



## Avertissement

Ce document est le fruit d'un long travail et a été validé par l'auteur et son directeur de mémoire en vue de l'obtention de l'UE 28, Unité d'Enseignement intégrée à la formation initiale de masseur kinésithérapeute.

L'IFMK de Nancy n'est pas garant du contenu de ce mémoire mais le met à disposition de la communauté scientifique élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : [secretariat@kine-nancy.eu](mailto:secretariat@kine-nancy.eu)

## Liens utiles

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

[http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg\\_droi.php](http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php)

<https://www.service-public.fr/professionnels-entreprises/vosdroits/F23431>

MINISTERE DE LA SANTE

REGION GRAND EST

INSTITUT LORRAIN DE FORMATION DE MASSO-KINESITHERAPIE DE NANCY

**ENQUÊTE SUR LES CONNAISSANCES  
DES MASSEUR-KINÉSITHÉRAPEUTES DU GRAND-EST  
SUR LE « BLOOD FLOW RESTRICTION »**

Sous la direction de **M.DESSAINT Éric**

Mémoire présenté par Thomas FELKAR,  
Étudiant en 4<sup>ème</sup> année de masso-  
kinésithérapie, en vue de valider l'UE 28  
dans le cadre de la formation initiale du  
Diplôme d'État de Masseur-Kinésithérapeute

Promotion 2017-2021



UE 28 - MÉMOIRE  
DÉCLARATION SUR L'HONNEUR CONTRE LE PLAGIAT

Je soussigné(e), **FELKAR Thomas** .....

Certifie qu'il s'agit d'un travail original et que toutes les sources utilisées ont été indiquées dans leur totalité. Je certifie, de surcroît, que je n'ai ni recopié ni utilisé des idées ou des formulations tirées d'un ouvrage, article ou mémoire, en version imprimée ou électronique, sans mentionner précisément leur origine et que les citations intégrales sont signalées entre guillemets.

Conformément à la loi, le non-respect de ces dispositions me rend passible de poursuites devant le conseil de discipline de l'ILFMK et les tribunaux de la République Française.

Fait à Nancy, le **02/05/2021** .....

Signature

## REMERCIEMENTS

Remercier toutes les personnes m'ayant guidé et aidé pour ce mémoire paraît utopique tant elles sont nombreuses.

J'aimerais cependant porter une attention plus spéciale et remercier en particulier :

- Mon directeur de mémoire, M. DESSAINT Éric, pour ses précieux conseils, son intérêt envers le sujet et tout le temps qu'il y a consacré.
- Mme MULLER Karine, mon enseignante référente pédagogique durant ces 4 années d'étude, pour son accompagnement, ses nombreux conseils et sa bienveillance, ainsi qu'à l'ensemble des membres de l'IFMK.
- Ma famille, et plus particulièrement mes parents et mon frère Simon pour leur soutien sans faille et leur amour inconditionnel.
- À Nathalie pour ces nombreuses corrections et relectures.
- Enfin je mentionnerais aussi mon cercle d'amis, pour leur soutien et pour les moments inoubliables que nous avons passé ensemble durant ces années.

Merci à toutes et à tous.

## Résumé/Abstract :

### ENQUÊTE SUR LES CONNAISSANCES DES MASSEURS-KINÉSITHÉRAPEUTES DU GRAND-EST SUR LE « BLOOD FLOW RESTRICTION »

**Introduction :** Le Blood Flow Restriction (BFR) est une technique de renforcement musculaire basée sur la restriction du flux sanguin dans le membre ciblé. Elle se réalise par le biais d'une manchette de compression. Cela permet, via une cascade de réaction métabolique, une stimulation musculaire intense en utilisant une charge réduite, environ 30 % de la 1 RM avec BFR plutôt que 70 % sans BFR.

**Matériel et méthode :** Un questionnaire électronique a été envoyé aux masseur-kinésithérapeutes (MK) libéraux de la région Grand-Est par voie électronique via un intermédiaire, l'URPS-MK du Grand-Est. Le questionnaire a été distribué entre le 24 novembre 2020 et le 14 février 2021.

**Résultats :** 147 MK ont répondu à notre étude (2,53 % de la population totale). 2 % des thérapeutes ont déjà utilisé cette technique en rééducation (catégorie 1), 27 % en ont déjà entendu parler sans l'avoir mis en pratique (catégorie 2) et 71 % ne connaissent pas cette technique (catégorie 3). Les formations en kinésithérapie du sport semblent avoir un impact sur la connaissance ou non du BFR. 100 % des personnes de la catégorie 1 utilisent le BFR de manière sécurisante pour leurs patients. Les personnes de la catégorie 2 ont un niveau de connaissances hétérogènes sur cette technique. La majorité des MK, 100 % pour la catégorie 2 et 92,8 % pour la catégorie 3, ont une patientèle à qui le BFR pourrait correspondre.

**Discussion et conclusion :** Les réponses nous ont permis de confirmer nos hypothèses de départ ainsi que de trouver une relation avec les données de la littérature. En effet les MK de la catégorie 1 utilisant le BFR suivant ces données obtiennent des résultats satisfaisant sur leurs patients. Cependant, cette technique reste encore très peu connue et mise en pratique. Son assimilation importante au milieu sportif explique cela pourtant il existe un grand nombre de pathologie où le BFR pourrait être un bon complément des prises en charge MK.

**Mots clés :** Blood Flow Restriction, connaissance, enquête, masso-kinésithérapie.

---

### KNOWLEDGE OF PHYSIOTHERAPISTS IN THE "GRAND EST" REGION ON "BLOOD FLOW RESTRICTION" SURVEY

**Introduction:** Blood Flow Restriction (BFR) is a muscle strengthening technique based on restricting blood flow to the targeted limb. It is performed by means of a compression cuff. This allows, via a metabolic reaction cascade, an intense muscle stimulation using a reduced load. (Approximately 30 % of the 1 R.M with BFR rather than 70 % without BFR).

**Methods:** An electronic survey has been sent by email to independent physiotherapists (PT) in the "Grand Est" region through an intermediary, the URPS-MK of the "Grand Est" region. It has been delivered between November 24<sup>nd</sup>, 2020 and February 14<sup>th</sup>, 2021

**Results:** A total of 147 PTs responded to the survey (2.53 % of total population). 2 % of the PTs have already used this technique in rehabilitation (category 1), 27 % have already heard about it without practicing it (category 2) and 71 % do not know about this technique (category 3). Training in sports physiotherapy seems to have an impact on the knowledge or not of BFR. 100 % of category 1 people use BFR in a safe way for their patients. Category 2 people have a heterogeneous level of knowledge about this technique. The majority of PTs, 100 % of category 2 and 92.8 % for category 3, have a patient base for whom the BFR could be appropriate.

**Discussion and conclusion:** The answers allowed us to confirm our initial hypothesis, as well as to find a relation with the data in literature. Indeed, the category 1 PTs using BFR according to literature data obtain satisfactory results on their patients. However, this technique is still very unknown and practiced. This is due to the fact that it is still largely assimilated to the sports environment, while there are a large number of pathologies on which BFR could be a good complement to PT treatment.

**Keywords:** Blood Flow Restriction, survey, knowledge, physiotherapist.

## Table des matières

<b>1. INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Définition</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Problématique</b> .....	<b>1</b>
<b>1.3 Contexte actuel et historique du Blood Flow Restriction</b> .....	<b>2</b>
<b>1.4 Motivation personnelle</b> .....	<b>3</b>
<b>1.5 Physiologie et mécanisme</b> .....	<b>3</b>
1.5.1 Physiologie du travail musculaire à haute intensité .....	3
1.5.2 Physiologie de l'entraînement sous BFR .....	4
1.5.3 Impact sur la douleur .....	5
1.5.4 Impact sur le système cardiovasculaire : .....	6
1.5.5 Effet sur les muscles proximaux et controlatéraux .....	6
<b>1.6 Sécurité et utilisation</b> .....	<b>6</b>
1.6.1 Contre-indication .....	6
1.6.2 Évènements indésirables .....	7
1.6.3 Déterminer la pression .....	7
1.6.4 Caractéristique du manchon de compression .....	8
1.6.5 Mise en place du manchon .....	8
1.6.6 Travail constant vs intermittent .....	9
<b>1.7 Type d'activité ; aérobic, anaérobic, passif</b> .....	<b>9</b>
1.7.1 Type d'activité .....	9
1.7.2 Protocoles .....	10
<b>1.8 Le BFR en pratique</b> .....	<b>11</b>
<b>2. MATÉRIEL ET MÉTHODE</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1 Caractéristique de l'étude</b> .....	<b>12</b>
<b>2.2 Le choix du questionnaire</b> .....	<b>12</b>
<b>2.3 Stratégie de recherche bibliographique</b> .....	<b>12</b>
<b>2.4 Matériel</b> .....	<b>14</b>
<b>2.5 Méthode</b> .....	<b>14</b>
2.5.1 Population .....	14
2.5.2 Méthodologie de réalisation du questionnaire .....	15
2.5.3 Diffusion du questionnaire .....	16
2.5.4 Recueil et analyse des données .....	16
2.5.5 Déroulé du questionnaire .....	17
2.5.6 Phase de Pré-test .....	18
<b>2.6 Aspects réglementaires et éthiques</b> .....	<b>19</b>
<b>3. RÉSULTATS</b> .....	<b>20</b>
<b>3.1 Caractéristiques des répondants</b> .....	<b>20</b>
<b>3.2 Connaissances du Blood Flow Restriction</b> .....	<b>22</b>
3.2.1 Liens entre connaissance et caractéristique de la population .....	23
3.2.2 Liens avec les formations en kiné du sport .....	23
<b>3.3 Personnes ayant déjà utiliser le BFR en rééducation (catégorie 1)</b> .....	<b>23</b>
3.3.1 Questionnaire sur l'utilisation du BFR .....	24

3.3.2	Déroulement des séances et effet sur les patients .....	25
3.3.3	Type de pathologies rencontrées .....	25
<b>3.4</b>	<b>Personnes connaissant le BFR mais ne l'ayant jamais mis en pratique (catégorie 2) .....</b>	<b>25</b>
3.4.1	Questionnaire de connaissance.....	27
3.4.2	Lien entre le niveau de connaissance et les formations en KS .....	29
3.4.3	Intérêt futur pour le BFR .....	29
3.4.4	Raison de la non mise en pratique du BFR .....	30
<b>3.5</b>	<b>Kinésithérapeutes ne connaissant pas le BFR (catégorie 3) .....</b>	<b>31</b>
<b>4.</b>	<b>DISCUSSION .....</b>	<b>33</b>
<b>4.1</b>	<b>Les biais .....</b>	<b>33</b>
4.1.1	Biais de représentativité/sélection .....	33
4.1.2	Biais de désirabilité sociale .....	33
4.1.3	Biais de diffusion .....	34
4.1.4	Biais de recrutement .....	34
4.1.5	Biais de formulation .....	35
<b>4.2</b>	<b>Amélioration du questionnaire .....</b>	<b>35</b>
4.2.1	La forme du questionnaire .....	35
4.2.2	Le fond du questionnaire .....	36
<b>4.3</b>	<b>Interprétation des résultats obtenus .....</b>	<b>37</b>
4.3.1	Connaissances de base.....	37
4.3.2	Sécurité et potentiel d'utilisation .....	37
4.3.3	Lien avec la KS .....	38
4.3.4	La Patientèle .....	40
4.3.5	Frein et opinion sur le BFR .....	40
<b>4.4</b>	<b>Intérêt et limites .....</b>	<b>41</b>
4.4.1	Par rapport à l'état des lieux de la littérature .....	41
4.4.2	Pour la pratique professionnelle .....	42
<b>4.5</b>	<b>Perspective d'avenir .....</b>	<b>43</b>
4.5.1	Enquête à venir.....	43
4.5.2	Sécurité .....	44
4.5.3	Pathologies .....	44
4.5.4	Effet physiologique.....	45
4.5.5	Les différents types de matériel .....	46
4.5.6	Le BFR en réanimation .....	46
	<b>Conclusion .....</b>	<b>47</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	
	<b>ANNEXES</b>	

## **Table des tableaux**

Tableau I : Résultats de la recherche documentaire .....	13
Tableau II : Formation en KS en fonction de leur connaissance sur le Blood Flow Restriction .....	23
Tableau III : Lien entre une formation en KS et un intérêt futur pour le BFR.....	30
Tableau IV : Comparaison du niveau de connaissance et d'une formation en KS des MK de la catégorie 2_ ANNEXE V	
Tableau V : Présentation de l'intérêt pour le BFR, la patientèle rencontrée, et les formations en KS des MK de la catégorie 3_ ANNEXE VI	

## **Table des illustrations**

Figure 1 : Diagramme de flux .....	20
Figure 2 : Classe d'obtention du Diplôme d'état chez les répondants et la population réelle	21
Figure 3 : Département d'exercice des répondants et de la population réelle.....	22
Figure 4 : Moyen de découverte du BFR par les kinésithérapeutes connaissant le BFR mais ne l'ayant pas mis en pratique.....	26
Figure 5 : Type de patientèle rencontré par les MK de la catégorie 2 .....	27
Figure 6 : Type de patientèle rencontré par les kinésithérapeutes ne connaissant pas le BFR .....	31



## Liste des abréviations

**ATP** : Adénosine Tri Phosphate

**BFR** : Blood Flow Restriction

**BPCO** : bronchopneumopathie chronique obstructive

**CI** : contre-indication

**CNIL** : Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés

**CPP** : Comité de Protection des Personnes

**CROMK** : Conseil Régional de l'Ordre des Masseur-Kinésithérapeutes

**DOMS** : Delayed Onset Muscular Soreness

**DT2** : Diabète de type 2

**EBP** : Evidence Based Practice

**HTA** : hypertension artérielle

**IFMK** : Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie

**IRM** : Imagerie par Résonance Magnétique

**KS** : kinésithérapie du sport

**LOP** : Limb Occlusion Pressure

**MK** : Masseur-kinésithérapeute

**OMS** : Organisation mondiale de la santé

**O2** : Oxygène

**Ph** : Potentiel hydrogène

**Pt** : Physiothérapeute

**QCM** : Question à choix multiples

**URPS** : Union Régional des Professionnel de Santé

**URPS-MK** : Union Régional des Professionnel de Santé des Masseur-kinésithérapeutes

**VEGF** : Vascular Endothelial Growth Factor

**1 R.M.** : Resistance maximale

## 1. INTRODUCTION

### 1.1 Définition

Le Blood Flow Restriction (BFR) également connu sous le nom de « Kaatsu training » ou encore « occlusion training » est une méthode de renforcement musculaire basée sur l'occlusion vasculaire. Cela consiste à placer une bande de contention au niveau proximal du segment musculaire ciblé (ANNEXE I). L'objectif est d'interrompre complètement le flux sanguin et partiellement le flux artériel. Cette occlusion entraîne, via une cascade de réactions physiologiques, un stress métabolique qui engendre une hypertrophie musculaire. Cela permet un travail à charge moins importante, de 20 à 40 % de la résistance maximale (1 R.M) du sujet, avec des résultats sur la force et le volume musculaires équivalents à un travail de 70 à 80 % de cette charge (1-3).

### 1.2 Problématique

Lors de nos stages nous avons été confrontés à des pathologies telles que les tendinopathies, les syndromes fémoro-patellaires, la rupture du ligament croisé antérieur ou encore l'arthrose. Ces pathologies entraînent entre autres, une douleur et donc une impossibilité de s'entraîner à charge lourde. Elles ont pour conséquence une amyotrophie et une perte de force musculaire. Nous nous sommes demandé s'il existait une technique de renforcement musculaire qui pourrait concilier ces éléments. Nos recherches bibliographiques nous ont donc conduits vers le Blood Flow Restriction.

La littérature quant à elle nous indique l'utilité de la technique du Blood Flow Restriction pour des patients appartenant aux champs sportif, gériatrique, traumatologique, ou bien rhumatologique. Cependant cette technique ne semble pas être grandement connue ni mise en pratique en France contrairement aux pays anglo-saxons ou au Japon. La plupart des praticiens semblent associer l'entraînement en occlusion vasculaire à une technique de musculation et non de rééducation.

Évaluer l'ensemble des éléments évoqués précédemment nous amène à nous interroger sur les connaissances du BFR sur une population de cliniciens. Nous allons

concentrer notre étude chez les masseurs-kinésithérapeutes (MK) du Grand-Est. En essayant de répondre à la problématique suivante grâce à la diffusion d'un questionnaire :

**« Les MK du Grand-Est connaissent-ils le Blood Flow Restriction ? Certains l'utilisent-ils comme outil de rééducation ? Si oui l'utilisent-ils en suivant les recommandations de la littérature ? Qu'en est-il du niveau de connaissance des MK qui ne l'ont pas mis en pratique ? Les MK qui ne l'utilisent pas ont-ils une patientèle à qui cette méthode pourrait correspondre ? Quels sont les freins à son utilisation ? »**

### **Hypothèses :**

Avant de diffuser le questionnaire nous avons émis une succession d'hypothèses (H) qui sont classées par ordre d'importance :

- H1 : une majorité de kinésithérapeutes du Grand-Est ne connaît pas le BFR ou ne l'a jamais mis en pratique,
- H2 : les MK qui l'utilisent suivent les données décrites par la littérature pour assurer une sécurité et une efficacité optimales à leurs patients,
- H3 : la majorité des MK qui connaissent le BFR est orientée vers la kinésithérapie du sport (KS),
- H4 : la majorité des MK a une patientèle à qui le BFR pourrait être appliqué.

### **1.3 Contexte actuel et historique du Blood Flow Restriction**

Le BFR peut paraître assez récent au premier abord. En réalité il fut inventé par le Docteur Yoshiaki Sato au Japon, qui a commencé ses recherches sur les effets de l'entraînement en occlusion dans les années 1960. De multiples fractures à la cheville et au genou une dizaine d'années plus tard, lui donna l'occasion de tester la rééducation associée au BFR sur sa propre personne. Ce qui a permis de diviser par 4 son temps de rééducation et le poussa à étudier différents protocoles afin de démocratiser cette technique. En 1994 il obtient un brevet qui lui permet de produire son propre matériel. Enfin c'est en 1997 qu'il commence à donner des formations sur le BFR à divers professionnels de santé (4).

En 2021, quelle est la place du BFR en rééducation dans le monde ? Comme nous l'avons évoqué précédemment, le BFR semble bien plus développé au Japon ainsi que dans les pays anglo-saxons, notamment dans les centres spécialisés dans le sport, l'orthopédie ou

la traumatologie. Deux enquêtes, une de 2006 concernant les institutions japonaises et une de 2017 destinée aux pays anglo-saxons (principalement Australie, États-Unis, Angleterre) nous donnent une idée de l'utilisation du BFR dans le monde. Celle de 2006 montre que la quasi-totalité des centres de rééducation du Japon utilisent le BFR. Celle de 2017, elle montre que 46% des centres de rééducation de cette étude ont déjà utilisé le BFR. Ces deux études attestent que le BFR est bien plus utilisé dans ces pays qu'en France, que cela soit en pré- ou en post-opératoire, en rhumatologie ou dans un programme de réhabilitation ou de préparation physique chez les sportifs (5,6).

#### 1.4 Motivation personnelle

La KS est l'un des domaines qui a toujours éveillé notre attention. C'est pourquoi nous avons toujours envisagé de réaliser un mémoire sur ce thème. Le fait de découvrir une méthode encore peu connue en France, qui peut être appliquée sur un nombre important de pathologies sportives, mais également des champs pathologiques allant de la gériatrie à la traumatologie a attiré notre attention. Cette technique nous offre un moyen supplémentaire de varier nos séances de rééducation tout en nous adaptant aux objectifs et aux capacités des patients.

#### 1.5 Physiologie et mécanisme

Un entraînement classique et un entraînement en occlusion vasculaire entraînent tous deux une hypertrophie et un gain de force musculaire. Cependant les mécanismes de ces deux techniques de renforcement sont différents. Il convient donc de les aborder dans cette partie.

##### 1.5.1 Physiologie du travail musculaire à haute intensité

Un travail en force « traditionnel » à environ 70 % de la 1 R.M provoque une succession de mécanismes. Une augmentation de la créatine phosphokinase sérique est observée, ce qui montre un accroissement de l'activité enzymatique. Les contraintes provoquent un stress mécanique qui entraîne des microlésions sur le squelette conjonctif et sur les structures musculaires. Pour répondre à ces phénomènes le corps humain s'adapte en augmentant dans un premier temps la taille des myofibrilles. Ce sont les fibres contractiles présentes dans les

muscles. Puis dans un deuxième temps la phase d'hyperplasie provoque une augmentation du nombre des myofibrilles. Le tissu conjonctif, qui soutient les structures musculaires, augmente également de manière proportionnelle par rapport aux muscles qu'il soutient. La finalité de ce mécanisme est donc une augmentation du volume et de la force musculaire (7).

### 1.5.2 Physiologie de l'entraînement sous BFR

L'occlusion vasculaire provoque une hypoxie. Cela induit la production HIF-1 $\alpha$ , un facteur de transcription, qui entraîne la production de lactates. Les teneurs en ion H<sup>+</sup> augmentent également. Or ces deux facteurs font que le potentiel hydrogène (Ph) sanguin diminue et s'acidifie. Un Ph acide entraîne une augmentation de la production d'hormone de croissance et de métabolites (8). Une réponse inflammatoire, hormonale et un recrutement des fibres musculaires de type II sont les conséquences de cette première réaction.

#### 1.5.2.1 Réponse inflammatoire

La réponse inflammatoire est caractérisée par l'augmentation des interleukines 6. Ils entraînent une réponse inflammatoire sans dommage musculaire avec un remodelage de la matrice musculaire. L'augmentation de réponse inflammatoire entraîne une stimulation des cellules immunitaires. Cette dernière a deux conséquences. Dans un premier temps un accroissement de l'enzyme mTORC1 par le biais de la voie Pi3K. Cette enzyme a pour fonction d'améliorer la croissance, la prolifération cellulaire ainsi que la synthèse de protéines. Puis dans un second temps une augmentation des cellules satellites dans les fibres musculaires (9,10). Ces cellules sont de véritables cellules souches musculaires qui peuvent permettre une réparation des fibres musculaires lésées ou entraîner une croissance de la fibre en elle-même (11).

#### 1.5.2.2 Recrutement des fibres de type II

Le BFR entraîne une augmentation du recrutement des fibres musculaires de type II. Elles sont mobilisées lors d'un travail en force contrairement aux fibres de type I qui sont recrutées lors d'effort en endurance. (7)

Le recrutement accru des fibres de type II est un facteur améliorant l'hypertrophie musculaire. En temps normal ces fibres ne sont recrutées qu'à haute intensité. Or, le BFR est quant à lui utilisé à basse intensité. Ce recrutement est dû à l'hypoxie musculaire créée par l'occlusion vasculaire qui va provoquer un apport en oxygène (O<sub>2</sub>) insuffisant pour les fibres de type I à contraction lente, ainsi que la présence de métabolites. Le recrutement musculaire et la diminution en O<sub>2</sub> provoquent une altération du métabolisme aérobie avec la fatigue des fibres de type I, l'inhibition réflexe des motoneurones alpha via les afférences III et IV ce qui provoque, avec les autres éléments évoqués, le recrutement accru des fibres de type II (12,13).

### 1.5.2.3 Réponse hormonale

Le stress métabolique est un processus qui s'opère lors de l'activité physique. Il a un rôle important sur la libération d'hormone, l'hypoxie musculaire, le gonflement cellulaires et la production d'espèces réactives de l'oxygène (ROS). Ce gonflement des cellules provoque une réaction anabolique et entraîne une hypertrophie musculaire. Tout cela entraîne une augmentation de la croissance musculaire (14-16).

L'acidification du PH augmente la présence de métabolites et de facteurs de croissances tel que les IGH 1, les facteurs de croissance de l'endothélium vasculaire (VEGF), et les HIF alpha, qui agissent tous sur les structures musculaires (11).

Le BFR diminue le taux de myostatine, qui est une hormone de croissance destinée à limiter la croissance musculaire dans les tissus. Et permet une hypertrophie conséquente.

Les conséquences de l'ensemble des éléments évoqués ci-dessus sont l'augmentation du nombre et de la taille des myofibrilles et du tissu conjonctif de soutien. Les effets de l'entraînement classique et de l'entraînement sous BFR ont des résultats similaires sur les structures musculaires, sans pour autant engendrer les mêmes contraintes.

### 1.5.3 Impact sur la douleur

En kinésithérapie la douleur est un paramètre qui peut freiner notre prise en charge. Premièrement le fait de diminuer la charge permet une indolence accrue de l'exercice. Ensuite,

il a été prouvé que l'entraînement sous BFR entraîne une diminution de la douleur pendant 24 heures après l'effort. En effet il a été montré que la présence d'opioïdes dans le sang augmentait après un entraînement en occlusion vasculaire. Or une de leur caractéristique est l'effet analgésique (17,18).

#### 1.5.4 Impact sur le système cardiovasculaire :

La restriction de flux sanguin a des répercussions sur l'ensemble du système cardiovasculaire. Pour commencer on retrouve une augmentation de la fréquence cardiaque ainsi que de la tension artérielle. Cela entraîne un risque de décompensation cardiaque du fait des variations de la charge sur le cœur. Au niveau du cerveau les variations de tension peuvent entraîner des troubles orthostatiques. Les tissus en hypoxie subissent des contraintes de distension et de cisaillement. Une occlusion trop longue va avoir pour conséquences le risque de migration d'un thrombus, des lésions de tissus vasculaire ainsi que des complications tissulaires (19,20).

#### 1.5.5 Effet sur les muscles proximaux et controlatéraux

Il semblerait également que le BFR ait un effet sur les muscles proximaux, c'est-à-dire sur les muscles situés au-dessus du manchon d'occlusion (21,22). Par exemple sur les muscles fessiers lorsque l'on travaille sur le segment fémoral, mais également sur le membre controlatéral. En effet, Bittar *et al.* montre qu'un recrutement important d'hormones est observé à l'IRM (23).

### 1.6 Sécurité et utilisation

#### 1.6.1 Contre-indication

Il existe un nombre important de contre-indications (CI) à l'utilisation du BFR. Il en existe des absolues comme les pathologies cardiovasculaires, les coronaropathies, les troubles de l'hypertension artérielle (HTA), l'hémophilie, l'insuffisance cardiaque, le dysfonctionnement endothélial, les antécédents de phlébites, les varices, l'acidose, les fractures non consolidées ou avec plaie ouverte, le syndrome des loges (post-chirurgical), la dialyse ou encore l'insuffisance rénale. D'autres CI sont plus relatives comme le diabète,

l'obésité, ou encore le tabagisme. Il convient également d'interroger les patients sur leur prise médicamenteuse. En effet les médicaments augmentant la coagulation sanguine entraînent également une contre-indication à cette technique (16,20,24).

Les éléments évoqués précédemment montrent qu'il est primordial d'interroger nos patients sur leurs antécédents avant une éventuelle séance de BFR, dans le but d'éviter des complications.

### 1.6.2 Évènements indésirables

Ces événements indésirables sont les lésions cutanées (brûlure), les lésions nerveuses périphériques, des ecchymoses, la douleur liée à la pression du manchon de compression, la thrombose veineuse ou encore l'embolie pulmonaire. Le nombre d'évènements indésirables décrits dans la littérature est très faible, de l'ordre de 0,04 à 0,8 % (25).

### 1.6.3 Déterminer la pression

Après avoir écarté les contre-indications éventuelles, il convient de calculer la pression que nous allons appliquer avec le manchon de compression, l'objectif étant toujours de maximiser la sécurité de nos patients (20). Pour assurer cette dernière il faut calculer une pression dite « personnalisée » (26,27).

Pour répondre à ces besoins de pression « personnalisés » la littérature nous renseigne sur le calcul de la Limb Occlusion Pressure (LOP) : elle se définit comme la pression minimale requise pour réduire l'écoulement du sang artériel dans le membre concerné (28). Cette méthode nous vient des chirurgiens qui l'utilisent pour limiter le flux sanguin pendant les opérations.

Il y a plusieurs méthodes pour calculer la LOP. Il faut tout d'abord localiser l'artère du segment concernée, niveau de l'artère radiale pour le membre supérieur et au niveau artère tibiale ou pédiuse pour le membre inférieur. Pour ce faire nous plaçons un brassard de compression à la partie proximale du membre puis nous cherchons le pouls souhaité. Ensuite nous augmentons la pression du brassard jusqu'à ne plus percevoir le pouls. Lorsque ce



dernier a disparu nous relâchons la pression par intervalle de 10 mmHg jusqu'à percevoir à nouveau le pouls. La LOP a été déterminée. Un écho-doppler peut être utilisé pour mesurer le pouls distal. Cette méthode peut également se faire de façon manuelle si l'on ne dispose pas d'écho-doppler, elle est moins coûteuse mais présente un biais intra-examineur. Le LOP peut également se mesurer à l'aide d'une sonde de pléthysmographie qui est placée au niveau de l'orteil ou du doigt du patient. Une dernière technique du LOP a fait son apparition, il s'agit d'une mesure automatique à l'aide d'un brassard à double usage. En effet le brassard permet à la fois d'augmenter la pression et de calculer le LOP et cela sans capteur distal (29-31).

Une fois le résultat obtenu, il est recommandé d'après la littérature de travailler entre 40 et 80 % pour les exercices actifs et entre 70 et 100% pour les exercices passifs (24,32,33). Nous détaillerons les protocoles plus précisément par la suite.

#### 1.6.4 Caractéristique du manchon de compression

Il existe deux matières de manchon de compression décrites dans la littérature : la matière élastique ou le nylon. Pour un manchon de même largeur, il n'y a pas de différence de qualité et de sécurité selon le type de matériel utilisé (24,33,34).

Il y a différentes largeurs de manchon. En effet il en existe de petite taille, environ 5 cm, de grande taille, environ 13 cm, ou encore de très grande taille, environ 20 cm. Or, plus la taille du manchon est grande moins la pression extérieure nécessaire pour obtenir la LOP souhaitée est importante. Moins la pression extérieure est importante moins le risque de complication est élevé. Cependant la très grande taille des manchons peut avoir un impact sur la réalisation du mouvement avec une gêne fonctionnelle. Il est donc plus recommandé d'utiliser des manchons de grande taille (34).

#### 1.6.5 Mise en place du manchon

Le manchon doit empêcher le retour veineux tout en laissant partiellement libre la circulation artérielle. Pour remplir ce rôle le plus efficacement possible, le brassard doit être placé à la partie proximale du muscle, le plus proche possible de la racine du membre (24). Et cela même si l'on souhaite travailler un muscle distal, tel que le triceps sural. En effet dans ce

cas nous placerions le manchon au niveau proximal du segment fémoral, et pas au niveau tibial.

#### 1.6.6 Travail constant vs intermittent

Il existe deux types de travail dans le BFR : un travail avec une pression constante, c'est-à-dire qu'entre les séries le patient garde le manchon serré, et un travail intermittent, dans lequel nous pouvons enlever ou dégonfler le manchon entre les séries d'un même exercice. Deux questions se posent alors : doit-on garder le manchon compressif serré pendant les temps de repos entre les séries ? Le recrutement des fibres musculaires est-il impacté par un type de travail plutôt qu'un autre ?

Pour répondre à cela, la littérature décrit qu'un travail constant ou intermittent ne change pas le recrutement des fibres musculaires, ni le stress métabolique et n'a pas d'impact sur l'activation cellulaire. Cependant il semble que les patients supportent moins bien les séances lors d'un travail constant. Ils ressentent une douleur liée à la pression qui est plus importante que celle du travail en intermittent. L'efficacité est donc la même que l'on choisisse une méthode ou l'autre. Cela permet de nous adapter à chaque patient selon leur tolérance à la compression durant les séances (35,36).

Lorsque nous changeons d'exercice, il est important de garder un temps de pause. Ce dernier permet une reperfusion des structures musculaires. Elle va permettre une revascularisation complète des territoires obstrués durant l'exercice, d'une durée allant de trois à cinq minutes selon les protocoles (24).

### 1.7 Type d'activité ; aérobie, anaérobie, passif

#### 1.7.1 Type d'activité

Nous pouvons utiliser le BFR couplé à des efforts aérobies, anaérobies ou encore de manière passive (24).

Voici les définitions de ces termes :

- Travail aérobie : Concerne un exercice qui a besoin d'oxygène pour produire de l'énergie. Cela correspond à une activité de faible intensité que l'on doit maintenir

en endurance, comme la course à pied ou encore le vélo. Les fibres musculaires de type I sont les plus sollicitées lors de ce type d'exercices. Les mitochondries, le glycogène et la myoglobine sont grandement sollicités (7,37,38). Le travail aérobie avec BFR augmente la VO<sub>2</sub>max, la taille et la force musculaire. L'amélioration de la VO<sub>2</sub>max avec BFR s'explique par le recrutement accru de facteur de croissance vasculaire endothéliale VEGF. Cette protéine favorise la création de nouveaux capillaires, ceux-ci augmentent donc l'apport en oxygène aux structures musculaires (24,39-43).

- Travail anaérobie : Concerne un exercice dont le carburant est la dégradation de l'adénosine tri-phosphate (ATP), de la créatine phosphate et du glucose. Cela correspond à un exercice d'intensité élevé pendant une courte durée, comme l'haltérophilie. Les fibres musculaires de type II sont les plus mises à contribution. Pour résumer, c'est l'utilisation ou non d'oxygène qui différencie le travail aérobie et anaérobie (35). Cela va avoir une action au niveau de la force, de l'hypertrophie et du niveau fonctionnel (24,39,40).
- Mobilisation passive : Concerne tout mouvement d'une articulation sans utilisation des unités motrices qui sont mises en jeu lors d'un mouvement actif. L'objectif est de réduire l'atrophie musculaire à l'aide de la cascade de réactions métaboliques provoquée par l'hypoxie et cela même sans participation active du patient. Bien que la littérature ne soit pas très développée sur le sujet cela peut s'avérer être intéressant chez les patients en alitement strict avec restriction de mobilité ou dans les services de réanimation et de soins intensifs (24,44,45).

## 1.7.2 Protocoles

### 1.7.2.1 Utilisation du BFR dans un travail aérobie

Nous pouvons faire des séances de BFR aérobie, 2 à 3 fois par semaine pendant au moins 3 à 6 semaines. Il faut travailler entre 40 et 50 % de la VO<sub>2</sub>max, avec une durée comprise entre 5 et 20 minutes. Concernant le gradient de pression, il est recommandé de travailler entre 40 et 80 % de la LOP (24,39-43).

### 1.7.2.2 Utilisation du BFR dans un travail anaérobie

Pour un travail en anaérobie. Des séances d'une fréquence de 2 à 3 fois par semaine pendant une durée allant de 3 à 6 semaines ou alors 5 fois par semaine pendant 3 semaines sont recommandées. Les patients travaillent avec des charges comprises entre 20 et 40 % de la 1 R.M. Ils doivent effectuer un total de 75 répétitions par exercice, réparties en 4 séries de 30 ; 15 ; 15 ; 15 ou jusqu'à ce que le patient soit en échec. Il peut travailler en pression continue ou intermittente. Les patients observent un temps de pause compris entre 30 et 60 secondes entre chaque série. La littérature recommande de travailler entre 40 et 80 % de la LOP. Lorsque le patient travail entre 20 et 30 % de la 1 R.M nous appliquons une pression proche de 80% de la LOP. Et lors de travail entre 30 et 40 % de la 1 R.M nous plaçons une pression moins importante, de l'ordre de 40 à 50 % de la LOP. Pendant les séries ils alternent 2 secondes de concentrique et 2 secondes d'excentrique. Après le renforcement sous occlusion ou avant de faire un autre exercice du même type il est recommandé de pratiquer une re-perfusion d'une durée allant de 3 à 5 minutes (24,39,43).

### 1.7.2.3 Protocole d'utilisation passif

On applique l'occlusion de façon continue pendant 5 minutes. On travaille entre 70 à 100 % de la LOP. On relâche la pression pendant 5 minutes entre les séries. On fait de 3 à 4 séries 1 à 2 fois par jour le temps de l'immobilisation. L'objectif est de réduire l'atrophie musculaire même sans participation active du patient. (24,44)

## 1.8 Le BFR en pratique

Le BFR est décrit dans nombre de pathologies, les plus documentées sont la rééducation après ligamentoplastie du ligament croisé antérieur (46-48), l'arthrose de genou (49,50), le syndrome fémoro-patellaire (51,52), des pathologies où le travail à charge lourde peut s'avérer douloureux voire impossible pour nos patients. Son usage est également très décrit en pré comme en post-opératoire, avec pour but de lutter contre l'atrophie musculaire provoqué par une intervention chirurgicale (53,54). L'atrophie musculaire est également chez les patients atteints par la sarcopénie, le BFR peut également avoir un effet dans cette pathologie (55,56).

## 2. MATÉRIEL ET MÉTHODE

### 2.1 Caractéristique de l'étude

Notre travail de fin d'étude est d'initiation à la recherche clinique avec mise en place de méthode, d'outils de recueil et de traitement de données. Nous avons réalisé un état des lieux par le biais d'un questionnaire. Cet outils d'enquête a été construit sur le logiciel « Google formulaire® ». Ce travail est une étude :

- Observationnelle : une population et un phénomène sont observés sans qu'il n'y ait d'intervention sur cette dernière,
- Transversale : le phénomène se mesure à l'instant T,
- Quantitative : elle permet de démontrer des faits en collectant des données puis en exprimant les résultats en chiffres.

Ce questionnaire nous a permis de faire un état des lieux des connaissances générales des MK du Grand-Est sur le BFR (ANNEXE II).

### 2.2 Le choix du questionnaire

Nous avons choisi le questionnaire pour collecter nos données. En effet, contrairement aux entretiens semi-directifs, il permet d'avoir un nombre de réponses important, n'influence pas les réponses des participants, et permet l'anonymat. De plus il offre des avantages de coût et de logistique.

### 2.3 Stratégie de recherche bibliographique

Nous avons débuté cette étape par une recherche de littérature grise. Pour ce faire le moteur de recherche KinéDOC a été utilisé, cela nous a permis de constater qu'un seul mémoire avait été réalisé sur le BFR. Mais c'est la littérature blanche que nous avons surtout utilisée pour la réalisation de notre étude. Nous avons consulté la presse professionnelle avec le site « kinésithérapie scientifique » ainsi que les moteurs de recherches suivants : Science Direct, PEDro, MEDLINE ou encore la Cochrane Library.

Les recherches ont débuté en août 2020, et se sont terminées en janvier 2021. Des veilles bibliographiques ont été réalisées tous les mois jusqu'en mai 2021. Les articles sélectionnés s'étendent de 2006 à 2021. Nous avons priorisé les ressources bibliographiques datant de moins de cinq ans pour rester dans le cadre de l'Evidence Based Practices (EBP), mais des articles plus anciens ont tout de même été utilisés car ils offraient un intérêt pour notre étude.

Nous avons ciblé des articles sur le BFR qui abordaient les mécanismes et la physiologie, la sécurité d'utilisation, les contre-indications, les protocoles d'utilisation, son application dans des pathologies spécifiques en rééducation.

Les mots clés utilisés dans les bases de données sont : « Blood Flow Restriction », « occlusion training », « Kaatsu training », « Safety », « Rehabilitation » et « Blood Flow Restriction AND mechanism ». Les articles étaient conservés car le titre était en rapport avec le sujet. Ces articles nous ont permis d'élaborer l'introduction, la problématique, le questionnaire ainsi que la partie discussion.

*Tableau I : Résultats de la recherche documentaire*

Bases de données	Équation de recherche	Résultats bruts	Articles retenus	
MEDLINE®	("blood flow restriction" OR "Kaatsu training" OR "occlusion training") AND ("safety" OR "rehabilitation" OR "mechanism")	200	9	
Sciences Direct		368	19	
Cochrane		123	4	
PEDro		55	2	
KinéDOC		« Blood Flow Restriction »	3	2
Kinésithérapie scientifique			1	1

## 2.4 Matériel

Le matériel utilisé pour la réalisation de notre étude est le suivant : un logiciel Microsoft Word®, un logiciel Microsoft Excel® pour traiter les données, un logiciel Zotero® pour la gestion des ressources bibliographiques, la plateforme « Google Formulaire® » pour élaborer le questionnaire, la plateforme « Google drive » pour enregistrer nos travaux, une adresse mail pour communiquer avec notre référente pédagogique de l'IFMK, notre directeur de mémoire, ainsi que toutes les autres personnes ressources, une autre adresse mail pour répondre aux éventuelles questions des personnes interrogées par notre enquête, l'ensemble des cours donné à l'IFMK sur la recherche scientifique et les méthodologies rédactionnelles, et le site internet « biostaTGV » pour les analyses statistiques.

## 2.5 Méthode

### 2.5.1 Population

#### 2.5.1.1 Recensement

Selon les données du conseil général de l'ordre des masseurs-kinésithérapeutes (CROMK) du Grand-Est il y avait, en mai 2018, 5459 MK exerçant en libéral dans cette région (57).

#### 2.5.1.2 Calcul de l'échantillon

Nous nous sommes basés sur le site CheckMarquet pour calculer la taille de l'échantillon (58).

Avant de procéder aux calculs, nous avons défini les termes :

- Intervalle de confiance (ou marge d'erreur) : outil qui permet de mesurer la marge d'incertitude d'une enquête
- Niveau de confiance : outil qui reflète le niveau de confiance de la marge d'erreur

Pour une population de 5459 personnes, un intervalle de confiance de 5% et un niveau de confiance de 95% il nous faudrait 359 répondants pour que la taille de notre échantillon soit représentative de la taille réelle de la population cible (ANNEXE III).

### 2.5.1.3 Critères d'inclusion et d'exclusion

Pour être inclus dans l'étude il fallait être :

- MK diplômé d'état
- MK exerçant en libéral ou à mi-temps libéral et salarial
- MK exerçant dans le Grand-Est

Pour être exclu de l'étude il fallait être :

- MK exerçant en dehors du Grand-Est
- MK salarié
- MK retraité

### 2.5.2 Méthodologie de réalisation du questionnaire

Pour réaliser le questionnaire nous nous sommes basés sur la règle des « Cinq P » ; pertinence, parcimonie, plagiat, pré-test et performance. Le but est de créer un questionnaire avec la meilleure qualité possible (59).

**Pertinence** : Nous avons favorisé les questions fermées, ce qui nous a permis une analyse moins contraignante et a encouragé un maximum de réponses au questionnaire. Les réponses étaient présentées sous forme de dichotomie et de listes d'item. Des question semi-ouvertes (ou semi-fermées) ont été utilisées lorsqu'il fallait relever l'opinion des participants.

**Parcimonie** : Chacune de nos questions répond à un objectif précis. Nous avons cherché à utiliser des termes simples, sans imprécisions, ni incertitudes en étant le plus impartial possible pour ne pas induire de réponses.

**Plagiat** : Nous avons construit intégralement le questionnaire. Cependant lors de nos recherches, nous avons trouvé une enquête datant de 2017, dont l'objectif était de faire un état des lieux des pratiques du BFR. Cette enquête a surtout été diffusée en Amérique, en Angleterre, au Japon ainsi qu'en Europe du nord et concernait surtout des centres spécialisés



dans le domaine du sport. Notre travail ne s'intéresse pas à la même population que cette dernière, puisque nous faisons une enquête sur MK libéral du Grand-Est.

**Pré-test** : C'est une étape clé pour évaluer la qualité de notre questionnaire. Cette phase, parfois oubliée, permet de nous assurer de la bonne compréhension des questions. Nous avons diffusé notre questionnaire à vingt-quatre personnes ce qui nous a permis d'effectuer plusieurs modifications. Cette phase de pré-test fera l'objet d'une sous partie de notre écrit.

**Performance** : En fonction de leurs réponses les participants ne sont pas conduits vers les mêmes questions. Les différents chemins du questionnaire nous permettent de recueillir les réponses selon les différents profils en évitant la redondance et les incohérences. La finalité étant de répondre à la question de recherche à l'aide de résultats interprétables.

### 2.5.3 Diffusion du questionnaire

Nous avons choisi de diffuser notre outil par l'intermédiaire de l'Union Régional des Professionnels de Santé (URPS) du Grand-Est pour diffuser notre questionnaire. En effet notre questionnaire a été mis en ligne du 24 novembre 2020 au 14 février 2021 et envoyé par mail via une newsletter à 5300 MK du Grand-Est. Un seul intermédiaire a été sollicité pour nous permettre d'éviter les doublons, le questionnaire étant anonyme. Nous avons souhaité éviter le recours aux réseaux sociaux. Ce choix visait à contrôler le nombre de personnes exposées au questionnaire qu'il soit rempli par des personnes de la population cible.

### 2.5.4 Recueil et analyse des données

Les réponses obtenues sur « Google formulaire® » ont été transférées sur le logiciel « Microsoft Excel® 2020 ». Les données ont été triées puis analysées. Les tests statistiques ont été réalisés à l'aide du site internet « BiostaTGV ». Pour chaque test statistique nous avons utilisé le test de Fisher, pour étudier des liens entre différentes variables qualitatives. Ce test est conçu pour déterminer si la différence entre deux distributions est attribuable à l'erreur d'échantillonnage (le hasard) ou est suffisamment grande pour être statistiquement significative. Le seuil de significativité choisi est de 0,05, indiquant qu'il existe un lien significatif entre deux variables si ( $p < 0,05$ ).

### 2.5.5 Déroulé du questionnaire

Notre questionnaire comporte **42** questions, qui se décomposent en cinq parties différentes. En fonction de leurs réponses les participants ne sont pas orientés vers les mêmes questions. (ANNEXE IV)

#### 2.5.5.1 Section 1 : Informations personnelles

La première section correspond à la collecte d'informations personnelles telles que le sexe, l'année d'obtention du diplôme d'état, l'institut d'étude, le milieu (libéral, institutionnel), ainsi que le département où ils exercent. Les informations obtenues nous permettent de comparer les différentes classes d'âges, le pourcentage d'homme/femme, la démographie et le milieu d'exercice des personnes interrogées par rapport aux données réelles de l'ensemble des MK du Grand-Est, selon la méthode des quotas.

#### 2.5.5.2 Section 2 : Évaluation des connaissances

Cette section est une partie charnière de notre questionnaire. Nous demandons aux participants s'ils connaissent le BFR et l'ont déjà utilisé en rééducation, s'ils le connaissent mais ne l'ont pas utilisé en rééducation ou s'ils ne connaissent pas cette technique. En effet selon les réponses nos participants vont être orientés vers les sections 3, 4 ou 5.

#### 2.5.5.3 Section 3 : Comment utilisez-vous le BFR en rééducation ?

Nous avons utilisé des questions fermées avec des listes d'item ou de dichotomie. L'objectif avec cette partie est de découvrir si les MK ont suivi une formation spécifique, le type de matériel utilisé, la manière dont le MK détermine la pression de la manchette d'occlusion, le type de pathologie sur laquelle il utilise le BFR, s'il a déjà rencontré des événements indésirables, ou encore les effets sur la douleur de leurs patients. Toutes ces réponses permettent d'identifier si les MK respectent les recommandations établies dans la littérature pour assurer une sécurité et une efficacité optimales pour leurs patients.

#### 2.5.5.4 Section 4 : Vous connaissez le BFR, mais vous ne l'avez pas mis en pratique

Dans cette partie nous cherchons à savoir de quelle manière les MK ont découvert cette technique. De plus, il s'agit de situer leur niveau de connaissance en comparant leur réponse aux données de la littérature. Finalement cette partie nous a permis de déterminer le type de patientèle rencontré dans les cabinets de ces thérapeutes afin d'estimer le nombre de MK qui pourraient potentiellement utiliser le BFR comme technique de rééducation.

#### 2.5.5.5 Section 5 : Si vous ne connaissez pas cette technique

Elle débute par une courte définition et de rapides explications sur le BFR. Elle s'adresse aux MK qui n'ont aucune connaissance de cette technique. Ces derniers sont ensuite interrogés sur le type de patientèle présent dans leur cabinet avec le même objectif que celui de la section précédente.

#### 2.5.6 Phase de Pré-test

Cette étape a été effectuée pendant la première semaine de novembre 2020. Les participants du pré-test ont été placés dans des conditions similaires aux participants finaux de notre étude, c'est-à-dire qu'ils n'avaient pas eu accès au questionnaire avant sa diffusion. Les participants ont été répartis en trois catégories :

- Une personne dite « expert », c'est à dire un MK qui a fait la formation BFR et qui l'utilise en rééducation avec ses patients. Cela a permis de nous assurer que le questionnaire couvrait le thème du BFR de façon pertinente,
- Des personnes « connaissant bien le public visé », pour cela nous avons sollicité quinze étudiants de notre promotion,
- Des personnes de la « même population que la population cible », pour cela nous avons sollicité 8 MK. Ces derniers étaient d'anciens étudiants ainsi que des MK rencontrés au cours de nos stages.

Ces deux dernières catégories nous ont permis de vérifier l'interprétation et la pertinence de nos questions.

Pour nous assurer que l'intégralité du questionnaire soit explorée nous avons créé des groupes de profils différents pour les personnes « connaissant bien le public visé ». Un premier tiers des personnes appartenait à la catégorie « J'ai déjà utilisé le BFR en rééducation », un second tiers est dans le groupe « Je connais le BFR mais je ne l'ai pas encore utilisé en rééducation », et le dernier tiers correspondait à la catégorie « Je ne connais pas cette technique ».

Les commentaires et points à améliorer des pré-test ont été recueillis dans une rubrique « remarque » ajoutée la fin du questionnaire. Ces derniers nous ont permis d'effectuer des modifications sur le fond et la forme de notre étude. Concernant la forme, des erreurs de syntaxe et des fautes d'orthographe ont été signalées. Ces remarques nous ont aussi incités à limiter le plus possible le nombre de questions ouvertes et à ne pas utiliser d'échelle linéaire pour faciliter notre analyse future des réponses. Pour le fond, nous avons ajouté des questions sur la patientèle rencontrée par les thérapeutes pour pouvoir pousser notre interprétation en croisant les données du questionnaire.

## 2.6 Aspects réglementaires et éthiques

Notre étude est une démarche de recueil et d'analyse de données adressée à des professionnels de santé. De ce fait elle ne comprend pas d'intervention sur un ou plusieurs patients. Nous n'avons donc pas eu besoin de faire de demande auprès de la commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL) ni auprès du comité de protection des personnes (CPP).

### 3. RÉSULTATS

Le questionnaire a été envoyé à 5300 masseurs-kinésithérapeutes libéraux du Grand-Est, soit quasiment la totalité des MK du Grand-Est d'après le recensement de l'ordre des kinésithérapeutes. Nous avons réceptionné un total de 148 réponses. Un participant a été exclu de l'enquête car il exerçait dans un autre département que celui du Grand-Est. Nous avons gardé 147 réponses à notre questionnaire. Ce qui correspond à 2,53 % de la population totale. Voici le diagramme de flux des effectifs de notre enquête.

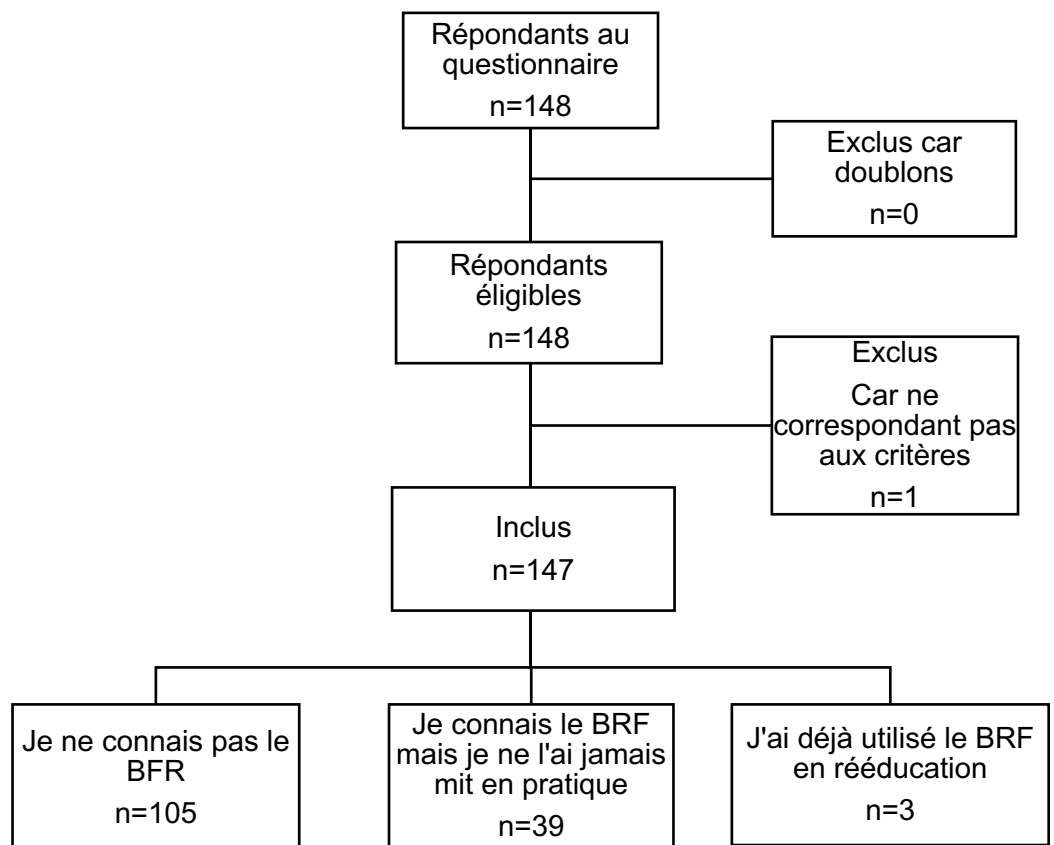


Figure 1 : Diagramme de flux

#### 3.1 Caractéristiques des répondants

Les caractéristiques que nous ont renseigné les participants vont être comparées aux données réelles de la population.

57,1 % (n=84) des répondants sont des femmes et 42,9 % (n=63) des répondants sont

des hommes. Ces chiffres sont éloignés des pourcentages de la population réelle qui sont de 51,1 % de femmes et 48,9 % d'hommes.

Concernant les classes d'âge, les 20-29 ans représentent 19,1 % (n=28) des participants, les 30-39 sont 36 % (n=53), les 40-49 ans sont 28,6 % (n=42), les 50-59 sont 15 % (n=22), les 60-69 ans sont 1,4 % (n=2) et aucuns répondant n'a plus de 70 ans. Les 20-29 ans, 50-59 ans, 60-69 ans et les plus de 70 ans sont sous-représenté si nous les comparons aux proportions de MK du Grand-Est. En revanche, les 30-39 ans et les 40-49 ans sont quant à eux surreprésenté.

En ce qui concerne l'obtention du diplôme d'état (D.E), les MK ayant été diplômé entre 2015 et 2020, 2010 et 2014, ainsi que ceux d'avant 1990 sont sous-représentés. A contrario les diplômés entre 2000 et 2009 et 1990 et 1999 sont surreprésenté par rapport à la population réelle (voir fig. 2).

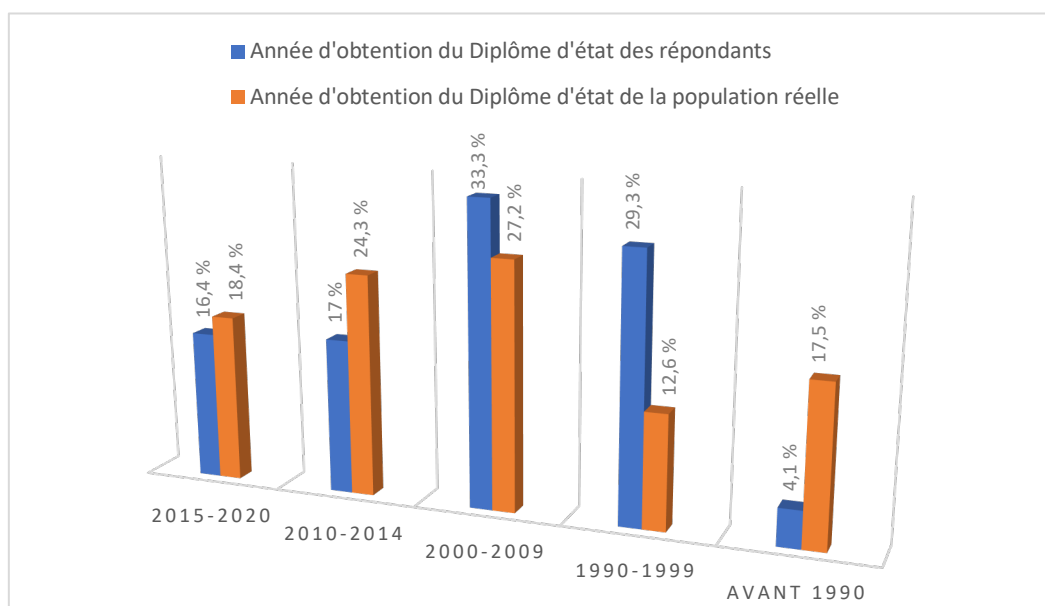


Figure 2 : Classe d'obtention du Diplôme d'état chez les répondants et la population réelle

Les pourcentages de répondants exerçant dans le Haut-Rhin, le Bas-Rhin, les Ardennes et dans l'Aube sont sous-représenté par rapport aux pourcentages réels de la population cible. Les kinésithérapeutes évoluant en Meuse, en Meurthe-et-Moselle et en Moselle semblent être présent en plus grande proportion que dans la population réelle (voir fig. 3).

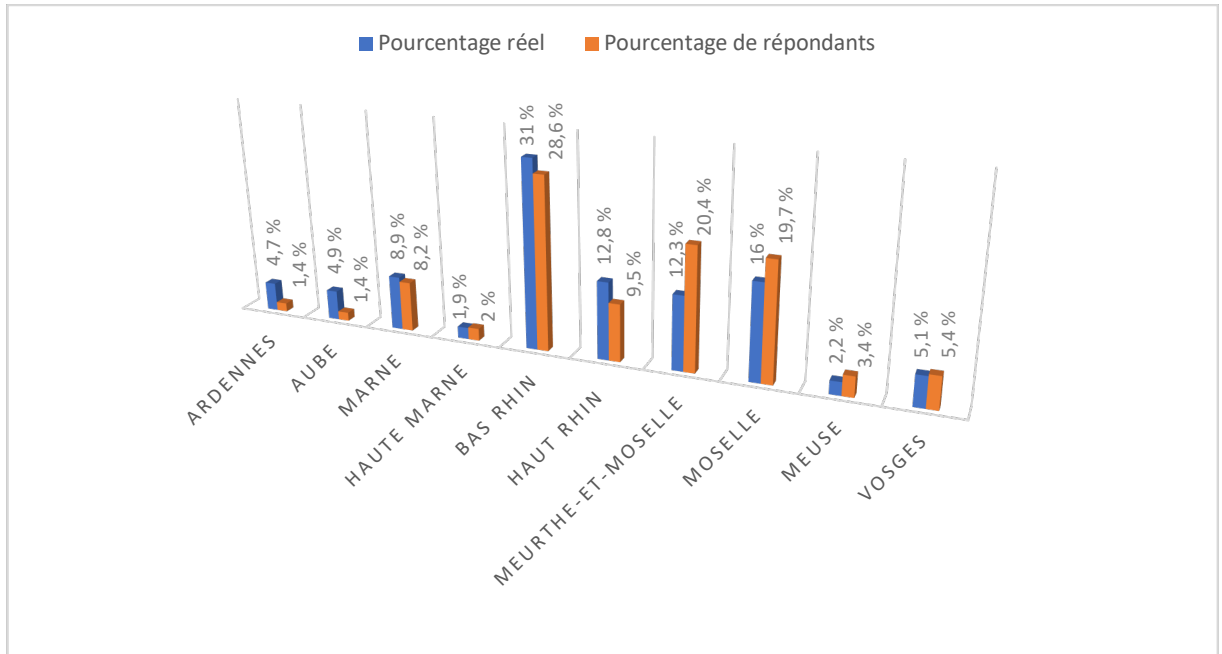


Figure 3 : Département d'exercice des répondants et de la population réelle

Au niveau de l'institut d'étude, 44 % (n=65) des répondants ont étudié à l'IFMK de Nancy, 25,9 % (n=38) à l'IFMK de Strasbourg, 12,2 % (n=18) ont étudié dans d'autres pays, 10,9 % (n=16) ont étudié dans d'autres instituts français que ceux du Grand-Est, 5,5 % (n= 6) à l'IFMK de Reims et 2,7 % (n=4) à l'IFMK de Mulhouse. Les diplômés d'autres pays et d'autres régions françaises sont sous-représentés par rapport aux données du CROMK ; les diplômés Nancéen et Strasbourgeois sont quant à eux surreprésentés.

97,3 % (n=143) exercent uniquement en milieu libéral et 2,7 % (n=4) ont une activité mixte. Nous n'avons pas de données chiffrées pour comparer avec la population réelle.

### 3.2 Connaissances du Blood Flow Restriction

Parmi les 147 personnes interrogées, 2 % (n=3) connaissent le BFR et l'ont déjà utilisé sur des patients en rééducation, 27 % (n=39) connaissent cette technique de rééducation mais ne l'ont jamais utilisé et 71 % (n=105) ne connaissent pas le BFR.

Pour la suite de l'étude, nous appellerons « catégorie 1 » les personnes ayant déjà mis en pratique le BFR, « catégorie 2 » les personnes connaissant le BFR mais l'ayant jamais mis en pratique et « catégorie 3 » les personnes ne connaissant pas le BFR.

### 3.2.1 Liens entre connaissance et caractéristique de la population

Nous n'avons pas trouvé de différence significative entre, le sexe ( $p=0,87$ ), département d'exercice ( $p=0,68$ ), l'année d'obtention du D.E ( $p=0,06$ ) et l'institut d'étude ( $p=0,21$ ) et la connaissance ou non du BFR. Ces tests ont été réalisés à l'aide du test exact de Fisher.

### 3.2.2 Liens avec les formations en kiné du sport

Liens entre les kinésithérapeutes du sport et les connaissances ou non sur le BFR. 100 % ( $n=3$ ) des kinésithérapeutes de la catégorie 1 ont fait une formation en KS. 56 % ( $n=22$ ) de la catégorie 2 ont fait une formation en KS. 25 % ( $n=21$ ) de la catégorie 3 ont fait une formation en KS.

Il y a une différence statistiquement significative ( $p=3,4^E-6$ ) d'après le test exact de Fisher entre les formations en KS et la connaissance ou non du BFR (voir tab. II).

Tableau II : Formation en KS en fonction de leur connaissance sur le Blood Flow Restriction

	Catégorie 1	Catégorie 2	Catégorie 3	Valeur-p (test)
Formation en KS	3	22	21	3,4 <sup>E</sup> -6
Pas de formation en KS	0	17	84	

### 3.3 Personnes ayant déjà utiliser le BFR en rééducation (catégorie 1)

Le faible échantillon de cette catégorie ne nous permet pas de réaliser de test statistique.

Nous avons commencé par interroger les participants sur la manière dont ils ont découvert le BFR et s'ils ont fait une formation spécifique à cette technique.



66,7 % (n=2) l'ont découvert dans la littérature, par le biais de confrères qui utilisent cette technique et grâce aux réseaux sociaux et pour 33,3 % (n=1) lors d'une formation.

100 % (n=3) des personnes utilisent le BFR après avoir suivi une formation spécifique. 66,7 % (n=2) ont fait la formation « BFR pro avec Kinésport » et 33,6 % (n=1) ont été formé avec la « certification BFR médicalisé par K-Lyf ».

### 3.3.1 Questionnaire sur l'utilisation du BFR

Nous avons interrogé les participants sur la manière dont ils utilisent le BFR. Nous avons fait des questions sous forme de QCM. Une première partie concernait le type de matériel et la sécurité d'utilisation, et une seconde s'intéressait au potentiel d'application.

Nous avons dans un premier temps interrogé les participants sur le type et taille de matériel qu'ils utilisent. L'ensemble des thérapeutes de cette catégorie utilisent un manchon pressurisé de grande taille (entre 13 et 15 cm). Ils calculent tous la LOP pour déterminer la pression du garrot. La totalité des MK de cette catégorie donnent comme consignes aux patients d'enlever le manchon uniquement s'ils ne supportent pas la pression. Enfin concernant le « calcul de la 1 R.M des patients », 33,3 % (n=1) des thérapeutes ne la calcule pas et 66,7 % (n=2) ne le font pas systématiquement.

Calculer le niveau de sécurité nécessite d'interroger sur la matière du manchon qu'ils utilisent. Ce niveau était évalué sur 2 points. La taille du manchon appliqué, la conservation ou non du manchon entre les séries, tout comme le calcul de la 1 R.M. était évalué sur 1 point. Enfin sur la manière de calculer la pression qui doit être mise par cette manchette nous attribuons une note sur 2 points. Après analyse du QCM, 33,3 % (n=1) obtient un score de 6, 67,7 % (n=2) obtiennent un score 5. Cela donne une moyenne de 5,33 avec un écart type de 0,5.

Concernant l'utilisation du BFR. 100 % (n=3) des participants ont déjà utilisé le BFR dans « des exercices de types aérobies ». 66,7 % (n=2) ont déjà utilisé le BFR comme « méthode d'échauffement ». 33,3 % (n=1) utilisent le BFR dans les champs de « gériatrie » « rhumatologie » « traumatologie/orthopédie » et du « sport », 33,3 % (n=1) utilisent le BFR dans les champs de « rhumatologie » « traumatologie/orthopédie » et du

« sport », enfin 33,3 % (n=1) utilisent le BFR dans les champs de « traumatologie/orthopédie » et du « sport ».

D'après le QCM sur le potentiel d'utilisation, 33,3% (n=1) des participants ont une note de 4 sur 6, 33,3 % (n=1) ont une note 5 et 33,3 % (n=1) ont une note de 6. Ce qui donne une moyenne de 5 avec un écart type de 0,8.

### 3.3.2 Déroulement des séances et effet sur les patients

Nous questionnons les participants sur les éventuels évènements indésirables rencontrés par les patients comme le fait de supporter la pression de la manchette d'occlusion. Les MK sont également interrogés sur les résultats obtenus sur le BFR en termes de gain de force et de volume musculaire mais également sur leur aisance liée à l'utilisation de cette technique.

100 % (n=3) des participants ont eu des « résultats satisfaisant au niveau musculaire et sur la douleur ». Aucun n'a eu « d'évènements indésirables ». 100 % (n=3) de leurs patients « supportent bien la pression du manchon d'occlusion ». Et 100 % (n=3) des MK se « sentent à l'aise avec cette technique ».

### 3.3.3 Type de pathologies rencontrées

Nous interrogeons les participants pour savoir avec quel type de pathologie utilisent-ils le BFR en rééducation. 33,3 % (n=1) utilisent le BFR en cas d'arthrose, 100 % (n=3) en cas d'atrophie musculaire, 66,7 % (n=2) en cas de prévention contre l'atrophie musculaire en préopératoire, 100 % (n=3) en cas de lutte contre l'atrophie musculaire en postopératoire, 100 % (n=3) en cas de ligamentoplastie du ligament croisé antérieur, 66,77 % (n=2) en cas de syndrome fémoro-patellaire, 33,3 % (n=1) en cas de tendinopathie, 33,3 % (n=1) en cas de lutte contre la sarcopénie, 33,3 % (n=1) en cas de recherche de performance, 33,3 % (n=1) en cas de renforcement musculaire et aucun en cas de rupture du tendon d'Achille.

## 3.4 Personnes connaissant le BFR mais ne l'ayant jamais mis en pratique (catégorie 2)

Nous avons demandé aux participants de la catégorie 2 « Dans quel contexte l'avez-

vous découvert ? » Les items les plus choisis dans l'ordre décroissant sont « dans la littérature/article scientifique », « sur internet/réseaux sociaux », « lors d'une formation » enfin « par le biais de confrères utilisant la technique ». En revanche aucun participant n'a choisi les items « en salle de sport comme technique de musculation », « lors d'un cours donné dans mon institut » ni « lors d'un stage » (voir fig. 4).

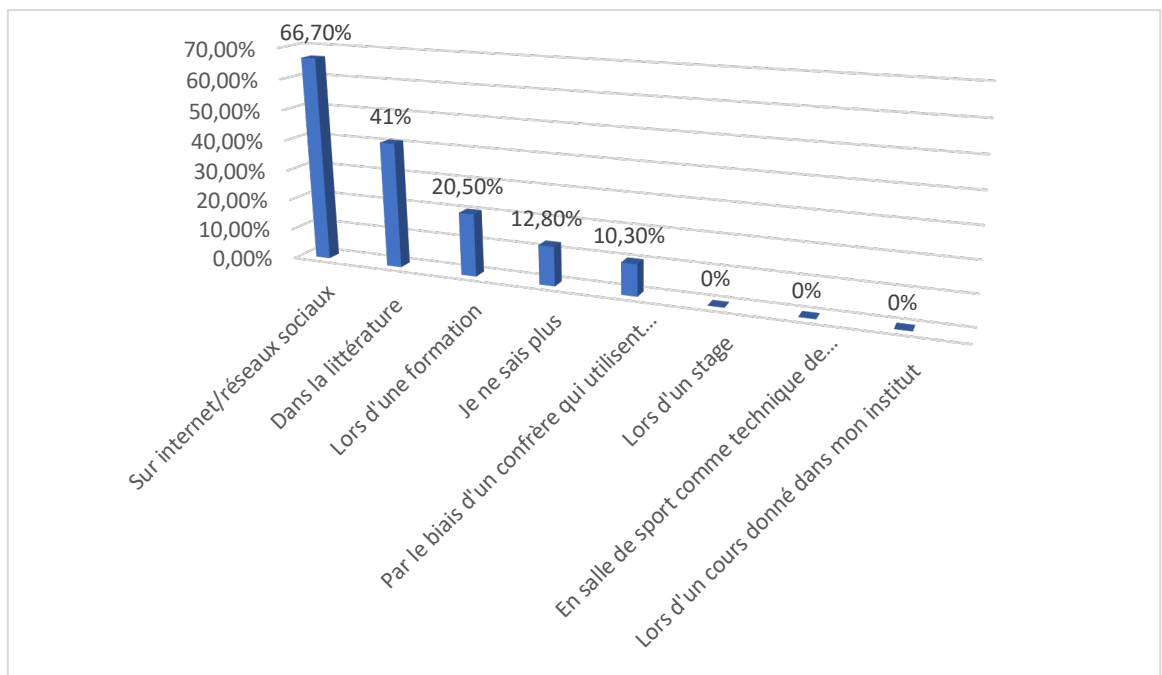


Figure 4 : Moyen de découverte du BFR par les kinésithérapeutes connaissant le BFR mais ne l'ayant pas mis en pratique

Nous les avons ensuite interrogés sur le type de patientèle rencontré dans leur pratique. Parmi tous les champs disciplinaires (voir fig. 5), voici les pourcentages de ceux qui nous intéressent. 100 % (n=39) ont une patientèle en traumatologie/orthopédie, 60,6 % (n=23) en KS, 97,4 % (n=38) en rhumatologie et 84,6 % (n=33) en gériatrie.

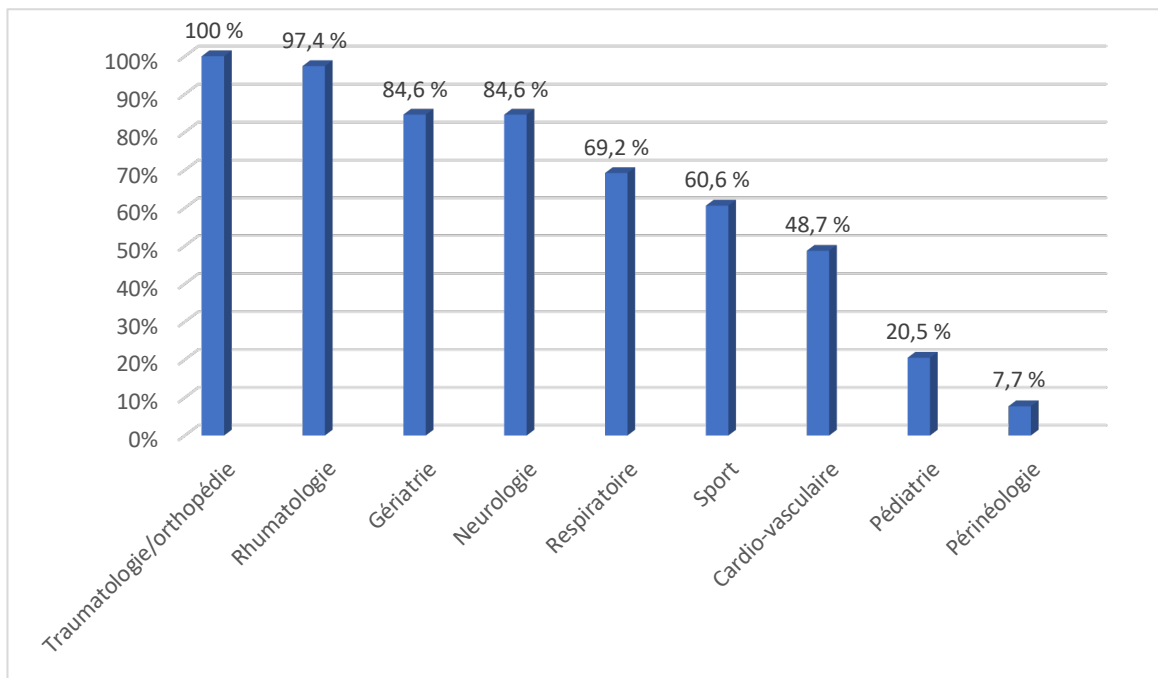


Figure 5 : Type de patientèle rencontré par les MK de la catégorie 2

Nous avons ensuite demandé « Pourquoi ne l'avez-vous pas mis en pratique ? » 41 % (n=16) ont répondu « par manque de temps », 51,3 % (n=20) ont répondu « j'attends que plus d'études paraissent dessus », 28,2 % (n=11) ont répondu « j'attends de me former davantage dessus », 25,6 % (n=10) ont répondu « cette technique ne correspond pas à ma patientèle », 12,8 % (n=5) ont répondu « je ne connais pas assez cette technique », 12,8 % (n=5) ont répondu « je ne sais pas » et aucun n'a répondu « Je ne trouve pas cette technique adaptée à la prise en charge de patient ».

#### 3.4.1 Questionnaire de connaissance

Nous avons mis en place un QCM afin de tester les connaissances des 39 MK appartenant à la catégorie 2. Ce dernier comprend des questions allant de la définition jusqu'aux critères de sécurité en passant par le potentiel d'utilisation.

Nous avons commencé par interroger les participants sur les champs disciplinaires dans lesquels il était envisageable de mettre en pratique le BFR. 43,6 % (n=17) ont répondu uniquement en « sport », 25,6 % (n=10) ont répondu « sport » et « traumatologie », 5,1 % (n=2) ont répondu « rhumatologie » et « sport », 15,4 % (n=6) ont répondu « rhumatologie » « sport » et « traumatologie/orthopédie », et 10,3% (n=4) ont répondu « sport »

« rhumatologie » « traumatologie/orthopédie » et « gériatrie ».

Nous interrogeons ensuite les participants sur les effets que va avoir un entraînement sous BFR par rapport à un entraînement classique. Ce sont les effets au niveau musculaire et sur la douleur qui nous intéressent ici.

7,7 % (n=3) ont répondu « nous aurons le même effet au niveau musculaire » et « pas de différence vis à vis de la douleur », 10,3 % (n=4) ont répondu « L'exercice à faible charge avec BFR aura des effets sur les muscles moins importants que celui à charge lourde » et « l'exercice à faible charge sera moins douloureux », 7,7 % (n=3) ont répondu « L'exercice à faible charge avec BFR aura des effets sur les muscles moins importants que celui à charge lourde » et « pas de différence vis à vis de la douleur », 2,6 % (n=1) ont répondu « L'exercice à faible charge avec BFR aura des effets sur les muscles moins importants que celui à charge lourde », 7,7 % (n=3) ont répondu « nous aurons le même effet au niveau musculaire », 46,2 % (n=18) ont répondu « nous aurons le même effet au niveau musculaire » et « l'exercice à faible charge sera moins douloureux » enfin 17,9 % (n=7) ont répondu « je ne sais pas »,

Nous avons interrogé les participants sur le type de travail musculaire (aérobie ou anaérobie) qu'ils appliquaient avec le BFR. D'après nos résultats, 59 % (n=23) ont pensé que le seul type anaérobie peut être appliqué tandis que 25,6 % (n=10) estiment que les deux types peuvent l'être. Notons qu'aucun thérapeute n'a répondu que le type aérobie constituait la seule option d'application. Ils sont 15,4 % (n=6) à ignorer la réponse à cette question.

Ensuite nous avons demandé si l'on pouvait utiliser le BFR comme technique d'échauffement. Ce à quoi 28,2 % (n=11) ont répondu « oui », 41 % (n=16) ont répondu « non », et 30,8 % (n=12) ont répondu « Je ne sais pas ».

Concernant les questions sur la sécurité d'utilisation. Dans un premier temps nous avons demandé à quel niveau du membre le manchon d'occlusion doit-il être placé. 61,5 % (n=24) ont répondu « au niveau proximal du segment », 7,7 % (n=3) ont répondu « au niveau distal du membre », et 30,8 % (n=12) ont répondu « je ne sais pas ».

Dans un deuxième temps nous avons interrogé les participants sur la façon dont il faut appliquer la pression du manchon d'occlusion. 51,3 % (n=20) ont répondu « on applique une

pression personnalisée à chaque patient », 10,3 % (n=4) ont répondu « on applique une pression en se basant sur le ressenti du patient », 5,1 % (n=2) ont répondu « on applique une pression standardisé », enfin 33,3 % (n=13) ont répondu « je ne sais pas ».

Ces 6 QCM nous ont permis d'évaluer le niveau de connaissance de cette population sur le BFR (ANNEXE V). La note moyenne est de  $5 \pm 3,24$  sur 11. 30,8 % (n=12) ont obtenu un score compris entre 0 et 2 ce qui correspond à un niveau « très faible », 17,9 % (n=7) ont obtenu un score compris entre 3 et 4 ce qui correspond à un niveau « faible », 25,6 % (n=10) ont obtenu un score compris entre 5 et 6 ce qui correspond à un niveau « moyen », 5,2 % (n=2) ont obtenu un score compris entre 7 et 8 ce qui correspond à un niveau « bon » et 20,5 % (n=8) ont obtenu un score compris entre 9 et 11 ce qui correspond à un niveau « très bon ».

#### 3.4.2 Lien entre le niveau de connaissance et les formations en KS

Nous avons cherché, à l'aide du test exact de Fisher (ANNEXE V), s'il y avait un lien entre une formation en KS et le niveau de connaissance. Nous avons trouvé une différence significative ( $p=0,037$ ) entre les personnes ayant un « très bon niveau de connaissance » et fait une formation en KS. En revanche il ne semble pas y avoir de différence significative entre une formation en KS et un « niveau très faible » ( $p=0,097$ ) ; un « niveau faible » ( $p=0,234$ ) ; un « niveau moyen » ( $p=0,496$ ) ; et un « bon niveau » ( $p=0,502$ ).

#### 3.4.3 Intérêt futur pour le BFR

Nous avons demandé au participant de la catégorie 2 « Envisagez-vous de former ou de vous documentez davantage sur le sujet ». 43,6 % (n=17) ont répondu oui, 23,1 % (n=9) ont répondu « non », et 33,3 % (n=13) ont répondu « je ne sais pas »

##### 3.4.3.1 Liens entre intérêt futur et formation en KS

Nous avons trouvé une différence significative ( $p=0,03$ ) à l'aide du test exact de Fisher, entre la réponse « oui » et une formation en KS. Ainsi qu'entre ( $p=0,024$ ) la réponse « non » et une formation en KS.

En revanche nous ne retrouvons pas de différence significative ( $p=0,541$ ) entre la réponse « je ne sais pas » et une formation en KS (voir tab. III).

Tableau III : Lien entre une formation en KS et un intérêt futur pour le BFR

Intérêt futur pour le BFR	Formation en KS	Pas de formation en KS	Valeur-p (test)
Oui	15	2	0,03
Non	1	8	0,024
Je ne sais pas	6	7	0,541

### 3.4.3.2 Liens entre niveau de connaissance et intérêt futur

Il y a une différence significative ( $p=0,013$ ), d'après le test de Fisher, entre « un très bon niveau de connaissance » et la réponse « oui » à la question sur l'intérêt futur du BFR. Ainsi qu'entre la réponse « non » sur l'intérêt futur du BFR et un « très faible » niveau de connaissance ( $p=0,0002$ ). Les catégories « faible » ( $p=0,11$ ), « moyen » ( $p=0,17$ ) et « bon » ( $p=0,7$ ) niveau de connaissance n'ont pas de relation significative avec un intérêt futur pour le BFR.

### 3.4.3.3 Liens entre le moyen de découverte et le niveau de connaissance

Le moyen de découverte du BFR ne semble pas influencer le niveau de connaissance des personnes connaissant le BFR mais ne l'ayant jamais mis en pratique. En effet, nous n'avons pas trouvé de différence significative ( $p=0,99$ ) entre le moyen de découverte et le niveau de connaissance de BFR.

### 3.4.4 Raison de la non mise en pratique du BFR

Nous avons demandé aux participants de la catégorie 2 « Pourquoi ne l'avez-vous pas mis en pratique ? ». Ce à quoi 17,9 % ( $n=7$ ) ont répondu « J'attends que plus d'étude paraisse dessus », 15,4 % ( $n=6$ ) ont répondu « par manque de temps », 10,3 % ( $n=4$ ) ont répondu « je ne connais pas assez cette technique », 28,2 % ( $n=11$ ) ont répondu « j'attends de me former davantage dessus », 20,5 % ( $n=8$ ) ont répondu « cette technique ne correspond pas à ma patientèle » et 7,7 % ( $n=3$ ) ont répondu « je ne sais pas ».

### 3.4.4.1 Liens entre la non mise en pratique avec la KS

Il n'y pas de différence significative, avec le test de Fisher, entre la KS et les items : « J'attends que plus d'étude paraisse dessus » ( $p=0,446$ ) ; « Par manque de temps » ( $p=1$ ) ; « Je ne connais pas assez cette technique » ( $p=0,323$ ) ; et « Je ne sais pas » ( $p=0,628$ ).

En revanche nous avons une différence, entre une formation en KS et les items « J'attends de me former d'avantage » ( $p=0,009$ ) ; et « cette technique ne correspond pas à ma patientèle » ( $p=0,048$ ).

### 3.5 Kinésithérapeutes ne connaissant pas le BFR (catégorie 3)

Nous avons commercialisé cette partie par une courte définition du BFR (ANNEXE II), pour permettre à nos répondants d'avoir quelques notions de bases sur cette méthode.

Nous avons cherché à connaître la patientèle à laquelle les répondants de cette catégorie ( $n=105$ ) sont confrontés. Parmi l'ensemble des champs qu'ils rencontrent dans leur pratique (voir fig. 6). Voici les champs disciplinaires qui comprennent potentiellement des pathologies correspondant à l'utilisation du BFR. 88,6 % ( $n=93$ ) ont une patientèle en traumatologie/orthopédie, 46,7 % ( $n=49$ ) en KS, 87,6 % ( $n=92$ ) en rhumatologie, 78,1 % ( $n=88$ ) en gériatrie.

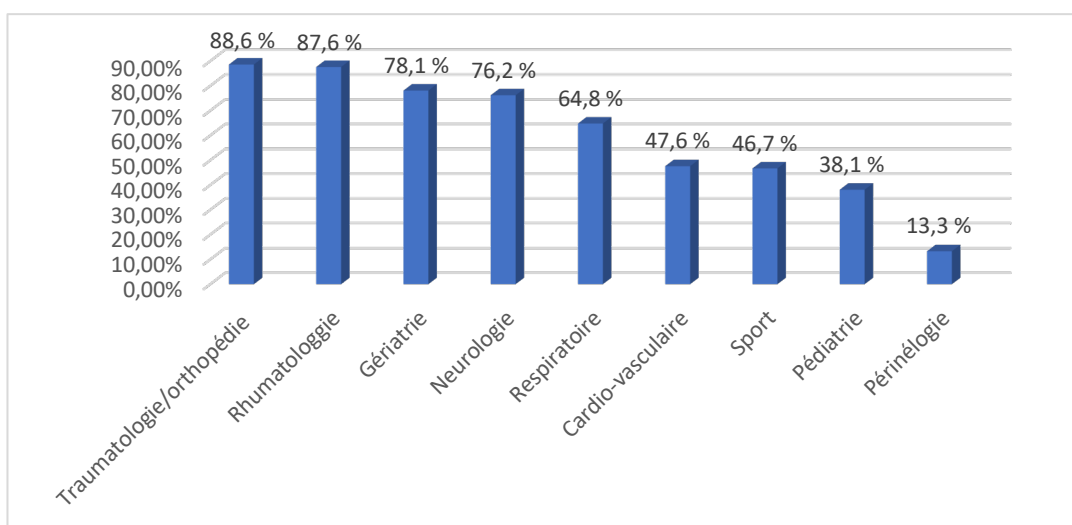


Figure 6 : Type de patientèle rencontré par les kinésithérapeutes ne connaissant pas le BFR



Ensuite, nous avons posé la question « allez-vous vous renseigner sur cette méthode ? », 22,9 % (n=24) ont répondu « oui car cela pourrait correspondre à ma patientèle », 39 % (n=41) ont répondu « oui par simple curiosité », 36,2 % (n=38) ont répondu « non car cela ne correspond pas à ma patientèle, 1,9 % (n=2) ont répondu « non car cela ne me semble pas être une technique pertinente ».

Parmi les 36,2 % (n=38) ayant répondu « non car cela ne correspond pas à ma patientèle », 92,9 % (n=35) d'entre elles ont une patientèle dans un champ correspondant potentiellement à l'utilisation du BFR. 100 % (n=2) des personnes ayant répondu « non car cela ne me semble pas être une technique pertinente » ont une patientèle correspondant à une utilisation du BFR. 100 % (n=24) des personnes « oui car cela pourrait correspondre à ma patientèle » ont effectivement une patientèle qui peut correspondre à l'usage du BFR. Parmi les 39 % (n=41) ayant répondu « oui par simple curiosité » 94,9 % (n=39) d'entre elles ont une patientèle pouvant correspondre à l'utilisation du BFR.

Une différence statistiquement significative ( $p=0,039$ ) a été mise en évidence après le test de Fisher entre les formations en KS et les réponses « non, car cela ne correspond pas à ma patientèle ».

Une différence statistique significative ( $p=0,006$ ) a été mise en évidence entre une formation en KS et les réponses « oui, car cela ne correspond pas à ma patientèle ».

Il n'y a pas de différence significative entre une formation en KS et la réponse « oui, par simple curiosité » ( $p=0,247$ ) ; ainsi que pour la réponse « non, car cela ne semble pas être une technique pertinente » ( $p=0,385$ ) (ANNEXE VI).

## 4. DISCUSSION

### 4.1 Les biais

#### 4.1.1 Biais de représentativité/sélection

Il est très rare, voire impossible, d'extrapoler une étude à l'ensemble d'une population cible. C'est pourquoi nous avons calculé le nombre minimum que doit constituer l'échantillon pour qu'il soit représentatif. Les caractéristiques de l'échantillon doivent être similaires à celles de la population cible. Cela concerne ici le pourcentage homme/femme, le département d'exercice, la classe d'âge, l'année d'obtention du diplôme d'état. C'est ce qu'on appelle la méthode des quotas.

Nous avons recueilli 147 réponses parmi les MK du Grand-Est. Comme expliqué précédemment pour avoir un échantillon représentatif de notre population, nous aurions dû obtenir 359 réponses. Avec nos 147 réponses, nous avons un écart de 212 réponses soit 59,06 % d'écart avec le nombre de répondants cible.

Les caractéristiques des répondants, sont globalement éloignées de celles de la population réelle. Les femmes sont surreprésentées avec 57,8 contre 51,1 % dans la population réelle. Concernant les classes d'âge, les 40-49 ans sont surreprésentés. Les 20-29, 60-69 et plus de 70 ans, sont sous-représentés. Concernant l'année d'obtention du diplôme d'état, les diplômés de 1990-1999 et 2000-2009 sont surreprésentés. Quant à ceux d'avant 1990 et de 2010-2014, ils sont sous-représentés. Les kinésithérapeutes exerçant dans les Ardennes et l'Aube sont sous-représentés. Les Mosellans et Meurthe-et-Mosellans sont surreprésentés. Les anciens diplômés de Nancy et Strasbourg sont surreprésentés. Les diplômés des autres régions françaises et des autres pays sont sous-représentés.

Tous ces éléments montrent que nos résultats ne sont pas représentatifs. Ils ne sont donc pas transposables à la population cible qui est, les MK libéraux du Grand-Est.

#### 4.1.2 Biais de désirabilité sociale

Le biais de désirabilité sociale consiste à se présenter sous un jour favorable à ses

interlocuteurs. Ce biais semble être bien présent malgré l'anonymat du questionnaire. Le BFR est une méthode, comme nous l'avons constaté dans les réponses, encore peu connue en France. À la question « Allez-vous vous renseigner davantage sur la technique ? », le nombre de réponses « Oui » semble être un moyen au répondant d'être bien vu. L'intérêt du BFR semble certain chez certains répondants, car cette nouvelle méthode paraît avoir éveillé leur curiosité. Nous n'avons cependant aucun moyen de vérifier si des recherches de la part de nos répondants seront menées dans ce sens, et si oui jusqu'à quel degré de détails elles le seront. Toutes les questions relatives à la sécurité et à l'utilisation parmi les kinésithérapeutes utilisant le BFR sont également concernées. Il y a une possibilité que les réponses soient éloignées de la réalité, en particulier pour la question sur le calcul de la 1 R.M, sur les événements indésirables, l'adhésion des patients, les bons résultats obtenus. Malgré l'anonymat, nous pouvons légitimement nous demander si toutes les réponses sont bien objectives ou non.

#### 4.1.3 Biais de diffusion

Pour la diffusion du questionnaire nous avons fait appel à un intermédiaire : l'URPS-MK du Grand-Est. Il a été diffusé pour le biais de leur newsletter à 5300 MK du Grand-Est. En 2018 le CROMK recensait 5459 MK dans la région. Cela nous a permis de contrôler que la population destinataire était bien constituée par des MK, ce qui n'aurait pas été possible en passant par les réseaux sociaux. Cependant, nous ne pouvons être assurés que la personne répondante soit bien un kinésithérapeute du Grand-Est. Nous n'avons pas non plus la garantie que chaque MK du Grand-Est soit bien inscrit sur le registre du diffuseur ni que les adresses mails soient à jour, ni qu'ils consultent régulièrement les newsletters envoyées par l'URPS, ni que le mail a bien été envoyé à tous les inscrits. L'anonymisation ne permet pas non plus de vérifier si les participants n'ont répondu qu'une fois au questionnaire.

#### 4.1.4 Biais de recrutement

L'URPS ainsi que les MK sont sollicités par les études de nombreux étudiants. Or plus une personne est intéressée par un domaine plus elle a tendance à répondre aisément. C'est ce que l'on appelle un biais de recrutement. C'est le fait que les personnes intéressées et/ou concernées par le sujet évoqué répondent plus facilement à une enquête que les personnes qui ne sont pas concernées. En effet le BFR est une méthode majoritairement associée au

milieu du sport, à la fois dans la littérature scientifique, sur les réseaux sociaux, et dans les organismes de formation en KS. Les répondants ont peut-être été influencés par ces fausses idées grandement répandues sur le BFR pour répondre ou non à cette enquête. Pour éviter ce biais, nous aurions pu passer par d'autres moyens de diffusion tels que les appels téléphoniques.

#### 4.1.5 Biais de formulation

L'interprétation du sens des questions a pu être fluctuante selon les répondants. La question 30 « Selon vous, quel(s) effet(s) va/vont avoir un exercice à faible charge avec BFR par rapport à un exercice à forte charge sans BFR ? » aurait mérité d'être séparée en deux sous-questions, une première concernant les effets sur la douleur et une deuxième sur les effets musculaires.

La question 33 « Selon-vous à quel niveau du membre place-t-on la manchette d'occlusion ? » manque de clarté, avec du recul nous aurions pu demander « Pour une pathologie distale telle qu'une rupture du tendon achilléen, vous placeriez le manchon à la racine du segment jambier ou à la racine du segment fémoral ? ». De cette façon, nous aurions directement su si les participants savaient à quel endroit placer la manchette d'occlusion sur le membre.

De plus, il est à noter une certaine redondance lors de l'enchaînement des questions 14 « Dans quel(s) champ(s) d'exercice de la kinésithérapie l'utilisez-vous ? » et 15 « Vous l'utilisez chez vos patients en cas : ». Il aurait été plus judicieux de laisser uniquement la question 15, car la répétition a pu laisser les répondants devant une certaine incompréhension. De même, la question 39 « pourriez-vous justifiez brièvement votre réponse à la question précédente » est redondante avec la question 37, qui appelle déjà une justification.

## 4.2 Amélioration du questionnaire

### 4.2.1 La forme du questionnaire

Nous aurions pu établir une forme différente pour le questionnaire, notamment pour les propositions de réponse. Utiliser des échelles Likert nous aurait permis d'être moins directifs

dans nos propositions de réponses surtout pour les questions 23, 24, 25, et 26. Ces échelles permettent de mesurer une opinion ou attitude dans une population de façon plus nuancée qu'une question fermée avec seulement « oui et non » comme proposition. Les réponses Likert ont un plus large choix de réponse, entre cinq et sept, par exemple à la question 24 « En général, chez vos patients, avez-vous eu des résultats satisfaisants sur le gain de force et le volume musculaire avec le BFR ? » nous aurions pu mettre comme options de réponse, « très satisfaisant, plutôt satisfaisant, ni satisfaisant ni insatisfaisant, insatisfaisant, très insatisfaisant ». Cela nous aurait permis d'avoir un meilleur retour surtout chez les personnes ayant déjà mis en pratique le BFR.

#### 4.2.2 Le fond du questionnaire

Concernant le fond, nous aurions dû poser davantage de questions sur la sécurité et les contre-indications à l'usage du BFR. En effet dans l'introduction, nous avons bien insisté sur l'ensemble des contre-indications, et évoqué l'importance de ces dernières pour éviter tout événement indésirable. Malheureusement, dans le questionnaire, nous sommes restés trop vague dans les questions relatives à ces domaines, que cela soit pour les personnes de la catégorie 1 ou pour celles de la catégorie 2.

Il aurait été intéressant de savoir si les thérapeutes de la catégorie 1 connaissent toutes les contre-indications, qu'elles soient absolues comme les pathologies cardio-vasculaire, les troubles endothéliaux, les antécédents de phlébites ou qu'elles soient relatives comme le diabète ou l'obésité.

Concernant les personnes de la catégorie 2, nous aurions pu affiner nos questions en insistant plus sur les contre-indications, mais également sur les moyens de déterminer la pression appliquée par le manchon d'occlusion lors des séances ainsi que sur les pathologies auxquelles nous pouvons appliquer cette technique, cela nous aurait permis de construire un questionnaire de « connaissance » plus précis. Si nous avons questionné notre population de la sorte, afficher une correction aurait été intéressant pour elle comme pour nous. Bien que cela ne fasse pas partie de nos objectifs de départ, cela nous aurait permis d'être instructifs vis-à-vis de la population ciblée en lui proposant directement un retour sur le BFR, cela aurait peut-être contribué à développer les connaissances sur cette technique parmi les praticiens. De plus, cela aurait permis aux répondants de se sentir plus impliqués par l'étude, ils auraient

peut-être eu la sensation de ne pas avoir répondu à une énième étude sans avoir de suite de cette dernière.

Une question sur l'utilisation du BFR en aérobic aurait pu être ajoutée afin de savoir si les MK font faire 4 séries avec un total de 75 répétitions sous forme « 30-15-15-15 » à leur patient comme cela est majoritairement décrit dans la littérature ou si d'autres formes de séries sont mises en œuvre (24).

Enfin il aurait été intéressant d'interroger la catégorie 2 sur l'image que leur renvoie le BFR. Recueillir des opinions à ce propos aurait permis d'alimenter la réponse à notre 5<sup>ème</sup> hypothèse à savoir si c'est l'aspect purement sportif, le renforcement musculaire, la musculation, qui en serait majoritairement ressorti ou bien si c'est la prise de conscience de son usage potentiel pour la rééducation.

### 4.3 Interprétation des résultats obtenus

#### 4.3.1 Connaissances de base

Ce projet a pour objectif principal de faire un état des lieux des connaissances des MK libéraux du Grand-Est sur le BFR. C'est pourquoi le questionnaire commence (hors partie caractéristique) par évaluer la connaissance ou non par notre population du BFR. Nous avons constaté que 71 % de la population ne connaissaient pas la technique, que 27 % la connaissent mais ne l'ont pas mise en pratique et qu'une minorité de 2 % l'a déjà mise en pratique. Cela nous a permis de confirmer notre hypothèse puisqu'effectivement, une majorité des MK du Grand-Est ne connaît pas le BFR. Les caractéristiques de la population ne semblent pas influées sur la connaissance ou non du BFR.

#### 4.3.2 Sécurité et potentiel d'utilisation

Le score de sécurité d'utilisation du BFR obtenu est estimé à très bon pour tous les MK de la catégorie 1. Conformément à la littérature le calcul de la LOP, le manchon pressurisé et la taille de ce dernier sont effectués par les thérapeutes. Le calcul de la 1 R.M n'est quant à lui pas systématiquement réalisé ou n'est pas du tout réalisé. Nous pouvons émettre l'hypothèse que le manque de temps influence ce facteur. Dans cette partie c'était le calcul de

la LOP qui nous intéressait le plus. En effet certaines littératures nous renseignent sur d'autres manières de déterminer la pression du garrot. Il y avait le fait de mettre en place une pression standardisé de 180 mmHg pour tous les patients. Ensuite nous avons une « intensité de pression » selon le ressenti du patient qui est de 5 sur 10 pour le membre supérieur, et 7 sur 10 pour le membre inférieur. Enfin nous retrouvons la pression systolique multiplié par 1,3 (27). Ces différentes méthodes ne sont pas suffisamment personnalisées pour permettre une sécurité optimale aux patients.

Toujours dans la catégorie 1, concernant le potentiel d'utilisation, l'échauffement avec BFR, le travail aérobie, et les champs d'applications nous ont permis de classer les thérapeutes. Nous estimons que 66,7 % ont une bonne utilisation du BFR et 33,3 % ont une utilisation moyenne par rapport aux données de la littérature.

Nous constatons que 100 % des MK ont de bons résultats et n'ont pas eu d'événements indésirables avec leurs patients.

Notre deuxième hypothèse était que les MK de la catégorie 1 utilisent le BFR de façon sécurisante pour leurs patients. Le fait que 100 % des utilisateurs ont répondu positivement à toutes les questions relatives à la sécurité de BFR nous permet de valider cette hypothèse.

Cependant, nous n'avons eu qu'un faible nombre de réponses (n=3), il est donc compliqué d'établir un véritable état des lieux de l'utilisation du BFR. Nous avons fait l'usage de questions fermées ou semi-fermées, et avec du recul, il aurait été plus pertinent d'employer un autre moyen de récolte de données comme les entretiens semi-directifs. Cela nous aurait permis d'enrichir grandement notre enquête. En effet, ces entretiens sont plus libres et nous auraient permis de cibler spécifiquement cette partie de la population ayant répondu à notre étude. Les pathologies cibles, les objectifs spécifiques des patients, les différents protocoles, l'adhésion, l'appréhension, les interrogations des patients, leur façon de mener l'interrogatoire pour dépister d'éventuelles contre-indications auraient été retranscrits plus précisément.

#### 4.3.3 Lien avec la KS

Le BFR semble être assimilé à la KS dans l'esprit commun. Nous avons donc effectué un test de Fisher pour comparer les trois groupes dans lesquels nous avons classé notre

population. Une différence significative ( $p=3,4^{E-6}$ ) a été trouvée entre les MK formés au sport et la connaissance ou non de la technique.

Le nombre de répondants ayant mis en pratique le BFR n'étant que de 3, nous n'avons pas pu effectuer de test statistique à l'intérieur de cette catégorie. Nous constatons cependant que tous les MK ont fait une formation en KS. Au vu de leur réponse aux questions sur les champs d'activité et de pathologie, nous constatons que leurs connaissances sont d'un bon niveau. En effet, le BFR est employé, en sport naturellement, mais aussi en traumatologie chez 100 % d'entre eux en post-opératoire pour lutter contre l'atrophie musculaire et dans la rééducation du ligament croisé antérieur. 66,7 % l'utilisent pour prévenir d'éventuelles atrophies musculaires ou sidérations du musculaire après l'opération. 66,7 % l'utilisent en rhumatologie pour lutter contre l'arthrose. Et 33,3 % l'utilisent contre la sarcopénie en gériatrie. Ces pourcentages nous indiquent que le niveau de connaissance de cette catégorie est important puisque l'utilisation du BFR est diffusé à des pathologies « non sportives ».

Nous avons également cherché à connaître le niveau de connaissance sur le BFR de la catégorie 2. Nous avons questionné ces personnes sur les champs d'activité potentiels, les effets musculaires et sur la douleur, le type de travail, l'utilisation en échauffement, le positionnement du manchon d'occlusion et sur la détermination de la pression de ce dernier. Les réponses sont évaluées avec une note allant jusqu'à 11 points, qui nous a permis de classer leur niveau de connaissance allant de « très faible » à « très bon ». L'écart type élevé (3,24) montre qu'il existe une disparité intra-catégorie concernant le niveau de connaissance. En effet, une différence significative ( $p=0,037$ ) a été mise en évidence entre le niveau de connaissance « très bon » et les formations en KS.

Les MK formée en KS dans les catégories 2 et 3 semblent plus enclin à se documenter davantage sur le BFR que leurs homologues n'ayant pas fait cette formation. En effet il y a plusieurs courant de pensée en kinésithérapie, une vision « active » et une vision plus « passive ». Cette méthode semble attirer les thérapeutes pratiquant cette vision plus « active » de la profession. Ce courant de pensée rejoint le thème du sport, et de l'activité physique chez les patients.

Les résultats évoqués dans cette partie ne signifient pas que les KS sont mieux documentés ou plus intéressés par de nouvelles techniques, mais ils permettent de confirmer



notre troisième hypothèse qui était « la majorité des MK qui connaissent le BFR est orientée vers la KS ».

#### 4.3.4 La Patientèle

Les catégories 2 et 3 ont été interrogées sur le type de patientèle qu'elles rencontrent dans leur pratique. Le but est de savoir si les MK du Grand-Est ont une patientèle appartenant à des champs d'activité qui pourraient correspondre à l'utilisation du BFR. Les champs concernés sont la rhumatologie, la traumatologie/orthopédie, le sport et la gériatrie.

Pour la catégorie 2, 15,4 % rencontrent les 5 champs dans leur pratique, 64,1 % rencontrent au moins 4 champs, 17,9 % rencontrent au moins 3 champs et 2,6 % rencontrent au moins 2 champs.

Pour la catégorie 3, nous constatons que 29,9 % rencontrent les 5 champs dans leur pratique, 43,3 % rencontrent au moins 4 champs, 14,4 % au moins 3 champs, 2,1 % au moins 2 champs, 3,1 % au moins 1 champ, et 7,2 % aucun de ces champs.

Ces pourcentages nous amènent à confirmer notre quatrième hypothèse, la plupart des kinésithérapeutes ont eu une patientèle à qui le BFR pourrait être appliqué. En effet seuls 5,6% des deux catégories interrogées par ces questions n'ont pas de patientèle appartenant à l'un des 5 champs évoqués précédemment. Pour gagner du temps de réponse et d'analyse tout en gardant le mode de question « fermée, semi-fermée » nous avons choisi de laisser les grandes catégories et de ne pas analyser les pathologies concernées dans le détail.

#### 4.3.5 Frein et opinion sur le BFR

Nous avons interrogé les personnes de la catégorie 2 pour connaître les raisons pour lesquelles elles n'ont pas mis en pratique le BFR. Le manque d'études, leur propre manque de connaissances, et le manque de temps sont les raisons majoritairement évoquées. En effet, une technique qui consiste à placer un genre de « garrot » pour stimuler les capacités musculaires peut sembler difficile à mettre en place en rééducation et s'apparenter à de la simple musculation ou à de la recherche de performance. Le BFR souffre sans doute encore de cette image. Le manque d'étude est quant à lui relatif, sur les moteurs de recherches nous

trouvons nombre d'articles, mais très peu en français, avec l'absence de recommandation clairement définie.

Un autre argument avancé était « ma patientèle ne correspond pas à cette technique ». Les personnes ayant répondu cela ne comptent pas se renseigner davantage sur la technique. Les autres répondants ont un avis plus partagé, entre « oui » et « je ne sais pas ». Cela montre qu'il y a encore des croyances et des connaissances variables concernant le BFR.

Nous avons cherché à connaître les opinions de participants de la catégorie 3, pour savoir s'ils allaient ou non se renseigner sur le BFR. Bien qu'il soit difficile de relever une opinion avec des questions semi-fermées, leur intérêt ou non sur la technique est assez homogène entre les diverses propositions. Certains vont s'y pencher par simple curiosité ou par intérêt et d'autres ne comptent pas donner suite à cette technique.

Ces deux catégories interrogées nous montrent que le frein principal au développement du BFR est le manque de connaissance. Les MK ont cependant, pour la grande majorité d'entre eux, une patientèle qui correspond potentiellement à la mise en place d'entraînement en occlusion vasculaire.

Les MK ayant un intérêt futur semble avoir de meilleures connaissances, leur intérêt pour cette technique les ont probablement poussés à approfondir un minimum leurs notions sur le BFR.

#### 4.4 Intérêt et limites

##### 4.4.1 Par rapport à l'état des lieux de la littérature

Ce travail de recueil et d'analyse de données, bien qu'il comprenne de nombreux biais et limites, met en évidence que les MK utilisant le BFR le font en respectant les données présentes dans la littérature. Ces derniers nous transmettent de bons résultats, une absence de complications, cela en lien avec une mise en place du BFR de façon sécurisante. Les pathologies les plus décrites dans les parutions scientifiques tels que la ligamentoplastie du LCA, l'arthrose ou bien la lutte contre l'atrophie musculaire sont les cas pour lesquels les MK utilisent le plus le BFR. Dans certains domaines tels que la gériatrie son utilisation quant à elle

est encore partielle. Cela s'explique sans doute par les contre-indications que présentent les patients âgés et du faible nombre d'études publiées à ce sujet.

#### 4.4.2 Pour la pratique professionnelle

De manière plus concrète, ce mémoire nous fait nous poser la question : « Quand et chez qui pouvons-nous proposer une rééducation sous BFR ? ». Dans notre quotidien de professionnel de santé, nos prises en charges sont fréquemment confrontées et freinées par la douleur. Effectivement pour les patients ayant besoin de réduire des contraintes musculaires et articulaires cette méthode semble être intéressante. Les pathologies telles que l'arthrose, les syndromes fémoro-patellaire, les tendinopathies, ou encore la sarcopénie sont concernées. Mais également la rééducation post-opératoire après chirurgie comme la rééducation après ligamentoplastie. Elles provoquent douleur, faiblesse musculaire, déficit d'amplitude passive, fracture, troubles de la proprioception, perte d'équilibre et risque de chute augmentée. Les conséquences sont les diminutions des capacités fonctionnelles des personnes atteintes. La rééducation doit comprendre en grande partie du renforcement musculaire. Or travailler à charge lourde est parfois trop douloureux pour ces patients, d'où l'intérêt d'utiliser le BFR.

En effet l'utilisation de charge plus faible diminue les contraintes, et donc les douleurs, sur l'articulation. Associer ces faibles charges à l'occlusion vasculaire entraîne les mêmes effets sur le gain de volume, de force et de fonction sur le ou les groupes musculaires ciblés (46,47). Des études ont montré que l'utilisation du BFR avec une faible charge avait des effets bénéfiques sur la douleur. En effet les patients ressentent moins de douleurs dans la vie quotidienne ainsi que lors des exercices de rééducation. (48) De plus des études ont montré une diminution de la douleur dans la vie quotidienne. Bien utilisé et en respectant les données de la littérature, le BFR peut s'avérer être une bonne alternative, notamment en début de prise en charge pour sortir du cercle vicieux douleur, déconditionnement, faiblesse musculaire.

Il ne faut cependant pas perdre de vue que le but de cette étude est certes de présenter le BFR, mais surtout de faire un état des lieux des connaissances des kinésithérapeutes sur cette technique. Nous ne cherchons pas à promouvoir l'utilisation du BFR outre mesure. Le renforcement en occlusion vasculaire ne doit pas se substituer au renforcement musculaire classique.

Par exemple en réponse à l'hypothèse 3, nous avons 90 % des kinésithérapeutes qui ont une patientèle appartenant à un champ disciplinaire auquel nous pourrions appliquer le BFR. Nous ne cherchons pas à faire appliquer le BFR à tous les patients arthrosiques, à ceux qui présentent un syndrome fémoro-patellaire ou encore à ceux qui rentrent en phase post-opératoire. Nous proposons simplement une alternative, une manière de varier nos prises en charge, et une autre façon de répondre à nos objectifs.

## 4.5 Perspective d'avenir

### 4.5.1 Enquête à venir

Il serait sans doute intéressant de mener d'autres enquêtes sur les connaissances au niveau de l'ensemble du territoire national, chez les MK libéraux, mais également dans les centres de rééducation, dans les centres spécialisés dans le sport, dans les clubs sportifs tout en y incluant les médecins à l'image de l'enquête similaire qui a été faite dans les pays saxons en 2017 (6). Une nouvelle enquête plus récente de ces pays-là serait un bon moyen de savoir comment l'usage du BFR a évolué chez eux.

Faire connaître le BFR semble également être un grand défi, bien que des organismes s'y consacrent de plus en plus. Malheureusement ces derniers sont principalement axés dans le milieu du sport, ce qui ne permettra probablement pas de montrer tout le potentiel de cette technique. Mettre en avant une utilisation chez des sujets plus âgés ou d'allure « moins sportive » avec un bon déroulé de séances, des patients supportant la pression, avec des sessions composées d'exercices diversifiés, par des organismes plus variés serait sans doute un bon moyen de faire découvrir cette technique à une population plus importante.

Toutefois voir le BFR évoqué ou enseigné dans les instituts de formation semble illusoire sans l'arrivée d'étude à haut niveau de preuve. Effectivement tant que des recommandations clairement établies ne seront pas présentes l'évolution de la connaissance de cette technique sera ralentie. Des protocoles précis correspondants à chaque pathologie et à un objectif spécifique semblent nécessaires pour pouvoir aller de l'avant. Cependant, la promesse d'études futures laisse envisager une démocratisation du BFR.

#### 4.5.2 Sécurité

Concernant la sécurité, un tableau publié par l'organisme « Kinésport » classe les contre-indications de 1 à 5 points selon leur gravité (ANNEXE VII). Par exemple l'obésité est notée à 2 points, les varices à 3 points, et les HTA à 5 points. D'après ce tableau, le BFR est contre-indiqué à partir de 4 points. Le fait de pouvoir quantifier les diverses contre-indications avec un score semble être encore un atout de plus pour assurer la sécurité de nos patients (60). Cela pourrait ouvrir une utilisation potentielle à un plus large spectre de patients. Il faudrait que d'autres études paraissent dans cet objectif de pouvoir scorer les antécédents des patients.

#### 4.5.3 Pathologies

Le diabète de type II (DT2) est une contre-indication relative au BFR. Il semblerait cependant que le BFR entraîne une amélioration du transport de glucose. De plus les patients diabétiques de type II ont un risque accru de développer une sarcopénie en vieillissant. Une prévention des complications de cette pathologie passe par l'activité physique. Coupler cela aux effets de l'entraînement en occlusion vasculaire peut améliorer la qualité de vie de patients diabétiques. Des questions restent néanmoins en suspens comme le lien entre les changements métaboliques causés par le DT2 ainsi que la force et la masse musculaires, ainsi que les problèmes de sécurité supplémentaires spécifiques aux personnes atteintes de DT2 (61).

Les effets du BFR sur le système cardio-vasculaire sont controversés. Il semblerait qu'un travail aérobic associé à l'occlusion des membres inférieurs améliore la compliance de l'artère carotidienne. La compliance vasculaire d'un vaisseau sanguin comme l'aorte est le degré de dilatation d'un vaisseau lorsque ce dernier est soumis à une pression. Lors du vieillissement on observe une baisse de la compliance, qui est alors un index de la rigidité de l'aorte. Ozaki *et al.* nous montrent qu'un programme de marche sous BFR pendant 10 semaines peut améliorer la compliance artérielle de la carotide (62). Cependant Da Cunha Nascimento *et al.* nous mettent en garde contre le manque d'études sur les effets à long terme du BFR à propos du système cardio-vasculaire (63). Il semble important d'écarter ces effets pour l'avenir de l'usage du BFR.

La broncho pneumopathie chronique obstructive (BPCO), est une maladie générale à point de départ respiratoire. Elle va avoir diverses conséquences sur l'organisme dont la diminution de la force et de la masse musculaire. Kohlbrenner *et al.* nous montrent que le BFR, malgré la BPCO, va permettre d'améliorer la qualité de vie des patients (64). Cependant aucune étude n'a encore examiné le renforcement en occlusion vasculaire et la sécurité sur un patient atteint par la BPCO. Au vu des nombreuses comorbidités qui accompagnent cette pathologie, comme l'HTA, l'obésité ou le DT2. Enfin la mortalité cardio-vasculaire y est plus élevée que chez les personnes saines, au regard des effets du BFR sur l'appareil cardio-vasculaire il convient de mener la recherche dans ce sens. Sachant que la BPCO va devenir d'après l'OMS la 3<sup>ème</sup> cause de décès dans le monde d'ici 2030 (65).

Les effets évoqués précédemment sur les muscles proximaux et controlatéraux peuvent permettre d'augmenter le potentiel d'utilisation du renforcement en occlusion vasculaire (21-23). Dans l'exemple des gonalgies type syndrome fémoro-patellaire ou de la bandelette ilio-tibiale, renforcer les muscles fessiers fait partie des éléments importants de la prise en charge. Le BFR permettrait d'améliorer ces muscles stabilisateurs de hanche plus efficacement et de faciliter le traitement de ces pathologies. Ces éléments peuvent potentiellement être transposés à la rééducation pelvienne. Effectivement un travail des adducteurs pourrait améliorer le contrôle musculaire du plancher pelvien. Mais il manque encore d'études allant dans ce sens.

#### 4.5.4 Effet physiologique

La littérature scientifique est contradictoire quant aux effets du BFR sur les Delayed Onset Muscular Soreness (DOMS). Certains articles attestent du fait que le travail en occlusion vasculaire ne provoque pas de DOMS, mais est-ce dû à la restriction de flux sanguin ou bien aux charges moins importantes utilisées ? D'autres articles nous indiquent que le BFR produit autant de DOMS qu'un renforcement musculaire classique. Cependant, il semble que des DOMS excessifs, c'est-à-dire des douleurs perçues comme importantes, soient tout de même évitées avec le BFR. D'ordinaire, un exercice non habitué provoque des courbatures, surtout si l'exercice inclut de l'excentrique, le BFR semble ne pas échapper à cette règle (41).

Les études doivent affiner certaines zones d'ombres telles que l'effet osseux. En effet, il semblerait que le BFR améliore le remodelage et la consolidation osseuse, par le biais de la

sécrétion accrue de marqueur de prolifération osseuse tel que le phosphate alcalin (66). Cependant, les études ont été faites sur une population de femmes âgées ostéoporotiques (67). Il faudrait des études sur des populations moins spécifiques pour pouvoir constater si cet effet sur la maturation osseuse peut également être constaté chez tout type de patients.

#### 4.5.5 Les différents types de matériel

Nous observons différentes marques et types BFR, avec des systèmes de feed-back visualisable en temps par les patients, et avec un calcul de la LOP automatisé par les appareils. Ces derniers, bien que plus onéreux semblent augmenter l'efficacité et la sécurité de la rééducation avec BFR. Ces coiffes permettent d'éviter un dégonflement du manchon de compression, d'adapter la LOP selon la pression intramusculaire. Effectivement, lors d'une contraction la pression intramusculaire augmente de l'ordre de 10 à 15 mmHg, ce qui va se répercuter sur le système vasculaire et majorant la pression déjà mise en place par le manchon. Cet élément n'est pas pris en compte avec un manchon classique. De plus, les programmes pré-intégrés facilitent leur utilisation pour les thérapeutes et permettent d'assurer une certaine autonomie aux patients. Il semble donc évident que les matériels avec feed-back sont plus efficaces et plus sécurisants. Une étude comparant les différents types de manchon serait très intéressante pour affirmer cette supposition.

#### 4.5.6 Le BFR en réanimation

Nous avons eu la chance d'interroger Monsieur P. Blondelle, un MK ayant mis en pratique le BFR en service hospitalier. C'était dans cas d'un patient de 69 ans présentant une fistule urétrale qui nécessitât la pose d'une sonde mobile intra urétrale. Ce qui contraignait le patient à l'alitement strict. Après deux semaines en réanimation, il présentait déjà des signes de complications du décubitus, c'est ce qui a poussé les thérapeutes à mettre en place un protocole de BFR. Monsieur Blondelle, nous a décrit le protocole mis en place, celui-ci était strictement passif, chaque séance avait une durée totale de 25 minutes divisée en cinq phases de cinq minutes, chacune d'entre elle comprenait quatre minutes d'occlusion à 50 % de la LOP suivi d'une minute de re-perfusion. Et cela 1 fois par jour pendant 8 jours. Les résultats ont été satisfaisant, en effet après ablation de la sonde le patient a pu être remis en charge rapidement ce qui a facilité et accéléré son retour à domicile. La différence entre le protocole mis en place dans ce cas et celui décrit dans notre introduction est à l'image du manque de recommandation

clairement établi dont souffre encore le BFR. Évidemment il ne s'agit ici que du cas d'un seul patient, cet exemple n'est pas suffisant pour établir un consensus d'utilisation du BFR chez les personnes en alitement strict.

## Conclusion

Cette étude nous a permis de traiter un sujet relativement nouveau au sein de la kinésithérapie française. Déjà grandement répandu chez nos confrères étrangers, le BFR apparaît comme une avancée qui permettra de diversifier et adapter notre prise en charge face à des difficultés ressenties sur le terrain.

En revanche, il ne fait pas l'unanimité. Comme nous l'avons démontré, une très faible proportion des thérapeutes l'a déjà mis en place en rééducation, bien qu'une grande majorité ait une patientèle à qui le BFR pourrait correspondre. Il est de plus grandement accoutumé au milieu sportif. Or son usage, comme le démontre la littérature, semble être applicable à l'ensemble des grands domaines rencontrés par les kinésithérapeutes. Le manque de recommandation de la communauté scientifique est certes encore un frein à une extension éventuelle de son application. Mais il faudrait que les formateurs parviennent à mettre en avant les qualités du BFR pour toutes sortes de pathologies et à effacer cette image d'appartenance au monde du sport qui lui colle visiblement à la peau.

Malgré cela, nous avons confirmé que les données présentes dans la littérature sont respectées par les MK et leur permettent de mettre en place des séances protocolaires et sécurisantes pour leurs patients. Le nombre de contre-indications étant important, il convient de faire un bilan rigoureux afin d'écarter ces dernières.

De plus les thérapeutes ayant mis en place le BFR semblent obtenir des résultats positifs ce qui permet aux patients de sortir du cercle vicieux douleur, faiblesse musculaire et déconditionnement. Il ne doit cependant pas se soustraire aux étapes classiques d'une prise en charge masso-kinésithrapique, il permet simplement d'étoffer notre éventail thérapeutique.



## BIBLIOGRAPHIE

1. Mata V. Kinésithérapie scientifique - UTILISATION DU BLOOD FLOW RESTRICTION DANS LA PRISE EN CHARGE RÉÉDUCATIVE DU SPORTIF. [en ligne] 5 nov 2019 [page consultée le 13 oct 2020]. <https://www.ks-mag.com/article/11566-utilisation-du-blood-flow-restriction-dans-la-prise-en-charge-reeducative-du-sportif>
2. Luca ED, Lagniaux F. BloodFlow Restriction et rééducation du patient sportif blessé. Mens Prat Tech Kinésithérapeute [en ligne]. 5 déc 2020 [consulté 11 jan 2021]. <https://www.ks-mag.com/article/12188-bloodflow-restriction-et-reeducation-du-patient-sportif-blesse>
3. Planque F, Tamalet B. L'exercice avec restriction du flux sanguin (BFR) : une mode ? Une alternative ? Une méthode miracle ? L'expérience du centre médical FFF de Clairefontaine. J Traumatol Sport [en ligne]. 25 mars 2021 [cité 1 mai 2021]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0762915X21000267>
4. À propos de KAATSU [en ligne]. [consultée 10 janvier 2021]. Disponible : <https://www.kaatsu-france.com/a-propos/>
5. Nakajima T, Kurano M, Iida H, Takano H, Oonuma H, Morita T, et al. Use and safety of KAATSU training: Results of a national survey. Int J KAATSU Train Res. 2006;2(1):5-13.
6. Patterson SD, Brandner CR. The role of blood flow restriction training for applied practitioners: A questionnaire-based survey. J Sports Sci. 17 janv 2018;36(2):123-30.
7. Wilmore JH, Costill DL, Kenney L. Physiologie du sport et de l'exercice. De Boeck Supérieur ; 2017. 644 p. ISBN : 9782807306080
8. Freitas MC, Gerosa-Neto J, Zanchi NE, Lira FS, Rossi FE. Role of metabolic stress for enhancing muscle adaptations: Practical applications. World J Methodol. 26 juin 2017;7(2):46-54.
9. NYAKAYIRU J, FUCHS CJ, TROMMELEN J, SMEETS JSJ, SENDEN JM, GIJSEN AP, et al. Blood Flow Restriction Only Increases Myofibrillar Protein Synthesis with Exercise. Med Sci Sports Exerc. juin 2019; 51(6):1137-45.
10. Nakajima T, Yasuda T, Koide S, Yamasoba T, Obi S, Toyoda S, et al. Repetitive restriction of muscle blood flow enhances mTOR signaling pathways in a rat model. Heart Vessels. 1 oct 2016; 31(10):1685-95.
11. Naderi-boldaji V, Joukar S, Noorafshan A, Raji-amirhasani A, Naderi-boldaji S, Bejeshk M. The effect of blood flow restriction along with low-intensity exercise on cardiac structure and function in aging rat: Role of angiogenesis. Life Sci. 15 sept 2018; 209:202-9.

12. Pearson SJ, Hussain SR. A Review on the Mechanisms of Blood-Flow Restriction Resistance Training-Induced Muscle Hypertrophy. *Sports Med.* 1 févr 2015;45(2):187-200.
13. Manini TM, Clark BC. Blood Flow Restricted Exercise and Skeletal Muscle Health. *Exerc Sport Sci Rev.* avr 2009;37(2):78–85.
14. Centner C, Zdzieblik D, Dressler P, Fink B, Gollhofer A, König D. Acute effects of blood flow restriction on exercise-induced free radical production in young and healthy subjects. *Free Radic Res.* 3 avr 2018;52(4):446-54.
15. Loenneke JP, Fabs CA, Wilson JM, Bemben MG. Blood flow restriction: The metabolite/volume threshold theory. *Med Hypotheses.* 1 nov 2011;77(5):748-52.
16. Hwang PS, Willoughby DS. Mechanisms Behind Blood Flow–Restricted Training and its Effect Toward Muscle Growth: *J Strength Cond Res.* juill 2019;33:S167-79.
17. Hughes L, Patterson SD. The effect of blood flow restriction exercise on exercise-induced hypoalgesia and endogenous opioid and endocannabinoid mechanisms of pain modulation. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. 1 avr 2020;128(4):914-24.
18. Song JS, Spitz RW, Yamada Y, Bell ZW, Wong V, Abe T, et al. Exercise-induced hypoalgesia and pain reduction following blood flow restriction: A brief review. *Phys Ther Sport.* 1 juill 2021;50:89-96.
19. Yan Z, Aicui L, Andong C, Beibei L. Effect of cardiovascular function to resistance exercise training with blood flow restriction. *Ann Phys Rehabil Med.* 1 juill 2018;61:e275
20. da Cunha Nascimento D, Schoenfeld BJ, Prestes J. Potential Implications of Blood Flow Restriction Exercise on Vascular Health: A Brief Review. *Sports Med.* 1 janv 2020;50(1):73-81.
21. Bowman EN, Elshaar R, Milligan H, Jue G, Mohr K, Brown P, et al. Proximal, Distal, and Contralateral Effects of Blood Flow Restriction Training on the Lower Extremities: A Randomized Controlled Trial. *Sports Health.* 1 mars 2019;11(2):149-56.
22. Dankel SJ, Jessee MB, Abe T, Loenneke JP. The Effects of Blood Flow Restriction on Upper-Body Musculature Located Distal and Proximal to Applied Pressure. *Sports Med.* 1 janv 2016;46(1):23-33.
23. Haddock B, Hansen SK, Lindberg U, Nielsen JL, Frandsen U, Aagaard P, et al. Physiological responses of human skeletal muscle to acute blood flow restricted exercise assessed by multimodal MRI. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. 1 oct 2020;129(4):748-59.
24. Patterson SD, Hughes L, Warmington S, Burr J, Scott BR, Owens J, et al. Blood Flow Restriction Exercise: Considerations of Methodology, Application, and Safety. *Front Physiol.* 15 mai 2019;10:533.
25. DePhillipo NN, Kennedy MI, Aman ZS, Bernhardson AS, O'Brien L, LaPrade RF. Blood

Flow Restriction Therapy After Knee Surgery: Indications, Safety Considerations, and Postoperative Protocol. *Arthrosc Tech.* 24 sept 2018;7(10):e1037-43.

26. Minniti MC, Statkevich AP, Kelly RL, Rigsby VP, Exline MM, Rhon DI, et al. The Safety of Blood Flow Restriction Training as a Therapeutic Intervention for Patients With Musculoskeletal Disorders: A Systematic Review. *Am J Sports Med.* 1 juin 2020;48(7):1773-85.
27. Bond CW, Hackney KJ, Brown SL, Noonan BC. Blood Flow Restriction Resistance Exercise as a Rehabilitation Modality Following Orthopaedic Surgery: A Review of Venous Thromboembolism Risk. *J Orthop Sports Phys Ther.* 12 sept 2018;49(1):17-27.
28. McEwen JA, Owens JG, Jeyasurya J. Why is it Crucial to Use Personalized Occlusion Pressures in Blood Flow Restriction (BFR) Rehabilitation? *J Med Biol Eng.* 1 avr 2019;39(2):173-7.
29. Masri BA, Day B, Younger ASE, Jeyasurya J. Technique for Measuring Limb Occlusion Pressure that Facilitates Personalized Tourniquet Systems: A Randomized Trial. *J Med Biol Eng.* 2016;36(5):644-50.
30. Evin HA, Mahoney SJ, Wagner M, Bond CW, MacFadden LN, Noonan BC. Limb occlusion pressure for blood flow restricted exercise: Variability and relations with participant characteristics. *Phys Ther Sport.* 1 janv 2021;47:78-84.
31. Brekke AF, Sørensen AN, Buhr C, Johannesdóttir O, Jakobsen TL. THE VALIDITY AND RELIABILITY OF THE HANDHELD OXIMETER TO DETERMINE LIMB OCCLUSION PRESSURE FOR BLOOD FLOW RESTRICTION EXERCISE IN THE LOWER EXTREMITY. *Int J Sports Phys Ther.* oct 2020;15(5):783-91.
32. Patterson SD, Hughes L, Head P, Warmington S, Brandner C. Blood flow restriction training: a novel approach to augment clinical rehabilitation: how to do it. *Br J Sports Med.* déc 2017;51(23):1648-9.
33. Watherholt A, Vanwye W, Lohmann J, Owens J. The Effect of Cuff Width for Determining Limb Occlusion Pressure: A Comparison of Blood Flow Restriction Devices [en ligne]. [consulté 22 oct 2020]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6355123/>
34. Loenneke JP, Thiebaud RS, Fahs CA, Rossow LM, Abe T, Bemben MG. Effect of cuff type on arterial occlusion. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2013;33(4):325-7.
35. Yasuda T, Loenneke J, Ogasawara R, Abe T. Influence of continuous or intermittent blood flow restriction on muscle activation during low-intensity multiple sets of resistance exercise. *Acta Physiol Hung.* 1 déc 2013;100:419-26.
36. Freitas EDS, Miller RM, Heishman AD, Aniceto RR, Silva JGC, Bemben MG. Perceptual responses to continuous versus intermittent blood flow restriction exercise: A randomized controlled trial. *Physiol Behav.* 1 déc 2019;212:112717.

37. Amoretti R, Bigard X, Monod H, Rivière D, Rochcongar P, Rodineau J. Médecine du sport: Pour le Praticien. Elsevier Health Sciences; 2020. 749 p. ISBN : 9782294762482
38. Klissouras A, Klissouras O, Vassilis K. Les bases de la physiologie du sport: 64 concepts clés. Elsevier Health Sciences; 2017. 203 p. ISBN : 972-2-294-75230-8
39. Ladlow P, Coppack RJ, Dharm-Datta S, Conway D, Sellon E, Patterson SD, et al. Low-Load Resistance Training With Blood Flow Restriction Improves Clinical Outcomes in Musculoskeletal Rehabilitation: A Single-Blind Randomized Controlled Trial. *Front Physiol* [en ligne ]. 10 sept 2018 [consulté le 16 déc 2020];9. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6139300/>
40. Tennent DJ, Hylden CM, Johnson AE, Burns TC, Wilken JM, Owens JG. Blood Flow Restriction Training After Knee Arthroscopy: A Randomized Controlled Pilot Study. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med*. mai 2017;27(3):245-52.
41. VANWYE WR, WEATHERHOLT AM, MIKESKY AE. Blood Flow Restriction Training: Implementation into Clinical Practice. *Int J Exerc Sci*. 1 sept 2017;10(5):649-54.
42. Taylor CW, Ingham SA, Ferguson RA. Acute and chronic effect of sprint interval training combined with postexercise blood-flow restriction in trained individuals. *Exp Physiol*. 2016;101(1):143-54.
43. Slys J, Stultz J, Burr JF. The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. *J Sci Med Sport*. 1 août 2016;19(8):669-75.
44. Barbalho M, Rocha AC, Seus TL, Raiol R, Del Vecchio FB, Coswig VS. Addition of blood flow restriction to passive mobilization reduces the rate of muscle wasting in elderly patients in the intensive care unit: a within-patient randomized trial. [en ligne]. 2019 [consulté 15 déc 2020]. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0269215518801440>
45. Patterson SD, Hughes L, Owens J. Early Postoperative Role of Blood Flow Restriction Therapy to Avoid Muscle Atrophy. In: Noyes FR, Barber-Westin S, éditeurs. *Return to Sport after ACL Reconstruction and Other Knee Operations: Limiting the Risk of Reinjury and Maximizing Athletic Performance* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2019 [cité 2 mai 2021]. p. 261-74.
46. Kilgas MA, Lytle LLM, Drum SN, Elmer SJ. Exercise with Blood Flow Restriction to Improve Quadriceps Function Long After ACL Reconstruction. *Int J Sports Med*. sept 2019;40(10):650-6.
47. Hughes L, Rosenblatt B, Haddad F, Gissane C, McCarthy D, Clarke T, et al. Comparing the Effectiveness of Blood Flow Restriction and Traditional Heavy Load Resistance Training in the Post-Surgery Rehabilitation of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Patients: A UK National Health Service Randomised Controlled Trial. *Sports Med*. 1 nov 2019;49(11):1787-805.

48. Hughes L, Rosenblatt B, Paton B, Patterson SD. Blood Flow Restriction Training in Rehabilitation Following Anterior Cruciate Ligament Reconstructive Surgery: A Review. *Tech Orthop.* 1 juin 2018;33(2):106-13.
49. Ferlito JV, Pecce SAP, Oselame L, De Marchi T. The blood flow restriction training effect in knee osteoarthritis people: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil.* nov 2020;34(11):1378-90.
50. Branco Ferraz R, Gualano B, Rodrigues R, Kurimori C, Fuller R, Lima F, et al. Benefits of Resistance Training with Blood Flow Restriction in Knee Osteoarthritis. *Med Sci Sports Exerc.* 1 mai 2018;50:897-905.
51. Giles L, Webster KE, McClelland J, Cook JL. Quadriceps strengthening with and without blood flow restriction in the treatment of patellofemoral pain: a double-blind randomised trial. *Br J Sports Med.* 1 déc 2017;51(23):1688-94.
52. Korakakis V, Whiteley R, Giakas G. Low load resistance training with blood flow restriction decreases anterior knee pain more than resistance training alone. A pilot randomised controlled trial. *Phys Ther Sport.* 1 nov 2018;34:121-8.
53. Yow BG, Tennent DJ, Dowd TC, Loenneke JP, Owens JG. Blood Flow Restriction Training After Achilles Tendon Rupture. *J Foot Ankle Surg.* 1 mai 2018;57(3):635-8.
54. Hughes L, Paton B, Rosenblatt B, Gissane C, Patterson SD. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 1 juill 2017;51(13):1003-11.
55. Hackney KJ, Brown LWJ, Stone KA, Tennent DJ. The Role of Blood Flow Restriction Training to Mitigate Sarcopenia, Dynapenia, and Enhance Clinical Recovery. *Tech Orthop.* 1 juin 2018;33(2):98-105.
56. Lopes KG, Bottino DA, Farinatti P, de Souza M das GC, Maranhão PA, de Araujo CMS, et al. Strength training with blood flow restriction – a novel therapeutic approach for older adults with sarcopenia? A case report. *Clin Interv Aging.* 14 août 2019;14:1461-9.
57. Conseil Régional de l'Ordre des Masseurs-Kinésithérapeutes du Grand Est. Chiffres MK 2018 [en ligne]. CROMK. Mai 2018. [consulté le 20 novembre 2020]. Disponible : <http://grandest.ordremk.fr/chiffres-mk-2018/>
58. Calculateur de taille d'échantillon [en ligne]. CheckMarket. [cité 2 novembre 2020]. Disponible sur: <https://fr.checkmarket.com/calculateur-taille-echantillon/>
59. Perneger T. Le questionnaire de recherche : mode d'emploi à usage des débutants. *Rev Mal Respir.* 2004;21,4-C2:6S71-4.
60. Bruchard A. BLOOD FLOW RESTRICTION TRAINING [en ligne]. [cité 2 avril 2021]. Disponible sur: [https://www.wmaker.net/kinesport/BLOOD-FLOW-RESTRICTION-TRAINING\\_a4888.html](https://www.wmaker.net/kinesport/BLOOD-FLOW-RESTRICTION-TRAINING_a4888.html)

61. Saatmann N, Zaharia O-P, Loenneke JP, Roden M, Pesta DH. Effects of Blood Flow Restriction Exercise and Possible Applications in Type 2 Diabetes. *Trends Endocrinol Metab.* 1 févr 2021;32(2):106-17.
62. Ozaki, H., Miyachi, M., Nakajima, T., & Abe, T. (2010). Effects of 10 Weeks Walk Training With Leg Blood Flow Reduction on Carotid Arterial Compliance and Muscle Size in the Elderly Adults. *Angiology*, 62(1), 81–86.
63. da Cunha Nascimento D, Schoenfeld BJ, Prestes J. Potential Implications of Blood Flow Restriction Exercise on Vascular Health: A Brief Review. *Sports Med.* janv 2020;50(1):73-81.
64. Kohlbrenner D, Aregger C, Osswald M, Sievi NA, Clarenbach CF. Blood-flow restricted strength training combined with high-load strength and endurance training in pulmonary rehabilitation for COPD: a case report. *Phys Ther.* [en ligne]. Fev 2021 [consulté 26 avr 2021]; Disponible sur: <https://academic.oup.com/ptj/advance-article-abstract/doi/10.1093/ptj/pzab063/6134603?redirectedFrom=fulltext>
65. OMS. La bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) [en ligne]. WHO. [consulté le 2 avril 2021]. Disponible sur: <https://www.who.int/respiratory/copd/fr/>
66. Bittar ST, Pfeiffer PS, Santos HH, Cirilo-Sousa MS. Effects of blood flow restriction exercises on bone metabolism: a systematic review. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2018;38(6):930-5.
67. Linero C, Choi S-J. Effect of blood flow restriction during low-intensity resistance training on bone markers and physical functions in postmenopausal women. *J Exerc Sci Fit.* 1 janv 2021;19(1):57-65.

## **ANNEXES**

**ANNEXE I** : Photos du BFR.

**ANNEXE II** : Le questionnaire Google Formulaire® transmis aux participants.

**ANNEXE III** : Formule utilisée pour le calcul de l'échantillon.

**ANNEXE IV** : Cheminement du questionnaire.

**ANNEXE V** : Comparaison du niveau de connaissance et d'une formation en KS des MK de la catégorie 2.

**ANNEXE VI** : Présentation de l'intérêt pour le BFR, la patientèle rencontrée par les MK de la catégorie 3, et les formations en KS.

**ANNEXE VII** : Tableau des contre-indications.

## ANNEXE I : Photos du BFR





# ANNEXE II : Le questionnaire Google Formulaire® transmis aux participants

02/05/2021

Enquête sur les connaissances des masseurs-kinésithérapeutes du Grand-Est sur le "Blood Flow Restriction"

## Enquête sur les connaissances des masseurs-kinésithérapeutes du Grand-Est sur le "Blood Flow Restriction"

Bonjour à toutes et à tous,  
Étudiant en 4ème année à l'IFMK de Nancy, j'ai décidé, pour mon mémoire de fin d'études, de m'intéresser au Blood Flow Restriction (BFR), une méthode de renforcement musculaire.

Je vous serais grandement reconnaissant de prendre entre 2 et 5 minutes afin de répondre au questionnaire.

Même si vous ne connaissez pas cette technique, vos réponses m'intéressent tout autant.

Je suis disponible à l'adresse suivante si vous avez la moindre question :  
[thomas.felkar2@gmail.com](mailto:thomas.felkar2@gmail.com).

En vous remerciant par avance pour votre professionnalisme et votre diligence.  
Bien cordialement,

Thomas Felkar.

**\*Obligatoire**

### Informations personnelles

1. Êtes-vous : \*

*Une seule réponse possible.*

Une femme

Un homme

Autre : \_\_\_\_\_

## 2. Quel âge avez-vous ? \*

*Une seule réponse possible.*

- Moins de 20 ans
- Entre 20 et 29 ans
- Entre 30 et 39 ans
- Entre 40 et 49 ans
- Entre 50 et 59 ans
- Entre 60 et 69 ans
- Plus de 70 ans

## 3. En quelle année avez-vous obtenu votre diplôme d'état ? \*

*Une seule réponse possible.*

- Entre 2015 et 2020
- Entre 2010 et 2014
- Entre 2000 et 2009
- Entre 1990 et 1999
- Avant 1990

## 4. Dans quel institut avez-vous étudié ? \*

*Une seule réponse possible.*

- Nancy
- Strasbourg
- Mulhouse
- Reims
- Autre : \_\_\_\_\_

5. Dans quel milieu exercez-vous ? \*

*Une seule réponse possible.*

- Libéral
- Institutionnel
- Mixte
- Autre : \_\_\_\_\_

6. Dans quel département exercez-vous ? \*

*Une seule réponse possible.*

- Aube
- Ardennes
- Bas-Rhin
- Haut-Rhin
- Haute-Marne
- Marne
- Meuse
- Meurthe-et-Moselle
- Moselle
- Vosges
- Autre : \_\_\_\_\_

Evaluation des connaissances

## 7. Avez-vous déjà entendu parler ou connaissez-vous le Blood Flow Restriction ? \*



*Une seule réponse possible.*

- Je connais le BFR et je l'ai déjà utilisé sur des patients en rééducation  
*Passer à la question 8*
- Je connais le BFR mais je ne l'ai jamais utilisé en rééducation  
*Passer à la question 28*
- Je ne connais pas cette technique *Passer à la question 40*

## Utilisation du BFR en rééducation

## 8. Dans quel contexte l'avez-vous découvert ? \*

*Plusieurs réponses possibles.*

- Dans la littérature/article scientifique
- Par le biais d'un confrère qui utilise cette technique
- Lors d'une formation
- En salle de sport comme méthode de musculation
- Lors d'un stage
- Lors d'un cours donné dans votre institut
- Sur internet/réseaux sociaux
- Je ne sais plus

Autre :  \_\_\_\_\_

9. Avez-vous suivi une formation spécifique BFR ? \*

*Une seule réponse possible.*

Oui

Non

10. Si oui, laquelle ?

\_\_\_\_\_

11. Quel matériel utilisez-vous pour la manchette d'occlusion ? \*

*Une seule réponse possible.*

Une bande élastique

Un manchon pressurisé

Les deux

Autre : \_\_\_\_\_

12. De quelle largeur est votre manchette d'occlusion ? \*

*Une seule réponse possible.*

De petite taille, environ 5 cm

De grande taille, environ 13 à 15 cm

Autre : \_\_\_\_\_

## 13. Comment déterminez-vous la pression de la manchette d'occlusion ? \*

*Plusieurs réponses possibles.*

- Calcul de la LOP (Limb Occlusion Pressure) à l'aide d'un écho-doppler ou d'une palpation manuelle distale
- 1,3 multiplié par la pression systolique
- Intensité de pression décrite par le patient (7/10 au membre inférieur et 5/10 au membre supérieur)
- Par votre propre ressenti
- Pression standard pour tous les patients entre 180 et 200 mmHg
- Vous ne déterminez pas la pression du garrot

Autre :  \_\_\_\_\_

## 14. Dans quel(s) champ(s) d'exercice de la kinésithérapie l'utilisez-vous ? \*

*Plusieurs réponses possibles.*

- Gériatrie
- Rhumatologie
- Sport
- Traumatologie

Autre :  \_\_\_\_\_

## 15. Vous l'utilisez chez vos patients en cas : \*

*Plusieurs réponses possibles.*

- D'arthrose
- D'atrophie musculaire
- De prévention contre la survenue d'atrophie musculaire en pré-opératoire
- De lutte contre l'atrophie musculaire en post-opératoire
- De rupture du tendon d'Achille
- De ligamentoplastie du ligament croisé antérieur
- De syndrome fémoro-patellaire
- De tendinopathie
- De sarcopénie
- De recherche de performance
- De simple renforcement musculaire

Autre :  \_\_\_\_\_

16. Avez-vous déjà utilisé le BFR pour des exercices en aérobic (marche/vélo) ? \*

*Une seule réponse possible.*

- Oui  
 Non

17. Avez-vous déjà utilisé le BFR comme méthode d'échauffement en début de séance ? \*

*Une seule réponse possible.*

- Oui  
 Non

18. Généralement, vos patient : \*

*Une seule réponse possible.*

- Gardent la manchette de compression entre les séries  
 Enlèvent systématiquement la manchette de compression entre les séries  
 Enlèvent la manchette uniquement s'ils ne supportent pas la pression

19. Calculez-vous la 1 RM de vos patients avant de commencer la rééducation avec le BFR ? \*

*Une seule réponse possible.*

- Oui  
 Non  
 Pas systématiquement

20. Si oui, vos patients travaillent environ à :

*Plusieurs réponses possibles.*

- Moins de 20 % de leur 1 RM
- 20 % de leur 1 RM
- 30 % de leur 1 RM
- 40 % de leur 1 RM
- 50 % de leur 1 RM
- 60 % de leur 1 RM
- 70 % de leur 1 RM
- Plus de 70 % de leur 1 RM

21. Un de vos patients a-t-il déjà subi un évènement indésirable lors d'une séance de BFR ? \*

*Une seule réponse possible.*

- Oui
- Non

22. Si oui, lequel/lesquels ?

*Plusieurs réponses possibles.*

- Lésion cutanée
- Lésion musculaire
- Lésion nerveuse périphérique
- Thrombose veineuse profonde
- Trouble de la tension artérielle
- Ischémie musculaire

Autre :  \_\_\_\_\_



23. Généralement, vos patients supportent-ils la pression de la manchette d'occlusion ? \*

*Une seule réponse possible.*

- Oui  
 Non  
 Je ne sais pas

24. En général, chez vos patients, avez-vous eu des résultats satisfaisants sur le gain de force et le volume musculaire avec le BFR ? \*

*Une seule réponse possible.*

- Oui  
 Non  
 Je ne sais pas

25. Généralement, le fait de travailler avec une charge plus faible rend-elle les séances moins douloureuses pour vos patients ? \*

*Une seule réponse possible.*

- Oui  
 Non  
 Je ne sais pas

26. Globalement, vous sentez-vous à l'aise avec cette méthode ? \*

*Une seule réponse possible.*

- Oui  
 Non  
 Ne sais pas

27. Si non, pouvez-vous expliquer brièvement pourquoi :

\_\_\_\_\_

*Passer à la section 7 (Je vous remercie de votre participation).*

**Vous connaissez le BFR, mais vous ne l'avez pas mis en pratique**

28. Dans quel contexte l'avez-vous découvert ? \*

*Plusieurs réponses possibles.*

- Dans la littérature/article scientifique
- Par le biais de confrère qui utilise cette technique
- Lors d'une formation
- En salle de sport comme technique de musculation
- Lors d'un stage
- Lors d'un cours donné dans votre institut
- Sur internet/réseaux sociaux
- Je ne sais plus

Autre :  \_\_\_\_\_

29. Selon vous, dans quel(s) champ(s) d'activité est-il généralement utilisé ? \*

*Plusieurs réponses possibles.*

- Cardio-vasculaire
- Gériatrie
- Orthopédie
- Périnéale
- Respiratoire
- Rhumatologie
- Sport
- Traumatologie
- Neurologique
- Je ne sais pas

Autre :  \_\_\_\_\_

30. Selon vous, quel(s) effet(s) va/vont avoir un exercice à faible charge avec BFR par rapport à un exercice à forte charge sans BFR ? \*

*Plusieurs réponses possibles.*

- Nous aurons le même effet au niveau musculaire (volume, gain de force)
- L'exercice à faible charge avec BFR aura des effets sur les muscles moins importants que celui à charge lourde
- L'exercice à faible charge sera moins douloureux
- Pas de différence vis-à-vis de la douleur entre ces deux exercices
- Je ne sais pas

31. Selon vous, pour quelle forme de travail le BFR peut-il être appliqué ? \*

*Une seule réponse possible.*

- Travail en endurance de type aérobie (vélo, marche)
- Travail en force de type anaérobie
- Les deux
- Je ne sais pas

32. Pensez-vous que l'on peut s'en servir comme technique d'échauffement ? \*

*Une seule réponse possible.*

- Oui
- Non
- Je ne sais pas

33. Selon-vous, à quel niveau du membre place t-on la manchette d'occlusion ?

*Une seule réponse possible.*

- Au niveau proximal du segment
- Au niveau distal du segment
- Je ne sais pas

34. Concernant la pression de la manchette d'occlusion, pensez-vous que : \*

*Une seule réponse possible.*

- On applique une pression standardisée pour tous les patients
- On applique une pression en se basant sur le ressenti du patient
- On applique une pression personnalisée propre à chaque patient
- Je ne sais pas

35. Avez-vous suivi un enseignement complémentaire dans le domaine du sport après votre diplôme d'état ? \*

*Plusieurs réponses possibles.*

- Diplôme universitaire
- Formation complémentaire (Kinésport, clinique du coureur)
- Pas de formation en kinésithérapie du sport

36. Dans quel(s) champ(s) se trouve la patientèle que vous rencontrez lors de votre pratique ? \*

*Plusieurs réponses possibles.*

- Cardio-vasculaire
- Gériatrie
- Orthopédique
- Neurologie
- Pédiatrie
- Périnéologie
- Respiratoire
- Rhumatologie
- Sport
- Traumatologie

Autre :  \_\_\_\_\_

## 37. Pourquoi ne l'avez vous pas mis en pratique ?

Plusieurs réponses possibles.

- Par manque de temps
- J'attends que plus d'étude paraisse dessus
- J'attends de me former davantage dessus
- Cette technique ne correspond pas à ma patientèle
- Je ne trouve pas cette technique adapté à la prise en charge de patient
- Je ne connais pas assez cette technique
- Je ne sais pas

Autre :  \_\_\_\_\_

## 38. Envisagez-vous de vous former au BFR ou de vous documenter davantage sur le sujet ? \*

Une seule réponse possible.

- Oui
- Non
- Je ne sais pas

## 39. Pourriez-vous justifier brièvement votre réponse à la question précédente ?

\_\_\_\_\_

Passer à la section 7 (Je vous remercie de votre participation)

Si vous ne connaissez pas cette technique :

Voici une brève définition :  
Le Blood flow restriction (BFR), ou entraînement en occlusion, est une technique de renforcement musculaire basée sur la restriction du flux sanguin dans le membre ciblé. Elle se réalise par l'intermédiaire d'une manchette de compression. Cela permet une stimulation musculaire intense en utilisant une charge réduite (environ 30 % de la 1 RM avec BFR plutôt que 70 % sans BFR). Cette technique semble intéressante, car elle réduit le stress mécanique, la douleur ainsi que l'appréhension chez les patients.  
Cette technique est notamment utilisée dans les pays anglo-saxons.  
La littérature montre l'intérêt du BFR dans de nombreux cas comme : l'arthrose de genou, l'amyotrophie musculaire, le renforcement musculaire en post-opératoire précoce, la ligamentoplastie du LCA ou encore dans le syndrome fémoro-patellaire.

40. Avez-vous suivi un enseignement complémentaire dans le domaine du sport après votre DE ?

*Une seule réponse possible.*

- Diplôme universitaire
- Formation complémentaire (Kinésport, clinique du coureur)
- Pas de formation en kinésithérapie du sport

41. Dans quel(s) champ(s) se trouve la patientèle que vous rencontrez dans votre pratique ? \*

*Plusieurs réponses possibles.*

- Cardio-vasculaire
- Gériatrie
- Neurologie
- Orthopédie
- Pédiatrie
- Périnéologie
- Respiratoire
- Rhumatologie
- Sport
- Traumatologie

Autre :  \_\_\_\_\_

42. Allez-vous vous renseigner sur cette méthode ? \*

*Plusieurs réponses possibles.*

- Oui, car cela pourrait correspondre à ma patientèle
- Oui, par simple curiosité
- Non, car cela ne correspond pas à ma patientèle
- Non, car cela ne me semble pas être une technique "pertinente"

Autre :  \_\_\_\_\_

*Passer à la section 7 (Je vous remercie de votre participation).*

02/05/2021

Enquête sur les connaissances des masseurs-kinésithérapeutes du Grand-Est sur le "Blood Flow Restriction"

Je vous remercie de  
votre participation

Vos réponses ont bien été prises en compte.  
Je reste disponible à adresse mail suivante si vous avez la moindre  
question : [thomas.felkar2@gmail.com](mailto:thomas.felkar2@gmail.com)

---

Ce contenu n'est ni rédigé, ni cautionné par Google.

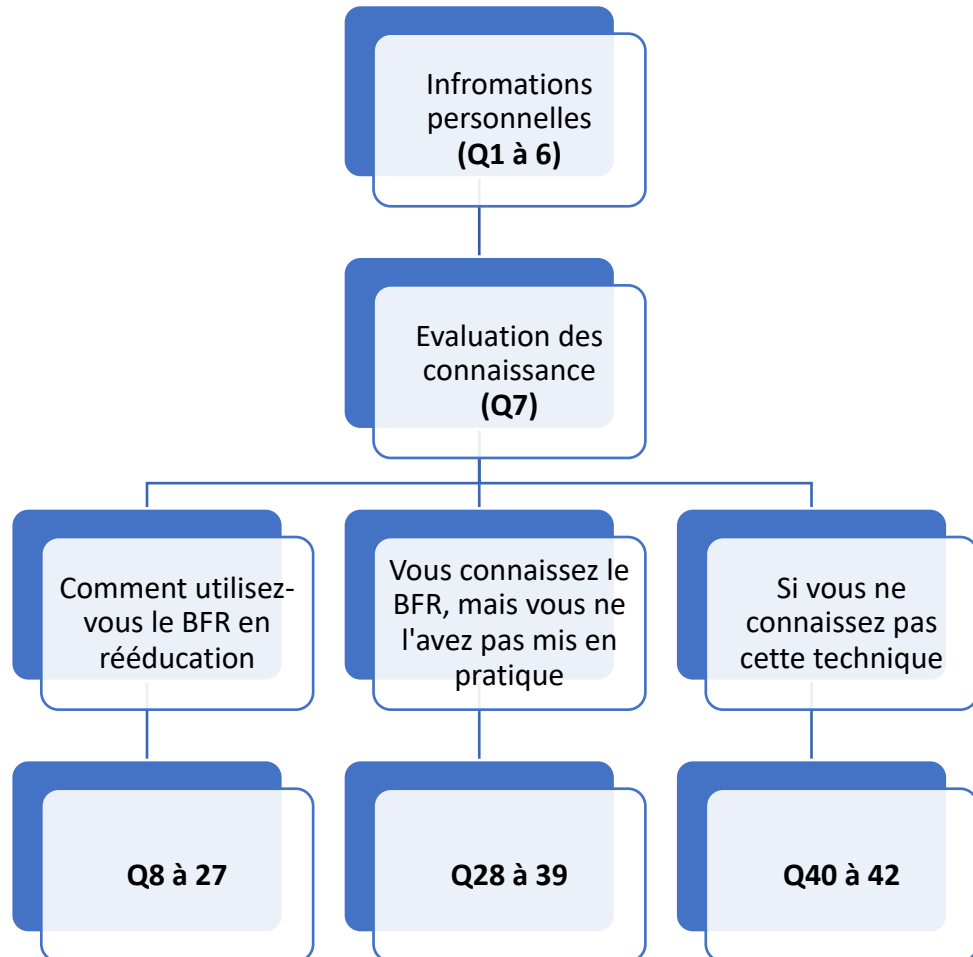
Google Forms

**ANNEXE III : Formule utilisée pour le calcul de l'échantillon (58)**

$$\text{Taille de l'échantillon} = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left( \frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N} \right)}$$



## ANNEXE IV : Cheminement du questionnaire.



**ANNEXE V : Comparaison du niveau de connaissance et d'une formation en KS des MK de la catégorie 2.**

*Tableau IV : Comparaison du niveau de connaissance et d'une formation en KS des MK de la catégorie 2*

<b>Niveau de connaissance</b>	<b>Effectifs</b>	<b>Formation en KS</b>	<b>Pas de formation en KS</b>	<b>Valeur-p (test)</b>
<b>Très faible (0-2)</b>	30,8 % (n=12)	13,6 % (n=3)	53 % (n=9)	0,097
<b>Faible (3-4)</b>	17,9 % (n=7)	9,1 % (n=2)	29,4 % (n=5)	0,234
<b>Moyen (5-6)</b>	25,6% (n=10)	31,8 % (n=7)	17,6 % (n=3)	0,496
<b>Bon (7-8)</b>	5,2 % (n=2)	9,1 % (n=2)	0 % (n=0)	0,502
<b>Très bon (9-11)</b>	20,5 % (n=8)	36,4 % (n=8)	0 % (n=0)	0,037
<b>Totaux</b>	100% (n=39)	100 % (n=22)	100 % (n=17)	

**ANNEXE VI : Présentation de l'intérêt pour le BFR, la patientèle rencontrée, et les formations en KS des MK de la catégorie 3**

*Tableau V : Présentation de l'intérêt pour le BFR, la patientèle rencontrée, et les formations en KS des MK de la catégorie 3*

<b>Catégorie</b>	<b>Effectif</b>	<b>Participant ayant une patientèle correspondante</b>	<b>Formation en KS</b>	<b>Pas de formation en KS</b>	<b>Valeur-p (test)</b>
<b>Non, car cela ne correspond pas à ma patientèle</b>	36,2 % (n=38)	92,9 % (n=35)	2,8 % (n=3)	34,3 % (n=36)	0,039
<b>Non, cette technique ne me semble pas pertinente</b>	1,9 % (n=2)	100 % (n=2)	1 % (n=1)	1 % (n=1)	0,385
<b>Oui, car cela pourrait correspondre à ma patientèle</b>	22,9 % (n=24)	100 % (n=24)	16,2 % (n=17)	9,5 % (n=10)	0,006
<b>Oui, par simple curiosité</b>	39 % (n=41)	94,9 % (n=39)	1 % (n=1)	34,3 % (n=36)	0,247
<b>Totaux</b>	100 % (n=105)	95,2 % (n=100)	21 % (n=22)	79 % (n=83)	

## ANNEXE VII : Tableau des contre-indications (57).

Historique de thrombose veineuse profonde.	5 points
Fièvres ou maladie aigue.	
Pression sanguine > 180/100 mmHg.	
Post-opératoire immédiat.	
Arythmie importante ou ischémie coronarienne.	
Grossesse.	4 points
Varices.	3 points
Inactivité prolongée.	
Fibrillation auriculaire ou insuffisance cardiaque.	
Pression sanguine >160-170/95-99 mmHg.	
Age > 60 ans, IMC > 30kg/m <sup>2</sup> , malignité, hyperlipidémie, œstrogène thérapie.	2 points
Age 40-59 ans, sexe féminin, BMI 25-30kg/m <sup>2</sup> .	1 point

## Résumé/Abstract :

### ENQUÊTE SUR LES CONNAISSANCES DES MASSEUR-KINÉSITHÉRAPEUTES DU GRAND-EST SUR LE « BLOOD FLOW RESTRICTION »

**Introduction :** Le Blood Flow Restriction (BFR) est une technique de renforcement musculaire basée sur la restriction du flux sanguin dans le membre ciblé. Elle se réalise par le biais d'une manchette de compression. Cela permet, via une cascade de réaction métabolique, une stimulation musculaire intense en utilisant une charge réduite, environ 30 % de la 1 RM avec BFR plutôt que 70 % sans BFR.

**Matériel et méthode :** Un questionnaire électronique a été envoyé aux masseur-kinésithérapeutes (MK) libéraux de la région Grand-Est par voie électronique via un intermédiaire, l'URPS-MK du Grand-Est. Le questionnaire a été distribué entre le 24 novembre 2020 et le 14 février 2021.

**Résultats :** 147 MK ont répondu à notre étude (2,53 % de la population totale). 2 % des thérapeutes ont déjà utilisé cette technique en rééducation (catégorie 1), 27 % en ont déjà entendu parler sans l'avoir mis en pratique (catégorie 2) et 71 % ne connaissent pas cette technique (catégorie 3). Les formations en kinésithérapie du sport semblent avoir un impact sur la connaissance ou non du BFR. 100 % des personnes de la catégorie 1 utilisent le BFR de manière sécurisante pour leurs patients. Les personnes de la catégorie 2 ont un niveau de connaissances hétérogènes sur cette technique. La majorité des MK, 100 % pour la catégorie 2 et 92,8 % pour la catégorie 3, ont une patientèle à qui le BFR pourrait correspondre.

**Discussion et conclusion :** Les réponses nous ont permis de confirmer nos hypothèses de départ ainsi que de trouver une relation avec les données de la littérature. En effet les MK de la catégorie 1 utilisant le BFR suivant les données de la littérature et obtiennent des résultats satisfaisants sur leurs patients. Cependant, cette technique reste encore très peu connue et rarement mise en pratique. Elle est largement assimilée au milieu sportif alors qu'il existe un grand nombre de pathologies où le BFR pourrait être un bon complément des prises en charge MK.

**Mots clés :** Blood Flow Restriction, connaissance, enquête, masso-kinésithérapie.

---

### KNOWLEDGE OF PHYSIOTHERAPISTS IN THE "GRAND EST" REGION ON "BLOOD FLOW RESTRICTION" SURVEY

**Introduction:** Blood Flow Restriction (BFR) is a muscle strengthening technique based on restricting blood flow to the targeted limb. It is performed by means of a compression cuff. This allows, via a metabolic reaction cascade, an intense muscle stimulation using a reduced load. (Approximately 30 % of the 1 R.M with BFR rather than 70 % without BFR).

**Methods:** An electronic survey has been sent by email to independent physiotherapists (PT) in the "Grand Est" region through an intermediary, the URPS-MK of the "Grand Est" region. It has been delivered between November 24<sup>nd</sup>, 2020 and February 14<sup>th</sup>, 2021

**Results:** A total of 147 PTs responded to the survey (2.53 % of total population). 2 % of the PTs have already used this technique in rehabilitation (category 1), 27 % have already heard about it without practicing it (category 2) and 71 % do not know about this technique (category 3). Training in sports physiotherapy seems to have an impact on the knowledge or not of BFR. 100 % of category 1 people use BFR in a safe way for their patients. Category 2 people have a heterogeneous level of knowledge about this technique. The majority of PTs, 100 % of category 2 and 92.8 % for category 3, have a patient base for whom the BFR could be appropriate.

**Discussion and conclusion:** The answers allowed us to confirm our initial hypothesis, as well as to find a relation with the data in literature. Indeed, the category 1 PTs using BFR according to literature data obtain satisfactory results on their patients. However, this technique is still very unknown and practiced. This is due to the fact that it is still largely assimilated to the sports environment, while there are a large number of pathologies on which BFR could be a good complement to PT treatment.

**Keywords:** Blood Flow Restriction, survey, knowledge, physiotherapist.

