl Train.* 2016;51(11):962-980.

40. HENROTIN Y, ROZENBERG S, BALAGUÉ F, *et al.* Recommandations européenes (COST B 13) en matiè de prévention et de prise en charge de la lombalgie non spécifique. October 2007.

41. LINTON SJ. A review of psychological risk factors in back and neck pain. *Spine.* 2000;25(9):1148-1156.

42. CHILDS JD, WU SS, TEYHEN DS, ROBINSON ME, GEORGE SZ. Prevention of low back pain in the military cluster randomized trial: effects of brief psychosocial education on total and low back pain-related health care costs. *Spine J Off J North Am Spine Soc.* 2014;14(4):571-583.

43. COUDEYRE E, GIVRON P, GREMEAUX V, *et al.* French translation and cultural adaptation of the "Back Book." *Ann Readapt Med Phys.* 2003;46(8):553-557.

44. ALOIRD D. La prevention des troubles musculo-squelettiques et des rachialgies par un entrainement physique adaptée: enquête comparative auprès d'une population de militaire. Thèse de Médecine, Université de Bordeaux Victor Segalen. 2014.

45. DEPONT F, HUNSCHE E, ABOUELFATH A, *et al.* Medical and non-medical direct costs of chronic low back pain in patients consulting primary care physicians in France. *Fundam Clin Pharmacol.* 2010;24(1):101-108.

46. TEYHEN DS, GOFFAR SL, SHAFFER SW, KIESEL K, BUTLER RJ, TEDALDI AM, *et al.* Incidence of Musculoskeletal Injury in US Army Unit Types: A Prospective Cohort Study. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2018 10;48(10):749-57.

47. KNOX J, ORCHOWSKI J, SCHER DL, OWENS BD, BURKS R, BELMONT PJ. The incidence of low back pain in active duty United States military service members. *Spine* (Phila Pa 1976). 2011 Aug 15;36(18):1492-500.

BAG DIAGNOSTICS

Digital workshops in October!*

No compromises in diagnostics – choose the efficient way of real-time PCR typing

SARS-CoV-2 precise and rapid real-time PCR testing - ViroQ® kits

Molecular genetic blood group typing of all relevant blood group systems in one run - ERY Q® kits

HLA typing of 11 loci relevant for transplantation in one 96 well PCR plate - HISTO TYPE Rainbow

*Register now: www.bag-diagnostics.com/en/workshop.html

www.bag-diagnostics.com **contact@bag-diagnostics.com**

Refractive Surgery and Military Parachuting Ability Among the French Armed Forces.*

By M. DELBARRE[1,2], S. CHARPENTIER[1,3] and F. FROUSSART-MAILLE[1,2,4]. France

Maxime DELBARRE

In 2005, he joined the Ecole du Service de Santé des Armées in Lyon. Chief Physician DELBARRE has been deputy chief of ophthalmology and refractive surgery since 2014. He has been a certified practitioner of ophthalmology since 2015.

Faculty laureate, he is the author of a medical thesis on "*Functional follow-up in standard automated perimetry in ocular hypertonia. Retrospective study about 120 eyes over 9 years*".

MP DELBARRE has been graduated in defense aviation medicine (BMAD - Brevet de Médecine Aéronautique de Défense) since 2017. He is a teaching fellow for the Certificate of Medicine Applied to Parachuting and the "BMAD". Since 2016, he is the editorial secretary of the French Society of Ophthalmology.

RESUME

Chirurgie réfractive et aptitude au parachutisme dans les armées

La chirurgie réfractive regroupe un ensemble de techniques opératoires qui permettent de corriger une amétropie sphérique (myopie, hypermétropie), cylindrique (astigmatisme) ainsi que la presbytie. La chirurgie réfractive permet de s'affranchir des contraintes des lunettes ou des lentilles de contact qui peuvent gêner le parachutiste dans l'accomplissement de sa mission. Il faut différencier la chirurgie réfractive cornéenne qui est réalisée au laser (photokératectomie réfractive (PKR), kératomileusis in situ assisté par laser à excimères ou laser in situ keratomileusis en anglais (LASIK) et small incision lenticule extraction (SMILE)) de la chirurgie réfractive intraoculaire qui impose la mise en place d'un implant. Cette dernière est une cause d'inaptitude au parachutisme dans les armées. La chirurgie réfractive cornéenne au laser est une technique sûre si les indications opératoires sont respectées. Un avis spécialisé reste indispensable afin de s'assurer que la qualité du résultat anatomique et fonctionnel soit compatible avec les contraintes du milieu dans lequel évolue le militaire. Les effets secondaires ou complications d'une chirurgie réfractive peuvent pour certains militaires être une cause d'inaptitude à leur spécialité. La chirurgie réfractive est en constante évolution. Il est donc indispensable de se tenir informé des nouvelles procédures afin de pouvoir statuer sur l'aptitude d'un candidat opéré.

Keywords: Medical fitness, Ophthalmology, Parachuting, Refractive surgery.
Mots-clés : *Aptitude, Chirurgie réfractive, Ophtalmologie, Parachutisme.*

INTRODUCTION

Refractive eye surgery includes any eye surgery aimed at improving spherical refractive errors (myopia, hyperopia), cylindrical refractive errors (astigmatism) and presbyopia. It removes the problems with glasses (loss, breakage, eye damage from breaking glass, impact on the field of vision, inconvenience in physical activities), contact lenses (hygiene problems, corneal infections, loss, intolerance, incompatibility in some environments: wind, dust, low humidity, etc.) and contributes to improving the visual field and spatial perception.

The refractive treatment is intended to focus the image of an object on the retinal plane. The eye is composed of two dioptres, the first is the corneal dioptre (43 dioptres (D)) and the second is the lens dioptre (20D). Refractive surgery can include various methods of surgical remodelling of the cornea, lens implantation or lens replacement.

This surgery is mainly aimed at a young, healthy and potentially numerous population; myopia affects 10 to 15% of the French population[1], and 50,000 people in the armed forces. It is estimated that there are 200,000 refractive laser surgery procedures carried out every year in France. In the armed forces[2, 3] and particularly for paratroopers, refractive surgery makes it possible to overcome the restrictions of glasses or contact lenses that can hinder the soldier in carrying out their mission. It is not uncommon for the jumper to lose their glasses during a jump. 79% of parachutists have reported losing their glasses in freefall on at least one occasion[4]. The loss of glasses has a negative impact on mission success on the ground in 7.3% of jumps[4]. The absence of glasses also aids the wearing of protection systems and sighting devices.

Side effects or complications from refractive surgery may, for some military personnel operated on, be a cause of unfitness for their specialist field.

TYPES OF REFRACTIVE SURGERIES

There should be a distinction made between corneal refractive surgery that is predominantly carried out using a laser and intraocular refractive surgery that requires an intraocular lens.

1. Corneal Ablation Laser Refractive Surgeries

This represents the majority of the refractive surgeries at present.

Corneal ablation procedures make it possible for most ametropia to be corrected and are therefore aimed at the largest number of people. Myopia can be corrected up to -10D, hypermetropia up to + 6D and astigmatism up to 4D.

This means carrying out a photoablation of the corneal stroma (PRK, LASIK) or a small incision lenticule extraction (SMILE) and reshaping the curvature of the cornea[5-8]. The main complications common to these treatments are infection, inflammatory reactions (corneal haze, diffuse interstitial keratitis) or corneal ectasia. It is estimated that 1 to 2% of refractive surgeries have post-operative complications.

The side-effects of these treatments are most often temporary: dry eyes, excessive glare, night-time halos and a reduction in contrast perception.

1.1. PRK (Photorefractive Keratectomy)

- Surgical procedure

Access to the anterior corneal stroma is possible after mechanical de-epithelialization (fig. 1), generally assisted beforehand by applying alcohol. The photoablation of the corneal stroma is then carried out by Excimer laser (acronym for Excited Dimer); a pulsed laser emitting ultraviolet rays that vaporises the corneal tissue by rupture of the intermolecular links (fig. 2).

- Recovery time and side effects

In the first days of healing of the corneal epithelium, patients present varying degrees of eye pain and photophobia. In order to reduce eye pain, a soft hydrophilic contact lens is placed for the first three days (fig. 3). Visual acuity returns progressively over the course of several days. Resumption of activities is often possible 5 to 7 days after the operation. Visual acuity is generally stable a month after the operation, but this could be up to 3 or even 6 months in certain patients.

Figure 1: Mechanical corneal de-epithelialization.

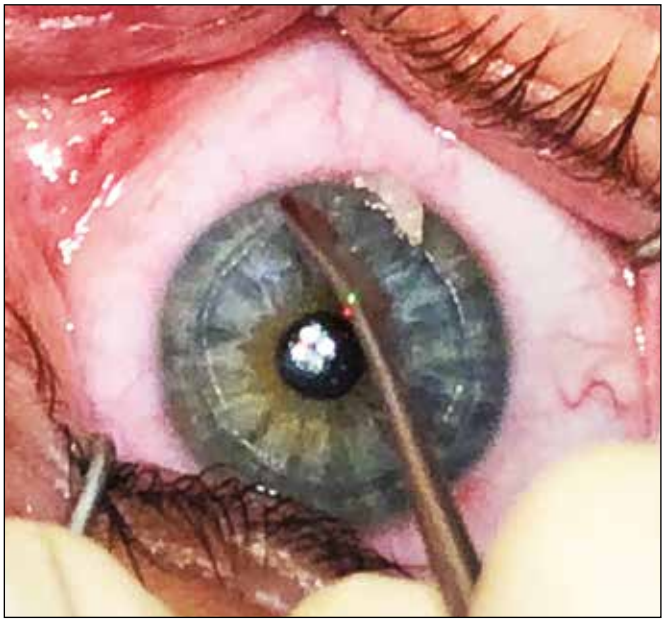


Figure 2: Laser treatment.

❶ Ophthalmology Dept.,
HIA Percy, Clamart, France.

❷ CPEMPN, Clamart, France.

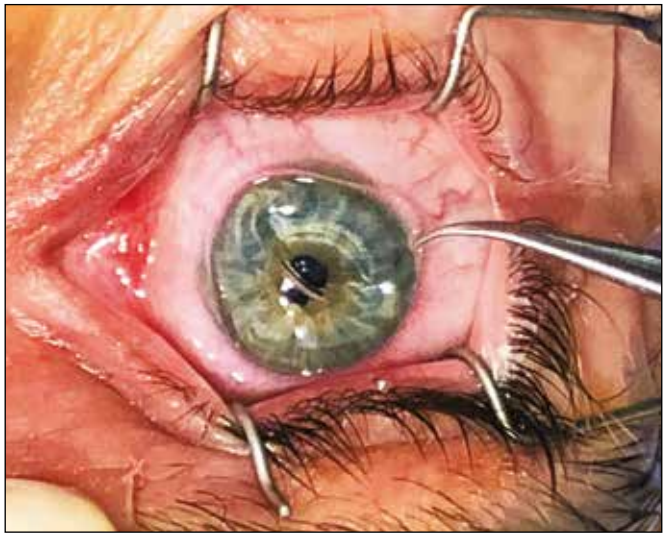
❸ Ophthalmology Dept.,
HIA Bégin, Saint-Mandé, France.

❹ Ecole du Val-de-Grâce, Paris, France.

Correspondence:
Chief Physician M. DELBARRE
Ophthalmology Dept.,
HIA Percy,
B.P. 406,
92141 Clamart Cedex, France
E-mail: maxime.delbarre@intradef.gouv.fr

* With courtesy of Editor of *Mécecine et Armées*.
Published in French in *Médecine et Armées* 2019, 47, 2, 123-132.

Figure 3: Placing of a soft lens.



• Complications

Complications are rare; some may result in a decrease in the best corrected visual acuity. The possible development of corneal opacity (haze) is one of the limits of PRK treatment (fig. 4).

1.2. LASIK (Laser Assisted In Situ Keratomileusis)

• Surgical procedure

The LASIK procedure involves two steps; the creation of the corneal flap, and the reshaping of the cornea with an excimer laser.

First, the surgeon creates a corneal flap, which is a thin slice of the cornea. It is cut and flipped open like the cover of a book. There are two methods of cutting the flap, using microkeratome, which involves a blade, or femtosecond lasers which are bladeless (fig. 5). Once the flap has been cut and opened (fig. 6.), an excimer laser is used to remove tissue to re-shape the cornea, correcting the patient's refractive error (fig. 7). After correcting the cornea, the flap is replaced (fig. 8).

• Recovery time and side effects

Immediately after the surgery, the patient may feel an eye irritation from scratching to burning, to a lesser extent than after a PRK. Functional recovery is quicker, with visual acuity often close to final visual acuity from the day after surgery.

Figure 4: Corneal haze.

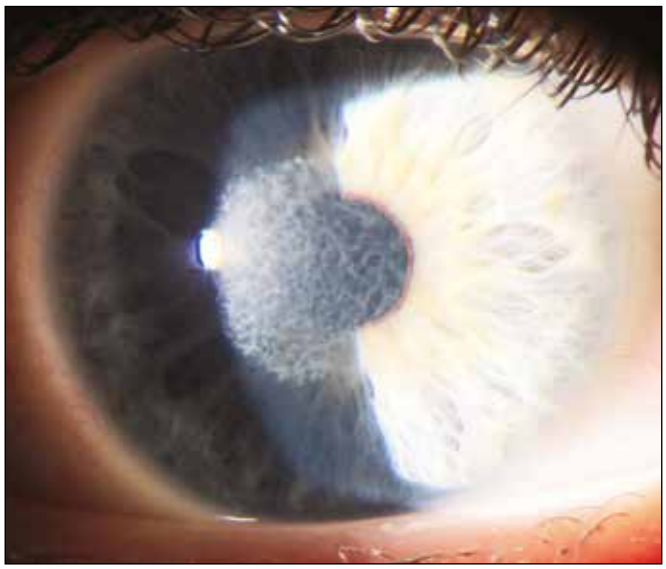


Figure 5: Cutting of the flap with the femtosecond laser.

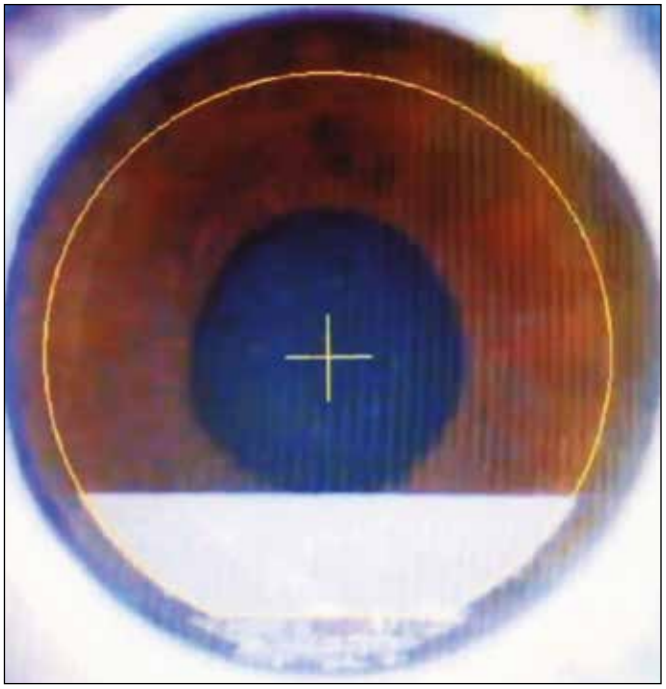


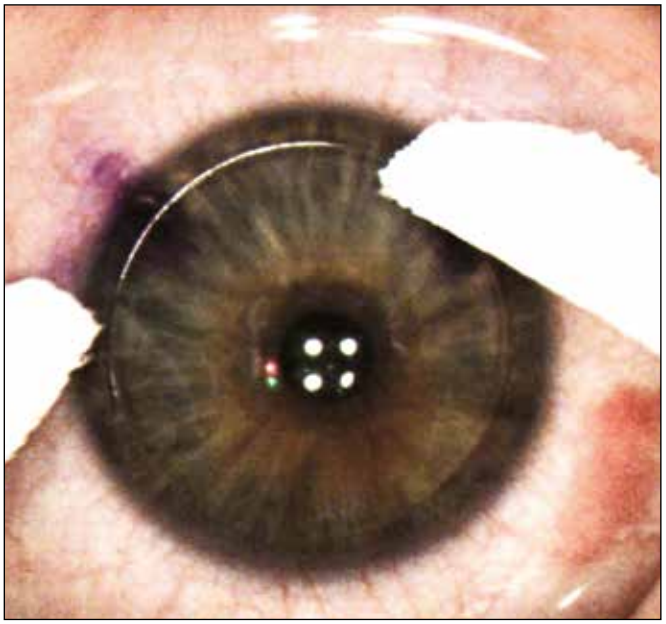
Figure 6: Lifting the corneal flap.

• Complications

Immediate complications are linked to interoperative manipulation or cutting of the flap, that may be free, decentered or incompletely cut. In the initial aftermath, the flap can present folds, which will require repositioning. There is possibility of inflammation of the space under the flap (diffuse lamellar keratitis), which requires a topical treatment by corticosteroids. Displacement of the flap is rare, but they can occur following eye trauma, sometimes years after surgery[9]. The movement of the flap encourages epithelial ingrowth. This complication is due to the passing of corneal epithelial cells under the corneal flap.

Figure 7: Laser treatment.

Figure 8: Repositioning the corneal flap.



Due to the risk of flap dislocation, the practice of sporting activities that risk direct trauma to the eyeball is not recommended. The most serious complication is the occurrence of a corneal ectasia, characterized by paraxial stromal thinning and steepening that can present itself in the years after the surgery. Ectasia causes irregular astigmatism and decreased vision. In order to reduce this risk, the pre-operation assessment looks at risk factors, particularly family history of keratoconus, irregular astigmatism or topographic irregularities.

1.3. SMILE (small incision lenticule extraction)

- The technique

SMILE is the most recent technique. This technique is only indicated for surgical corrections of myopia (up to -10.00D) and myopic astigmatism (up to -3.00 diopters)[10]. The treatment of the corneal stroma is carried out by the cutting of an intrastromal lenticule with the femtosecond laser (fig. 9). The thickness and shape of the lenticule is adapted to ametropy. The extraction of the lenticule is then carried out manually (fig. 10), after spatula-guided cleavage of the anterior and posterior surfaces, via a small incision.

- Recovery time and side effects

The functional recovery is less rapid than after a LASIK but faster than after a PRK. There is no flap, therefore no risk linked to its displacement. There would seem to be less post-operative eye dryness after a SMILE than after a LASIK, due to the sparing of corneal nerves[11].

- Complications

Immediate complications are linked to the cutting or manipulation of the lenticule. Cases of corneal ectasia after SMILE have also been published[12].

Figure 9: Cutting of the lenticule with the femtosecond laser.

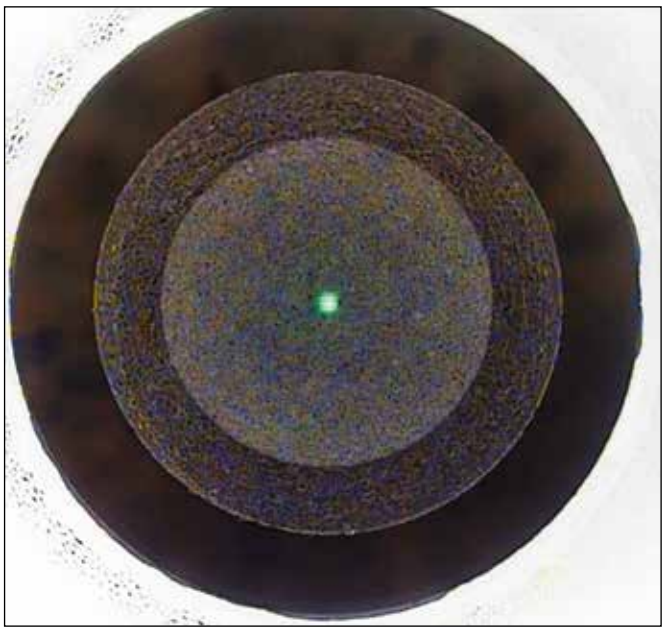
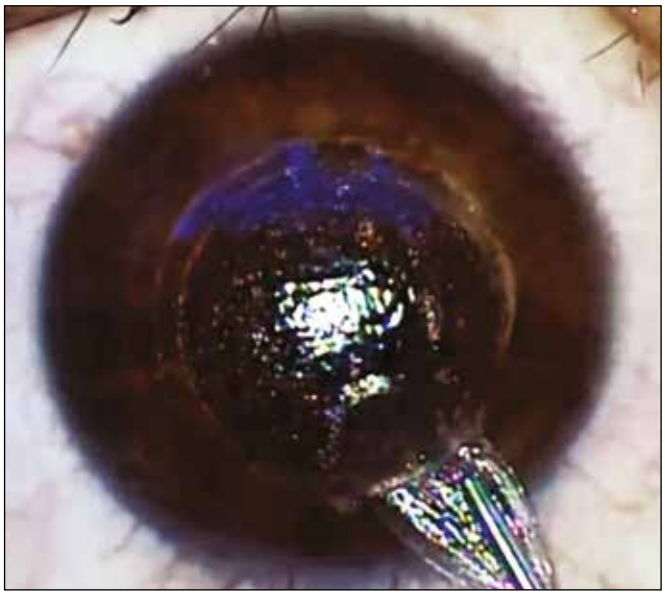


Figure 10: Extraction of the lenticule.



1.4. PresbyLASIK

• The technique

The PresbyLASIK is a technique derived from the LASIK method that is specifically for laser correction of presbyopia. The technique itself is the same as for LASIK. The difference comes from the profile of photoablation by the Excimer laser.

Nearly all existing treatment platforms offer a laser treatment solution for presbyopia. The goal is to create a multifocality on one or both eyes as well as a mini monovision by playing with the ocular dominance to increase depth of field and to encourage optical aberrations that facilitate near vision[13]. Monovision works by correcting one eye for emmetropia (distance) and the other eye for myopia (near vision).

• Recovery time and side effects

The definitive functional recovery is longer than after a LASIK not correcting presbyopia. Halos and loss of contrast perception are also more common. The monovision created by the surgery can degrade stereoscopic vision.

2. Intraocular refractive surgery

Intraocular refractive surgery makes it possible to correct spherical and cylindrical refractive errors by adding an intraocular lens. PRELEX (PREsbyopic Lens EXchange), also called lens replacement surgery or clear lens extraction, may be a better option than LASIK or PRK for people with presbyopia.

2.1. Presbyopic Lens Exchange

• The technique

Like cataract surgery, clear lens extraction uses the principle of phakoemulsification to remove the lens and to replace it with a posterior chamber intraocular lens[14]. This lens allows far sight, medium and near sight to be corrected. This surgical intervention may be offered to subjects over 55 years of age.

• Recovery time and side effects

Postoperative effects are similar to cataract surgery. Patients may feel eye irritation, without associated pain. Visual acuity is improved from the day after surgery up to a week after in general. Due to the multifocality of the intraocular implant, patients may have photophobia, halos or reduced contrast perception.

• Specific complications

Complications are rare and are common to all intraocular surgery, mainly: endophthalmitis, posterior capsular rupture, retinal detachment, macular oedema…

2.2. Phakic intraocular lens implantation

This surgery can be offered to patients who have a contra-indication to corneal refractive surgery by laser, linked to excessive ametropia or a cornea that is too thin or at risk of ectasia.

In comparison with corneal surgery, high-order optical aberrations are minimised, and the refractive results are often very satisfactory with good predictability[15].

• The technique

Contrary to the previous technique, the patient's lens is conserved. The lens, according to its design, is placed behind the iris (pre-crystalline phakic implant) or is attached to its anterior side (iris fixated). This surgery is reversible, as the lens can be removed.

• Recovery time and side effects

Patients may feel eye irritation after surgery. Functional improvement is noticeable on the day of surgery and often at its best in the first week. This intervention requires annual monitoring of the density of endothelial corneal cells and the transparency of the crystalline lens that may in some cases become hazy or a cataract.

• Specific complications

Complications are rare, common to all intraocular surgery and primarily: endophthalmitis, retinal detachment and anterior chamber inflammation. Specific complications of this surgery are infrequent but can be short and long term: elevated intraocular pressures from pupillary block, endothelial cell damage that can lead to corneal decompensation, corectopia or cataract.

MILITARY PARACHUTING QUALIFICATION STANDARDS IN THE FRENCH ARMED FORCES AFTER REFRACTIVE SURGERY

Assignment of the medical fitness after such a surgery depends on:

- the degree of initial ametropia that should not be over eight dioptres;
- the axial length of the eyeball that cannot be over 26mm;
- the type of surgery carried out;
- the delay since the operation;
- the anatomical and functional results and the position of the interested party in terms of the institution.

PRK, LASIK and ablation of a corneal stroma lenticule are tolerated. Any other corneal or intraocular refractive surgery will trigger unfitness to serve.

1. Initial medical fitness for static line parachute jumps

In the initial examination:

- visual acuity, without correction, should be equal or over 3/10 for each eye or 4/10 and 2/10 or 5/10 and 1/10;
- visual acuity, with correction, must be equal or over 8/10 for each eye or 7/10 and 9/10 or 10/10 and 6/10;
- the degree of ametropia must not be over -3 or +3 dioptres;
- errors reading the Ishihara pseudoisochromatic plates are tolerated without outright confusion between green and red lights;
- the horizontal binocular visual field, made by confrontation using a finger, should not be less than 140° and/or the vertical visual field less than 60°;
- depth-perception (TNO test) must be satisfactory.

Who innovates to improve medical readiness and patient safety?

We do.

Military centers around the world turn to CAE Healthcare's world-class simulators, curriculum, center management solutions and realistic aeromedical evacuation training environments to help improve readiness and save lives. CAE Healthcare delivers innovative solutions, including the VimedixAR ultrasound simulator with Microsoft HoloLens, the Anesthesia SimSTAT simulation-based gaming environment and the CAE Juno clinical skills manikin.

With an emphasis on innovation, training expertise and exceptional customer support, CAE Healthcare delivers turnkey solutions to prepare aeromedical crews and interprofessional clinical teams from point-of-injury through patient care.

caehealthcare.com @caehealthcare CAE Healthcare jamie.stuart@caehealthcare.com

Your worldwide training partner of choice

CAE

Concerning refractive surgery, all surgery from less than six months before or any surgery done before the age of 20 and up to 21, is a cause of unfitness.

In initial medical examinations carried out in the context of a recruitment in the armed forces such as in examinations in the course of a career, a specialised opinion is systematically looked for.

2. Initial medical fitness for delayed opening parachute jump

The applicant must meet the conditions for initial medical fitness for static line jumps and night vision must be normal.

3. Initial medical fitness for operational jumps at high and very high altitudes and for tandem pilot

Visual acuity should be equal at least 16/20 without correction for both eyes (either 8/10 and 8/10 or 9/10 and 7/10 or 10/10 and 6/10). The visual field should not show anomalies.

The applicant must also meet initial medical fitness conditions for static line jumps and night vision must be normal.

4. Medical fitness for experimental parachutist

For this specialist field, any refractive surgery carried out before admission to this specialist field remains a major cause of unfitness today. An exemption from medical standards can possibly be given by the ophthalmologist expert in aeronautics at the time of recruitment, or an exemption can be given by the Medical Aeronautics Commission for Defence (CMAD).

5. Military sport parachuting

Fitness must be given by a doctor of the local army medical center, holder of the aeronautical medical certificate or a certificate of medicine applied to parachuting. The medical standards in force by the French Federation of Parachuting (FFP) must be respected. The FFP standards are imprecise as the text stipulates that "refractive surgery is to be evaluated". Corneal refractive surgeries are not a contra-indication for sport parachuting as long as the applicant does not have a degenerative lesion to the retinal periphery that is at risk of retinal detachment.

IN PRACTICE

The absence of glasses or contact lenses brings a real operational benefit to jumpers. There is no longer a risk of losing the correction during a jump, the wearing of protection or sighting systems is no longer hampered by the frame of the glasses. Modern corneal refractive surgery techniques (PRK, LASIK and SMILE) are not a contra-indication to the practice of parachuting, even at very high altitudes in French armed forces. Most subjects operated on with refractive surgery are able to parachute if the operational instructions are respected. It should however be kept in mind that the lesions to the retinal periphery that are often found in subjects with myopia can be a cause of unfitness due to the major risk of retinal detachment.

The ophthalmological assessment in an examination for fitness after refractive surgery systematically includes a corneal topography, but other examinations may be carried out (glare test, contrast sensitivity, aberrometry, etc.) to evaluate the functional results. The constraints of the environment, particularly at very high altitudes (low hygrometry and relative wind), may however accentuate the side-effects linked to surgery, particularly ocular dryness.

In case of a myopic subject allowed to parachute before refractive surgery, the return to jumps may be envisaged 1 month after the operation if the anatomical and functional result is considered satisfactory by a specialist.

Phakic lens fitted in subjects with high ametropia that is well over the standards are a cause of unfitness for military paratrooper. The multifocality (multifocal lens, Extended Depth of Focus lens or presby-LASIK) is a cause of unfitness for parachuting due to major halos and poor quality of vision. The correction of presbyopia using monovision (non dominant eye remains myopic) is also a cause of unfitness due to the loss of depth-perception.

CONCLUSION

Laser corneal refractive surgery is a safe technique if surgical indications are respected. A specialist's medical advice is essential to ensure the quality of the anatomical and functional results after surgery and their compatibility with the constraints of military environments. Refractive surgery is constantly evolving, so it is essential to keep informed of new surgical procedures when deciding on the fitness to serve.

ABSTRACT

Refractive eye surgery includes any eye surgery aimed at improving the refractive state of the eye and decreasing or eliminating the dependency on glasses or contact lenses that can affect military operations. Laser corneal refractive surgery techniques include photorefractive keratectomy (PRK), laser assisted in situ keratomileusis (LASIK) and small incision lenticule extraction (SMILE). Intraocular refractive surgery involves implanting a lens inside the eye, which is a state incompatible with military parachuting. Laser corneal refractive surgery is a safe technique if surgical indications are respected. A specialist's medical advice is essential to ensure the quality of the anatomical and functional results after surgery and their compatibility with the constraints of military environments. Side effects or complications of refractive surgery may, for some military personnel, be a cause of incapacity for their specialty. Refractive surgery is

constantly evolving, so it is essential to keep informed of new surgical procedures so that one can decide on the ability to serve.

The authors declare that there was no conflict of interests in the data presented in this article.

REFERENCES

1. PÉCHEREAU A. Epidemiology of myopia, astigmatism, anisometropia. *Bull Soc Ophtalmol* 1989; 89: 157-61.

2. SCHALLHORN SC, BLANTON CL, KAUPP SE, SUTPHIN J, GORDON M, GOFORTH H, *et al.* Preliminary results of photorefractive keratectomy in active-duty United States Navy personnel. *Ophthalmology* 1996; 103: 5-22.

3. HAMMOND MD, MADIGAN WP, BOWER KS. Refractive surgery in the United States Army, 2000-2003. *Ophthalmology* 2005; 112: 184-90.

4. GRUPPO L, MADER TH, WEDMORE I. Ocular problems in military free fall parachutists. *Mil Med* 2002; 167: 797-800.

5. ARON-ROSA D, CARRE F, CASSIANI P, DELACOUR M, GROSS M, LACOUR B, *et al.* Keratorefractive surgery with the excimer laser. *Am J Ophthalmol* 1985; 100: 741-2.

6. PALLIKARIS IG, PAPATZANAKI ME, STATHI EZ, FRENSCHOCK O, GEORGIADIS A. Laser in situ keratomileusis. *Lasers Surg Med* 1990; 10: 463-8.

7. PALLIKARIS IG, PAPATZANAKI ME, SIGANOS DS, TSILIMBARIS MK. A corneal flap technique for laser in situ keratomileusis. Human studies. *Arch Ophthalmol Chic Ill* 1991; 109: 1699-702.

8. BLUM M, SEKUNDO W. [Femtosecond lenticule extraction (FLEx)]. *Ophthalmol Z Dtsch Ophthalmol Ges* 2010; 107: 967-70.

9. HOLT DG, SIKDER S, MIFFLIN MD. Surgical management of traumatic LASIK flap dislocation with macrostriae and epithelial ingrowth 14 years postoperatively. *J Cataract Refract Surg* 2012; 38: 357-61

10. HAN T, XU Y, HAN X, ZENG L, SHANG J, CHEN X, *et al.* Three-year outcomes of small incision lenticule extraction (SMILE) and femtosecond laser-assisted laser in situ keratomileusis (FS-LASIK) for myopia and myopic astigmatism. *Br J Ophthalmol* 2018.

11. KOBASHI H, KAMIYA K, SHIMIZU K. Dry Eye After Small Incision Lenticule Extraction and Femtosecond Laser-Assisted LASIK: Meta- Analysis. *Cornea* 2017; 36: 85-91.

12. MATTILA JS, HOLOPAINEN JM. Bilateral Ectasia After Femtosecond Laser-Assisted Small Incision Lenticule Extraction (SMILE). *J Refract Surg Thorofare NJ* 2016; 32: 497-500.

13. SAIB N, ABRIEU-LACAILLE M, BERGUIGA M, RAMBAUD C, FROUSSART- MAILLE F, RIGAL-SASTOURNE J-C. Central PresbyLASIK for Hyperopia and Presbyopia Using Micromonovision With the Technolas 217P Platform and SUPRACOR Algorithm. *J Refract Surg Thorofare NJ* 2015; 31: 540-6.

14. BRAGA-MELE R, CHANG D, DEWEY S, FOSTER G, HENDERSON BA, HILL W, *et al.* Multifocal intraocular lenses: relative indications and contraindications for implantation. *J Cataract Refract Surg* 2014; 40: 313-22.

15. KAMIYA K, SHIMIZU K, IGARASHI A, KITAZAWA Y, KOJIMA T, NAKAMURA T, *et al.* Posterior chamber phakic intraocular lens implantation: comparative, multicentre study in 351 eyes with low-to-moderate or high myopia. *Br J Ophthalmol* 2017.

PROFLAMPS

Medical Light Sources

World Wide Delivery and Volume Discounts

Please visit
www.proflamps.com

www.proflamps.com | support@proflamps.com | +31 40 73705621

Les contraintes médicales de l'altitude pour le parachutiste à très grande hauteur.

Par G. MORAND, A. HAAR, S. TRAVERS, L. AIGLE et C. DUBECQ. France

Gabriel MORAND

Entré à l'Ecole du service de santé des armées de Bordeaux en 2003, le médecin principal Morand a servi au 8ème RPIMa. Il est actuellement affecté à la 4ème Antenne Médicale Spécialisée de Bayonne soutenant le 1er RPIMa.

Breveté « chuteur opérationnel » depuis 2015, il est également qualifié au saut à Très Grande Hauteur. Plusieurs fois cité, il a participé à de nombreuses opérations extérieures, notamment en Afrique et au Moyen Orient.

Médecin urgentiste, il est titulaire du certificat de médecine appliqué au parachutisme.

SUMMARY

The medical constraints of high altitude for the military parachutist at very great height.

The operational high altitude high opening parachutism is a particularity of military parachutism. Due to the very high drop altitude, many constraints and medical issues are linked to environmental conditions, of which hypobaria is the most harmful. Hypothermia, barotrauma, hypoxia and decompression illness present specific clinical pictures and adapted therapies, mainly based on warming, recompression and oxygen therapy.

Risk prevention and protection are essential to limit the risks of occurrence and comply with standardized regulations. However, the exposure profile of paratroopers, which is shorter, less brutal and more occasional than aircrew, should moderate the risk of these disorders occurring, already rare.

The French Army Health Service is involved from selection to support for paratroopers in operation, thus consolidating its expertise in the field of very high altitude.

Mots-clés : Parachutisme, Militaire, Hypobarie, Altitude, Barotraumatisme, Hypoxie, Accident de décompression, Accident de désaturation, Hypothermie.

Keywords: *Parachutism, Military, Hypobaria, Altitude, Barotrauma, Hypoxia, Decompression Illness, Decompression sickness, Hypothermia.*

INTRODUCTION

Le largage à très grande hauteur (LTGH) permet des mises en place tactiques par parachutage de personnels (SOTGH) ou de matériel (LMTGH) à des altitudes excédant le Flight Level (FL) 120.

Le FL 120, soit 120 000 pieds donc environ 3 600 mètres (1 pied = 1 ft = 0,3048 m), fixe la limite entre le saut opérationnel à grande hauteur et les SOTGH/LMTGH dont les contraintes sont différentes. Ces hautes altitudes de largage exposent en effet les personnels à des contraintes environnementales principalement liées à l'**hypobarie** dont les effets peuvent avoir des conséquences physiologiques problématiques et favoriser l'apparition de pathologies médicales.

Largement décrites chez les personnels navigants, ces conséquences sont cependant rarement analysées au regard des contraintes et expositions particulières, courtes et ponctuelles, des parachutistes. C'est ce que nous nous proposons de faire dans ce travail.

LE LARGAGE MILITAIRE À TRÈS GRANDE HAUTEUR

Le mode d'insertion SOTGH utilisé par l'armée française en opération extérieure confère un avantage tactique indéniable. En effet, la très haute altitude de largage des dériveurs et du matériel permet une plus grande discrétion de l'aéronef, qui volera plus haut et plus loin de l'objectif tout en permettant une insertion sous voile de plusieurs dizaines de kilomètres.

Lors de ce type d'opération, différents personnels interviennent :

- Les dériveurs parachutistes qui sont largués puis naviguent sous voile.
- Les personnels de largage qui encadrent et procèdent au largage.
- Les personnels de l'aéronef de transport : navigants (pilote, navigateur, mécanicien) et personnels de soute.

Avant même le décollage de l'aéronef, les parachutistes supportent l'intégralité du poids du matériel nécessaire à la réalisation de leur mission en toute autonomie. Il n'est pas rare que cela représente une charge de plus de 60 à 80 kg (photo n° 1)

Photo 1 : 5 minutes avant largage - PIA TAP.

Durant le vol d'approche, les parachutistes patientent, tout équipés, en respirant à travers leurs masques reliés à des bouteilles collectives d'oxygène. La pressurisation à l'intérieur de la cabine est maintenue à une altitude cabine inférieure au FL 110.

Afin de permettre le largage par la soute ouverte, une dépressurisation de la cabine est effectuée 20 minutes avant le saut, exposant l'ensemble des personnels aux conditions de l'altitude réelle du vol.

Avant leur largage, les parachutistes se déconnectent de la bouteille collective et se branchent à leur bouteille individuelle. Dès la sortie de l'avion, ils entament une phase de chute libre à plus de 200 km/h avant de déclencher l'ouverture de leur voile principale qui se déploie en quelques secondes. La phase de chute libre est soit courte (HAHO *High Altitude High Opening*) ou, moins fréquemment, allongée pour une ouverture basse (HALO *High Altitude Low Opening*). Après avoir vérifié l'ouverture correcte de leur parachute, ils abordent la phase de dérive sous voile. Suspendus sous leur parachute, à l'aide d'outils de navigation et de leur connaissance des vents, ils naviguent dans la masse d'air de la troposphère jusqu'à leur point de posé.

Étagés en altitude et éloignés les uns des autres, le risque de collision est faible avant la phase finale du posé (photo n° 2). En effet, chaque parachutiste suit sa trace et converge vers la fin de celle-ci, tel un éventail. Ainsi, les voiles volent de façon quasi parallèle, avec des angles de convergence habituellement inférieure à 30°. Ainsi, en cas de contact entre 2 bords latéraux de voiles différentes évoluant dans la même direction, les risques sont limités.

Photo 2 : Phase finale de posé.

Une fois posés au sol, les parachutistes s'équipent pour faire face à l'ennemi, dissimulent leur matériel puis se regroupent avant de poursuivre leur opération dans sa phase terrestre désormais.

Pendant cette infiltration sous voile discrète, l'aéronef, ses équipes de largage et ses personnels navigants, sont repressurisés afin de poursuivre le plan de vol.

Si les entraînements à ce type d'opération peuvent s'organiser durant la journée, la réalisation à des fins opérationnelles réelles se déroule quasi exclusivement de nuit. Pour ce faire, la dérive sous voile s'effectue à l'aide de jumelles de vision nocturne (photo n° 3).

Lors de ce type de mise en place, les personnels respectent scrupuleusement les procédures normales comme les procédures de secours préalablement apprises et répétées au sol et à des altitudes plus basses.

Apanage d'un faible nombre de parachutistes, ces derniers sont issus d'une sélection technique, physique, psychique et médicale longue et exigeante. Les militaires parachutistes candidats à la qualification TGH sont souvent parmi les plus compétents dans leur domaine de spécialité. Ils bénéficient d'un entraînement intense et disposent d'une excellente condition physique.

Photo 3 : Sous voile.

LES CONTRAINTES DE LA TRÈS HAUTE ALTITUDE

Avec l'élévation de l'altitude, différentes modifications environnementales surviennent :

1°) Une baisse rapide de la température.

Cette baisse de température est de 6,5 °C tous les 1 000 mètres, portant ainsi la température au FL 120 à environ -11 °C et au FL 250 à environ -40 °C.

A cette température de l'atmosphère, il faut également retirer la baisse liée au refroidissement éolien lors de la dérive sous voile : c'est l'effet *wind chill*. Cet effet non linéaire, est variable selon les individus et selon la température extérieure : plus la température environnante est basse et plus l'impact du vent sur la température perçue par le corps humain est grand. Ainsi, pour un vent de 50 km/h, la température de -10° est ressentie à -21,8 °C et celle à -40 °C à -62,7 °C !

2°) Une baisse de la pression athmosphérique.

L'hypobarie est directement liée au poids de l'atmosphère. La pression atmosphérique est ainsi définie par le poids de la colonne d'air/surface au sol de 1 m^2 et s'exprime en hectopascals (hPa). Plus l'altitude est élevée, moins la pression atmosphérique l'est.

Les conséquences de cette variation barométrique sont multiples avec :

- Une modification des volumes de gaz compressibles; Selon la *loi de Boyle Mariotte*, pour une quantité donnée de gaz, et a température constante, le produit Pression x Volume est une constante. Ainsi, si la pression baisse, les gaz piégés dans l'organisme au sein de cavités non extensibles vont voir leur volume augmenter avec la survenue possible de barotraumatismes.

- Une baisse des pressions partielles des gaz;
L'atmosphère est un mélange fixe de gaz (78 % azote, 21 % O2, 1 % gaz rares). Selon la *loi de Dalton*, la somme des pressions partielles de chaque gaz correspond à la pression totale du gaz (Pb), chaque gaz se comportant comme s'il était seul. La somme des fractions gazeuses est quant à elle égale à 1 (100 %).

Enfin, la pression partielle (Pp) d'un gaz est le produit de sa fraction (F) par la pression totale du mélange : Pb = ∑ Ppi = ∑ (Ppi/Fi). Ainsi, si la pression atmosphérique baisse, il en va de même concernant la pression partielle de chaque gaz.

- De plus, chaque gaz est dissous dans les tissus proportionnellement à sa Pp (*loi de Henry*) et jusqu'à l'équilibre des Pp entre le milieu extérieur et les tissus : la saturation (*loi de diffusion des gaz*). Lors de différences de Pp, le flux net de diffusion est orienté du milieu à la Pp la plus forte vers celui à la Pp la plus faible, jusqu'à équilibre. En hypobarie, le gradient se fait des tissus, saturés, vers le milieu extérieur.

  • Concernant l'oxygène, gaz facilement soluble et disponible dans les tissus, et rapidement consommé, la baisse de la Pp entraîne une hypoxie,

  • Quant à l'azote, celui-ci est peu soluble dans l'eau, il est donc principalement stocké dans les graisses (70 %) mais également dans les os et d'autres tissus. Sa mobilisation depuis les tissus vers la circulation veineuse en vue de son élimination pulmonaire est très variable selon les tissus, de plusieurs dizaines de minutes depuis les muscles et la peau, à plusieurs heures pour les os et tissus graisseux.

La sursaturation critique survient lors de diminution trop rapide de la Pb notamment par une vitesse d'ascension supérieure à 0,4 m/s. Dans ce cas, la formation de bulles gazeuses, piégées ou circulantes (*Venous gas embolism* VGE) peut avoir des conséquences symptomatiques dans les tissus concernés. De plus, en cas de shunt gauche droit (foramen ovale, saturation du filtre pulmonaire, barotraumatisme), un passage de bulles dans la circulation artérielle (*Arterial Gas Embolism* AGE) est possible, et peut conduire à l'atteinte d'organes vitaux.

La migration de ces bulles peut continuer plusieurs heures après l'exposition. Ce phénomène bullaire initial est à l'origine des accidents de décompression (ADD) et cette notion de vitesse de baisse de la Pb explique pourquoi les ADD ne sont pas observés chez l'alpiniste de haute montagne.

3°) L'ébullisme.

Il s'agit de la transformation spontanée de l'eau liquide dans les tissus vers la forme gazeuse. Cela survient sous des pressions ambiantes < 47mmHg, soit un équivalent de FL 630, non atteintes par les parachutistes.

4°) L'hygrométrie ainsi que la charge radiante, ou rayonnement cosmique, sont également modifiées avec l'altitude !

LES CONSÉQUENCES MÉDICALES DE L'EXPOSITION À LA TRÈS GRANDE HAUTEUR

Outre les risques spécifiques de l'activité parachutiste, ceux liés aux vols aériens et ceux liés à la mission militaire à poursuivre au sol, d'autres pathologies médicales liées aux contraintes de l'altitude sont présentes[1].

1°) L'hypothermie.

Les conditions thermiques extrêmes exposent au risque d'hypothermie ainsi qu'à un risque de gelures des extrémités et des surfaces exposées ou mal protégées.

Le traitement de ces pathologies est basé sur un réchauffement progressif par voie externe voire IV pour l'hypothermie sévère ou en bain-marie à 38 °C avec antiseptique pendant 60 minutes pour les gelures des extrémités. Dans ce dernier cas, la zone de cyanose après réchauffement déterminera le stade de la gelure et les traitements spécifiques à administrer.

2°) L'hygrométrie faible, les basses températures et le vent relatif lors de la phase sous voile exposent quant à eux à un risque de lésions de la surface oculaire par altération du film protecteur lacrymal. Les lésions siègent dans l'aire de la fente palpébrale et consistent en une abrasion palpébrale, une ulcération, un œdème voire une véritable gelure de la cornée ou palpébrale.

Ce type de lésion, généralement favorable dans son évolution, peut cependant avoir un impact sur la conduite de l'opération dans 21,1 % des cas, soit 7,3 % des sauts. En cas de survenue, un retour à des températures normales, un réchauffement lent par application de compresses tièdes et une consultation spécialisée ophtalmologique pour un bilan des lésions en cas de persistance des troubles s'impose. Les symptômes, notamment douloureux et à type de photophobie, peuvent durer plusieurs heures[2].

3°) Les dysbarismes liés aux variations barométriques lors de la montée témoignent de surpression de poches de gaz piégés.

- Ainsi, le plus fréquent et la plus minime des conséquences est un inconfort digestif lié à la distension de poches de gaz intestinaux. L'évacuation naturelle de ces dernières soulagera la gêne.

- Les aéro-odontalgies, en général suite à des soins dentaires avec persistance d'une bulle d'air entre une obturation dentaire et une pulpe non dévitalisée ou en cas de carie sous-jacente, peuvent conduire jusqu'à une fracture hyperalgique de la dent.

- On citera également les barotraumatismes ORL (otites moyennes & sinusites), favorisés par des pathologies transitoires (catarrhe nasal ou tubaire) ou chroniques (polypose nasale ou sinusale), témoignant d'une non-perméabilité tubaire gênant l'équilibre naturel des pressions par ouverture spontanée de la trompe d'Eustache.

- Enfin, dans le cadre de pathologies pré existantes, la majoration d'un pneumothorax ou la rupture d'une bulle d'emphysème pulmonaire peuvent avoir des conséquences dramatiques[3].

Lors de la descente, en chute ou sous voile, les barotraumatismes sont limités à la sphère ORL. Collabée par la pression différentielle, la trompe d'Eustache piège l'air dans la caisse du tympan et seule une ouverture active de l'ostium tubaire (Valsalva, déglutition) permettra l'équilibre des pressions. Dans le cas contraire une otite barotraumatique, jusqu'à la rupture tympanique, peut survenir. Fréquente à la descente des aéronefs, elle reste cependant rare en chute, probablement prévenue par une surpression du rhinopharynx due au vent relatif.

Outre les conséquences locales des lésions barotraumatismes, les douleurs intenses qui en résultent peuvent mener au malaise et à la perte de connaissance, dont les conséquences dans le contexte peuvent être néfastes.

4°) L'hypoxie d'altitude par baisse de la pression partielle en oxygène présente des symptômes variables et progressifs selon la durée d'exposition, la rapidité de survenue de l'hypoxie et son intensité (altitude). Ils sont notamment favorisés par la très faible réserve en oxygène de l'organisme humain et la lenteur de l'adaptation à l'altitude.

Le délai avant apparition des troubles, mineurs voire immédiatement graves, peut varier entre quelques secondes (décompression brutale de cabine à très haute altitude) à quelques minutes (exposition progressive à haute altitude) voire quelques heures (exposition prolongée en cabine pressurisée).

La courbe de Barcroft de dissociation de l'oxyhemoglobine témoigne que la baisse de la pression partielle de l'oxygène entraîne une chute précoce de la saturation en oxygène, au retentissement systémique progressif[4].

Les symptômes sont les suivants :
- Modifications sensorielles diverses.
- Céphalées, fatigue.
- Fonctions végétatives : hyperventilation puis dyspnée, tachycardie avec diminution de FCmax, VO^2max abaissée à l'effort, risque ischémique.
- Vision : perception lumineuse diminuée, trouble de la vision nocturne (débute au FL 50) des contrastes et des couleurs, champ visuel rétréci[5, 6].
- Motricité volontaire : tremblement, dysmétrie, incoordination motrice caractérisée et objectivable par des modifications de l'écriture et de la voix.
- Trouble du contrôle postural antéro-postérieur[7].
- Clonies.
- Fonctions supérieures : altération de l'apprentissage, troubles de raisonnement ou de jugement, ralentissement mental, troubles comportementaux, troubles voire perte de la conscience, modifications EEG par souffrance cérébrale.
- Au maximum syncope hypoxique puis décès.

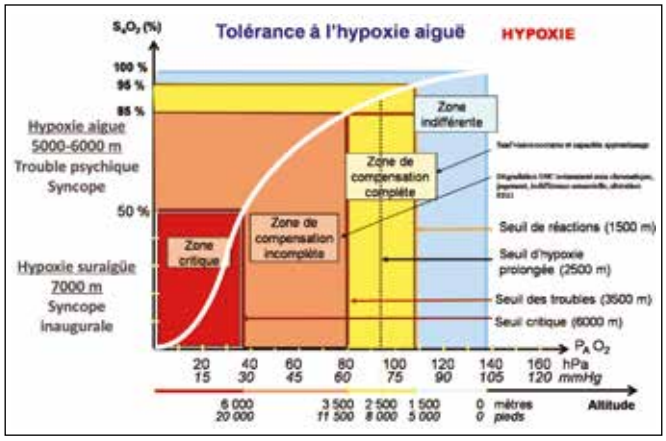
Bien que le tissu neurologique soit le plus sensible à l'hypoxie, nous pouvons remarquer une conservation correcte de la fonction auditive.

Les différents effets peuvent être majorés par l'effort physique, la dette de sommeil, la prise de toxiques et l'état de santé.

Il est enfin à noter que malgré une variabilité interindividuelle quant à l'altitude de survenue, le délai d'apparition ou le type de symptômes, ces derniers restent reproductibles pour chaque personne. Il apparaît donc primordial pour chacun de pouvoir auto diagnostiquer rapidement la survenue de ses symptômes d'hypoxie afin de mettre en œuvre au plus vite les mesures de sauvegarde.

L'étude de la tolérance sur de larges populations a permis de définir des valeurs limites compatibles avec le maintien de performances acceptables (figure 4). Au-delà du FL 115, les mécanismes de compensation naturel ne sont plus suffisants pour permettre une oxygénation optimale et totalement compensée.

Figure 4.



L'incidence et la sévérité des symptômes augmentent au-delà du FL 150 et sont 6 fois plus élevées au FL 250 qu'au FL 200[8].

5°) Accidents de désaturation (ADD) liés à l'altitude.

Lié à la baisse de la pression partielle en azote, le phénomène bullaire, quelle qu'en soit la catégorie (VGE et/ou AGE), constitue les prémices des ADD liés à l'altitude et peut être à l'origine de symptômes variés[9].

Ainsi, si la détection acoustique par écho-doppler de bulles circulantes semble numériquement corrélée à l'apparition et la gravité des symptômes, certaines bulles restent silencieuses. Les symptômes apparaissent au-delà d'un nombre important de bulles. La taille des bulles, augmentant également leur expression clinique, est également liée à l'altitude.

Cependant, le phénomène bullaire est aléatoire et ne conduit pas forcément à un ADD[10].

Différentes catégorisations des symptômes existent. Les symptômes bénins, ou dits de type 1 représentent entre 60 et 80 % des cas[11] :

- Les douleurs articulaires ou bends, 80 à 90 % des types 1, touchent préférentiellement genoux et membres supérieurs. Les articulations sont sensibles à la palpation et peuvent présenter un œdème[12].
  Les céphalées pourraient également être considérées comme des bends des sutures crâniennes, en l'absence d'autre diagnostic et dans le cas d'un examen neurologique normal et d'une douleur superposable aux sutures[13].

- Les symptômes cutanés ou puces, 10 à 15 % des cas observés, s'expriment par des sensations de prurit, fourmillements, paresthésies voire urticaire. Moins fréquents, l'apparition de plages cyanotiques et d'emphysème sous cutané peuvent traduire une importante embolisation pulmonaire tissulaire.

- Des rares cas d'aéro arthroses non douloureuses, principalement des genoux et des gaines tendineuses digitales, avec crépitements à la mobilisation[14].

Des symptômes, plus graves et plus rares, ou dits de type 2, peuvent survenir de manière immédiate ou différés de plusieurs heures[15].

- Les symptômes neurologiques, les plus fréquents des formes graves (5 % des cas), peuvent s'exprimer sous la forme la plus variée : céphalées, cochléo vestibulaire[16], oculaire, médullaire et système nerveux central et périphérique.

- Les formes pulmonaires (chokes, pneumatose de décompression), environ 3 % des cas, témoignent de l'afflux massif de bulles aux poumons[17, 18]. Les symptômes sont une douleur thoracique rétrosternale, une toux paroxystique dite de Behnke et une dyspnée, parfois accompagnée d'un collapsus et de cyanose. L'association complète des symptômes est peu fréquente (10 %).

Dans le cas des formes différées, parfois jusqu'à 24-48h et souvent précédées d'arthralgies, le diagnostic de pathologies liées à l'altitude est rendu plus complexe, et le risque de confusion avec des pathologies aux étiologies différentes (ex : AVC, choc autre) plus grand. Cela peut ainsi retarder la thérapeutique spécifique. Aussi, tout symptôme survenant dans les 24h voire 48h suivant une exposition à la très haute altitude doit être considéré comme un accident de décompression jusqu'à preuve du contraire[19].

L'incidence des ADD reste faible. Plusieurs études au sein de l'US Navy et de l'US Air Force rapportent une incidence d'environ 8 % des incidents, contre 20 % pour l'hypoxie, pour un taux d'incidents totaux compris entre 0 et 20 incidents par million d'heures de vol, selon l'aéronef[20]. En caisson hypobare, l'incidence de survenue des ADD est d'environ 0,06 % des expositions à l'hypobarie jusqu'au FL 250[20, 21].

Les facteurs de risque des ADD sont[14] :

- L'altitude avec un risque objectif (présences de bulles) dès 4 000 m et un risque clinique (symptômes) dès 5 500 m.
- La durée d'exposition.
- La vitesse d'ascension avec un risque objectif dès 0,4 m/s et un risque clinique dès 1 m/s. Les ascensions classiques des altitudes cabines des vols civils sont habituellement inférieures à 2,5 m/s (500 ft/min).
- La répétition des expositions[22].

Mobile Field Monitoring Solutions

Taking Noninvasive Monitoring to New Sites and Applications®

Rad-57®

Handheld Pulse CO-Oximeter®

SpO2 · PR · Pi · PVi* · SpHb* · SpCO* · SpMet*

EMMA®

Portable Capnograph

EtCO2 · RR

MightySat® Rx

Fingertip Pulse Oximeter

SpO2 · PR · Pi · PVi* · RRp*

DEVICE QUALIFICATIONS AND CERTIFICATIONS

NSN 6515-01-575-7224
Masimo PN 9216

- SOCOM Air Worthiness Release Certification (CASEVAC)
- U.S. Army Air Worthiness Release Certification
- Air Force Safe-to-Fly Certification
- ECAT Contract: SPE2D1-16-D-0009
- DLA DAPA Agreement: SP0200-03-H-0008
- DLA VIPA Agreement: VMP-1412-03
- FSS Contract 65IIa/GSA Schedule - V797D-30127

NSN 6515-01-626-8691
Masimo PN 3639

- U.S. Army Air Worthiness Release Certification
- Air Force Safe-to-Fly Certification
- ECAT Contract: SPE2D1-16-D-0009
- DLA DAPA Agreement: SP0200-03-H-0008
- FSS Contract 65IIa/GSA Schedule - V797D-30127

NSN 6515-01-655-9412*
Masimo PN 9709, 9809, 9909
(Bluetooth LE Option with a Rotational Screen)

- U.S. Army Air Worthiness Release Certification
- Air Force Safe-to-Fly Certification
- ECAT Contract: SPE2D1-16-D-0009
- DLA DAPA Agreement: SP0200-03-H-0008
- FSS Contract 65IIa/GSA Schedule - V797D-30127

* NSN applies to PN 9709

For more information, visit www.masimo.com

Caution: Federal (USA) law restricts this device to sale by or on the order of a physician. See instructions for use for full prescribing information, including indications, contraindications, warnings, and precautions.

© 2021 Masimo. All rights reserved.

Masimo

PLCO.004611/PLMM-11946-0121
PLLT-10794D

- L'hypothermie ou l'hyperthermie (port de vêtements chaud dans des ambiances thermiques au sol pouvant atteindre 60 °C en zone sahélienne).
- La condition physique (VO^2max).
- L'activité physique, même modérée, pendant l'exposition. A contrario, une étude menée sur des parachutistes des forces spéciales semble montrer que l'activité physique une fois arrivée au sol n'est pas à l'origine d'ADD[23].
- L'âge au-delà de 40 ans[24].
- Les traumatismes antérieurs à l'origine de symptômes locaux douloureux.
- Le taux de masse graisseuse.
- Le genre : Le sur risque lié au sexe féminin anciennement évoqué pourrait être un biais lié au taux de masse grasse. Le risque est ainsi identique quel que soit le sexe dans des conditions physiques et d'exposition similaire. Le risque varierait chez la femme selon la prise de contraception et le moment du cycle : moindre en l'absence de traitement. Quant aux hommes, est relevé pour la même exposition plus de bulles circulantes[25, 26].
- L'alcool et la déshydratation.
- La fatigue.
- L'exposition à l'hyperbarie dans les 24h précédant.
- La présence d'un foramen ovale ou d'un shunt intrapulmonaire laissant passer d'éventuelles bulles.

6°) Mort subite par arrêt cardiorespiratoire

L'exposition à l'hypoxie hypobarie pourrait fragiliser des plaques d'athérosclérose préexistante, à l'origine de décès. La présence de bulles au sein de la circulation coronaire est également une hypothèse avancée[27].

7°) Maladie de démyélinisation de la substance blanche

De survenue beaucoup plus anecdotique et restreinte, la physiopathologie de cette entité pathologique n'est à ce jour pas expliquée, bien qu'elle semble être liée aux seuls effets de l'hypobarie. Il pourrait s'agir de dommages secondaires à des micro-emboles au sein du tissu cérébral, à l'origine d'une cascade secondaire de thrombose, coagulopathie, inflammation et d'une activation d'une réponse immunitaire innée[28].

Sont retrouvées chez les personnes atteintes, des lésions axonales diffuses se traduisant par des signaux hyper intenses supérieurs ou égaux à 3 mm de la substance blanche sur des séquences IRM T2 et FLAIR. Ces lésions, ainsi que leur nombre, sont cliniquement associées à des altérations cognitives légères (calcul mémoire)[29].

Jusqu'à 24h après l'exposition à une faible hypobarie non hypoxique chez de jeunes pilotes en bonne santé, une augmentation transitoire du débit sanguin cérébral est observée, témoignant d'un impact physiologique sur la substance blanche, sans lésion structurale observée[30]. Les séries américaines identifient à risque leurs pilotes de U2, qui voleraient à des altitudes proches du FL 700, en cabine pressurisée au FL 295, pendant de nombreuses heures, ainsi que les personnels des caissons hypobares. Ils représentent la majorité des patients atteints et cumulent de nombreuses expositions prolongées à l'hypobarie extrême ainsi que des épisodes d'ADD[31, 32]. Une étude anglaise ne retrouve quant à elle pas de lien pour ses personnels exposés de façon brève et peu fréquente au-delà du FL 150[33].

8°) Le Stress

Le stress intense lié à l'exposition à l'hypobarie est d'une importance majeure. En effet, il influence les paramètres cardiovasculaires (tension artérielle et fréquence cardiaque s'approchant de la fréquence maximale théorique) et induit une dépense énergétique et une fatigabilité physique et psychique avant même les phases à risques de l'opération. Les analyses en holter ECG montrent que ce stress augmente lors de sauts de nuit et lors d'évènements particuliers (dénitrogénation, ouverture de rampe de largage, incident). Cependant, il tend à diminuer avec la succession des sauts, montrant l'intérêt d'un entraînement régulier[34].

TRAITEMENTS DES PATHOLOGIES LIÉES AU TGH

Les traitements de ces pathologies reposent sur deux volets :
- des mesures de prévention afin d'atténuer le risque médical.
- des mesures thérapeutiques curatives.

1°) Les mesures préventives

La soustraction aux éléments déclencheurs reste la 1ère des mesures de prévention. Les limitations de l'altitude, de la durée à l'altitude et de l'activité physique pendant l'exposition sont des facteurs permettant d'abaisser le risque et sont à pondérer avec l'impératif tactique.

Le conditionnement de cabine, assuré par une pressurisation de cabine dans des seuils évitant l'hypobarie, apporte une protection efficace contre le risque d'ADD, tant qu'il est en œuvre[14].

Pierre angulaire des mesures préventives, la sélection médicale et professionnelle technique permet de garantir un statut médical, physique et psychique, en adéquation avec les risques encourus.

Les visites médicales préalables à l'aptitude, exigeantes et exhaustives, visent à écarter, entre autres, tous risques liés au barotraumatisme et à la mauvaise tolérance de l'hypothermie, l'hypoxie et l'hypobarie. Une visite initiale en centre d'expertise médicale du personnel navigant (CEMPN) est nécessaire et contient entre autres une épreuve cardiaque d'effort, des examens spécialisés ophtalmologiques et ORL et un bilan sanguin et urinaire.

Annuellement, une visite médicale est réalisée auprès d'un médecin titulaire du certificat de médecine appliquée au parachutiste (CMAP) ou d'un médecin du personnel navigant, qui se basent sur des examens cliniques et paracliniques. Tous les 4 ans, les dériveurs repassent leur visite au CEMPN. Ces visites de reconduction sont

également l'occasion pour le praticien de l'unité du parachutiste, bien souvent parachutiste lui-même, d'affiner sa connaissance de ses soldats et de dépister ou de prévenir d'autres pathologies spécifiques de leur emploi. Ainsi, il justifie son expertise non seulement sur le plan médical mais également de par sa compréhension des contraintes, de sa connaissance, voire de sa pratique de l'activité professionnelle, parachutiste comme combattante, de ses hommes.

Les parachutistes TGH, du fait de leur cursus de sélection, sont souvent plus âgés que le reste de la population militaire parachutiste avec une moyenne d'âge de 32 ans +/- 3,2[34]. De ce fait, ils cumulent parfois un historique médical, notamment traumatique, plus chargé que celui d'un jeune parachutiste à l'engagement. Il importera donc au médecin d'aptitude de prendre en compte ces éléments, de surcroît lors des visites révisionnelles, afin de ne statuer que sur les risques liés au TGH sans remettre en question les autres qualifications détenues par les intéressés, hors cas d'importance majeure mettant en danger l'individu ou ses camarades. De plus, la survenue d'un ADD grave en cours de carrière, donc à risque de récidive, devra ouvrir la discussion sur la pertinence du maintien de l'aptitude TGH, totale ou partielle, au vu des éléments déclencheurs éventuels. L'objectif reste la réhabilitation à l'aide de tous moyens ou procédures adéquates

L'adaptation des habitudes et des équipements individuels des parachutistes permet également la prévention des pathologies :

- Avant un saut TGH, afin de prévenir les troubles digestifs, la consommation de liquides gazeux ou d'aliments fermentant (pomme, concombre, navet) est déconseillée. La consommation d'alcool est proscrite[14].
- En cas de congestion ORL, une corticothérapie peut être envisagée. Dans le cas contraire, une éviction du personnel doit être réfléchie.
- Les vêtements doivent être adaptés aux conditions thermiques et au vent, parfois chauffés.
- Le port de lunettes est obligatoire afin de protéger les yeux du vent. Les lentilles de contact ne constituent pas une protection.

Afin de prévenir des risques graves d'hypoxie, les parachutistes sont équipés d'une bouteille d'oxygène individuelle avec un système de régulation et d'un masque inhalateur associé. Cette bouteille délivre en pression légèrement positive un gaz dilué, possiblement jusqu'au 100 %, adapté à l'altitude et à la PpO^2 environnante. Bien que de portage peu confortable et entraînant un effort respiratoire, la pression positive imposée améliore l'oxygénation artérielle et musculaire en conditions hypobares comme normobares[35].

Les bouteilles individuelles étant de contenance limitée, les parachutistes ne basculent sur ce circuit interne que quelques minutes avant le largage.

Jusqu'à cette bascule, les personnels sont alimentés par des bouteilles collectives d'oxygène pur. Celles-ci alimentent les circuits externes des parachutistes et largueurs durant tout le vol jusqu'à déconnexion.

Afin de limiter les risques d'ADD, une dénitrogénation est réalisée. Elle consiste à respirer de l'oxygène pur délivré avant l'exposition à l'hypobarie afin d'éliminer l'azote dissous dans les compartiments tissulaires à élimination rapide. Le risque de formation de bulles sera donc moindre. La dénitrogénation est effectuée avant la dépressurisation de la soute, idéalement au sol, dans tous les cas à une altitude cabine < FL 160 selon les recommandations médicales[36]. Elle est d'autant plus efficace qu'elle est prolongée : au FL 250, 1h de dénitrogénation est nécessaire pour des sujets au repos pour un risque limité mais non nul[23].

Au FL 350, chez des personnels avec une activité physique, une dénitrogénation à 100 % d'efficacité devrait être menée pendant 8h.

Cette dénitrogénation apparaît être plus efficace lorsqu'elle est associée à un protocole d'activité physique énergique en début de procédure. Ces exercices des membres permettent également de réduire la durée de la préoxygénation sans causer de fatigue résiduelle. Déjà testé pour les pilotes, ce protocole mériterait d'être comparé aux efforts de port de charge effectués par les parachutistes[37].

Fort de la base de données de ses nombreuses expériences et publications, le laboratoire de recherche de la base aérienne de Brooks a mis au point une modélisation mathématique du risque d'ADD, l'ADRAC (Altitude DCS Risk Assessment Computer Model). Basé sur la survenue des bulles et leur corrélation au risque d'ADD, ce modèle intègre différents paramètres : altitude, temps d'exposition, durée de dénitrogénation, niveau d'activité physique à l'exposition[38]. Ainsi la courbe des 20 % de risques sans dénitrogénation et avec une activité physique modérée aux FL 250, 240, 230 et 220 est atteinte au bout de 45, 70, 120 et 200 min[39]. En cas de plongée ou d'exposition à l'hyperbarie autre, l'exposition à l'hypobarie est classiquement recommandée après un délai de 24h[40], voire 48h dans l'idéal afin d'éviter la survenue d'ADD[41]. En cas d'ADD lié à l'hyperbarie, aucune montée en altitude ne doit être effectuée tant que les symptômes sont présents, sauf pour bénéficier d'un traitement par oxygénothérapie hyperbare.

<u>L'encadrement des vols</u>

Des recommandations afin de limiter les risques de l'hypoxie et d'ADD existent au niveau national mais également OTAN, régit par le STANAG 7056 du 20 octobre 1997.

La supplémentation en oxygène est obligatoire pour tous dès le FL 120, avec une dérogation possible au niveau supérieur si l'exposition dure moins de 30 minutes.

De façon anecdotique, au-delà du FL 500, le port d'une combinaison pressurisée est indispensable malgré la supplémentation en oxygène pur au masque.

La durée de denitrogenation est liée au niveau de largage et conditionne également la durée maximale d'exposition à l'altitude (figure 5).

Figure 5 : Durée de dénitrogénation recommandée.

ALTITUDE	DENITROGENATION	DUREE MAXIMALE A L'ALTITUDE
<FL 180	non exigée	pas de limite
FL 180, <FL 250	30 minutes	pas de limite
FL 250, <FL 300	45 minutes	60 minutes
FL 300, <FL 350	60 minutes	30 minutes
FL 350, <FL 380	75 minutes	30 minutes

Ces normes acceptent un risque d'ADD parfois supérieur à 20 %. Aussi, l'approche française est plus mesurée et recommande une dénitrogénation de 45 minutes au-delà du FL 210.

Dès le FL 180, la présence d'un personnel médical est requise avec notamment de l'oxygène médical. Chaque nation veillera à définir le niveau de soin adéquat (médecin, infirmier, *medic*) selon ses expériences. Au vu des risques, de leur faible fréquence de survenue et des thérapeutiques limitées à mettre en place au sein d'une soute en vol, il paraît légitime de considérer le rôle d'un infirmier formé pour ce type de soutien.

Enfin, la répétition des expositions à l'entraînement est limitée : 2 vols sous oxygène sont autorisés par jour dont au maximum 1 avec dénitrogénation. Sur 7 jours, 8 vols maximum avec O^2 sont cumulables et un repos obligatoire de 24h consécutives est imposé.

Enfin le diagnostic précoce des pathologies liées à l'altitude optimise le succès des thérapeutiques mises en place[42].

Aussi, la bonne connaissance de tous des symptômes d'alerte est fondamentale, d'autant plus dans un environnement ne permettant pas la communication verbale du fait des équipements. Ainsi, avant toute qualification initiale chaque militaire, personnel navigant comme parachutistes, bénéficient d'une éducation thérapeutique sur ce sujet durant 48h au sein du Département de médecine aéronautique opérationnelle (DMAO). En plus de l'instruction théorique, et à l'instar d'autres nations, une exposition à l'hypoxie hypobare en caisson militaire est réalisée. Cela permet à chacun d'identifier sa « carte d'identité » de ses symptômes d'hypoxie en vue d'une meilleure identification en situation réelle. Une remise à jour est requise tous les 5 ans[43].

Si l'acétazolamide est célèbre dans le milieu de l'alpinisme pour prévenir ou traiter le mal aigu des montagnes, le Bemithylum (2- benzylidazol-thioethyl) a fait l'objet de recherches par l'ex URSS pour l'adaptation à l'hypoxie hypobarique. Par une cure de 5 jours, il permettrait d'accroître la tolérance à l'hypoxie, l'acclimatation rapide à la haute altitude et l'augmentation des capacités physiques et intellectuelles. Breveté en Russie et faisant l'objet d'un secret industriel, il n'est pas disponible à notre connaissance[44].

2°) Mesures thérapeutiques curatives

En cas de survenue d'accident grave en vol (barotraumatisme sévère, hypoxie, ADD), et dès identification, la conduite à tenir est la suivante :

- Mise sous Oxygène médical 100 % normobare au masque haute concentration;

et selon les conditions tactiques

- Descente d'urgence ou recompression de la soute à l'altitude la plus basse possible (idéale altitude 0).

Ces mesures dites *Ground Level Oxygen*, permettront la résolution des symptômes dans les 2h dans plus de 90 % des cas[38, 45, 46].

Au sol :

- Mise au repos du patient en décubitus.
- Interruption de la mission et évacuation vers une structure médicale adaptée, si possible équipée d'un caisson hyperbare.
- Traitement symptomatique et spécifique des troubles et complications associés (remplissage, exsufflation de pneumothorax, amines vasopressives, anticoagulation, corticothérapie…)[47, 48, 49].
- En cas d'ADD dit de type 2 ou de tous symptômes persistants après plus de 2 heures de *Ground Level Oxygen*, une thérapeutique par oxygène hyperbare est recommandée. Cette dernière permet la résolution des troubles dans plus de 95 % des cas[50].

Dans le cas d'absence de caisson, un transport par air peut s'effectuer dans un aéronef à cabine pressurisée à l'altitude 0 ou en limitant l'altitude en dessous de 300m/1 000ft[51, 52]. Par ailleurs, il existe des caissons légers qui peuvent être prépositionnés ou être utilisés pour un transport[53].

Enfin, en cas de site très isolé, l'alternative de la recompression par ré immersion en profondeur, parfois évoquée chez les plongeurs, n'a pas été discutée à notre connaissance. Les contraintes techniques sont cependant très lourdes et ne peuvent être improvisées.

PLACE DU SERVICE DE SANTÉ DES ARMÉES (SSA)

Dans la mise en œuvre du SOTGH, le SSA intervient sur l'ensemble de la chaîne :

- Dès la sélection et l'aptitude médicale, initiale et annuelle, avec les médecins d'unités parachutistes et le CEMPN.
- Pour l'information et la prévention des risques avec les personnels santé du DMAO.
- Lors des soutiens médicaux en soute au-delà du FL 180.
- Parmi les dériveurs, figurent également des médecins et infirmiers qualifiés SOTGH, dont la vocation est de soutenir médicalement l'opération au sol.

Ainsi plusieurs sauts opérationnels, avec médecin, ont été réalisés par l'armée française, à fin d'action ou de renseignement. Cela conforte la pertinence et l'efficacité du moyen de mise en place.

QUELQUES RÉFLEXIONS AUTOUR DU PARACHUTISME À TRÈS GRANDE HAUTEUR

L'ensemble des pathologies précédemment citées, leur incidence, leurs circonstances et seuils de survenue posent des questions par rapport à la pratique du parachutisme à très haute hauteur.

Il importe tout d'abord de signaler que les pathologies rapportées ont été quasi exclusivement observées et étudiées chez des personnels navigants ou travaillant dans des caissons hypobares. Ces derniers subissent en effet des expositions extrêmes et fréquentes.

Or il en va différemment pour le parachutiste qui, bien qu'exposé à l'hypoxie et l'hypobarie, ne les subit pas de la même manière. Ainsi, le profil de vol d'un parachutiste HAHO est celui d'un passager d'un aéronef de transport dans les premières heures, puis il est soumis à une dépressurisation rapide qui ne dure que quelques dizaines de minutes et décroît progressivement au fur et à mesure de sa descente sous voile. La durée d'exposition reste donc très limitée.

Il en va de même pour l'altitude et la récurrence des expositions, les sauts à haute altitude n'étant pas une pratique quotidienne de routine, mais plutôt unique lors d'une mise en place opérationnelle ou répétés sur quelques jours, lors de campagnes d'entraînement dédiées. La comparaison est encore plus évidente lorsqu'il s'agit de la maladie de démyélinisation de la substance blanche pour laquelle les victimes ont une exposition sans commune mesure avec celle à laquelle sont soumis les parachutistes. De plus, la condition physique de la population des parachutistes est un facteur protecteur dans le cas des ADD. Enfin, les normes de prévention, de denitrogenation et oxygénothérapie leurs sont strictement appliquées.

L'ensemble de ces raisons peut probablement, en partie, expliquer la très faible description de pathologies liées à la très haute altitude chez le parachutiste. En effet, dans notre expérience au sein de l'armée française et à notre connaissance, il n'est à ce jour pas décrit d'ADD, bien que l'on puisse évoquer la sous-déclaration des manifestations bénignes[54]. Les très rares cas d'hypoxie sont liés à un défaut mécanique ou un mésusage du masque et sont comparables aux taux de survenu d'autres nations : 63 % des causes en 27 accidents de 1990 à 2001 chez des personnels navigants australiens[55] et 70 % des 47 cas de décompression accidentelle de cabine (2 cas d'hypoxie en conséquence) en 21 ans de vols d'avions de transport canadiens[56].

Par ailleurs, parmi l'ensemble des cas rapportés par la littérature médicale que nous avons identifiés, au nombre de 78, seuls 2 concernent des parachutistes lors d'un saut.

- Le premier rapporte le cas d'un parachutiste de 23 ans ayant effectué des expositions répétées à l'hypobarie et ayant développé un ADD de type neuropathie optique nécessitant une recompression hyperbarique[57].
- Le second traite de la survenue d'un ADD articulaire et céphalalgique persistant 48h chez une parachutiste de 31 ans après un HALO, et ayant nécessité une thérapeutique hyperbare pour régression des symptômes[51].

Cependant, certaines importantes séries peuvent également inclure quelques accidents liés au parachutisme telle que celle de Butler *et al* dont 35 des 1 153 ADD de 1941 à 1976 au sein de l'USAF et l'US Navy sont de causes « diverses » (hélicoptères, avions hors U2 et parachutistes)[58].

Les risques les plus probables pour le parachutiste sont donc liés à une défaillance technique ou individuelle du masque (hypoxie) ou à une dépressurisation accidentelle de l'aéronef de transport lors d'un vol d'approche pressurisé sans port de masque.

Dans ce dernier cas, la probabilité d'avoir plusieurs patients présentant des pathologies multiples (hypoxie et ADD) est grande et nécessite de prioriser la redescente d'urgence et, en cas de ressource limitée, l'oxygénothérapie après un triage sommaire[59, 60, 61].

Concernant plus particulièrement l'hypoxie, et bien que les premiers symptômes visuels et cognitifs surviennent dès 3 000 m[62], il semble important de préciser que :

- La procédure de largage et le pilotage d'une voile sont limités au plus simple et ne nécessitent pas réflexion, sont répétés maintes fois à l'entraînement à plus faible altitude et une diminution débutante des performances n'aura que peu de conséquences en regard de celles liées au pilotage d'aéronefs (vitesse, réactivité, risque de collision…).

- Les parachutistes sautent avec des jumelles de vision nocturne qui amputent de façon importante leur champ visuel. Ainsi la réduction liée à l'hypoxie semble lissée par cette contrainte technique.

CONCLUSION

Les risques réels de l'hypoxie et de l'hypobarie auxquels est exposée la population parachutiste doivent être pondérés à la lueur de leur fréquence de survenue.

Le SOTGH, du fait du suréquipement qu'il impose, est une activité d'autant plus risquée. En effet, gênés par leur matériel spécifique, bouteilles et masque, les mouvements des parachutistes sont entravés et plus fatigants. De ce fait, outre la fatigabilité ultérieure, toute situation non conforme donnant lieu à une procédure de secours sera d'autant plus compliquée dans la réalisation gestuelle. Ainsi, les bénéfices de la prévention indispensable des effets de l'hypobarie peuvent être annihilés par un risque induit.

Par conséquent, à ce stade, il importe de veiller à ce que les différentes recommandations pour l'activité parachutiste ne deviennent pas trop limitatives et, tout

en restant prudentes, préfèrent favoriser la surveillance. A la lumière de l'expérience collective, en entraînement et en conditions opérationnelles, il paraît donc réaliste d'alléger à la marge certaines contraintes liées à l'hypoxie.

Il n'en demeure pas moins que l'ensemble des risques et les symptômes qui peuvent survenir doivent être connus de tous, parachutistes comme professionnels de santé, afin de pouvoir mettre en œuvre au plus vite les différentes thérapeutiques requises.

RÉSUMÉ

Le saut opérationnel à très grande hauteur est une particularité du parachutisme militaire. Du fait de la très haute altitude de largage, de nombreuses contraintes et problématiques médicales sont liées aux conditions environnementales, dont l'hypobarie est la plus nocive. L'hypothermie, les barotraumatismes, l'hypoxie et les accidents de décompression présentent des tableaux cliniques spécifiques et des thérapeutiques adaptées, principalement basés sur le réchauffement, la recompression et l'oxygénothérapie.

La prévention des risques et la protection sont primordiales pour limiter les risques de survenue et répondent à une réglementation standardisée. Cependant, le profil d'exposition des parachutistes, moins long, moins brutal et plus occasionnel que les personnels navigants, doit faire modérer le risque de survenu, déjà faible, de ces troubles.

Le Service de Santé des Armées Français intervient de la sélection jusqu'à l'accompagnement des dériveurs en opération, confortant ainsi son expertise dans le domaine de la très haute altitude.

Lexique, par ordre d'apparition :

LTGH : Largage à Très Grande Hauteur.
SOTGH : Saut Opérationnel à Très Grande Hauteur.
LMTGH : Largage de Matériel à Très Grande Hauteur.
FL : Flight Level.
HAHO : High Altitude High Opening (infiltration sous voile : ISV).
HALO : High Altitude Low Opening (saut à ouverture basse : SOB).
Pb : Pression totale du gaz.
Pp : Pression partielle d'un gaz.
Fi : Fraction d'un gaz (en %).
VGE : venous gas embolism : embolie gazeuse veineuse.
AGE : arterial Gas Embolism : embolie gazeuse artérielle.
ADD : accident de décompression ou accident de désaturation.
AVC : accident vasculaire cérébral.
EEG : électro encéphalogramme.
CMAP : Certificat de Médecine Appliquée au Parachutisme.
CEMPN : Centre d'Expertise Médicale du Personnel Navigant.
DMAO : Département de Médecine Aéronautique Opérationnelle.
DCS : Decompression Sickness,
ADRAC : Altitude DCS Risk Assessment Computer Model,
OTAN : Organisation du Traité de l'Atlantique Nord,
STANAG : Standardization Agreement,
USAF : United States Air Force.

BIBLIOGRAPHIE

1. POSSELT BN, HODKINSON PD. Aviation medicine considerations in parachuting operations. *J R Army Med Corps.* 2019 Dec; 165 (6) : 455.

2. GRUPPO L, MADER TH, Wedmore I. Ocular problems in military free fall parachutists. *Mil Med.* 2002 Oct; 167 (10) : 797-800.

3. TLAPÁK J, ONIŠČENKO B, DOŠEL P, POŽÁR P, CHMÁTAL P, HÁJEK M. Rare pulmonary barotrauma after explosive decompression : a case report. *BMC Pulm Med.* 2020 Nov 9; 20 (1) : 291.

4. NISHI S. Effects of altitude-related hypoxia on aircrews in aircraft with unpressurized cabins. *Mil Med.* 2011 Jan; 176 (1) : 79-83.

5. VECCHI D, MORGAGNI F, GUADAGNO AG, LUCERTINI M. Visual function at altitude under night vision assisted conditions. *Aviat Space Environ Med.* 2014 Jan; 85 (1) : 60-5.

6. CONNOLLY DM, BARBUR JL. Low contrast acuity at photopic and mesopic luminance under mild hypoxia, normoxia, and hyperoxia. *Aviat Space Environ Med.* 2009 Nov; 80 (11) : 933-40.

7. NORDAHL SH, AASEN T, OWE JO, MOLVAER OI. Effects of hypobaric hypoxia on postural control. *Aviat Space Environ Med*. 1998 Jun; 69 (6) : 590-5.

8. ERSTING John. Present and Future Compromises in Altitude Protection in Combat Aircraft. NATO RTO-MP-062. 2001. KN11- KN12.

9. POLLOCK NW, BUTEAU D. Updates in Decompression Illness. *Emerg Med Clin North Am*. 2017 May; 35 (2) : 301-319.

10. HASKE TL, PILMANIS AA. Decompression sickness latency as a function of altitude to 25,000 feet. *Aviat Space Environ Med.* 2002 Nov; 73 (11) : 1059-62.

11. BUTLER W. USAF Experience with Hyperbaric Therapy of Altitude Decompression Sickness (1941-1999) NATO RTO-MP-HFM-062. 2001.

12. RUDGE FW. A case of decompression sickness at 2,437 meters (8,000 feet). *Aviat Space Environ Med.* 1990 Nov; 61 (11) : 1026-7.

13. DO M, BUTLER W. Headache and Decompression Sickness : Type I or Type II ? NATO RTO-MP-HFM-062. 2001.21-28

14. MAROTTE H. Maladie de décompression d'Altitude. *Médecine et Armées*. 2003; 31 (5) : 411-420.

15. JERSEY SL, BARIL RT, McCARTY RD, MILLHOUSE CM. Severe neurological decompression sickness in a U-2 pilot. *Aviat Space Environ Med.* 2010 Jan; 81 (1) : 64-8.

16. NACHUM Z, SHUPAK A, SPITZER O, SHARONI Z, RAMON Y, ABRAMOVICH A, SHAHAL B. Inner ear decompression sickness following altitude chamber operation. *Aviat Space Environ Med.* 1999 Nov; 70 (11) : 1106-9.

17. BALLDIN UI, PILMANIS AA, WEBB JT. Pulmonary decompression sickness at altitude : early symptoms and circulating gas emboli. *Aviat Space Environ Med*. 2002 Oct; 73 (10) : 996-9.

18. WOLF CW, PETZL DH, SEIDL G, BURGHUBER OC. A case of decompression sickness in a commercial pilot. *Aviat Space Environ Med.* 1989 Oct; 60 (10 Pt 1) : 990-3.

19. LEE KJ, SANOU AZ. Decompression Sickness in the F/A-18C After Atypical Cabin Pressure Fluctuations. *Aerosp Med Hum Perform*. 2018 May 1; 89 (5) : 478-482.

20. FILES DS, WEBB JT, PILMANIS AA. Depressurization in military aircraft : rates, rapidity, and health effects for 1055 incidents. *Aviat Space Environ Med.* 2005 Jun; 76 (6) : 523-9.

21. ERCAN E, DEMIR AE, SABANER E, TOKLU AS. Incidence of decompression sickness in hypobaric hypoxia training. *Undersea Hyperb Med*. 2020 Second-Quarter; 47 (2) : 203-210.

22. ALLAN GM, KENNY D. High-altitude decompression illness : case report and discussion. CMAJ. 2003 Oct 14; 169 (8) : 803-7. Erratum in : *CMAJ.* 2003 Nov 25; 169 (11) : 1149.

23. PILMANIS Andrew, WEBB James. Altitude DCS Research in Support of Special Operations Forces (SOF) NATO RTO-MP-HFM-062. 2001.

24. SULAIMAN ZM, PILMANIS AA, O'CONNOR RB. Relationship between age and susceptibility to altitude decompression sickness. *Aviat Space Environ Med.* 1997 Aug; 68 (8) : 695-8.

25. WEBB JT, KANNAN N, PILMANIS AA. Gender not a factor for altitude decompression sickness risk. *Aviat Space Environ Med*. 2003 Jan; 74 (1) : 2-10.

26. RUSH WL, WIRJOSEMITO SA. Decompression sickness : risk factors and the monoplace chamber--a case report. *Aviat Space Environ Med.* 1991 May; 62 (5) : 414-7.

27. JIANG S, JIN F, LI D, ZHANG X, YANG Y, YANG D, LI K, YANG Y, MA S. Intermittent hypobaric hypoxia promotes atherosclerotic plaque instability in ApoE-deficient mice. *High Alt Med Biol.* 2013 Jun; 14 (2) : 175-80.

28. McGUIRE S, SHERMAN P, PROFENNA L, GROGAN P, SLADKY J, BROWN A, ROBINSON A, ROWLAND L, HONG E, PATEL B, TATE D, KAWANO ES, FOX P, KOCHUNOV P. White matter hyperintensities on MRI in high-altitude U-2 pilots. *Neurology.* 2013 Aug 20; 81 (8) : 729-35.

29. McGUIRE SA, TATE DF, WOOD J, SLADKY JH, MCDONALD K, SHERMAN PM, KAWANO ES, ROWLAND LM, PATEL B, WRIGHT SN, HONG E, RASMUSSEN J, WILLIS AM, KOCHUNOV PV. Lower neurocognitive function in U-2 pilots : Relationship to white matter hyperintensities. *Neurology.* 2014 Aug 12; 83 (7) : 638-45.

30. McGUIRE SA, RYAN MC, SHERMAN PM, SLADKY JH, ROWLAND LM, WIJTENBURG SA, HONG LE, KOCHUNOV PV. White matter and hypoxic hypobaria in humans. *Hum Brain Mapp.* 2019 Aug 1; 40 (11) : 3165-3173.

31. McGUIRE SA, SHERMAN PM, BROWN AC, ROBINSON AY, TATE DF, FOX PT, KOCHUNOV PV. Hyperintense white matter lesions in 50 high-altitude pilots with neurologic decompression sickness. *Aviat Space Environ Med.* 2012 Dec; 83 (12) : 1117-22.

32. McGUIRE SA, BOONE GR, SHERMAN PM, TATE DF, WOOD JD, PATEL B, ESKANDAR G, WIJTENBURG SA, ROWLAND LM, CLARKE GD, GROGAN PM, SLADKY JH, KOCHUNOV PV. White Matter Integrity in High-Altitude Pilots Exposed to Hypobaria. *Aerosp Med Hum Perform.* 2016 Dec 1; 87 (12) : 983-988.

33. CONNOLLY DM, LEE VM, HODKINSON PD. White Matter Status of Participants in Altitude Chamber Research and Training. *Aerosp Med Hum Perform*. 2018 Sep 1; 89 (9) : 777-786.

34. AIGLE L, CHEVALIER JM, JOURNAUX L. Stress au cours du saut en parachute à très grande hauteur. *Médecine et Armées*. 2006; 34 (4) : 1-6.

35. NESPOULET H, RUPP T, BACHASSON D, TAMISIER R, WUYAM B, LÉVY P, VERGES S. Positive expiratory pressure improves oxygenation in healthy subjects exposed to hypoxia. *PLoS One*. 2013 Dec 23; 8 (12) : e85219.

36. WEBB JT, PILMANIS AA, KANNAN N, OLSON RM. The effect of staged decompression while breathing 100 % oxygen on altitude decompression sickness. *Aviat Space Environ Med.* 2000 Jul; 71 (7) : 692-8.

37. WEBB James. Optimizing Denitrogenation for DCS Protection. NATO RTO-MP-HFM-062. 2001.

38. Webb JT, Pilmanis AA. Fifty years of decompression sickness research at Brooks AFB, TX : 1960-2010. *Aviat Space Environ Med.* 2011 May; 82 (5 Suppl) : A1-25.

39. HASKE TL, PILMANIS AA. Decompression sickness latency as a function of altitude to 25,000 feet. *Aviat Space Environ Med.* 2002 Nov; 73 (11) : 1059-62.

40. SHEFFIELD PJ. Flying after diving guidelines : a review. *Aviat Space Environ Med.* 1990 Dec; 61 (12) : 1130-8.

41. CIALONI D, PIERI M, BALESTRA C, MARRONI A. Flying after diving : should recommendations be reviewed ? In-flight echocardiographic study in bubble-prone and bubble-resistant divers. *Diving Hyperb Med.* 2015 Mar; 45 (1) : 10-5.

42. LEE KJ, SANOU AZ. Decompression Sickness in the F/A-18C After Atypical Cabin Pressure Fluctuations. *Aerosp Med Hum Perform*. 2018 May 1; 89 (5) : 478-482.

43. YONEDA I, TOMODA M, TOKUMARU O, SATO T, WATANABE Y. Time of useful consciousness determination in aircrew members with reference to prior altitude chamber experience and age. *Aviat Space Environ Med.* 2000 Jan; 71 (1) : 72-6.

44. MAHNOVSKY V. Pharmacological Correction of the Human Functional State in High Altitude Conditions. NATO RTO-MP-HFM-062. 2001.

45. MUEHLBERGER PM, PILMANIS AA, WEBB JT, OLSON JE.

Altitude decompression sickness symptom resolution during descent to ground level. *Aviat Space Environ Med.* 2004 Jun; 75 (6) : 496-9.

46. KRAUSE KM, PILMANIS AA. Effectiveness of ground-level oxygen in the treatment of altitude decompression sickness. *Aviat Space Environ Med* 2000; 71 : 115-8.

47. TETZLAFF K, SHANK ES, MUTH CM. Evaluation and management of decompression illness-an intensivist's perspective. *Intensive Care Med*. 2003 Dec; 29 (12) : 2128-2136.

48. WOLF CW, PETZL DH, SEIDL G, BURGHUBER OC. A case of decompression sickness in a commercial pilot. *Aviat Space Environ Med.* 1989 Oct; 60 (10 Pt 1) : 990-3.

49. SIEWIERA J, SZAŁAŃSKI P, TOMASZEWSKI D, KOT J. High-Altitude Decompression Sickness Treated with Hyperbaric Therapy and Extracorporeal Oxygenation. *Aerosp Med Hum Perform.* 2020 Feb 1; 91 (2) : 106-109.

50. DART TS, BUTLER W. Towards new paradigms for the treatment of hypobaric decompression sickness. *Aviat Space Environ Med.* 1998 Apr; 69 (4) : 403-9.

51. PETRUSO MJ, PHILBRICK SM. Definitive Treatment of Neurological Decompression Sickness in a Resource Limited Location. *Aerosp Med Hum Perform.* 2021 Jan 1; 92 (1) : 47-49.

52. POLLOCK NW, BUTEAU D. Updates in Decompression Illness. *Emerg Med Clin North Am.* 2017 May; 35 (2) : 301-319.

53. SHIMADA H, MORITA T, KUNIMOTO F, SAITO S. Immediate application of hyperbaric oxygen therapy using a newly devised transportable chamber. *Am J Emerg Med.* 1996 Jul; 14 (4) : 412-5.

54. BENDRICK GA, AINSCOUGH MJ, PILMANIS AA, BISSON RU. Prevalence of decompression sickness among U-2 pilots. *Aviat Space Environ Med.* 1996 Mar; 67 (3) : 199-206.

55. CABLE GG. In-flight hypoxia incidents in military aircraft : causes and implications for training. *Aviat Space Environ Med.* 2003 Feb; 74 (2) : 169-72.

56. BROOKS CJ. Loss of cabin pressure in Canadian Forces transport aircraft, 1963-1984. *Aviat Space Environ Med.* 1987 Mar; 58 (3) : 268-75.

57. BUTLER FK. Decompression sickness presenting as optic neuropathy. *Aviat Space Environ Med.* 1991 Apr; 62 (4) : 346-50.

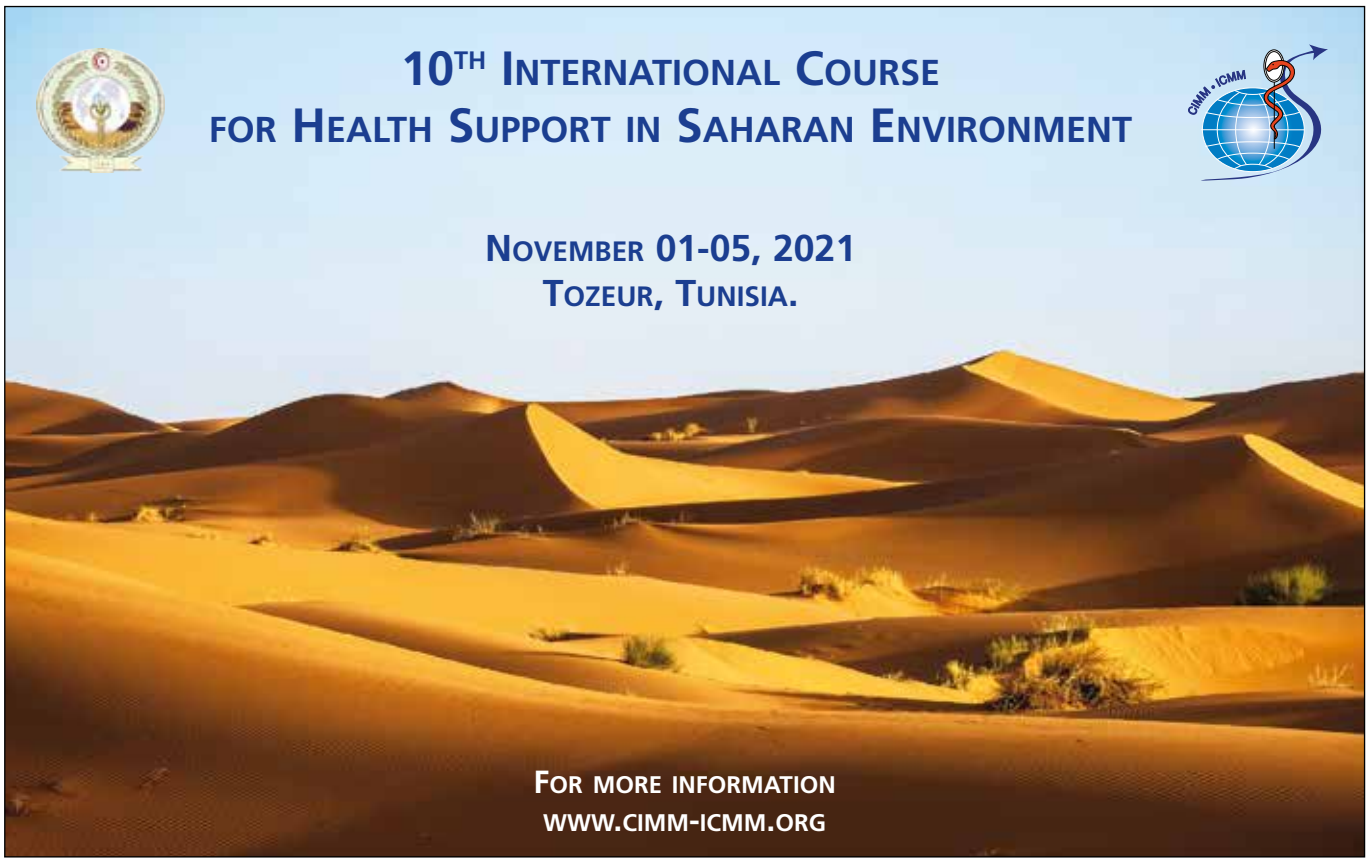
58. USAF Experience with Hyperbaric Therapy of Altitude Decompression Sickness (1941-1999) NATO.

59. JOHNSTON MJ. Loss of cabin pressure in a military transport : a mass casualty with decompression illnesses. *Aviat Space Environ Med*. 2008 Apr; 79 (4) : 429-32.

60. MANCINI S, CROTTY AM, COOK J. Triage and Treatment of Mass Casualty Decompression Sickness After Depressurization at 6 m. *Aerosp Med Hum Perform.* 2018 Dec 1; 89 (12) : 1085-1088.

61. ATA N, KARACA E. Investigation of a cluster of decompression sickness cases following a high-altitude chamber flight. *Diving Hyperb Med.* 2021 Mar 31; 51 (1) : 82-85.

62. STEINMAN Y, VAN DEN OORD MHAH, FRINGS-DRESEN MHW, SLUITER JK. Flight Performance During Exposure to Acute Hypobaric Hypoxia. *Aerosp Med Hum Perform.* 2017 Aug 1; 88 (8) : 760-767.



TRAIN!

Lives depend on it...

All Combatant TCCC SKILLS TRAINING SYSTEM

3 Module System #80-0970

- *All the necessary* ***Tactical Medical*** *and* ***Casualty Extraction/ Evacuation Training Equipment*** *needed when teaching the* ***TCCC – All Combatant Skills*** *required tasks for completing the* ***Tactical Combat Casualty Care (TCCC) course***
- *The* ***Modular Turnkey Solution*** *for training centers and educational institutions designed to equip up to* ***25 students***
- *Complete Modular System consists of* ***3 self-contained Hard Storage Case*** *containing equipment addressing*

SKILL STATIONS | IFAKS | EVACUATION

REV090121

NORTH AMERICAN RESCUE®

www.NARescue.com • 888.689.6277

PRODUCTS WITH A MISSION®

Improvement of the Training of Military Surgeons Using Advanced Teaching Methods.

By E. V. KRIUKOV[1], I.M. SAMOKHVALOV[2], V.A. REVA[3], A.V. GONCHAROV[4] and I.V. KHOLIKOV[5]. Russian Federation

Evgeniy V. KRIUKOV

Major General of the Armed Forces Medical Services Evgeny KRIUKOV was born in 1966 in Sevastopol. He studied at the Crimean State Medical University and at the Military Medical Faculty of the Gorky Medical Institute from which he graduated with honors in 1989.

He served in the Armed Forces as a military doctor and a physician. From 1998 to 2009 he was a chief physician of the Black Sea Fleet. From 2009 to 2014 he worked as the head of the Naval Clinical Hospital of the Black Sea Fleet named after N.I. Pirogov.

From 2014 to 2020 he served as the head of the Main Military Clinical Hospital named after N.N. Burdenko. In November 2020 he was appointed as the head of the Russian Military Medical Academy in Saint Petersburg.

Doctor of Medical Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences. Honored Doctor of the Russian Federation.

RESUME

Amélioration de la formation des chirurgiens militaires à l'aide de méthodes pédagogiques avancées.

Objectif de l'étude
Évaluation des bénéfices des moyens modernes de formation des chirurgiens militaires des forces aéroportées et des forces spéciales.
Matériel et méthodes
L'article cherche à comparer les bénéfices de diverses modalités de formation.
Il décrit notamment les caractéristiques du cours pratique "SMART" créé par l'Académie de médecine militaire russe. et visant à améliorer la performance des chirurgiens en intervention sur le terrain.
Résultats obtenus
Le cours SMART se compose de 3 jours de cours, combinant de courtes conférences et des travaux pratiques sur des simulateurs chirurgicaux, des vecteurs biologiques vivants (porcs) et sur cadavre.
Sous la direction d'enseignants qualifiés expérimentés, ce cours permet ainsi aux étudiants d'effectuer plus de 35 types différents de gestes chirurgicaux salvateurs.
Conclusion
Ces nouvelles techniques d'enseignement et d'entraînement conduisent à une amélioration significative de la formation chirurgicale des médecins militaires amenés à intervenir sur les théâtres d'opérations.

KEYWORDS: Military field surgery, training of Special Operations Surgical Team, simulation-based surgical training.

MOTS-CLÉS : *Chirurgie militaire de campagne, formation des chirurgiens des forces spéciales, formation chirurgicale par techniques de simulation.*

INTRODUCTION

Effective medical care for people injured in an armed conflict is based on stepped therapy, the provision of supplies and equipment during the whole period of evacuation and, to a large extent, on high-quality training of surgical staff.

In this regard, special requirements are applied to the surgeons of the forward surgical teams of the Airborne

Troops and Special Forces. Generally, surgeons start to participate in the outbreak of hostilities, when they have to provide medical care to the wounded under difficult circumstances[1, 2]. Hence, there has been a recent trend that special operations surgical teams provide medical care to seriously injured persons on a battlefield (Special Operations Surgical Team, SOST, Surgical Resuscitation Team, SRT)[3]. Such interventions require additional surgical and resuscitation training in the area of modern combat trauma.

OBJECTIVE

The objective of the study is to improve the practical training of military surgeons of forward medical units using new learning methods.

MATERIAL AND METHODS

The authors compared the structure of emergency surgeries in a level 1 trauma center to the ones performed in the North Caucasus (1999-2002). They also described features of the practical course "SMART" (Modern Methods and Algorithms for the Treatment of Wounds and Traumas) designed to teach trauma and military surgery.

RESULTS OF THE STUDY

Up to 90 surgeons train at the department and in the clinic of military field surgery of Kirov Military Medical Academy in various retraining programmes every year. The clinic also belongs to Saint Petersburg local healthcare system as a level 1 trauma center. The multi-functional character of the Academy enables students not only to gain theoretical knowledge during lectures, seminars, clinical analyzes but also to provide assistance to the victims. Based on the professional experience of department's specialists in armed conflicts recent indicators point to the lack of professional training in urgent situations among military surgeons. This is why a traditional way of teaching had to be improved.

Thus, the authors analyzed types of urgent surgeries for victims in the clinic as a level 1 trauma center and other surgical procedures performed in forward medical units (medical detachment of special assignment) during the counter-terrorist operation in the North Caucasus in 1999- 2002 per year (Table 1).

It may be noted that the most common emergency surgeries were laparotomy and thoracocentesis with pleural drainage. Surgical operations in special medical units (MOSN) constitute 46% of the total, the ones performed in the clinic account for 22.1% and 17.5% respectively. The most common surgeries in the clinic were external fixation for limb bones (30.8%) and pelvis fractures (7.5%) which were not performed by the MOSN during armed conflicts. However such surgeries help to decrease the number of fatalities and complications among severely wounded people.

Given that military surgeons cannot perform all types of surgical operations in trauma centers, the training programme was augmented with training on surgical simulators, operations on larger animals (pigs) and classes on cadaver material. The teaching personnel of the Military Field Surgery Department preliminarily developed a list of the most relevant emergency surgical incisions performed in the provision of medical assistance to the wounded as the Damage Control tactic (Table 2).

Surgeons considered the possibility of demonstrating their practical skills on animals. However, the anatomy of pigs is different and military physicians are not able to perform several extremely important surgical operations (tamponade of the pelvis, fixation of pelvic and limbs fractures, thoracocentesis in the second intercostal space, etc.). Military surgeons trained at the operating theatre how to perform such operations, like several others before.

The idea of the establishment of the course was to use a combination of typical surgical techniques and methods that form the technical basis of the Damage Control tactic created to save the lives of the most severe category of wounded. The aim of the training course "SMART" (Modern Methods and Algorithms for the Treatment of Wounds and Traumas) is to show and to provide an opportunity for students to get practical skills in the area of military field surgery.

The SMART course was launched in 2018. It takes place 3-4 times per year while the format of the course was constantly being improved. The course started as a two-day training course on injury surgery on "living" tissues. Then it expanded 3 full days of classes, combining short lectures and practical work of students on surgical simulators, large living biological objects and cadaveric material. Medical professionals train their skills on such tools as surgical simulator "Caesar" (Canada, CAE), "TraumaMan" (USA, Simulab Corporation), "VirtuMan" (the USA, Simulaids, Inc.) and on specially designed Russian surgical simulators, large biological objects and human corpses. The lecturers of the course are professors of the Department of Military Field Surgery who are also practicing surgeons of the trauma center with combat experience. Other well-known specialists from different institutions, including foreign trauma surgeons, teach this course.

An approximate SMART course programme is presented in the table. 3.

❶ Major General, MD, PhD (Medicine),
Chief of Russian Military Medical Academy.

❷ Colonel (Ret), MD, PhD (Medicine),
Head of War Surgery Department,
Russian Military Medical Academy.

❸ Lieutenant Colonel, MD, PhD (Medicine),
Associate Professor of War Surgery Department,
Russian Military Medical Academy.

❹ Colonel, MD,
Associate Professor of War Surgery Department,
Kirov Military Medical Academy.

❺ Colonel (Ret), PhD (Law),
Professor of the Institute of International and European Law Department,
Institute of Legislation and Comparative Law under the Government of
the Russian Federation.

Correspondence:
Major General Evgeniy V. KRIUKOV, MD, PhD (Medicine),
Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences,
Chief of Russian Military Medical Academy,
6 Akademika Lebedeva Str.,
RU-194044 St. Petersburg, Russia,
E-mail: vmeda-nio@mil.ru

Table 1: Types of emergency surgeries for wounds and injuries in a level 1 trauma center in comparison with the work of the MOSN in the North Caucasus (1999-2002).

Emergency surgeries	Trauma center (n=866), %	MOSN (n=443)[4], %	Statistical assurance, p
Laparotomy	17.5	46.0	<0.05
Laparoscopy	3,6	-	
Thoracocentesis, pleural puncture	22,1	46,3	<0,05
Thoracotomy	1,6	3,6	<0,05
Thoracoscopy	1,5	-	
The major vessels surgeries	3,4	2,7	>0,05
Cystostomy	0,6	-	
External fixation for long bones fracture	30,8	-	
External fixation device for unstable pelvic fractures	7,5	-	
Surgical exploration for neck fracture	0,7	-	
Tracheostomy	10,7	1,4	<0,05
Total	100,0	100,0	

Table 2: The main surgical operations and manipulations performed by surgeons of Forward Surgical teams to the seriously wounded military in modern armed conflicts.

1. Thoracotomy, the arrest of bleeding (hemostasis).
2. Heart suturing.
3. Tractotomy, atypical resection of the lung.
4. Cross-clamping of the aorta.
5. Thoracocentesis, the pleural drainage.
6. Laparotomy, parenchymal organs hemostasis.
7. Temporary seal of the hollow organs of the abdomen, pelvis.
8. Temporary closure of the abdominal cavity.
9. Retroperitoneal pelvic tamponade.
10. External fixation of pelvic and extremity fractures.
11. An operative exploration of internal structures of the neck, hemostasis.
12. Access to major vessels of the chest, abdomen, pelvis, limbs. Restoration, provisional prosthetics and ligature of blood vessels. Fasciotomy
13. Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta (REBOA).
14. Tracheostomy, cricothyrotomy.
15. Amputation.
16. Transfusion of blood and its components, blood auto transfusion.

Table 3: The SMART course programme.

Part	Time, Min.	Activity
Day 1. Simulation center		
Part 1 (theoretical part)	5	Introductory statement.
	20	Lecture: "The modern paradigm of the treatment of the wounded and injured people."
	20	Lecture: "Introduction to Damage Control: Why and How?"
	15	Lecture: "Pathophysiology of shock and Damage control resuscitation."
	15	Lecture: "Primary protocol of medical examination of the victim."

ICMM 2021

International Seminar on

Nursing Experiences about COVID-19 Pandemic

October 13, 2021 in Tehran, I. R. Iran

Via VIDEO-CONFERENCE Adobe Connect

TOPICS:

- CLINICAL CARE
- MANAGEMENT AND LEADERSHIP
- EDUCATION AND RESEARCH

www.icmm-nursing.ir

info@icmm-nursing.ir

NOTE:

All members who would like to have a presentation time at the video conference session are required to send their request to the following email address at least one month before the event

	15	Break
Part 2 (simulation training)	120	Basic practical skills training on simulators: «A» Secure airways. «B» Puncture and pleural drainage. «C» Hemostasis (tourniquet, wound tamponade, local hemostatic agents, pelvic girdle, traction splint). «D» Diagnosis of severe traumatic brain injury. «E» Hypothermia treatment. Infusion of warm solutions. Intraosseous access. «F» FAST. Focused Assessment with Sonography for Trauma.
	30	Lunch
Part 3 (Vascular trauma)	30	Lecture: "Vascular injuries: the basics of diagnosis and treatment."
	210	Vascular suture skills training using special simulators.
	10	Lecture: "The advantages and possibilities of the modern C-arm in surgical interventions."
	15	Lecture: "Endovascular methods and hybrid technologies in the treatment of severe injuries."
Day 2 Department of Operative Surgery (with Topographic Anatomy). Experimental operative theatres		
Part 1 (theoretical part)	15	Lecture: "General principles of wound treatment. Gunshot and explosive wounds."
	15	Lecture: "Neck wounds. Does the zone matter?"
	10	Lecture: "Thoracic trauma. Medical indications and access."
	10	Lecture: "Abdominal trauma: when to operate and how?"
	10	Lecture: "Pelvic trauma. New algorithm."
	30	Break
Work with animals – Part 2	210	Classes for practical surgery skills on anatomical regions such as: - great vessels of the neck, extremities. - abdomen, pelvis.
	60	Lunch
Work with animals – Part 3	180	Classes for practical surgery skills on such anatomical regions as: - abdomen, pelvis. - chest.
Day 3 Department of Operative Surgery (with Topographic Anatomy). Operative theatre.		
Part 1	30	Lecture: "Wound ballistics: what does a surgeon need to know?"
Cadaver course – Part 2	180	Classes for practical surgery skills on such anatomical regions as: - abdomen, pelvis. - chest.
	60	Break. Case discussion.
Cadaver course – Part 3	120	Classes for practical surgery skills on such anatomical regions as: - neck. - extremities.

The course methodology allows trainees to see and perform more than 35 different types of surgery and surgical techniques under the guidance of a lecturer. It is of high importance to save the lives of severely wounded victims and casualties. (Table 4).

The effectiveness of the training surgical course SMART was assessed in the initial and final tests taken by 55 students. The specially designed test included 15 questions, grouped into 5 sections of 3 questions: injuries in the main parts of the body (chest, abdomen, pelvis,

Table 4: List of practical skills trained during SMART course.

Surgery	Simulators	Living tissues	Cadaver course
Basic trauma care skills			
Secure airways	+	+	+
Puncture, pleural drainage	+	+	+
Hemostasis (tourniquet, wound tamponade, local hemostatic agents, pelvic girdle, traction splint, immobilization)	+	+	
Vascular access. Intraosseous access	+	+	
Great saphenous vein cutdown			+
Diagnosis of severe TBI	+		
Hypothermia treatment	+	+	
FAST. Focused Assessment with Sonography for Trauma	+	+	
Vascular injury: neck, expremities			
Side suture of blood vessels	+		
Circular suture of blood vessels	+		
Temporary blood vessels shunting	+	+	
Patch angioplasty	+		
Synthetic prosthesis filling	+		
Operative exploration of internal structures of the neck		+	+
Operative exploration of the following vessels: subclavian/axillary/brachial artery			+
Arterial puncture, catheterization		+	
Chest trauma			
Lateral thoracotomy		+	+
Transsternal bilateral thoracotomy (clamshell)		+	
Median sternotomy			+
Aortic compression		+	+
Procedures on the lung root		+	+
Tractotomy, lung suture		+	
Atypical lung resection		+	
Aortic arch and brachiocephalic arteries displacement			+
Heart wound suture		+	
Abdominal trauma			
Progressive wound dilatation		+	
Laparocentesis		+	+
Laparotomy		+	+
Operative exploration of the abdomen		+	+
Subphrenic aortic compression		+	+
Resuscitation endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA)		+	
Hemostasis of parenchymal organs		+	
Pringle maneuver		+	+
Liver tamponade		+	+
Splenectomy		+	+
Intestinal suture and anastomosis, a temporary seal of hollow organ extensive injuries		+	+
Mattox maneuver		+	+
Kocher maneuver			+
Cattell-Braasch maneuver		+	+
Nephrectomy		+	+
Temporary abdominal closure		+	
Pelvic and extremity injury			
Retroperitoneal pelvic tamponade			+
Retroperitoneal open exposure of the iliac artery bifurcation			+
Urinary bladder suture		+	
Cystostomy		+	
Fracture fixation of the pelvis and extremities by an external fixation device			+
Lower extremity, forearm fasciotomy			+

extremities) and general questions of Military Field Surgery and Injury Surgery. The results of the survey are given in Table 5.

Table 5: Results for the level of knowledge tests of SMART course students (N=55).

Questions section	Number of correct answers			
	Initial test		Final test	
	Absolute number	%	Absolute number	%
Neck (n=165)	41	24,8	100*	60,6*
Chest (n=165)	60	36,4	147*	89,1*
Abdomen (n=165)	83	50,3	148*	89,7*
Extremities (n=165)	56	33,9	111*	67,3*
General questions (n=165)	87	52,7	141*	85,5*
TOTAL (n=825)	327	39,6	647*	78,4*
Note: * - the differences are credible in comparison with the initial level of knowledge (p<0.05)				

Although the SMART course concentrates on the practical component of the training, it is complemented by short lectures on the most important issues of injury surgery. Final testing showed a significant increase in the number of correct answers in individual sections: neck - 2.4 times ($p < 0.05$), chest - 2.4 times ($p < 0.05$), abdomen - 1.8 times ($p < 0.05$), great vessels of the extremities – twice ($p < 0.05$), general questions of injury surgery - 1.6 times ($p < 0.05$). Thus, the general level of knowledge of students doubled ($p < 0.05$).

THE DISCUSSION OF THE RESULTS

Treatment of the wounded in modern military conflicts puts higher demands on the professional qualities of military surgeons, especially surgeons of the Airborne Forces and Special Forces.

The formation and maintenance of competencies in the military field surgery dictates the need for professional skills development. It is necessary not only for continuous learning of the fundamental principles of healthcare ethics but for practicing basic life-saving surgeries. The specific nature of casualties, the decrease in the number of victims in trauma centers, as well as the frequency of performing common surgeries force the introduction of new technologies and teaching methods. A possible solution to this problem is an intensive training course in military field surgery, including training (under the guidance of an expert lecturer) on simulators, biological objects and cadaver material.

The creation, development and use of medical simulation tools allow healthcare professionals to practice common surgeries repeatedly without risking lives. Moreover, a simulated environment makes it possible to evaluate the effectiveness of medical professionals, their psychomotor skills and the speed of performing a surgery. Military field surgeons, as well as doctors who provide surgical care for wounds and injuries in peacetime, should acquire these skills[6]. However, currently, existing simulators cannot create an entire spectrum of scenarios on how to save the lives of severely wounded people.

It is generally agreed that the best way to improve surgical competencies is to train on living tissues. Kenneth Bofford's world-famous DSTC (Definitive Surgical Trauma Care) course is a two-day training course on larger animals (pigs)[7]. However, sometimes training on living tissues differs from surgeries on real patients. The Royal Society of Surgeons of Great Britain who teach another well-known DSTS (Definitive Surgical Trauma Skills) course, on the contrary, uses only cadaver material for training despite it is nearly impossible to reproduce a real pathology by such means[8].

The training course "SMART" (Modern Methods and Algorithms for the Treatment of Wounds and Traumas) combines short lectures and practical work of trainees consistently on surgeon simulators, large living biological objects and cadaver. Due to the Covid-19 pandemic in 2020, the "SMART" surgical course began in a hybrid offline-online format. Three days professors give some lectures remotely followed by a three-day "immersion" in practical military field surgery and injury surgery. In addition to the SMART course, there are SMART-PP (maneuver of a severely wounded person), SMART-Angio (trauma of blood vessels), SMART-REBOA (performing resuscitation endovascular balloon aortic occlusion - REBOA) courses[9].

CONCLUSION

The possibility of training on living tissue and on a cadaver is limited in most countries of the world for a number due to financial, organizational and ethical reasons. However, it is obvious that military doctors travelling to the theatre of operations, as well as to surgeons of trauma centers, must learn surgery in two different ways: at the level of physiology (on living tissues) and the anatomical level (on cadaver material). It is also recommended to combine surgery training with the use of simulation tools which is optimal for perception by trainees.

REFERENCES

1. SAMOKHVALOV IM, KHOLIKOV IV, GONCHAROV AV, SMITH IM, REVA VA Surgical Lessons Learned from Armed Conflict in Afghanistan (1979-1989) and The Caucasus (1994-2002, 2008). *Intern Review Armed Forces Med Serv*, 2014; 87 (4): 79-85.

2. EARDLEY WG, TAYLOR DM, PARKER PJ Training tomorrow's military surgeons: lessons from the past and challenges for the future. *J. of the Royal Army Medical Corps*, 2009; – 155 (4): 249–252.

3. REMICK KN The surgical resuscitation team: surgical trauma support for U.S. Army Special Operations Forces. *J. Spec. Oper. Med*, 2009; 9 (4): 20–25.

4. Military field surgery of local wars and armed conflicts: a

guide for surgeons, edited by EK Gumanenko and IM Samokhvalov. GEOTAR-Media, Moscow, 2011, p. 672. [Rus].

5. http://traumasmart.ru/

6. BUTLER FK, HOLCOMB JB, SHACKELFORD S, *et al*. Advanced resuscitative care in Tactical Combat Casualty Care: TCCC guidelines change 18-01:14. *J. Spec. Oper. Med*, 2018; 18 (4): 37–55.

7. BOFFARD KD Manual of Definitive Surgical Trauma Care, Fifth Ed.: CRC Press, 2019, p. 464.

8. RIAN JM, ROBERTS P. Definitive surgical trauma skills: A new skills course for specialist registrars and consultants in general surgery in the United Kingdom. *Trauma*, 2002; 4 (3): 184-188.

9. https://www.vmeda.org/rasshirennyj-kurs-smart-angio-vpervye-v-nashej-strane-proshel-v-voenno-mediczinskoj-akademii/

Your first choice in infection control

Helping to reduce the risk of cross contamination

Our range of single use respiratory products may be used to help reduce the risk of cross contamination between patients and health care workers in the pre-hospital and clinical environment.

- i-view™ video laryngoscope
- High efficiency breathing filters and HMEFs
- i-gel® supraglottic airway and i-gel O_2 Resus Pack
- FiltaMask™ medium concentration oxygen mask
- Bag-Valve-Mask (BVMs)

View our full product range:
www.intersurgical.com/info/InfectionControl

INTERSURGICAL®
COMPLETE RESPIRATORY SYSTEMS
Quality, innovation and choice

Interact with us
www.intersurgical.com

Profil lésionnel de blessés par mines terrestres et leçons stratégiques.

Par O. SOW[1] [2], A.B. FALL[1], S.MB. NDIAYE[1], M.B. WADE[1], D. BARBOZA[1] [2] et I. SALL[3]. Sénégal

Omar SOW

Le médecin Capitaine Omar SOW est chirurgien de l'antenne militaire de la zone militaire N° 5 (Ziguinchor, Sénégal).
Incorporé dans l'armée en 2005, il a eu son doctorat de médecine en 2012.
Il a été admis au concours d'internat de médecine en 2011. Il a obtenu son diplôme de chirurgie générale en 2017.
Il a effectué des missions en opérations extérieures, la mission des Nations Unies aux Darfour (Senbat 10 Darfour en 2013-2014) et la mission de l'ECOMIB (Detsen 6 Guinée Bissau en 2018-2019).
Depuis 2019, il est chirurgien de l'antenne militaire de Ziguinchor.

SUMMARY

A Profile of Land Mines Injuries and Strategic Lessons

The use of improvised explosive devices and landmines (anti-personnel, anti-tank) is common in modern asymmetric conflicts. These wounding agents cause multiple lesions that can affect the vital and functional prognosis of the injured. The authors report a descriptive study over a period of 1 month, on the basis of a prospective file collecting the circumstances of the incidents as well as clinical and paraclinical data, of landmine injuries during a security operation in Casamance (regions in the south of Senegal). All soldiers received at the medico-surgical unit of the Ziguinchor inter-army medical center for landmine trauma, were included in the study. Eighteen people were injured, including two deaths as a result of the incident. The lesion assessment showed: two open mine legs (one direct and one "deck-slap injury"), Type III C from Gustilo-Anderson; four closed mine feet, closed "deck-slap injury" (left bi-malleolar fracture, left talus fracture, right talus fracture, right calcaneus fracture). The associated lesions concerned, for the other injured, soft tissue wounds and contusions. Principles of damage control were applied. The average time to evacuation to the surgical unit was 28.33 min. Mine was the only cause of injury during this operation. Current context must foster the adoption of new prevention strategies, in the engagement of troops and care.

Mots-clés : Blessés de guerre, Mine terrestre, Pied de mine.
Keywords: *Mine foot, Land mine, War wounded.*

INTRODUCTION

L'utilisation des mines durant le conflit en Casamance (région au Sud du Sénégal) a été responsable de lésions traumatiques complexes à haute énergie, associant fracas de membres, polycribblage par éclats multiples, blast et séquelles psychologiques[1, 2]. Le pied de mine, classiquement décrit sans effraction cutanée, associe actuellement des amputations partielles, fracas osseux et lésions des parties molles. Il est « direct » lorsque le contact direct avec la mine produit des lésions de désintégration, par amputation traumatique et fracas ouvert relatif au blast primaire. Il est « indirect » (pied de pont ou claque de pont) quand l'onde de choc (onde de surpression) se propage à travers une interface (véhicule), conduisant à des lésions ostéoarticulaires et neuro-vasculaires sans désintégration cutanée; relatif toujours au blast primaire[3, 4, 5]. Les autres lésions font état de : polycribblage (98 %), blast auriculaire (30 %), fractures du rachis (3-20 %), brûlures (7-14 %), troubles psychiques dans la quasi-totalité des blessés[1, 6]. Les auteurs rapportent un retour d'expérience de la prise en charge des blessés

militaires par mine terrestre (figure 1) lors d'une opération de sécurisation en Casamance. Le but de ce travail était de déterminer la nature et la gravité des lésions, la prise en charge des blessés et d'en tirer des leçons stratégiques.

Figure 1 : Mine anti char piégée (grenades en dessous), non déclenchée malgré le passage véhiculaire.

PATIENTS ET METHODES

Il s'agit d'une étude descriptive sur une période de 1 mois, sur la base d'un fichier prospectif recueillant les circonstances des incidents ainsi que les données cliniques et paracliniques. Ont été inclus dans l'étude tous les militaires reçus au niveau de l'unité médico-chirurgicale du centre médical interarmées (CMIA) de Ziguinchor pour traumatisme par mine terrestre. Durant l'opération, la mission de faire le triage, de stabiliser et de prendre en charge les urgences vitales afin de pouvoir les transférer aux hôpitaux d'infrastructures de Dakar par voie aérienne, nous avait été impartie. Cette unité médico-chirurgicale était composée de : un chirurgien généraliste, un anesthésiste-réanimateur, deux médecins généralistes, un pharmacien, deux infirmiers en anesthésie, 5 infirmiers de bloc opératoire, 2 techniciens en maintenance biomédicale, 3 aides infirmiers. Cette équipe était déployée dans les locaux du CMIA à 50 km par voie routière de la zone opérationnelle. La structure comptait 2 salles opératoires, une unité de réanimation de 4 lits, une salle d'accueil et de réanimation, une salle de réveil de 3 lits et de 2 salles d'hospitalisation de 14 lits au total, une salle de radiographie numérisée et échographie, un laboratoire de biologie médical. Une zone de triage a été aménagée à cet effet.

Nous avons organisé plusieurs niveaux de prise en charge des blessés durant cette opération :

- niveau 1 sur zone opérationnelle par les camarades, secouristes chargés de l'extraction et des premiers soins pour sécuriser le transfert;
- niveau 2, les blessés étaient pris en charge au poste de secours avancé distant de 13 km, poste le plus près de la zone opérationnelle, par le médecin d'unité et son équipe pour mise en condition d'urgence, évacuation vers l'unité médico-chirurgicale de Ziguinchor;
- niveau 3, à l'unité médico-chirurgicale de Ziguinchor, où étaient réalisés le triage, la réanimation, les gestes chirurgicaux d'urgence notamment le « damage control » ; et l'évacuation vers les hôpitaux militaires Dakar par voie aérienne militaire était ensuite planifiée.

Au niveau 3, la prise en charge des blessés se faisait en trois temps : admission dans la zone de triage pour évaluation, puis de réanimation initiale, ensuite l'intervention chirurgicale si nécessaire et la poursuite de la réanimation en soins postopératoires. Un bilan sanguin, avec la numération et formule sanguine, le bilan d'hémostase, la fonction rénale, l'ionogramme sanguin, était réalisé.

Les paramètres étudiés étaient : l'âge, le mécanisme lésionnel, le délai de transfert, la prise en charge au niveau 3, la nature des lésions. La méthode START (Simple Triage and Rapid « Treatment »), par l'évaluation de la respiration (« Airways »), de l'hémorragie (« Bleeding ») et de la conscience (« Cognition »), était utilisée pour le triage[7]. Elle comprend 4 catégories de blessé : Noire (blessé décédé) ; Rouge (Blessé grave nécessitant une prise en charge immédiate en moins d'une heure) ; Orange (prise en charge peut être différée, en attente de 4 heures) ; vert (blessé avec un traumatisme mineur). Les pieds de mine ont été classés en ouvert ou fermé[8]. Les pieds de mine ouvert ont été classés selon la classification Gustilo et Anderson [9], prenant en compte la gravité des lésions des parties molles.

RESULTATS

Durant la durée mensuelle de l'opération, nous avons noté trois incidents de déclenchement de mine terrestre. Pour le premier incident, il s'agissait d'un combattant patrouillant à pied, victime d'une mine anti-personnel. Pour le deuxième et le troisième incident, ils s'agissaient de véhicules de transport de troupes (**12 hommes par véhicule**) non blindés victimes de mines anti-char. L'intervalle entre le premier, le deuxième et le troisième incident était respectivement de 3 et 5 jours. Il y avait un afflux massif de blessés lors du deuxième (8 blessés) et du troisième (9 blessés) incident.

Nous avons recensé 18 blessés par les mines terrestres et 2 décès sur le coup de l'incident. L'âge moyen des blessés était de 26,8 ans avec des extrêmes de 25-33 ans. Parmi les 18 blessés, il y a eu 4 blessés graves (2 START-catégorie Rouge et 2 Orange), 2 décès (START-catégorie Noire) sur le coup par traumatisme crânien et amputations des membres inférieurs et 12 blessés légers (START-catégorie Vert). Pour les catégories Rouges, il s'agissait du combattant patrouillant à pied

❶ Centre médical interarmées de Ziguinchor.

❷ UFR des sciences de la santé de l'université Assane Seck de Ziguinchor.

❸ Département de chirurgie,
Service Sohier-Diagne AL,
Hôpital d'Instruction des Armées, Hôpital principal de Dakar.

qui présentait une amputation traumatique de la jambe droite remontant jusqu'au genou (figure 2) ; et d'un passager véhiculaire du deuxième incident qui présentait plusieurs fractures aux deux membres inférieurs. Deux morts sur le coup (1 décès pour chaque incident) et plusieurs blessés ont été notés pour les deux autres incidents impliquant un véhicule (figure 3). Le délai moyen d'évacuation à l'unité chirurgicale était en moyenne de 28,33 min avec des extrêmes de 25 et 30 min. Ce transfert à l'unité chirurgicale se faisait par voie routière.

À l'admission, les deux blessés Rouges étaient obnubilés avec respectivement un score de Glasgow de 11 et 10 et présentaient un état de choc hémorragique avec une tension artérielle pincée, un pouls filant, des sueurs profuses, une polypnée et des extrémités froides. Ces deux blessés avaient eu une pose de garrot tactique (« tactical tourniquet ») à la cuisse droite sur le terrain et des pansements compressifs aux membres inférieurs. Les deux blessés en état de choc ont été réanimés selon une stratégie d'hypotension permissive par 1 000 ml de macromolécules et du sérum salé isotonique. Une sonde urinaire à demeure, une transfusion sanguine iso groupe-rhésus, une double antibiothérapie (amoxicilline-acide clavulanique 100 mg/kg + métronidazole 30 mg/kg), de la morphine à la seringue auto-pulsée, une sérothérapie et une vaccination tétanique ont été mises en œuvre. L'acide tranexamique a été utilisé en per opératoire à raison de 1 g. La biologie mettait en évidence une anémie à 6 g/dl et 5 g/dl et une insuffisance rénale fonctionnelle.

Figure 2 : Amputation traumatique au 1/3 inférieur de la jambe droite et pansement compressif sur des plaies de la jambe gauche.

Figure 3 : Véhicule non blindé détruit par une mine anti-char.

Ces deux blessés ont été admis au bloc opératoire pour un « damage control ». Les garrots ont été desserrés sur la table opératoire à H2. Nous avons réalisé une amputation de la cuisse droite pour l'amputation traumatique de la jambe droite. Le deuxième blessé présentait au membre inférieur droit, une fracture-luxation ouverte talo-crurale droite avec une perte de substance des parties molles de la face médiale de la cheville et une fracture fermée du tiers inférieur du fémur droit. Au membre inférieur gauche, il y avait une fracture fermée du tiers moyen du fémur gauche et une fracture bi-malléolaire. Pour ce dernier blessé, il a été réalisé un parage, une réduction de la luxation talo-crurale, une réparation de l'artère tibiale postérieure par deux hémi-surjets en biseaux au prolène 5/0, un fixateur externe de type FESSA (Fixateur externe du Service de santé des Armées) (figure 4) et une stabilisation des deux membres par attelles. Ce dernier a reçu 4 culots globulaires.

Les deux blessés Oranges présentaient une fracture fermée communitive du talus, droit pour l'un et gauche pour l'autre, stabilisée par une attelle en botte; et des multiples plaies des parties molles des membres inférieurs sanctionnées par un parage chirurgical. Le tableau I illustre la topographie, les types de lésions osseuses des 4 blessés graves.

Les autres blessés étaient stables sur le plan neurologique et hémodynamique. Pour le reste des blessés, on notait : une fracture fermée du calcanéus droit (figure 5) stabilisée par une attelle en botte en attendant l'évacuation en hôpital d'infrastructure; 12 traumatismes fermés (contusions) des membres inférieurs. La radiographie standard a été réalisée pour 10 blessés, selon la localisation de la symptomatologie.

Les suites immédiates ont été marquées par un syndrome de loge du pied gauche et une nécrose du pied droit (figure 6) pour le deuxième blessé Rouge, sanctionné respectivement par des incisions de décharge au pied gauche et une amputation de la jambe droite.

Une psychothérapie de soutien a été débutée pour tous les blessés. Les évacuations par voie aérienne ont été réalisée vers les hôpitaux militaires de Dakar pour 5 blessés stabilisés.

Figure 4 : Fracture-luxation ouverte talo-crurale de la cheville droite. Réduction réparation artérielle tibiale postérieure et exo-fixation type FESSA.

Foto: Saarte Hääl

2021 WAR AND DISASTER MEDICINE CONFERENCE

in TARTU, ESTONIA

LOCATION

Estonian National Museum
Tartu, ESTONIA

TIME

DECEMBER
9 – 10
2021

KEYWORDS

training, simulation, field exercise, trauma patient, clinical cases, C2, trauma team, COVID19, exhibition, live demo

FOR MORE INFORMATION VISIT

www.kvak.ee/wdmc21/

WWW.KVAK.EE/WDMC21/

Tableau I : Bilan lésionnel et radiologique des patients.

Blesses	Lésions	Radiographie
B1	Traumatisme cheville droite.	Fracture fermée comminutive du talus droite.
B2	Traumatisme du pied gauche.	Fracture fermée comminutive du talus gauche.
B3	Fractures multiples des 2 membres inférieurs.	Fracture-luxation ouverte talo-crurale droite. Fracture fermée du tiers inférieur du fémur droit. Fracture fermée du tiers moyen du fémur gauche. Fracture fermée bi malléolaire gauche.
B4	Amputation traumatique au 1/3 inférieur de la jambe droite.	Avulsion des 2 os de la jambe droite.

Figure 5 : Radiographie du pied montrant une fracture du calcanéus droit.

Figure 6 : Nécrose du pied droit dans les suites de la fracture-luxation ouverte talo-crurale.

Il s'agissait au total de :

- deux pieds de mine ouverts (un direct et une « claque de pont »), catégorisés Type III C de Gustilo-Anderson;
- quatre pieds de mine fermés, « claque de pont » fermés (fracture bi-malléolaire gauche, fracture talus gauche, fracture du talus droit, fracture calcanéus droit) ;
- les lésions associées concernaient, pour les autres blessés, les plaies des parties molles et des contusions. Plaies ayant nécessité parage, antibiothérapie et séro-vaccination antitétanique.

DISCUSSION

1. Profil lésionnel

1.1 le contexte

Par mine, on entend un engin explosif conçu pour être placé sous, sur le sol ou une autre surface, et dont le mécanisme de détonation est enclenché par la présence, la proximité ou le contact d'une personne (mine anti-personnel) ou d'un véhicule (mines anti-char, anti-véhicule, sous-marine…).

Si les profils lésionnels des militaires et des civils sont semblables, les circonstances sont totalement différentes. En effet les impératifs opérationnels stratégiques imposent d'intervenir dans des zones à risque de mine terrestre de par l'ancienneté du conflit. Aussi, la mine est un moyen utilisé par des assaillants pour retarder leurs poursuivants. Les choix stratégiques sont difficiles entre la prudence garantissant la préservation des effectifs par la détection des mines; et l'engagement et la célérité de l'opération qu'imposent les conditions de combat.

Par contre les victimes civiles le sont par méconnaissance du danger. La mine, de par son mécanisme de déclenchement, a la particularité de manquer de discernement quant à la cible visée; les populations civiles demeurent alors vulnérables et victimes collatérales. Depuis 1982, la Casamance, région sud du Sénégal, est l'objet d'un conflit armé où l'usage de mine est source de perte d'effectifs et un fléau social[1, 2].

La mine était le seul agent vulnérant le plus répertorié durant l'opération. Malgré une relative accalmie dans cette région, les blessés au cours de cette opération nous montrent à quel point l'ennemi peut être invisible, pérenne et foudroyant. En effet, ces mines deviennent de plus en plus artisanales dans le cadre d'engins explosifs improvisés (EEI). Dans les conflits dits asymétriques les engins explosifs improvisés de type « roadside bomb » (bombe de bord de route) sont des moyens de prédilection du fait de leur faible coût et leur facilité d'emploi[5]. Ainsi en 2010, parmi les militaires français déployés en Afghanistan, 68 % des blessés étaient liés à des éclats provoqués par des EEIs[11]. Ces agents vulnérants utilisés par les belligérants contre les groupes armés occasionnent des lésions multiples, complexes pouvant engager le pronostic vital du blessé dans l'immédiat. Plusieurs auteurs s'accordent à dire il y a eu une tendance généralisée vers un pourcentage plus élevé de blessés par explosions que par balles. Dans l'étude de Owens BD *et coll.* publié en 2008[12] et traitant des blessés au combat en Irak et en Afghanistan, il apparaissait que 78 % des blessures survenaient lors d'une explosion. Belmont note sur une série de 360 blessés d'Afghanistan 87,4 % de lésions

par explosion dont 78 % par EEIs contre 9 % par balles[13]. L'évolution grandissante des mesures de protection individuelle (gilets pare-éclats et pare-balles, casques) et le blindage des véhicules entraînent une nouvelle entité lésionnelle. Ainsi on note une réduction des plaies thoraco-abdominales au profil des lésions céphaliques, des membres supérieurs et inférieurs. Les lésions des membres inférieurs étaient prédominantes dans notre étude. En Afghanistan et en Irak, 54 % des lésions des blessés de guerres étaient localisées aux membres inférieurs et majoritairement lié aux engins explosifs improvisés[14, 15].

1.2 les contraintes opérationnelles

L'âge moyen de nos patients était de 26,8 ans, contre 21 ans pour Faye *et al*[1] qui colligeaient 178 pieds de mine en 5 ans (1997-2001) dans la même région. Il s'agit, le plus souvent, d'un adulte jeune dont le dilemme de la préservation d'un membre gravement traumatisé se pose[3].

Le délai d'évacuation est un facteur important dans la prise en charge des blessés de guerre. Dans notre série, le délai d'évacuation court, dans l'intervalle de la « golden hour » est un atout, à relativiser avec la proximité de la zone opérationnelle.

L'une des perspectives thérapeutiques les plus prometteuses dans la prise en charge des blessés de guerre est le « Damage control ». Le concept de « Damage control », terme provenant de la marine américaine, adopte à la fin des années 80 par les « trauma centers » américains désigne une prise en charge en trois temps pour les blessés hémorragiques graves :

- le premier temps chirurgical est réalisé en arrière des lignes de front le plus rapidement possible (1 heure) et vise uniquement à faire l'hémostase ou le contrôle les fuites des organes creux sans faire de réparation;
- le deuxième temps est celui de la réanimation qui consiste à corriger les différents désordres (réchauffer le patient, corriger les troubles de la coagulation par des transfusions, corriger l'acidose) ;
- le troisième temps débute lorsque les constantes sont jugées satisfaisantes (en général entre 48 heures et 72 heures après le premier geste), il s'agit des gestes chirurgicaux complémentaires ou définitifs de réparation réalisés en hôpital de niveau 3-4[5, 16].

Le geste chirurgical doit être rapide, le moins agressif possible avec une asepsie rigoureuse. Cette stratégie de « damage control » a été adoptée pour les deux blessés Rouge avec la réanimation péri-opératoire et une chirurgie salvatrice. L'objectif du traitement chirurgical est le contrôle de l'hémorragie, la décontamination des plaies et l'immobilisation des membres fracturés[4, 15, 17].

Nous avions enregistré 2 décès (11 %) avant l'extraction de la zone. Mathieu *et al*, Cheymola *et al* ont retrouvé respectivement une mortalité globale de 25 % et 11,8 %. La majorité des décès survient avant que le blessé n'arrive au niveau 2[15, 17]. Cette mortalité est surtout liée à la gravité des lésions, aux hémorragies non contrôlées et au retard d'évacuation vers la structure chirurgicale avancée.

Faye *et al* ont répertorié 150 pieds de mine ouverts (84 %) et de 28 pieds de mine fermés (16 %). Qu'il s'agisse d'un traumatisme direct ou indirect la nature des lésions est relative à l'énergie déployée; mais les mécanismes du blast sont multiples et intriqués rendant compte de la complexité lésionnelle. La complexité lésionnelle est source de morbi-mortalité, avec des séquelles fonctionnelles quasi constantes et un taux d'amputation secondaire élevé[5]. En effet le Type IIIC de Gustilo-Anderson, comportant un important délabrement et des lésions vasculaires, présente un risque d'amputation de 42 à 85 %[18]. Avec l'usage d'engins blindés les pieds de mine fermés sont de plus en plus prépondérants. Mais, ni le caractère fermé du pied traumatisé, ni la « claque de pont », n'enlève en rien à la gravité du traumatisme.

2. Leçons stratégiques

Une chaîne santé opérationnelle complète et cohérente est une réalité. Cette chaîne garantit au combattant une meilleure prise en charge depuis la zone de combat jusqu'à sa réhabilitation avec un prolongement au-delà de l'hôpital par la réadaptation et la réinsertion sociale et professionnelle du militaire blessé. Cette chaîne devra prendre en compte de nouvelles spécificités de ces conflits asymétriques avec les mines et EEIs. Le risque d'une amputation est de plus en plus présent et doit être privilégié face à la menace vitale. L'usage du garrot tactique individuel, comme outil individuel du combattant pour stopper une hémorragie, est une nécessité.

En amont de la chaîne de soutien opérationnelle, des mesures d'engagements, par la détection préalable de mine par drone (infrarouge ou détection métallique) ou robot[19]; en accord avec les impératifs opérationnels de temps et de terrain. Ces mesures devront être prises en compte parce qu'elles permettent la préservation des effectifs; en effet aucun autre agent vulnérant n'a été enregistré durant cette opération.

Face à un afflux saturant voire massif de blessés, la présence d'un deuxième binôme anesthésiste-chirurgien peut être utile dans ce contexte, notamment lorsqu'il s'agit d'un véhicule de transport de troupe. En effet la tendance ciblant les véhicules, par mine ou EEI, entraîne des blessés multiples au pronostic vital engagé.

A l'antenne chirurgicale, la décontamination par le parage chirurgical précoce, l'incision de décharge précoce devant un syndrome de loge, la préservation du genou et du muscle gastrocnémien pour une bonne trophicité du moignon, l'absence de fermeture primaire sont des pierres angulaires thérapeutiques[1, 20].

CONCLUSION

Source de pertes d'effectifs inutiles, avec souvent comme seul rançon de la gloire un moignon de jambe appareillable, le pied de mine est un blessé grave, historique, contemporain et certainement du futur. Le contexte

actuel doit faire adopter de nouvelles stratégies de prévention dans l'engagement de troupes et de prise en charge.

RÉSUMÉ

L'utilisation des engins explosifs improvisés et des mines terrestres (anti-personnel, antichar) est fréquente dans les conflits modernes asymétriques. Ces agents vulnérants entraînent des lésions multiples pouvant engager le pronostic vital et fonctionnel des blessés. Les auteurs rapportent une étude descriptive sur une période de 1 mois, sur la base d'un fichier prospectif recueillant les circonstances des incidents ainsi que les données cliniques et paracliniques de blessés par mine terrestre au cours d'une opération de sécurisation en Casamance (région au sud du Sénégal). Ont été inclus dans l'étude tous les militaires reçus au niveau de l'unité médico-chirurgicale du centre médical interarmées de Ziguinchor pour traumatisme par mine terrestre. Dix-huit blessés ont été recensés dont 2 décès sur le coup de l'incident. Le bilan lésionnel faisait état de : deux pieds de mine ouverts (un direct et une « claque de pont »), Type III C de Gustilo-Anderson; quatre pieds de mine fermés, « claque de pont » fermés (fracture bimalléolaire gauche, fracture talus gauche, fracture du talus droit, fracture calcanéus droit). Les lésions associées concernaient, pour les autres blessés, les plaies des parties molles et des contusions. Les principes du « damage control » ont été appliqués. Le délai moyen d'évacuation à l'antenne chirurgicale était de 28,33 min. La mine a été la seule cause de lésions durant cette opération. Le contexte actuel doit faire adopter de nouvelles stratégies, de prévention dans l'engagement de troupes et de prise en charge.

Conflit d'intérêts : aucun

Contributions des auteurs : Les auteurs étaient le chirurgien et l'anesthésiste réanimateur de l'unité médico-chirurgicale; le médecin lieutenant A B Fall et le médecin lieutenant S B Ndiaye étaient les médecins de l'avant, le pharmacien lieutenant MB B Wade était chargé de la logistique médicale et le médecin commandant I Sall et l'auteur ont étudiés les résultats, discutés et rédigés l'article.

REFERENCES

1. FAYE M, NIANG C.D, SÈNE M, DIÉMÉ E.G.P.A, DIOUF M.B, BADIANE C. 178 Lésions des membres inférieurs par explosion de mines terrestres. Expérience de l'hôpital principal de Dakar. *Médecine et Armées*. 2004; 32 : 241-8.

2. DIÉMÉ C.B, SENGHOR J, SANE A, DANSOKHO A, NDIAYE A, SEYE S. Surgical management of landmine foot injuries in the orthopedic and trauma clinic of Ziguinchor regional. *Dakar Med* 2005; 50 (1) : 11-6.

3. TRUFFAUT-LAUDE S, ROGEZ D, BORRINI L, THOMAS-POHL M, LAPEYRE E. Blessures de guerre par « pied de pont » : stratégie conservatrice ou amputation secondaire ? L'expérience française à l'hôpital d'instruction des armées Percy. *Ann of Physical and Rehabilitation Medicine* 2013 (56) : 64-70.

4. ADAM S, SAMAB H.D, AKPOTOC M.Y, AMAVID A, KPÉLAOE E, ABALOC A *et al.* Traumatismes par engins explosifs improvisés au Mali : à propos de trois cas pris en charge dans un Role 2. *Médecine et Armées* 2017; 45 (3) : 299-304.

5. MATHIEU L, SAMY J, BERTANI A, RONGIERAS F, GAILLARD C, RIGAL S. Traumatismes par blast de l'arrière-pied lies aux attaques de véhicules par engins explosifs improvises : description lésionnelle et prise en charge actuelle. *Médecine et Armées* 2014; 42 : 337-344.

6. RAMASAMY A, HILL A.M, MASOUROS S, GIBB I, BULL A.M.J, CLASPER J.C. Outcomes of IED foot and ankle blast injuries. *J Bone Joint Surg Am* 2013; 95 : e25.

7. BENSON M, KOENIG KL, SCHULTZ CH. Disaster triage : START, then SAVE, a new method of dynamic triage for victims of a catastrophic earthquake. *Prehosp Disaster Med* 1996; 11 : 117-124.

8. RAMASAMY A, HILL AM, PHILLIP R, GIBB I, BULL AMJ, CLASPER JC. The modern "deck-slap" injury--calcaneal blast fractures from vehicle explosions. *J Trauma* 2011 Dec; 71 (6) : 1694-8.

9. GUSTILO RB, MENDOZA RM, WILLIAMS DN. Problems in the management of type III (severe) open fractures : a new classification of type III open fractures. *J Trauma*. 1984; 24 : 742 – 746.

10. PENGELLY S, MOORE N, BURGESS D, MAHLON M, ROWLANDS T ET CUBISON T. Home-made explosive found inside injured Afghan. *BMJ Military Health* 2015; 161 (2) : 150-152.

11. SAINT-JULIEN J, AUROY Y, PONS F. Spécificité de la chirurgie de guerre et capacités du service de santé des armées. B*ull. Acad. Natle Méd.* 2013; 197 (9) : 1713-1726.

12. OWENS BD, KRAGH J.F, MACAITIS JBS, SVOBODA SJ, WENKE JC. Caractérisation des blessures aux extrémités dans l'opération Iraqi Freedom et l'opération Enduring Freedom. *J of Orthopedic Trauma* 2007; 21 (4) : 254-257.

13. BELMONT P.J, GOODMAN G.P, ZACCHILLI M, POSNER M, EVANS C, OWENS B.D. Incidence and epidemiology of combat injuries sustained during the surge portion of operation Iraqi Freedom by US Army brigade combat team. *J. Trauma*, 2010; 68 (1) : 204-210.

14. KIM PS, MALIN EM, KIRKHAM JC, HELLIWELL L, IBRAHIMA A, TOBIAS A *et al.* The Boston Marathon bombings : the early plastic surgery experience of one Boston hospital. *Plast Reconstr Surg* 2013; 132 : 1351-63.

15. MATHIEU L, DURAND X, PAUL F, MERAT S, SAMY J, BALANDRAUD P *et al.* Délabrements étendus par blast à haute intensité : une nouvelle entité lésionnelle liée aux engins explosifs improvisés. *Médecine et Armées* 2014; 42 : 329-36.

16. ANDERSEN RC, FLEMING M, FORSBERG JA, GORDON WT, NANOS GP, CHARLTON MT *et al.* Dismounted complex blast injury. *J Surg Orthop Adv* 2012; 21:2-7.

17. CHEYMOLA R.H, BOUGUERRA C, MAYORGA E, NIVOIXB P, PRATC N, VERRETA C *et al*. Blessures par arme à feu et

engins explosifs dans les armées. Résultats de la surveillance épidémiologique de 2004 à 2008. *Médecine et Armées*, 2011 (39) : 89-96.

18. LANGE RH. Limb reconstruction versus amputation : decision making in massive lower extremity trauma. *Clin Orthop* 1989; 243 : 92.

19. SMET T.S, NIKULIN A, FRAZER W, BAUR J, ABRAMOWITZ J, FINAN D, DENARA S, AGLIETTI N, CAMPOS G. Drones and "butterflies" : a low-cost UAV system for rapid detection and identification of unconventional minefields. *Research and Development* 2018; 22 (3) : 51-59.

20. COUPLAND RM. Amputation for antipersonnel mine injuries of the leg : preservation of the tibial stump using a medial gastrocnemius myoplasty. *Ann R Coll Surg Engl* 1989; 71 : 405-8.

Reprise d'activité professionnelle du militaire sénégalais après chirurgie de réparation du ligament croisé antérieur du genou par DIDT* sous arthroscopie.

Par P.A. BA[1], C. COUNDOUL[1], A.L. DIOP[1], M. NDIAYE[2], M. DIOUF[1], R.A.M. NDIAYE[1] et C.D. NIANG[1]. Sénégal

Papa Amadou BA

Monsieur Papa Amadou BA a été recruté dans l'armée par voie de concours en octobre 2008 et intégré à l'Ecole Militaire de Santé en qualité d'élève officier médecin.

Il y a séjourné pendant 7 ans durant lesquels il a alterné les études médicales aux différents stages militaires. Il a obtenu le brevet parachutiste en 2009 et le permis de conduire militaire en 2010 ainsi que le brevet nautique en 2011.

En décembre 2012, il a été admis au concours d'internat des hôpitaux de Dakar. Il a soutenu sa thèse de Doctorat d'état en Médecine le 30 décembre 2015 à l'Université Cheikh Anta DIOP de Dakar avec mention « Très Honorable ».

Nommé médecin-lieutenant le 1er janvier 2015, le médecin Papa Amadou BA a obtenu le brevet de médecine de l'avant à l'Ecole d'Application du Service de Santé des Armées (EASSA) en 2016. Il a été désigné comme médecin lors de l'exercice de FLINTLOCK 16 conjoint entre les armées sénégalaise et américaine en 2016 et a été désigné chirurgien adjoint au level 2 sénégalais pour la mission CEDEAO (ECOMIB) en Guinée Bissau de septembre 2016 à novembre 2017.

De 2013 à 2017, le médecin Papa Amadou BA a effectué un DES de chirurgie orthopédie-traumatologie à la fin duquel il a soutenu son mémoire pour l'obtention du Diplôme d'Etudes Spécialisées en Orthopédie-traumatologie.

Depuis 2017 il est nommé assistant puis spécialiste des hôpitaux des armées à HPD ou il mène principalement une activité chirurgicale en orthopédie traumatologie mais également de l'enseignement.
Le 1er avril 2020, Dr. Papa Amadou Ba a été nommé à titre définitif Médecin capitaine.

SUMMARY

Resumption of professional activity of the Senegalese soldier after surgery to repair the anterior cruciate ligament of the knee by arthroscopic hamstrings graft.

Introduction
The ruptured anterior cruciate ligament of the knee is a common and disabling injury in the military population. The objective of the study is to assess the professional reintegration of the soldier after a ligamentoplasty.

Material and Methods
We carried out a prospective study over 18 months including 23 soldiers operated by hamstrings graft. Functional results, sport recovery as well as sport volume and career continuation were the parameters studied.

Results
After a mean follow-up of 8.3 months, the mean IKDC score was 92.76%. Psychological factors like Apprehension have been observed. 95.7% of the soldiers had returned to sport. After recovering their aptness, 6 had gone on a mission and 8 for a traineeship.

Conclusion
Physical fitness is crucial to a military career. The rupture of the anterior cruciate ligament is a disabling pathology and only surgical treatment is able to restore a functional knee.

MOTS-CLÉS : Rupture, Ligamentoplastie, Aptitude.
KEYWORDS: *Rupture, Ligamentoplasty, Aptness.*

INTRODUCTION

L'entraînement physique et sportif est indissociable de la préparation opérationnelle du militaire combattant. Les contraintes physiques imposées sont responsables du développement de pathologies traumatiques fréquentes, parmi lesquelles la rupture du ligament croisé antérieur (LCA).

Elle est l'une des blessures les plus fréquentes dans la population militaire avec une incidence jusqu'à 10 fois supérieure à celle trouvée dans la population civile[1]. Cette rupture du ligament croisé antérieur entraîne une anomalie de stabilité du genou. Cette instabilité peut entraîner des déboîtements ou des manifestations de lâchage du genou lors de pratiques sportives et professionnelles. Chez ce profil de patient, un geste chirurgical telle la ligamentoplastie du genou paraît incontournable pour retrouver une aptitude.

L'objectif de l'étude est d'évaluer la reprise de l'activité physique et la réintégration professionnelle du militaire après une chirurgie du ligament croisé antérieur du genou.

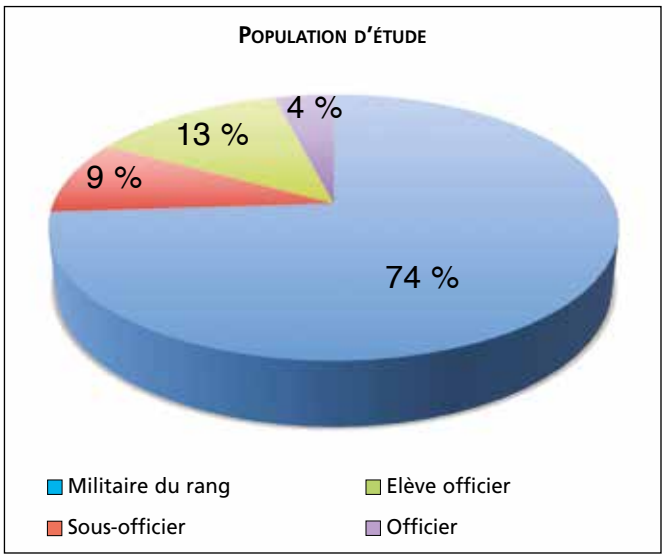
MATERIEL ET METHODES

Nous avons réalisé une étude prospective sur 18 mois (de novembre 2018 à mai 2020) incluant 23 patients présentant une rupture fraîche du LCA et opérés par le même chirurgien.

L'âge moyen des patients était de 26,4 ans avec des extrêmes de 19 et 44 ans.

Il existait une prédominance des militaires du rang : 17 cas soit 73,9 % (Figure 1). Parmi eux 11 appartenaient à des unités de combat et 6 à des services. Ils avaient tous une activité sportive liée à leur état militaire (course à pied principalement). Trois d'entre eux (2 basketteurs et 1 footballeur) soit 13,1 % avaient une activité sportive spécifique de niveau professionnel dans l'Association Sportive des Forces Armées (ASFA).

Figure 1: Répartition en fonction du grade.



Les circonstances de rupture les plus fréquentes étaient des stages avec 56,5 % de rupture lors de la formation initiale et 26,1 % lors d'un stage de perfectionnement ou d'avancement.

Les mécanismes étaient classés en rupture « sans contact » représentant 78,3 % contre 21,7 % pour les ruptures « avec contact ».

Les cas de rupture « sans contact » étaient répartis de la façon suivante : 8 cas (44,4 %) lors d'une chute de hauteur avec réception sur les pieds (figure 2), 5 cas (27,8 %) lors d'une accélération ou d'un dérobement, 4 cas (22,2 %) lors d'un mouvement de pivot et 1 cas (5,6 %) lors d'une impulsion.

Les ruptures survenues lors des contacts sont plus observées chez les militaires pratiquant les sports spécifiques professionnels.

Figure 2: Mécanisme de chute en hauteur.

❶ Chirurgien orthopédiste,
HIA Principal de Dakar.

❷ Médecin généraliste,
Centre médical de garnison Bango.

Correspondance:
Médecin capitaine Papa Amadou BA
1 Avenue Nelson Mandela Dakar
BP : 3006
DAKAR SENEGAL
Tél : +221 776 188 385
E-Mail : pabaortho@gmail.com

* DIDT = Droit Interne-Demi Tendineux.

Les patients avaient tous bénéficié d'une intervention chirurgicale avec un délai moyen de 8,6 mois entre la blessure et la chirurgie.

Le geste exclusivement réalisé était une ligamentoplastie par DIDT (Droit Interne-Demi Tendineux) sous arthroscopie à partir d'un greffon uniquement tendineux prélevé sur les ischio-jambiers. (Figure 3)

Figure 3: Greffon tendineux prélevé au niveau des ischio-jambiers (DIDT).

Sur les 23 patients, 10 présentaient des lésions associées constatées lors de l'exploration arthroscopique. Il s'agissait de 8 lésions méniscales (34,8 %) et 2 lésions chondrales (8,7 %).

La chirurgie se faisait en ambulatoire en dehors des complications.

La rééducation a été démarrée dès le lendemain par une lutte contre le flessum du genou par des contractions isométriques du quadriceps et a été poursuivie en centre spécialisé.

RESULTATS

1) Délai d'évaluation

Le recul moyen était de 8,3 mois par rapport à la date d'intervention avec des extrêmes de 6 et 10 mois.

2) Résultats fonctionnels

Le score IKDC (international knee documentaion committee avec un maximum à 100) avait permis de faire la cotation fonctionnelle du genou opéré. Le score moyen était de 92,76 %. Des facteurs psychologiques à type d'appréhension particulière aux différentes étapes post-opératoires (7 cas), de peur de re-rupture (2 cas) ont été observés. 3 parmi eux avaient utilisé une attelle élastique du genou et 1 avait préféré arrêter sa pratique professionnelle du basket-ball et demander un changement de corps.

3) Reprise sportive et volume sport

95,7 % des militaires avaient repris le sport dans l'axe course à pied et musculation poids du corps avec un délai moyen de 8,3 mois. La totalité des sujets avait pu reprendre l'activité sportive antérieure liée à leurs exercices professionnels de militaire sauf un. Ils avaient tous récupéré leur aptitude physique nécessaire à la pratique de l'activité professionnelle lors de la visite de contrôle.

Deux militaires parmi les 3 qui pratiquaient des activités sportives spécifiques de niveau professionnel avaient repris leurs activités antérieures à un niveau moindre. Un avait abandonné le basket mais poursuivi d'autres activités sportives telles que la course à pied.

4) Suite de carrière

Six militaires (26,1 %) avaient eu l'occasion de partir en mission après avoir récupéré leurs aptitudes. Aucun ne rapporte de problèmes majeurs mais quelques gênes douloureuses lors d'efforts intenses sans limitation des activités.

Huit militaires avaient pu faire des stages permettant une qualification à un grade supérieur. On ne notait pas d'échec attribué au genou opéré par les intéressés.

DISCUSSION

1) Résultats fonctionnels

Nos résultats fonctionnels étaient plus ou moins bons comparés à la littérature. Cependant ces résultats étaient meilleurs par rapport à ceux rapportés il y'a vingt ans dans les études d'Allizard[2]. Nous expliquons ces résultats par l'évolution des techniques opératoires ainsi que l'évolution de la rééducation et de la pratique du sport dans les armées. En comparant les greffes de ligamentoplastie, le groupe « ischio-jambier » montre un profil douloureux moins marqué que ceux du groupe « tendon-rotulien »[3]. La sensation d'appréhension était décrite par 30,4 % des patients du groupe d'étude et constitue le premier frein à leur retour sportif. Pourtant l'appréhension n'apparaît pas ou peu dans les échelles validées telles le score IKDC, le score de Lysholm ou l'Arpège[4].

Malgré de bons résultats en termes de récupération musculaire et l'intensification de la rééducation neuro-musculaire et proprioceptive entre le 3ème et le 4ème mois, ce manque de confiance en leur genou reste très présent. Nos résultats sont bien plus faibles que ceux de Puig[5] qui rapporte que 83 % des sportifs à 7 mois de l'opération n'ont aucune ou peu d'appréhension par rapport à leur genou dans les activités sportives.

2) Reprise sport et activité professionnelle

Les résultats de notre étude sont similaires à la littérature[6]. En effet notre population était principalement composée de militaires jeunes sportifs pour qui la reprise des activités sportives ne pose pas de problèmes. Cependant, l'état militaire nécessite une aptitude physique et sportive sans faille. Il est donc intéressant de noter que pour cette catégorie socio professionnel la reprise de l'activité professionnelle était en corrélation avec la reprise de l'activité sportive. Les capacités fonctionnelles demandées font intervenir des déplacements importants, contraignants pour le genou et nécessitant un bon état physique général (8 km en treillis rangers avec sac à dos, parcours du combat, sport de ville). Nos résultats sont en accord avec ceux obtenus par Enad[7] en 2013 au sein des forces spéciales

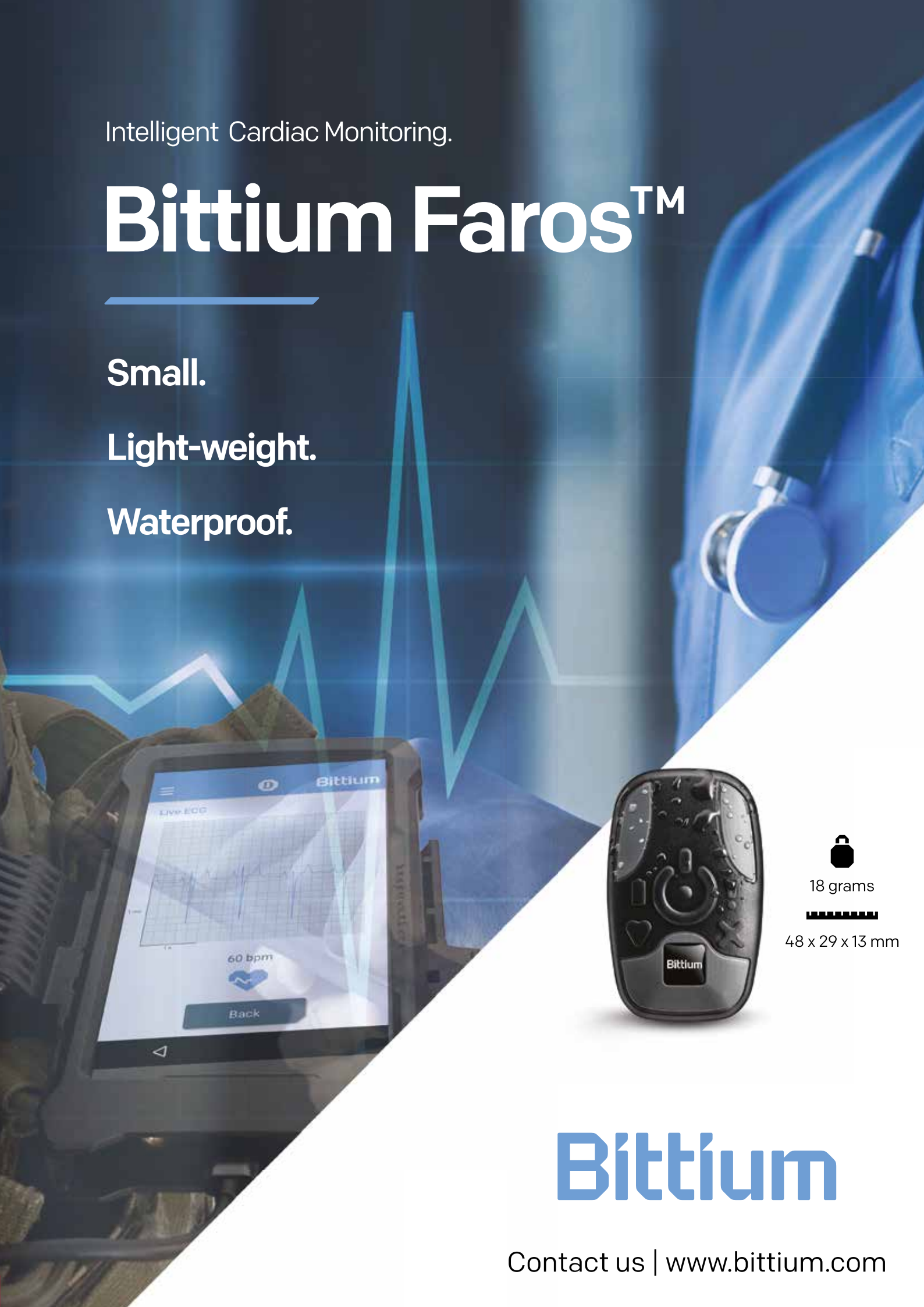
Intelligent Cardiac Monitoring.

Bittium Faros™

Small.

Light-weight.

Waterproof.



18 grams

48 x 29 x 13 mm

Bittium

Contact us | www.bittium.com

américaines. Ce dernier rapporte 92 % au service actif sans restriction avec un délai de 7,3 mois. Ce résultat est particulièrement intéressant car réglementairement l'aptitude doit être réévaluée à 1 an de la chirurgie[8]. Dans les faits les médecins d'unité semblent s'adapter à la récupération du patient : dès que le patient est évalué physiquement (et psychologiquement) capable de reprendre les activités de base, il est mis apte à servir en tout temps et tout lieu.

Arderne[9] souligne que pour certains cas il ne faut pas hésiter à laisser du temps au patient au-delà des délais communément admis (jusqu'à plus d'un an) pour que le retour sur le terrain soit réussi. Les facteurs psychologiques peuvent modifier la reprise (ou non) des activités de façon significative[10]. De même dans l'étude malaysienne de SHIHABUBIN[11] publiée en 2013, il est mis en évidence un taux de retour au service actif à 97 % à 1 an.

CONCLUSION

L'activité professionnelle du militaire se passe dans la majorité des cas sur le terrain. L'aptitude physique est cruciale pour un déroulement de carrière normale. La rupture du ligament croisé antérieure est une pathologie invalidante et seul le traitement chirurgical est à mesure de redonner un genou fonctionnel. Nous avons pu mettre en évidence la récupération de l'aptitude militaire à huit mois postopératoire de l'ensemble de notre cohorte et une reprise d'activités professionnelles pour la majorité d'entre eux. L'appréhension qui est une sensation subjective est responsable de la diminution des capacités fonctionnelles mais n'a aucune influence sur les capacités musculaires et proprioceptives.

RESUME

Introduction
La rupture du ligament croisé antérieur du genou est une blessure fréquente et invalidante dans la population militaire. L'objectif de l'étude est d'évaluer la réintégration professionnelle du militaire après ligamentoplastie.

Matériel et Méthodes
Nous avons réalisé une étude prospective sur 18 mois incluant 23 militaires opérés par ligamentoplastie DIDT. Les résultats fonctionnels, la reprise sportive ainsi que le volume de sport et la suite de carrière ont été les paramètres étudiés.

Résultats
Après un recul moyen de 8,3 mois, Le score IKDC moyen était de 92,76 %. Des facteurs psychologiques à type d'appréhension ont été observés. 95,7 % des militaires avaient repris le sport. Après avoir récupéré leurs aptitudes, 6 étaient partis en mission et 8 en stage.

Conclusion
L'aptitude physique est cruciale pour la carrière du militaire. La rupture du ligament croisé antérieure est une pathologie invalidante et seul le traitement chirurgical est à mesure de redonner un genou fonctionnel.

CONFLITS D'INTÉRÊTS : aucun déclaré

REFERENCES

1. OWENS B, MOUNTCASTLE S, DUNN W, DEBERARDINO T, TAYLOR D. Incidence of Anterior Cruciate Ligament Injury among Active Duty U.S. Military Servicemen and Servicewomen. *Mil Med*, 2007; 172,1 : 90-1.

2. ALLIZARD M, THIERY JF, VAUJANY P, LIMOUZIN J, THOMAS CH, MERRIEN Y. Devenir des ligamentoplastie du genou chez le légionnaire. *Médecine et Armée*. 1993; 21 (5) : 347-9.

3. GHOZLANE L, TAMALET B, PEYRE M, DE LECLUSE J. Étude comparative de l'évolution précoce des ligamentoplasties du LCA par autogreffe aux ischio-jambiers versus autogreffe au tendon rotulien. *J Traumatol Sport.* 2006; 23 (4) : 222-228.

4. CHAORY K, POIRAUDEAU S. Les grilles d'évaluation dans la ligamentoplastie du LCA. *Ann Readapt Med Phys* 2004; 47 : 309-16.

5. PUIG PL, TROUVE P, LABOUTE E. Plaidoyer pour une réathlétisation des plasties du ligament croisé antérieur chez le sportif pour préparer le retour sur le terrain. *J Traumatol Sport* 2010; 27 : 62-7.

6. CAZENAVE M, FLORENCE D. Étude prospective sur la reprise d'activités physiques de 20 militaires après ligamentoplastie du genou par prélèvement au niveau de la patte d'oie. *Kinesither Rev* 2013; 13 (137) : 13-19.

7. ENAD J, ZEMS C. Return to full duty after anterior cruciate ligament reconstruction : is the second time more difficult. *Journal of Special. Operations Medicine*. 2013; 13 (1) : 2-6.

8. CARBONNEL N, CHIANEA H, SAMY J, JOURNAUX L, FACIONE J, AIGLE L. Devenir d'un parachutiste militaire après rupture du ligament croisé antérieur. Étude rétrospective de 50 parachutistes militaires français. *Médecine et Armées*, 2019, 47, 2, 161-170.

9. ARDERN C, TAYLOR N, FELLER J, WEBSTER E. Return-to-sport outcomes at 2 to 7 years after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Am J Sports Med.* 2012; 40 (1) : 41-8.

10. GOBBI A, FRANSCISSO R. Factors affecting return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction with patellar and hamstring graft : a prospective clinical investigation. Knee Surg Sport. *Sports Traumatol Arthrosc.* 2006; 14 : 1021-8.

11. SHIHABUDIN T, AHMAD S, KASMIN M, NOR M, DAUD, HAMDAN M. The Activity Leading to ACL Injury and the ability to Resume Duty following Reconstructive Surgery in Malaysian Military Patients. *Med J Malaysia.* 2013; 68 (2) : 115-8.

44th ICMM World Congress in Brussels
RESCHEDULED TO SEPTEMBER 2022

1921 2021 2022
44th ICMM WORLD CONGRESS ON MILITARY MEDICINE

ABOUT THE CONGRESS

The ongoing COVID-19 pandemic has a huge impact on our lives and on our wellbeing, on our job in military health and health care and on global travel advisories and restrictions.

Much as we all would have enjoyed the 2021 World Congress in Brussels, the decision was made to reschedule the in-person congress to a new date in September 2022, and to look into digital alternatives for September this year.

We will be happy to announce a new date for the congress as soon as we can, and make sure the Centennial Anniversary edition in Brussels can truly be all you would hope and expect it to be – and much more.

Let's turn this COVID-19 challenge into an opportunity. Use this time to further enhance your scientific contributions on the following main themes:
1 The Battle against Infection and Phage therapy
2 Prehospital or Far Forward Surgery
3 From Rehab to Prehab
4 and From Shell Shock to Mental Fitness.

We welcome submissions on medical innovation & technology, testimonials by persons working hands-on to treat patients, and by decision makers defining the future of military healthcare. In addition, we want to emphasize the importance of the transition towards more preventive medicine, and we would like to draw your attention towards mental fitness as an important replenishment to physical fitness.

Besides, we are eager to receive your contributions in the broader fields of military pharmacy and logistics, nursing, dentistry, veterinarian medicine etc.

For the live congress in September 2022, we still ensure that attendees, partners and exhibitors can connect with national and international leaders, eminent clinicians and researchers from academia, defense, government and industry across the entire ecosystem of people that believe that they can change the defense world through revolutionary technology, innovation, etc. in Military Health, Wellbeing and Medical Support.

We recommend that you maintain the placeholder in your agenda in the week of 20-24 September 2021 for a digital event. The exact day and time will be communicated soon.

We will not leave you behind in the coming year.

For all details, please visit icmmworldcongress2021.org

WHAT TO EXPECT IN 2022?

- **44th** CONGRESS EDITION
- **1.200** EXPECTED DELEGATES
- **5** CONGRESS DAYS
- **90+** MEMBER STATES
- **200+** POSTERS
- **2.000m²** EXHIBITION

Assessment of Cardiovascular Risk Factors Among the Military From the Garrison of Kinshasa in the Democratic Republic of the Congo.

By G. KABANDA KURHENGA[1,2], G. MUNDU MASUDI[2], F. E. BEYA BATENA[2], N. KIANA NGASA[2], A. NKODILA NATUHOYILA[3,5], R. METY MASEY[2], N. BUILA BIMBI[1], J.M. KAYEMBE NTUMBA[4], B. LONGO MBENZA[1,5,6] and J.R. M'BUYAMBA-KABANGU[1]. DR Congo

Erratum

Following an error in the publication of the article entitled "Assessment of Cardiovascular Risk Factors Among the Military from the Garrison of Kinshasa in the Democratic Republic of the Congo" in issue 94/2 (pages 33–42) of *IRAFMS*, we wish to express our regrets to Dr. Gilbert KABANDA KURHENGA, Minister of National Defense and Veterans of the Democratic Republic of the Congo, and to his co-authors.

Consequently, we are republishing this work, corrected as required, in this issue of the *International Review of the Armed Forces Medical Services*.

The Editor in Chief

A la suite d'une erreur survenue dans la publication de l'article intitulé « Assessment of Cardiovascular Risk Factors Among the Military from the Garrison of Kinshasa in the Democratic Republic of the Congo » paru dans le numéro 94/2 (pages 33–42) de la RISSFA*, nous tenons à exprimer nos regrets au Dr Gilbert KABANDA KURHENGA, ministre de la Défense nationale et des anciens combattants de la République Démocratique du Congo, ainsi qu'à ses co-auteurs.*

En conséquence, nous publions à nouveau ce travail corrigé comme il se doit dans ce présent numéro de la Revue Internationale des Services de Santé des Forces Armées*.*

Le rédacteur en chef

Assessment of Cardiovascular Risk Factors Among the Military From the Garrison of Kinshasa in the Democratic Republic of the Congo.

By G. KABANDA KURHENGA[1,2], G. MUNDU MASUDI[2], F. E. BEYA BATENA[2], N. KIANA NGASA[2], A. NKODILA NATUHOYILA[3,5], R. METY MASEY[2], N. BUILA BIMBI[1], J.M. KAYEMBE NTUMBA[4], B. LONGO MBENZA[1,5,6] and J.R. M'BUYAMBA-KABANGU[1]. DR Congo

Gilbert KABANDA KURHENGA

Le Docteur Gilbert KABANDA KURHENGA est né le 02 octobre 1946 à BUKAVU, République Démocratique du Congo.

Diplômé Docteur en médecine de l'Université Nationale du Zaïre, Campus de Kinshasa, en 1973.
Diplôme de spécialiste en médecine aéronautique et spatiale de l'Université « La Sapienza » de Rome, en Italie en 1976.

Directeur du Service de Santé de la Force Aérienne Zaïroise de 1977 à 1993.

Commandant du Corps de Santé Militaire des Forces Armées de 1993 à 1997, puis de 2007 à 2018.

Chargé du cours de médecine aéronautique et spatiale à la faculté de médecine de l'Université de Kinshasa de 2003 à ce jour.

Actuellement Ministre de la Défense Nationale de la République Démocratique du Congo.

Domaines de recherche :

1. La prévention des maladies cardiovasculaires chez le militaire congolais.
2. Le transport aérien des malades et blessés.

RESUME

Evaluation des facteurs de risque cardiovasculaire chez les militaires de la garnison de Kinshasa en République démocratique du Congo.

Contexte : *Avec l'hypertension comme chef de file les maladies cardiovasculaires constituent la principale cause d'inaptitude au service parmi les militaires d'active dans la garnison de Kinshasa.*

Objectif : *L'objectif de la présente étude était d'évaluer le fardeau des facteurs de risque cardiovasculaire chez ces militaires.*

Méthodes : *L'étude a enrôlé de juin à octobre 2017 les 233 premiers militaires de la garnison de Kinshasa consécutivement reçus au Centre d'Exploration Cardiovasculaire du Camp Kokolo. Leurs variables socio-démographiques, cliniques et paracliniques ont été recueillies et la relation entre la pression artérielle et les autres facteurs de risque cardiovasculaire évalués.*

Résultats : *La série comprenait 29 soldats de rang et sous-officiers (12,4 %), 95 officiers subalternes (40,7 %) et 109 officiers supérieurs et généraux (46.9 %). Le tour de taille, le rapport tour de taille/taille et la glycémie augmentaient significativement avec le grade militaire. L'âge, les rapports tour de taille/tour de hanche, tour de taille/taille, le DFGe et le HDL cholestérol ont émergé comme déterminants indépendants expliquant 43 % de variation de PAS et 47 % de variation de PAD. L'hypertension était observée chez 48,9 % des sujets dont 57,9 % au courant de leur affection étaient traités avec 36,4 % contrôlés. Les facteurs indépendamment associés à l'hypertension étaient l'ethnie Ngala (ORa : 3.10, IC95 % : 1.30 – 7.37, l'obésité abdominale (ORa; 2.94, IC95 % : 1.56-5.77) et la maladie rénale chronique (ORa : 1.86, IC95 % : 1.02-3.44).*

Conclusion : *La transition épidémiologique est une réalité chez les militaires de la garnison de Kinshasa.*

KEYWORDS: Hypertension, Other risk factors, Military, Kinshasa garrison.
MOTS-CLÉS : *Hypertension, Autres facteurs de risque, Militaires, Garnison de Kinshasa.*

INTRODUCTION

The profession of arms requires intense and continuous physical training in peacetime. It imposes a permanent mental tension during military operations, where the life of the combatant is constantly endangered. Such a psychophysiological and professional stress can be associated to a previous general condition comprising various cardiovascular risk factors (CVRF), such as chronic high blood pressure (HBP), glucose and lipids metabolism dysregulation, resulting in definite hypertension, obesity, diabetes mellitus (DM), hyperlipidemia, etc.[1, 2]. Many studies have shown that stress increases blood pressure (BP) through two mechanisms: the release of corticosteroids and dopamine, and the inhibition of prostaglandins synthesis, which are, in stress situation, the main regulators of blood pressure (BP)[5]. This modification leads to high sodium retention which may worsen the increase in BP[6]. Hypertension and its complications provide for one of the principal obstacles to the maintenance of an adequate physical condition of the soldier, thus to the accomplishment of the profession of arms. Prior assessment of the respective burden of various cardiovascular risk factors usually clustering with hypertension such as tobacco use, DM, dyslipidemia, sedentary lifestyle, obesity, etc. is a prerequisite for their relevant primary and secondary prevention, and their comprehensive management[7-10].

Two previous surveys carried out by Mundu MG *et al.* in 2009[3] and Munyapara SA *et al*. in 2015[4] in the military garrison of Kinshasa, highlighted the magnitude of some of the above-mentioned CVRFs. The prevalence was 30.7% in the first study and 41.5% in the second for hypertension. Other assessed CVRFs were alcohol consumption in 39.9% and 43%, and tobacco use in 24.3% and 11.2%, respectively[3, 4]. Mundu *et al*. reported overweight/obesity in 27.37% and sedentary lifestyle in 40.4%[3], whereas Munyapara *et al*. found DM in 3.8% of their participants[4]. Four years after the above-mentioned evaluation of CVRFs in Congolese military, a reassessment was deemed necessary in order to readjust the policy of their prevention and control. This is the justification for this study, the general objective of which is to assess the CVRFs and identify the factors associated with hypertension among the military from the Kinshasa garrison.

MATERIAL AND METHODS

In the present study we analyzed the data of the first 233 consecutive soldiers from the military garrison of Kinshasa who attended medical visit at the Cardiovascular Exploration Center of Camp Kokolo from June to October 2017. They were active military aged 20 to 75 years, exempt of severe illnesses such as chronic renal, hepatic, respiratory or cardiac insufficiency, HIV AIDS, and end-stage neoplastic diseases or pregnancy for women. Their rank spanned from servicemen & non-commissioned officers (n = 29; 12.45%), to subaltern officers (n = 95; 40.77%), and field & general officers (n = 109; 46.78%). Their written informed consent was obtained.

By means of a standard questionnaire, we gathered information on socio-demographic characteristics (age, gender, ethnic group, and military rank), medical history and current use of medication for chronic diseases. We obtained measurements of body weight (SECA scale model 762 1019004), body height (rod brand ML model HEIGHT 200cm), waist (W) and hip (H) circumferences (tape measurer). Body mass index (BMI) was computed as the ratio of body weight (kg) to the square of height (m). After the soldier had relaxed five-minute in the sitting position, three BP measurements at one minute interval were obtained using OMRON M3 BP monitor, with appropriate sized cuff secured on the upper arm. The average of these measurements was used for analysis. A 5ml fasting blood sample withdrawn from an antecubital vein was centrifuged five minutes at 3000 rounds/min. The buffy coat was immediately discarded; the plasma was stored at -8 °C until determination of glucose, creatinine, and lipids by spectrophotometer brand HUMAN model HUMALYSER PRIMUS. Qualitative proteinuria was determined by urine strip COMBUR on freshly voided urine. Individual identity was registered from the military identity card.

Operational definitions

Abdominal obesity was W ≥80cm or 94cm in women or men[11]. The W/H ratio ≥0.90 in men or ≥0.85 in women defined central obesity[11] whereas overweight and obesity were BMI ≥25kg/m² and BMI ≥30kg/m², respectively[15]. Hypertension was systolic blood pressure (SBP) ≥140mmHg and/or diastolic blood pressure (DBP) ≥90mm Hg or use of antihypertensive treatment[12] whilst pulse pressure (PP) >60mmHg defined subclinical atherosclerosis[12]. DM was a self-reported history of DM, fasting plasma glucose ≥7.0mmol/L (126mg/dL) or casual blood sugar ≥11.1 mmol/L (200mg/dL)[13]. Hypercholesterolemia was total cholesterol ≥185mg/dL, and hypertriglyceridemia the level of triglycerides ≥150mg/dL[14]. Low HDL was HDL-c level ≤40mg/dL for men and ≤50mg/dL for women[14]. Cardio-Metabolic Risk (CMR) was the ratio of waist circumference to height ≥0.5[11].

Statistical analyzes

For database management and statistical analyses we

❶ Division of Cardiology,
Department of internal Medicine,
University of Kinshasa Hospital, DR Congo.

❷ Cardiovascular Exploration Center,
Camp Lieutenant-Colonel Kokolo, Kinshasa, DR Congo.

❸ Centre Médical Cité des Aveugles,
Mont Ngafula, DR Congo.

❹ Division of Pneumology,
Department of internal Medicine,
University of Kinshasa Hospital, DR Congo.

❺ Lomo University of Research,
Kinshasa, DR Congo.

❻ Walter Sisulu University,
Mthatha, South Africa.

Correspondence:
Pr Dr JR M'BUYAMBA-KABANGU
Hypertension Unit/Cardiology,
Department of Internal Medicine,
University of Kinshasa,
Kinshasa 11, DR Congo
E-mail: jerembu@yahoo.fr
Phone: + 243.819.944.232.

used SPSS software for Windows, version 22. Quantitative variables were presented as means (± SD) or medians (IQR = Interquartile range) for non gaussian ones. We compared means by Student's t tests, medians by Mann Whitney's U tests and proportions by Pearson's Chi-square or Fisher's exact tests as appropriate. The analysis of variance (ANOVA) was used to compare several groups with Cheffee test for multiple comparisons. To assess the independent correlations of SBP and DBP we applied a stepwise linear regression procedure. A logistic regression analysis was used to find the determinants of hypertension in uni and multivariate analysis with calculation of odd ratios (OR) and 95% confidence intervals. Statistical significance was a *P* value of 0.05 or less on two-sided tests.

RESULTS

Table 1 presents socio-demographic, clinical and biological characteristics of the study population according to military rank categories. Men (95.3%) were more represented than women (4.7%). Average age was 53.4 ± 8.9 years and tended to increase from the serviceman to the field/general officer category (p = 0.089). The distribution of subjects by ethnic group was similar. Most clinical and biological characteristics were similar except W (p = 0.003), W/Height ratio (p = 0.022) and fasting blood glucose (p = 0.004), which were significantly higher among field and general officers compared to other rank categories.

Determinants of blood pressure

Simple linear correlations

In simple linear regression analysis the observed significant correlation between the components of BP (SBP, DBP and PP) with age (p <0.001), W (p <0.001), and W/Height ratio (p = 0.012) was positive; it was negative with eGFR (p <0.001) (Figure 1).

Multiple linear correlations

In a multiple linear regression analysis (Table 2) age, W/Height ratio, W/H ratio, eGFR and HDL cholesterol levels emerged as independent determinants of SBP, explaining 42.7% of its variation. Similarly, W, W/H ratio, HR, eGFR and HDL cholesterol levels emerged as independent determinants of DBP explaining 47% of its variation (Table 2).

Hypertension and other cardiovascular risk factors

Hypertension prevalence, awareness and control

Hypertension was observed in 114 participants (48.9%), with no significant difference across the military rank categories. The Ngala ethnic group (66.0%) had higher proportion of hypertensive subjects in comparison to the Luba (41.2%), Swahili (44.8%) or the Kongo (45.2%). Of the hypertensive subjects, 66 (57.9%) were aware of their condition and were receiving antihypertensive treatment: monotherapy in 42 patients (63.6%) and combined therapy in 24 patients (36.4%). Calcium

Table 1: Socio-demographic, clinical and biological characteristics of participants.

Variables	Overall n=233	Servicemen & NCOs n=29	Subaltern Officers n=95	Field & General Officers n=109	P
Age (years)	53.4±8.9	51.4±8.7	52.5±9.5	54.7±8.4	0.089
Sex					0.078
Male. n(%)	222(95.3)	24(82.8)	91(95.8)	107(98.2)	
Female. n(%)	11(4.7)	5(17.2)	4(4.2)	2(1.8)	
Ethnic group					0.663
Luba	51(23.1)	6(21.4)	18(19.6)	27(26.7)	
Swahili	58(26.2)	6(21.4)	22(23.9)	30(29.7)	
Kongo	62(28.1)	8(28.6)	30(32.6)	24(23.8)	
Ngala	50(22.6)	8(28.6)	22(23.9)	20(19.8)	
SBP (mmHg)	134.5±16.5	133.9±16.9	132.7±17.2	136.3±15.7	0.306
DBP (mmHg)	86.1±17.1	83.2±11.4	87.3±24.2	85.7±9.2	0.501
MBP (mmHg)	102.2±15.3	100.1±12.3	102.5±20.0	102.6±10.6	0.727
PP (mmHg)	48.5±15.4	50.7±11.4	45.4±19.6	50.6±11.2	0.539
HR (bpm)	70.9±10.3	70.9±10.9	69.7± 9.8	71.8±10.5	0.345
VO_2 Max (L/minute)	1.57(1.22-1.87)	1.61(1.27-1.83)	1.22(1.11-1.64)	1.96(1.40-2.36)	0.527
BMI (Kg/m^2)	25.4±11.9	23.8±4.5	23.9±4.0	27.1±16.7	0.131
W (cm)	86.6±11.9	84.5±13.1	83.9±10.7	89.4±12.1	**0.003**
H (cm)	100.7±56.9	93.7±11.6	94.3±8.6	108.2±82.2	0.170
W/H ratio	0.89±0.10	0.90±0.06	0.89±0.06	0.90±0.13	0.555
W/Height ratio	0.51±0.07	0.50±0.08	0.50±0.06	0.52±0.8	**0.022**
Creatinine (mg/dL)	1.15±0.3	1.08±0.2	1.18±0.36	1.15±0.2	0.369
Fasting glycemia (mg/dL)	93.3±19.3	92.1±15.4	88.8±12.3	97.6±23.8	**0.004**
Total cholesterol (mg/dL)	160.1±38.0	156.5±39.8	156.4±34.3	164.3±40.4	0.289
Triglycerides (mg/dL)	108.1±41.4	111.3±46.1	103.1±39.2	111.5±42.1	0.318
TC/HDL-c (mg/dL)	1.91±0.72	1.95±1.87	1.86±0.67	1.96±0.8	0.619
eGFR (ml/min/1.73m^2)	86.6±22.2	88.7±18.3	87.1±24.9	85.5±20.8	0.760

Data are expressed as mean ± std, median (interquartile range) or absolute (n) and relative (in percent) frequency. SBP= Systolic Blood Pressure; DBP= Diastolic Blood Pressure; MBP= Mean Blood Pressure; PP= Pulse Pressure; HR=Heart Rate; bpm= beats/minute; BMI=Body Mass Index; W= Waist circumference; H= hip circumference; TC= Total cholesterol; HDLc= High density lipoprotein cholesterol; eGFR= estimated glomerular filtration rate.

Figure 1: Linear correlation of BP components with age, W, W/H and eGFR.

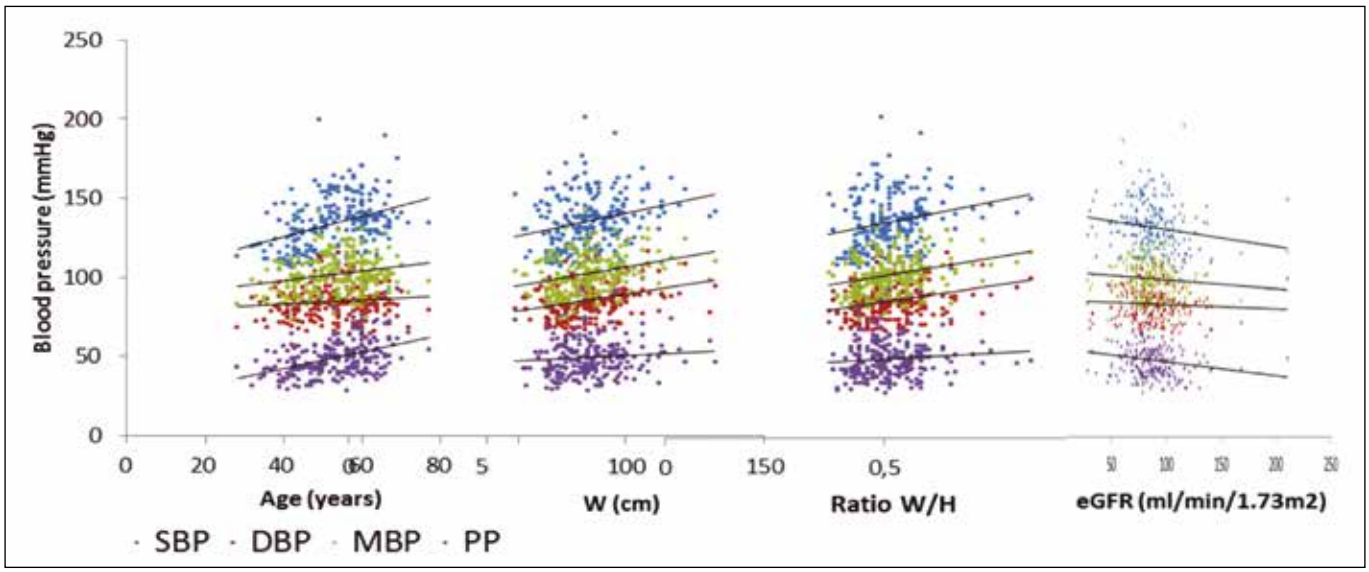


Table 2: Determinants of blood pressure in multiple linear regression analysis.

Variables	SBP (mmHg)			DBP (mmHg)		
	B	SE	N=95	B	SE	P
(Intercept)	41.901	15.542	0.008	29.875	10.043	0.003
Age (ans)	0.609	0.126	**<0.001**	0.075	0.082	0.236
W	0.173	0.202	0.393	0.196	0.131	**0.013**
W/H ratio	12.191	11.051	**0.027**	13.339	7.141	**0.003**
W/Height ratio	8.331	31.986	**0.015**	2.782	20.668	0.893
eGFR (ml/min/1.73m^2)	-0.035	0.051	**0.006**	-0.019	0.033	**0.016**
HR (bpm)	0.137	0.104	0.189	0.193	0.067	**0.005**
HDL-c (mg/dL)	-0.094	0.039	**0.016**	-0.067	0.025	**0.008**
	R^2 = 0.427			**R^2 = 0.471**		

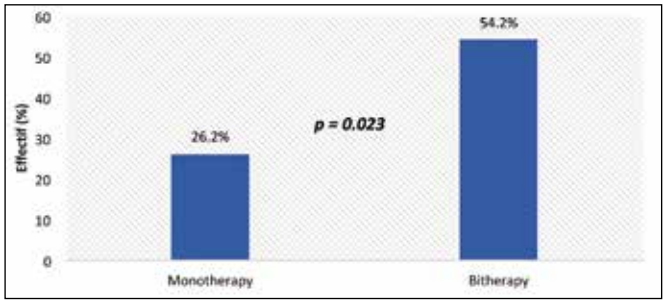
Abbreviations: SBP: Systolic Blood Pressure, DBP: Diastolic Blood Pressure; SE: Standard Error; HR: Heart Rate; H: Hip circumference; W: Waist circumference; HDLc: High density lipoprotein cholesterol; eGFR: Estimated glomerular filtration rate.

channel blockers in 37 patients (56%) and diuretics in 36 (54.5%) were the most commonly used drugs. BP control achieved in 24 subjects (36.4%) was better (p = 0023; Figure 2) with combined therapy (54.2%) than monotherapy (26.2%). The control of hypertension did not differ across the military rank categories nor across ethnic groups.

Other cardiovascular risk factors

The proportion of subjects with other cardiovascular risk factors is shown in Table 3 for the overall study population and for the various military grade categories and in table 4 by ethnic group. Field & General Officers tended to be older than the two other rank categories. With the exception of central obesity (p = 0.009), DM (p = 0.008) and CKD (p = 0.080) whose rate was higher among Field & General officers, the proportions of the other CVRFs were similar across the various military rank categories (Table 3). Overweight predominated among the Swahili p = 0.016), central obesity among the Luba (0.014), subclinical atherosclerosis (0.048), and CKD (0.047) among the Ngala. The difference was not significant for the other CVRFs (Table 4).

Figure 2: Hypertension control by therapeutic modality.



Determinants of high blood pressure

Hypertensive group (n = 114) had a higher proportion of elderly subjects ≥60 years (p = 0.013), with central obesity (p = 0.006), subclinical atherosclerosis (p <0.001), morbid risk (p = 0.001), CMR (p = 0.002), hypertriglyceridemia (p = 0.043), proteinuria (p = 0.009), and CKD (p = 0.003) than non-hypertensive patients (Table 5). The proportion of other CVRFs was similar among hypertensive and normotensive participants.

The determinants of hypertension in univariate and multivariate analysis appear in Table 6 in univariate analysis, age ≥60years (p = 0.019), Ngala ethnic group (p = 0.013), central obesity (p = 0.009) and CKD (p = 0.004) were significantly associated with hypertension. In a

Table 3: Cardiovascular risk factors according to military rank categories.

CVRF	Overall N=233	Servicemen & NCOs N=29	Subaltern Officers N=95	Field & General Officers N=109	P
Age ≥60 years	71(30.5)	6(20.7)	24(25.3)	41(37.6)	0.078
Overweight	63(27.0)	8(27.6)	22(23.2)	33(30.3)	0.513
Obesity	27(11.6)	2(6.9)	9(9.5)	16(14.7)	0.377
Central obesity	69(29.6)	9(31.0)	18(18.9)	42(38.5)	**0.009**
Subclinical atherosclorisis	35(15.0)	7(24.1)	11(11.6)	17(15.6)	0.235
Morbid risk	114(48.9)	14(48.3)	41(43.2)	59(54.1)	0.286
CMR	13(44.8)	45(47.4)	66(60.6)	0.111	
Hypercholesterolemia	37(15.9)	5(17.2)	11(11.6)	21(19.3)	0.316
Hypertriglyceridemia	29(12.4)	5(17.2)	8(8.4)	16(14.7)	0.290
High LDL-c	19(8.2)	1(3.4)	6(6.3)	12(11.0)	0.313
Proteinuria	68(29.2)	8(27.6)	28(29.5)	32(29.4)	0.917
CKD	77(33.0)	9(31.0)	32(33.7)	36(33.0)	0.080
DM	15(6.4)	2(6.9)	1(1.1)	12(11.0)	**0.008**

Data are expressed as absolute (n) and relative (in percent) frequency. DM= Diabetes mellitus; CKD= Chronic kidney disease; CMR= Cardio metabolic risk; LDLc= Low density lipoprotein cholesterol; CVRF= Cardiovascular risk factor.

Table 4: Cardiovascular risk factors of the participants by ethnic group.

CVRFs	Luba N=51	Swahili N=58	Kongo N=62	Ngala N=50	P
≥60 ans	14(27.5)	17(29.3)	16(25.8)	20(40.0)	0.388
Overweight	16(31.4)	22(37.9)	18(29.0)	6(12.0)	**0.016**
Obesity	4(7.8)	7(12.1)	7(11.3)	7(14.0)	0.814
Central obesity	21(41.2)	20(34.5)	14(22.6)	11(22.0)	**0.014**
Subclinical atherosclerosis	6(11.8)	7(12.1)	6(9.7)	13(26.0)	**0.048**
Hypertension	21(41.2)	26(44.8)	28(45.2)	33(66)	**0.021**
Mordid risk	29(56.9)	30(51.7)	26(41.9)	24(48.0)	0.451
CMR	26(51.0)	35(60.3)	32(51.6)	24(48.0)	0.595
DM	2(3.9)	6(10.3)	3(4.8)	3(6.0)	0.553
Hypercholesterolemia	9(17.6)	9(15.5)	9(14.5)	8(16.0)	0.988
Hypertriglyceridemia	5(9.8)	9(15.5)	8(12.9)	5(10.0)	0.782
High LDL-c	3(5.9)	9(15.5)	3(4.8)	4(8.0)	0.215
Proteinuria	15(29.4)	13(22.4)	18(29.0)	19(38.0)	0.383
CKD	15(29.4)	15(25.9)	19(30.6)	24(48.0)	**0.047**

Data are expressed as absolute (n) and relative (in percent) frequency. DM: Diabetes mellitus; CKD= Chronic kidney disease; CMR= Cardio metabolic risk; LDLc= Low density lipoprotein cholesterol; CVRF= Cardiovascular risk factor.
Determinants of high blood pressure.

multiple logistic regression analysis, the Ngala ethnic group (aOR: 3.10, 95% CI [1.30-7.37]; p = 0.011), central obesity (2.94, [1.56-5.77]; p = 0.001) and CKD (1.86 [1.02-3.44]; p = 0.041) emerged as independently correlated with hypertension in these military.

DISCUSSION

The purpose of this study was to assess cardiovascular risk factors and identify the correlations of BP and hypertension among the Congolese military from the garrison of Kinshasa. The 233 predominantly male soldiers who attended the Cardiovascular Exploration Center at Camp Kokolo in Kinshasa were consecutively enrolled in the survey. Their BP level averaged 134.5 ± 16.5/86.1 ± 17.1 mmHg and was of the same magnitude as reported for the Chadian (130/90 mmHg)[16] and Ghanaian (139.5 ± 25.5/85.5 ± 14.2 mmHg) soldiers[17]. Using stepwise linear regression analyses, W/H ratio, W/height ratio, eGFR and HDL cholesterol levels emerged as independent determinants of both systolic and diastolic BP whereas age was independently associated with SBP only. These correlations explained 43% and 47% of variation in SBP and DBP, respectively.

The observed relationships between BP and other variables concur with various reports in the literature. Indeed, a positive association of BP with age is a common finding in most studies in the Congolese[18-20] as well as in other general populations[21]. It was again recently demonstrated during the May Measurement Month 2018-DRC Campaign (MMM18-DRC) where a large sample of 18719 participants were screened[22]. Epidemiological surveys at Kinshasa and other DRC cities[18-20] have shown significant relationships of BP with anthropometric and biological characteristics of the participants. In the City of Bukavu, Katchunga *et al.* reported a linear positive correlation between BP components and W/H ratio on one hand and eGFR on the other

Table 5: Clinical characteristics of subjects with or without hypertension.

Variables	No hypertension n=119	Hypertension n=114	P
Age ≥60 years	28(23,5)	43(37,7)	**0,013**
Sex			0,245
Female	4(36,4)	7(63,6)	
Male	115(51,8)	107(48,2)	
Overweight	29(24,4)	34(29,8)	0,215
Obesity	10(8,4)	17(14,9)	0,089
Central obesity	26(21,8)	43(37,7)	**0,006**
Subclinical atherosclerosis	6(5,0)	29(25,4)	**<0,001**
Morbid risk	46(38,7)	68(59,6)	**0,001**
CMR	52(43,7)	72(63,2)	**0,002**
Hypercholesterolemia	16(13,4)	21(18,4)	0,195
Hypertriglyceridemia	10(8,4)	19(16,7)	**0,043**
DM	6(5,0)	9(7,9)	0,268
High LDL-c	10(8,4)	9(7,9)	0,539
Proteinuria	26(21,8)	42(36,8)	**0,009**
CKD	29(24,4)	48(42,1)	**0,003**

Data are expressed as absolute (n) and relative (in percent) frequency. HBP= High blood pressure; DM=Diabetes mellitus; CKD= Chronic kidney disease; CMR= Cardio metabolic risk; LDLc= Low density lipoprotein cholesterol.

Table 6: Determinants of hypertension.

Variables	Unadjusted OR (95% CI)	P	Adjusted OR (95% CI)	P
Age ≥60 years				
No	1		1	
Yes	1.97 (1.12-3.47)	**0.019**	1.78 (0.95-3.33)	0.070
Ethnic group				
Luba	1		1	
Swahili	1.16 (0.54-2.48)	0.701	1.29 (0.58-2.87)	0.538
Kongo	1.18 (0.56-2.49)	0.671	1.78 (0.66-3.29)	0.340
Ngala	2.77 (1.24-6.22)	**0.013**	3.10 (1.30-7.37)	**0.011**
Central obesity				
No	1		1	
Yes	2.12 (1.22-3.86)	**0.009**	2.94 (1.56-5.57)	**0.001**
CKD				
No	1		1	
Yes	2.57 (1.29-3.95)	**0.004**	1.86 (1.02-3.44)	**0.041**

Abréviation : CKD = Chronic Kidney Disease.

hand[20]. A common denominator behind the relation of BP to these parameters is insulin resistance with its deleterious effects on cardiovascular system[23, 24].

Current average BP level in the Congolese military personnel falls into the category of pre-hypertension according to the WHO classification; it already constitutes hypertension according to the recent American standards[25]. Nevertheless, considering the ESH/ESC 2018 criterion of BP ≥140/90 mmHg, 48.9% of participants in this work were hypertensive. A quite high rate similar to that reported in some DRC general populations, which varies between 38 and 51%[26, 27]. This rate is clearly beyond those reported among soldiers in Saudi Arabia (23.2%)[28], Brazil (22%)[29], Iran (32.9%)[30] and Benin (26.3%)[31]. Such a high rate could be attributed to the lack of regular screening followed by preventive measures among Congolese soldiers, a context where hypertension is often diagnosed at an advanced stage or after occurrence of complications.

Among the hypertensive military, 42.1% were unaware of their hypertensive status, a proportion lower than that locally found in the VITARAA study with 73.0% of the hypertensive population unaware of their affection[32] and much lower than the 80.1% reported in the mentioned Beninese survey[31]. The aware hypertensive subjects were all under treatment, but only 36.4% of them had reached the target BP. Though low, the rate of hypertension control turned out to be far higher than those of 3%, 18.3% and 14% found in the Congolese general population, respectively by M'Buyamba-Kabangu *et al*. in 1986[32] and Bayauli *et al*. in 2014[33] at Kinshasa, and by Katchunga *et al*. in 2011 at Bukavu[20]. It corroborates data reported among soldiers in other regions of sub-Saharan Africa and the world[28, 29, 31]. As expected BP control was better on combined therapy than on monotherapy.

In multivariate logistic regression model, the Ngala ethnic group, abdominal obesity and CKD were the independent

risk factors associated with hypertension in this military series. The ethnic group may carry a risk of developing hypertension through the genetic endowment of subjects that has not been explored in the present work, or through traditional or acquired cultural permissive habits. Likewise, in line with data from the general Congolese population[24, 26] as well as the observation among Brazilian soldiers[29], abdominal obesity has emerged as a factor tripling the risk of hypertension. Through the release of adipokines (TNFα…), insulin resistance and subsequent hyperinsulinemia, abdominal obesity can induce an elevation of BP by stimulation of the sympathetic nervous and the renin-angiotensin-aldosterone systems, and through stimulation of the Na + /H + antiport at the level of the renal proximal bypass tube[34-41]. CKD is also a factor associated with hypertension in the present study. It multiplies the risk by 2. The CKD can induce a rise in BP through senescence which leads to structural and functional remodeling of the arteries[42, 43]. One should keep in mind, however, that CKD may actually be a consequence rather than the cause of an elevated BP.

Over 80% of the military had at least one risk factor. CKD (33%), abdominal obesity (29.2%), overweight (27%), obesity (11.6%) and DM (6.4%) were the most common with greater proportions among hypertensive than non-hypertensive subjects. The frequency of CMR seems higher than that of the general population, which is 12.4%[44]. Like in the general Congolese population[2, 26], overweight, obesity and DM appear to be a public health problem among the military in the present series.

Our results must be interpreted within the limits of this work. The series of soldiers enrolled does not constitute a representative sample of all the military from the garrison of Kinshasa and this restricts the possibility of extrapolating the results. However, these data have the merit of showing that, like observations made in the general population, the rate of CVRFs is high among Congolese military from the garrison of Kinshasa, whose risk factors constellation, ignorance and lack of control, are all elements that worsen their absolute cardiovascular risk.

CONCLUSION

The military from the garrison of Kinshasa have a cardiovascular profile similar to that of the general population. This finding puts into question the quality of their preparation and therefore their operationality, both in peacetime and in wartime since high BP and its many health repercussions constitute the world-wide major cause of incapacity for the military profession. The results of this study plead for the adoption of urgent medico-administrative measures for the conditioning of the military in the garrison of Kinshasa and, by extension, in all DRC military.

ABSTRACT

Context: With hypertension as the main driver cardiovascular disease constitutes the main cause of unfitness among the active military of Kinshasa garrison.

Objective: To assess the burden of cardiovascular risk factors among the Congolese soldiers.

Methods: 233 consecutive soldiers who attended medical visit from june to october 2017 at the Cardiovascular Exploration Center of the Camp Kokolo, Kinshasa, were enrolled in the present study Their socio-demographic, clinical and paraclinical data were collected. The correlates of blood pressure were assessed and cardiovascular risk factors clustering with hypertension evaluated.

Results: The sample included 29 servicemen and non-commissioned officers (12.4%), 95 subaltern rank (40.7%) and 109 field and general officers (46.9%). Waist circumference, waist/height ratio and blood glucose significantly increased with military rank; 43% of variation in SBP and 47% in DBP was independently explained by age, waist/hip and waist/height ratios, eGFR, high density lipoprotein cholesterol, and heart rate for DBP only; 48.9% of the examinees were hypertensive patients of whom 57.9% were aware and treated with 36.4% controlled. The probability of hypertension was higher for the Ngala ethnic group (aOR: 3.10, 95% CI: 1.30-7.37), the presence of abdominal obesity (aOR: 2.94, 95% CI: 1.56-5.77) and chronic kidney disease (aOR: 1.86, 95% CI: 1.02-3.44).

Conclusion: The epidemiological transition is a reality among the military in the Kinshasa garrison.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement

We thank all those who, from afar or near, agreed to participate in this study: all the investigators, the military who freely consented to enter the study, the staff of the Camp Kokolo Cardiovascular Exploration Center and the Higher Command of the Armed Forces for its steady commitment in this study.

Authors' contribution

GKK and JRM'BK designed and wrote the study protocol; MMG and GKK supervised data collection, ANN analyzed the data; GKK and ANN wrote the initial version of the manuscript, JRM'BK, BLM and JMK coordinated the study and interpreted the results. All authors approved the final version and revised the manuscript.

REFERENCES

1. NISARA SG, TYLER CS, SWANSON MG, HARRIS RB, SHAHAR E, BESA S *et al.* Newly reported hypertension after military combat deployment in a large population-based study. *Hypertension* 2009; 54: 966-973.

2. TOFLER GH, MULLER JE. Triggering of acute cardiovascular disease and potential preventive strategies. *Circulation*. 2006; 114: 1863–1872.

3. MUNDU MG, MUNYAPARA SA, TSHIENDA TJ, BATINA AS, LIKWELA JL. Facteurs de risque de l'hypertension artérielle

chez les militaires Congolais de la garnison de Kinshasa. *Rev. méd. Gd. Lacs*, 2009; 2 (3): 63-76.

4. MUNYAPARA SA, MUNDU MG, KAKUDJI IL. Evaluation du risque cardiovasculaire global des patients hypertendus suivis dans les centres médicaux militaires de Kinshasa, RDC. *KisMed* 2015; 6 (1) : 117-123.

5. KUCHEL O. Mental stress and hypertension, an evolutionary framework: some historical perspectives of the 1960 World Health Organization Prague hypertension meeting. *J Hypertens*. 2003; 21: 639–641.

6. DAWN WK, WENDY K, SICA DA. The relationship between exposure to violence and blood pressure mechanisms. *Curr Hypertens Res.* 2004; 6: 321–326.

7. MANCIA G, FAGARD R, NARKIEWICZ K, REDON J, ZANCHETTI A, BÖHM M, *et al.* 2013 ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur Heart J.* 2013; eht151.

8. WHO. Prevention of Cardiovascular Disease. Guidelines for assessment and management of total cardiovascular risk. Geneva: World Health Organization; 2007.

9. TARYN K, KATE L, MARK, TERRY MC, BRYAN. Management of hypertension: summary of NICE guidance. *Br Med J* 2011; 34: d4891.

10. ROD J, LAWES CM, DERRICK AB, MILNE RJ, RODGERS A. Treatment with drugs to lower blood pressure and blood cholesterol based on an individual's absolute cardiovascular risk. *Lancet* 2005; 365: 434–41.

11. PISCHON T, BOEING H, HOFFMANN K, BERGMANN M, SCHULZE MB, OVERVAD K *et al.* General and Abdominal Adiposity and Risk of Death in Europe. *New England Journal of Medicine* 2008, 359, 2105-2120.

12. ESH/ESC Guidelines for the Management of Arterial Hypertension: The Task Force for the Management of Arterial Hypertension of the European Society of Cardiology (ESC), and of the European Society of Hypertension (ESH). *European Heart Journal* 2018, 1-98.

13. American Diabetes Association (ADA). Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care* 2010, 33, S62.

14. FRIEDELWALD, WT, LEVY RI & FREDRICKSON DS. Estimation of the Con centration of Low-Density Lipoprotein Cholesterol in Plasma without Use of the Preparative Ultracentrifuge. *Clinical Chemistry* 1972, 18, 499-502.

15. FINUCANE MM, STEVENS GA, COWAN M, DANEI G, LIN JK, PACIOREK CJ *et al.* National, Regional, and Global Trends in Body Mass Index Since 1980: Systematic Analysis of Health Examination Surveys and Epidemiological Studies with 960 Country-Years and 9.1 Million Participants. *Lancet* (London, England), 2011; 377: 557-567.

16. MOUANODJI M. Aspects épidémiologique, clinique et évolutif de l'hypertension artérielle des militaires en milieu hospitalier à N'Djamena: à propos de 118 cas. *Med d'Afr Noire* 1996; 43 (11).

17. HESSE IF, NUAMA I. Pattern of out-patient drug treatment of hypertension in Korle-Bu Teaching Hospital, Accra. *West Afr J Med.* 1997; 16 (3): 133-8.

18. M'BUYAMBA-KABANGU JR, FAGARD R, LIJNEN P, STAESSEN J, DITU M.S, TSHIANI K.A & AMERY A: Epidemiological study of blood pressure and hypertension in a sample of Urban Bantu of Zaire. *Journal of Hypertension* 1986; 4: 485-491.

19. BAYAULI MP, M'BUYAMBA-KAYAMBA JR, LEMOGOUM D, JEAN-RENÉ M'BUYAMBA-KABANGU JR. Prehypertension, Hypertension and Associated Cardiovascular Risk Factors among Adult Congolese Urban Dwellers: Results of the Vitaraa Study. *World Journal of Cardiovascular Diseases*, 2014; 04 (08): 390-39.

20. KATCHUNGA PB, M'BUYAMBA-KAYAMBA JR, MASUMBUKO BE, LEMOGOUM D, KASHONGWE Z, DEGAULE JP *et al.* Hypertension artérielle chez l'adulte Congolais du sud Kivu: résultats de l'étude Vitaraa. 2011; 40: 315-23.

21. LAAR AK, ADLER AJ, KOTOH AM, LEGIDO-QUIGLEY H, LANGE IL, PEREL P *et al.* Health system challenges to hypertension and related non-communicable diseases prevention and treatment: perspectives from Ghanaian stakeholders. *BMC Health Services Research*, 2019; 19: 693-31.

22. BUILA BN, NGOYI NG, BAYAULI MP, KATAMBA KF, LUBENGA NY, KAZADI MS *et al*. Analysis of Blood Pressure and Selected Cardiovascular Risk Factors in the Democratic Republic of the Congo: The May Measurement Month 2018 results. *Eur H J* 2020; in press.

23. NGUYEN TT, LINDA SA, JUNE S, BARRY MP. Prediction of hypertension by different anthropometric indices in adults: the change in estimate approach. *Public HealthNutr.* 2010; 13 (5): 639-46.

24. KASIAM LJB, LONGO-MBENZA B, NGE OA, KANGOLA KN. Survey of abdominal obesity in an adult urban population of Kinshasa, Democratic Republic of Congo. *Cardiovascular Journal of Africa*. 2007; 18 (5): 300-7.

25. LLOYD-JONES DM, HONG Y, LABARTHE D, MOZAFFARIAN D, APPEL LJ, VAN HORN L *et al.* Defining and setting national goals for cardiovascular health promotion and disease reduction: The American Heart Association's strategic Impact Goal through 2020 and beyond. *Circulation*. 2010; 121 (4): 586-613.

26. BAYAULI MP, M'BUYAMBA JR, NGOYI NG, LEPIRA BF, KAYEMBE KP, LEMOGOUM D *et al.* Trends in prevalence of Obesity and hypertension in an urban Congolese community. *Journal of Epidemiological Reseach* 2018; 4 (1) : 33-40.

27. KIANU PB, MPEMBELE ME, KINTOKI VE, MAKULO RJR, KIAZAYAWOKO ZF, MANYEBWA KJD *et al*. Rates of Hypertension Prevalence, Awareness, Treatment and control in a Congolese South-West Port City. The influence of Gender According to Age Groups. *Global Journal of Medical Research* 2015; 15 (1): 1-8.

28. SAEED MA, ABDOUL-SALAM AA, FAYSSAL MF, MOATAZ MA, MURAYA MA. Community-based screening for prehypertension among military active duty personnel. *Saudi Med J*, 2008; 29 (12): 1779-1784.

29. WENZEL D, MARIA PACHECO DE SOUZA J, BUONGERMINO DE SOUZA S. Prevalence of arterial hypertension in young military personnel and associated factors. *Rev Saúde Pública* 2009; 43 (5) : 1-7.

30. HEYDARI ST, KHOSHDEL AR, SABAYAN B, ABTAHI F, ZAMIRIAN M, SEDAGHAT S. Prevalence of Cardiovascular Risk Factors Among Military Personnel in Southern Iran. *Iranian Cardiovascular Research Journal*, 2010; 4 (1): 22-27.

31. HOUÉNASSI M, TCHABI Y, SACCA-VEHOUNKPE J. Etude des facteurs de risque cardiovasculaire chez les militaires au Bénin. *Le Benin Médical* 2004; 28: 23-29.

32. M'BUYAMBA-KABANGU JR, FAGARD R, STAESSEN J. Blood pressure in Bantu of Zaïre: Epidemiological aspects. *Cardiologie Tropical* 1987; 13: 113-120.

33. BAYAULI PM, M'BUYAMBA-KAYAMBA JR, LEMOGOUM D, TIJS L, DRAMAIX M, FAGARD R *et al.* Cardiovascular risk factors among the inhabitants of an urban Congolese community: results of the VITARAA Study. *IJC Metabolic & Endocrine*. 2014; 4:33-38.

34. COLLADO-MESA F, COLHOUN HM, STEVENS LK, BOAVIDA J, FERRISS JB, KARAMANOS B *et al.* Prevalence and management of hypertension in type 1 diabetes mellitus in Europe: the EURODIAB IDDM Complications Study. Diabet Med, 1999, 16, 41-48. A.J. Scheen et coll. *Rev Med Liège* 2012; 67: 3: 133-138138.

35. WEEKERS L, KRZESINSKI JM. La néphropathie diabétique. *Rev Med Liège*, 2005, 60, 479-486.

36. RUGGENENTI P, CRAVEDI P, REMUZZI G. The RAAS in the pathogenesis and treatment of diabetic nephropathy. *Nat Rev Nephrol,* 2010, 6, 319-330.

37. KRZESINSKI JM, SCHEEN AJ. Quelles cibles tensionnelles visées chez le patient diabétique de type 2? *Rev Med Liège*, 2012, 67, 51-56.

38. MOORE WV, FREDRICKSON D, BRENNER A, CHILDS B, TATPATI O, HOFFMAN JM *et al.* Prevalence of hypertension in patients with type II diabetes in referral versus primary care clinics. *J Diabetes Complic*, 1998, 12, 302-306.

39. RESMINI E, MINUTO F, COLAO A, FERONE D. Secondary diabetes associated with principal endocrinopathies: the impact of new treatment modalities. *Acta Diabetol*, 2009, 46, 85-95.

40. AMAR L, LEPOUTRE C, BOBRIE G, PLOUIN PF. Hypertension artérielle endocrine. *Rev Med Interne*, 2010, 31, 697-704.

41. DORRESTEIJN JA, VISSEREN FL, SPIERING W. Mechanisms linking obesity to hypertension. *Obes Rev*, 2012, 3, 17-26.

42. PLANTE GE. Impact of aging on body's vascular system. *Metabolism* 2003; 52 (10 suppl. 2): 31-5.

43. MOTREFF P. Facteur de risque cardiovasculaire. *Journées d'études de l'ADLF*, 2005: 4-10.

44. SUMAILI EK, KRZESINSKI JM, ZINGA CV, COHEN EP, DELANAYE P, MUNYANGA SM *et al.* Prevalence of chronic kidney disease in Kinshasa: results of a pilot study from the Democratic Republic of Congo. *Nephrol Dial Transplant* 2009; 24: 117-122.

Retrouvez toute l'actualité du
Comité International de Médecine Militaire
sur le site Internet :

Follow the current affairs of the
International Committee of Military Medicine
on its website:

www.cimm-icmm.org

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

• All material intended for publication in the ***International Review of the Armed Forces Medical Services*** (***IRAFMS***) should be submitted to the Editor's office:

International Committee of Military Medicine
Hôpital Militaire Reine Astrid
BE - 1120 Brussels, Belgium.

• Scientific articles, analyses or reviews of books and articles related to military medicine, symposia or congress proceedings, scientific events and announcements written in French and English will be considered for review.

• In its editorial policy, *IRAFMS* follows the guidelines of the *International Committee of Medical Journal Editors* (http://www.icmje.org/index.html). Authors are encouraged to adhere to these guidelines when writing their article, both in methodology and in the structure of the manuscript. Authors will be informed of the progress of the review process. Manuscripts under review are considered confidential. By submitting the manuscript, the author agrees to transfer the ownership to ICMM.

• The submitted article must be accompanied by the full name (s) and by the address(es) of all authors as well as a short curriculum vitæ and a photograph (high resolution) of the main author.

• The authors implicitly recognize that the submitted article has not been sent simultaneously to other journals or has not recently been published under the same title.

• The Editor of the *IRAFMS* may require authors to justify the assignment of authorship.

• Partial or total reproduction of an article which has been published in the *IRAFMS* is subject to the prior consent of the editor of the *IRAFMS*.

• Potential Conflict of Interest. To ensure that authors are not influenced in any way in their writing by third parties for financial or other reasons and to ensure the credibility of the publication, the author and science itself, the Editor may request for this purpose a 'declaration of conflict of interests. This declaration will entail financial support arrangements, possible impairment of freedom of writing and free access to relevant data due to regulations from superiors and peers and/or other competing interests. Authors of a manuscript will mention all contributors to their work.

• Privacy and confidentiality. Authors will ensure the right to privacy and confidentiality of all human subjects involved in their manuscript. They will not disclose any personal information, including photographs of subjects unless they possess and are able to show a statement of informed consent.

• Protection of human subjects and animals in research. In manuscripts which report experiments on human subjects, authors should indicate whether the procedures followed were in accordance with the ethical standards of the responsible committee and with the Helsinki Declaration. For animal experimentation, the authors should indicate whether the institutional, national and other legal guides for the care and use of laboratory animals were followed.

• Other stipulations. Articles accepted for publication in the *IRAFMS* should not to be published elsewhere without the explicit consent of the Editor-in-Chief. Articles based on presentations during congresses and/or workshops of the ICMM should with priority be published in the *IRAFMS*. The ICMM will not pay for any article. However, every two years, however, a paper of high quality may be awarded with the Jules Voncken prize, which includes a modest amount of money.

• Manuscripts should be typed on one side only, double-spaced throughout, with a 3 cm margin at the left hand side and a maximum of 35 lines per page. The text should not exceed 25 typewritten pages, including bibliographic references. It should be submitted as an A4 paper size Word document (format Arial 12) by e-mail to edition@cimm-icmm.org or by postal service on a CD Rom accompanied by a hard copy (also on A4 paper size).

• A summary of no more than 150 words should be included. It is desirable to submit the summary in both in French and in English.

• Three to five keywords both in French and in English should be provided in order to facilitate indexing the article.

• Abbreviations should be avoided in the text except those relating to accepted scientific units of measurements (SI units). If other abbreviations are used, they should be spelt out in full when first mentioned in the text.

• When sending their manuscripts, the authors are invited to include the necessary tables, graphs, photos and illustrations, along with their legends. Drawings and legends should be carefully printed so as to be directly reproduced. Each illustration should be identified by a reference in order to be properly included in the text.

• References should be numbered in the order in which they appear in the text and referred to by Arabic numerals in brackets. They will be listed as follows:
1. For a journal: the names and initials of all authors, full title of the article (in the original language), name of the journal, year, volume, first and last page of the article.

2. For a book: name(s) and initials of the author(s), title of the book, name of the publisher and city, year of publication, pages corresponding to the quotation.

RECOMMANDATIONS AUX AUTEURS

• Tout travail destiné à la publication dans la ***Revue Internationale des Services de Santé des Forces Armées*** (***RISSFA***) doit être envoyé au Bureau de la rédaction :

Comité International de Médecine Militaire
Hôpital Militaire Reine Astrid
BE - 1120 Bruxelles (Belgique)

• Sont pris en considération les articles scientifiques, les analyses d'ouvrages ou d'articles médico-militaires, les comptes rendus de réunions, de congrès, d'événements scientifiques et les annonces, rédigés en français et en anglais.

• Pour sa politique éditoriale, la *RISSFA* suit les directives de l'*International Committee of Medical Journal Editors* (http://www.icmje.org/index.html). Les auteurs sont encouragés à adhérer à ces lignes directrices lors de la préparation et de la rédaction de leur article, aussi bien dans la méthodologie que dans la structure du manuscrit. Les auteurs seront informés des progrès de l'évaluation de leur manuscrit. Les manuscrits en cours d'évaluation sont considérés comme confidentiels. En soumettant le manuscrit, l'auteur s'engage à accepter leur transfert de propriété au CIMM.

• Tous ces travaux doivent être accompagnés des noms, prénoms et adresses de tous les auteurs, ainsi qu'un bref curriculum vitæ et photo (en haute résolution) de l'auteur principal.

• Les auteurs reconnaissent implicitement que l'article proposé n'a pas été envoyé en même temps à d'autres journaux, ou qu'il n'a pas été publié récemment sous le même titre.

• La Direction de la *RISSFA* se réserve le droit de demander au signataire d'un article la justification de sa qualité d'auteur.

• Toute reproduction partielle ou totale d'un article paru dans la *RISSFA* doit être soumise à l'accord préalable de l'Editeur de cette dernière.

• Conflit d'intérêts potentiel. Pour s'assurer que les auteurs ne sont pas influencés par des tiers dans l'écriture de l'article, pour des raisons financières ou autres, et pour garantir la crédibilité de la publication, de l'auteur et de la science elle-même, la Direction de la *RISSFA* peut demander à cet effet, une « déclaration de conflit d'intérêts ». Cette déclaration devra faire mention des soutiens financiers ayant pu influencer la liberté d'écriture ainsi que la possibilité d'accès aux données utilisées pour la rédaction de l'article, les conflits d'intérêts avec les pairs ou la concurrence. Les auteurs d'un manuscrit révéleront tous les contributeurs à leur travail.

• Vie privée et confidentialité. Les auteurs préserveront le droit à la vie privée et à la confidentialité de tous les sujets humains impliqués dans leur manuscrit. Ils ne divulgueront pas d'informations personnelles, y compris des photographies de sujets à moins qu'ils ne possèdent et puissent montrer une déclaration de consentement éclairé.

• Protection des sujets humains et animaux dans la recherche. Dans les manuscrits qui rapportent des expériences sur des sujets humains, les auteurs devront indiquer si les procédures suivies étaient conformes aux normes éthiques du comité responsable et avec la Déclaration d'Helsinki. Pour l'expérimentation animale, les auteurs devront indiquer si les règles légales institutionnelles, nationales et autres pour l'utilisation d'animaux de laboratoire, ont été suivies.

• Autres dispositions. Les articles acceptés pour publication dans la *RISSFA* ne doivent pas être publiés ailleurs sans le consentement explicite du Rédacteur en chef. Les articles issus des présentations lors des congrès et/ou des ateliers du CIMM devront en priorité être publiés dans la *RISSFA*. Le CIMM ne paiera pour aucun article. Cependant, tous les deux ans, un article de haute qualité peut être récompensé par le prix « Jules Voncken », qui comprend une modeste somme d'argent.

• Le manuscrit sera dactylographié en double interligne, marge gauche de 3 cm, 35 lignes par page, sur le recto seulement et n'excédera pas 25 pages, références bibliographiques comprises. Il sera envoyé, soit par e-mail à l'adresse suivante : edition@cimm-icmm.org, soit par voie postale sur CD-Rom accompagné d'une épreuve papier en format A4 (texte en Word, Arial 12).

• Un résumé ne dépassant pas 150 mots y sera incorporé. Il est souhaitable que ce résumé, y compris le titre de l'article, soit traduit en français et en anglais.

• Il est indispensable de fournir 3 à 5 mots-clés en français et en anglais afin de faciliter l'indexation de l'article.

• Les abréviations doivent être évitées dans le texte, sauf celles se rapportant aux unités scientifiques de mesure, dûment acceptées (unités SI). Si d'autres abréviations sont utilisées, elles doivent être précédées de la terminologie complète à laquelle elles se rapportent, lorsqu'elles sont mentionnées dans le texte pour la première fois.

• Les auteurs sont invités à inclure, dans l'envoi de leur manuscrit, les tableaux, graphiques, photos et illustrations indispensables, accompagnés de leurs légendes. Les dessins et légendes, soigneusement exécutés, devront pouvoir être reproduits directement. Chaque figure sera identifiée par une mention permettant de l'inclure correctement dans le texte.

• Les références seront inscrites dans l'ordre dans lequel elles paraissent dans le texte et indiquées par des chiffres arabes, entre parenthèses. Elles seront mentionnées comme suit :
1. Pour un périodique : nom et initiales des prénoms de tous les auteurs, titre de l'article (dans la langue originale), nom du périodique, année, volume, page initiale et page finale de l'article.

2. Pour un livre : nom et initiales des prénoms du ou des auteurs, titre du livre, nom de la maison d'édition, ville et année de publication, pages correspondant à la citation.

ADDRESS FOR SUBSCRIPTION

SUBSCRIPTIONS 2021

International Review of the Armed Forces Medical Services

N.E.P.
45, Rue des Frères Flavien - FR-75020 Paris, France
Tel. : +33 (0)1 40 27 88 88 - Fax : +33 (0)1 40 27 89 43
E-mail : nep@wanadoo. fr

Credit Lyonnais : 7828 H - Paris Haxo (N.E.P.)

Subscription for one year : € **60**
Cost for a single copy : € **20**

ADRESSE POUR LES ABONNEMENTS

ABONNEMENTS 2021

Revue Internationale des Services de Santé des Forces Armées

N.E.P.
45, Rue des Frères Flavien - FR-75020 Paris (France)
Tél. : +33 (0)1 40 27 88 88 - Fax : +33 (0)1 40 27 89 43
E-mail : nep@wanadoo. fr

Crédit Lyonnais : 7828 H - Paris Haxo (N.E.P.)

Abonnement pour 1 an : € **60**
Prix du numéro ordinaire : € **20**

VOL. **94**/3

I.S.S.N. : 0259-8582

Imprimerie dans l'Union européenne

IRON INTERN®

Iron Intern®

Articulated Retraction – Just Like the Human Arm

★ Veteran Owned

★ Made in the USA & Switzerland

Iron Intern® Single Arm with Nathanson Hook Liver Retractor

The Retraction System of Choice for Laparoscopic Surgery

- Unparalleled Exposure
- Easily Convertible to Open
- Reduced OR Staff and Contamination

Nathanson Liver Retractors

Greenstein Gripper Clamps

Hold Laparoscopic instruments and scopes

The Surgeon's Tireless Assistant

Precise, Steady and Safe Surgical Retraction

Articulated Retraction Just Like the Human Arm

One Wingnut Locks All Joints

3D Swinger Rail Clamp

Provides 360° Range of Motion

Iron Intern® Single Arm

732-602-7717 | 800-832-4567 | Sales@IronIntern.com | www.IronIntern.com

Automated Medical Products Corp.

EMV+ | SAROS™ 4000

Revolutionizing Battlefield Oxygenation and Ventilation Therapy

Together with the ZOLL EMV+ portable Ventilator, the CAIRE SAROS 4000 Portable Oxygen Concentrator supports the clinical treatment of deployed military forces and helps to improve operational efficiency.[1,2]

© 2020 ZOLL Medical Corporation. All rights reserved. EMV+ and ZOLL are trademarks or registered trademarks of ZOLL Medical Corporation in the United States and/or other countries. All other trademarks are the property of their respective owners.

[1]Arnold, Mark, "U.S. Army Oxygen Generation System Development." NATO, April 2010. RTO-MP-HFM-182

[2]Wilson, JE Jr, Barras WP. Advances in Anesthesia Delivery in the Deployed Setting. AMEDD Journal. 2016 April-September: 62-65

SAROS is a trademark of Caire® Inc. Not available for sales within the Unites States.
MCN MP 2005 0253

ZOLL®