



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

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

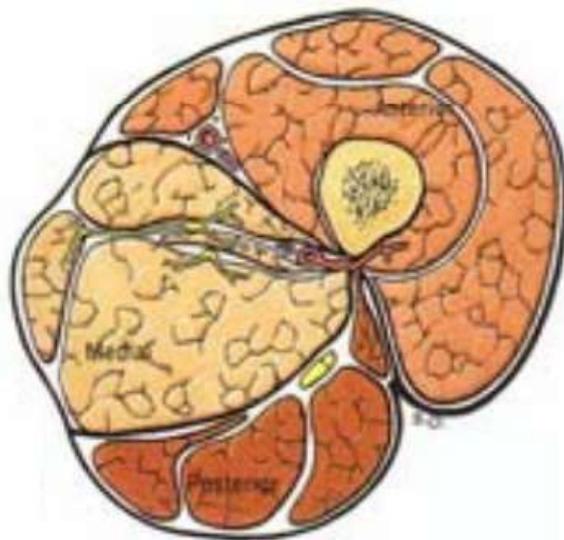
<https://www.service-public.fr/professionnels-entreprises/vosdroits/F23431>

MINISTERE DE LA SANTE

REGION GRAND EST

INSTITUT LORRAIN DE FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE DE NANCY

“ INTÉRÊT DE L’ÉCHOGRAPHIE QUADRICIPITALE POUR LE MASSEUR-KINESITHERAPEUTE DANS LA PRISE EN CHARGE DES PATIENTS OPÉRÉS CARDIAQUES SOUS NORADRENALINE ”



Mémoire présenté par PERRIN Nolan,
Étudiant en 4^{ème} année de masso-kinésithérapie
En vue de l’obtention du
Diplôme d’État de Masseur-kinésithérapeute 2015-2019



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

Je soussigné(e), ..PERRIN Nolan.....

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 avril 2019.....

REMERCIEMENTS

L'ensemble du personnel de rééducation et l'IFMK :

Merci au Pr. PAYSANT, à l'équipe de rééducation, ainsi qu'à l'équipe pédagogique de l'IFMK de Nancy pour leur soutien dans la réalisation de ce travail.

Monsieur le Docteur Mathieu MATTEI, Anesthésiste-réanimateur :

Merci d'avoir accepté de soutenir et suivre ce travail. Vous avez été d'une efficacité redoutable de par votre écoute et votre disponibilité.

Madame Aurélie OUDIN, Masseur-kinésithérapeute :

Merci à Aurélie, ma directrice de mémoire, pour la communication de sa passion dans le domaine de la kinésithérapie en réanimation, pour sa disponibilité, sa rigueur ainsi que son expertise masso-kinésithérapique.

L'ensemble du personnel soignant du service :

Je tiens à remercier l'ensemble du personnel soignant (médecins, infirmiers (ères), aides-soignants (es)) du service de réanimation/secteur de chirurgie cardiaque et transplantation pour leur sympathie, leur écoute et les nombreux échanges constructifs.

Intérêt de l'échographie quadricipitale pour le MK dans la prise en charge des patients opérés cardiaques sous noradrénaline

Introduction : La durée de séjour en réanimation engendre une fonte musculaire précoce. Cette perte musculaire concourt à altérer l'autonomie du patient. En réanimation de chirurgie cardiaque, les conditions opératoires induisent une vasoplégie réactionnelle rendant le patient instable sur le plan hémodynamique. En réponse à cette instabilité, une médication par vasopresseurs est entreprise afin de corriger cela. Ce traitement, de par ses propriétés vasoconstrictrices, altère la vascularisation périphérique sur un muscle déjà en « érosion ». A ce jour, aucun lien n'est connu entre diminution de la masse musculaire et administration de noradrénaline en chirurgie cardiaque. L'objectif de notre travail a été d'observer si un lien existe entre ces paramètres afin d'adapter au mieux le traitement masso-kinésithérapique.

Matériel et méthode : Nous avons inclus 14 patients du 20/02/2019 au 02/04/2019 qui étaient admis pour une chirurgie cardiaque programmée, et avons suivi l'état musculaire de ces patients qui bénéficiaient pour la plupart d'un traitement vasopresseur. Le traitement masso-kinésithérapique était identique pour chaque patient. Une mesure échographique de l'épaisseur quadricipitale et de l'angle de pennation étaient réalisées avant l'opération. Ces mesures se sont répétées toutes les 48h, sur une durée de 8 jours. Parallèlement, nous avons recueilli les doses de noradrénaline administrées.

Résultats : Parmi les 14 patients inclus, 71.4% bénéficiaient d'un traitement par noradrénaline. La durée moyenne de séjour en réanimation était de 4.5 jours et de 6 jours en secteur. Sur 9 jours, l'épaisseur musculaire quadricipitale des membres inférieurs chez les patients bénéficiant d'un traitement par noradrénaline pour des doses moyennes de 54.18 gamma/kg diminuait de 16.49% versus 12.49% sans cette médication ($p=0,3082$). L'angle de pennation des membres inférieurs pour ces mêmes doses diminuait de 16.6% chez les patients traités par noradrénaline, versus 23.87% sans cette médication ($p=0,6289$).

Discussion : Au sein de notre échantillon, nous avons pu observer une diminution non significative de la masse musculaire quadricipitale en lien avec le traitement vasopresseur à J+8. L'angle de pennation était difficilement exploitable de par la variabilité des mesures observées et des biais potentiels. Des données complémentaires seraient nécessaires pour ajuster le traitement rééducatif afin de prévenir cette fonte musculaire manifeste.

Mots-clés : Réanimation, fonte musculaire, quadriceps, kinésithérapie, noradrénaline

Utility of quadriceps ultrasound usage in physiotherapy to manage patient who receive noradrenaline treatment after cardiac surgery

Introduction : The length of stay in intensive care causes early muscle wasting. This loss of muscle contributes to altering the patient's autonomy. In cardiac surgery, the intraoperative conditions induce a reactive vasoplegia making the patient unstable hemodynamically. In response to this instability, vasopressor medication is being undertaken to correct this. This treatment, by its vasoconstrictor properties, alters the peripheral vascularization on a muscle already in "erosion". To date, there is no known link between decreased muscle mass and noradrenaline administration in cardiac surgery. The objective of our work is to observe if there is a link between these parameters in order to better adapt physiotherapist's treatment.

Materials & methods : We included 14 patients from 20/02/2019 to 02/04/2019 who were admitted for scheduled cardiac surgery and monitored the muscle status of these patients who were mostly receiving vasopressor therapy. Physiotherapy treatment was identical for each patient. An ultrasound measurement of the quadriceps thickness and the pennation angle were performed before the operation. These measurements were then repeated every 48h over a period of 8 days. At the same time, we collected doses of norepinephrine administered.

Results : Of the 14 patients included, 71.4% received norepinephrine therapy. The average length of stay in intensive care was 4.5 days and 6 days in the cardiac surgery unit. Over 9 days, the mean quadriceps muscle thickness in the lower limb in patients receiving norepinephrine treatment for average doses of 54.18 gamma/kg decreased by 16.49% versus 12.49% without this medication ($p=0.3082$). The mean pennation angle of the lower limb for these same doses decreased by 16.6% in patients treated with norepinephrine, versus 23.87% without this medication ($p=0.6289$).

Conclusion : In our sample, we observed a non-significant decrease in quadriceps muscle mass associated with vasopressor therapy at D + 8. The pennation angle was more difficult to exploit because of the variability of the observed measurements and the potential biases. Additional data are needed to adjust the physiotherapy treatment to prevent this obvious muscle wasting.

Key-words : intensive care unit, muscle wasting, quadriceps, physiotherapy, norepinephrine

TABLE DES MATIÈRES

1) INTRODUCTION	1
1.1) Problématique	1
1.2) La chirurgie cardiaque	4
1.3) Les conséquences de la chirurgie cardiaque	5
1.3.1) Instabilité hémodynamique	5
1.3.2) Réponse inflammatoire systémique	5
1.3.3) Médiateurs de l'inflammation impliqués	6
1.3.4) Inflammation et catabolisme musculaire	7
1.4) Actions de la noradrénaline et réflexion clinique	7
1.5) Réhabilitation précoce et mobilisation	8
1.6) Implications des catécholamines dans la prise en charge MK	9
1.7) L'échographie et ses principes	10
1.7.1) Principes	10
1.7.2) Échographie et kinésithérapie en réanimation	11
1.7.3) Évaluation échographique quadricipitale	12
1.7.4) Mesures échographiques et reproductibilité	13
2) MATERIEL ET METHODE	14
2.1) Stratégie de recherche documentaire	14
2.2) Méthode	15
2.2.1) Schema général de la recherche	15
2.2.2) Population étudiée	16
2.2.3) Recueil de données	18
2.2.4) Critères de jugement principal et secondaire	19
2.2.5) Objectifs principal et secondaire	20
2.2.6) Mesure de l'épaisseur du quadriceps	20
2.2.7) Mesure de l'angle de pennation	22
2.2.8) Protocole de réhabilitation précoce	23
2.2.9) Analyse statistique	24
2.3) Considérations éthiques et réglementaires	25
2.4) Matériel	26

3) RÉSULTATS	27
3.1) Caractéristiques de la population étudiée	27
3.2) Évolution de la masse musculaire quadricipitale	29
3.3) Évolution de l'angle de pennation musculaire	30
3.4) Dose totale cumulée de noradrénaline administrée	31
3.5) Évolution temporelle de l'épaisseur musculaire quadricipitale avec et sans administration de noradrénaline	31
3.6) Évolution temporelle de l'angle de pennation musculaire avec et sans administration de noradrénaline	36
DISCUSSION	40
CONCLUSION	45
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEXES	

LISTE DES ABREVIATIONS

AVC : Accident Vasculaire Cérébral
BDK : Bilan Diagnostique Kinésithérapique
BPCO : BronchoPneumopathie Chronique Obstructive
CE : Comité d'Éthique
CEC : Circulation Extra-Corporelle
CHRU : Centre Hospitalier Régional Universitaire
CNIL : Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés
CPP : Comité de Protection des Personnes
DAV : Dispositif d'Assistance Ventriculaire
DRI : Direction de la Recherche Clinique et de l'Innovation
EMQ : Épaisseur de la Masse Quadricipitale
EVA : Échelle Visuelle Analogique
GOLD : Global initiative for chronic Obstructive Lung Disease
IMC : Indice de Masse Corporelle
MK : Masseur-Kinésithérapeute
PAM : Pression Artérielle Moyenne
PARC : Plate-Forme d'Aide à la Recherche Clinique
PAS : Pression Artérielle Systolique
PEDro : Physiotherapy Evidence Database
RIPH : Recherche Impliquant la Personne Humaine
SRLF : Société de Réanimation de Langue Française
TAVI : Transcatheter Aortic Valve Implantation
VM : Ventilation Mécanique

1) INTRODUCTION

1.1) Problématique

La chirurgie cardiaque a considérablement évolué au cours de ces dernières décennies et même si elle a souvent recours à la circulation extra-corporelle (CEC), les techniques opératoires sont devenues de plus en plus perfectionnées et ont permis une diminution de la durée de séjour à l'hôpital. En France, la durée de séjour en réanimation et soins intensifs est de 7 jours (1). A Nancy, la durée moyenne d'hospitalisation chez le patient opéré cardiaque est de 10 jours en incluant le séjour en réanimation et le secteur de chirurgie.

L'amélioration des conditions opératoires impactent grandement les suites chirurgicales immédiates d'un grand nombre de patients. Une meilleure compréhension des mécanismes physiopathologiques et les progrès dans le milieu de l'anesthésie ont permis une simplification et une amélioration de la prise en charge des patients opérés. Malgré ces nouveaux moyens médicaux, ce type de chirurgie reste pourvoyeur d'événements péjoratifs sur lesquels le masseur-kinésithérapeute peut intervenir de façon très précoce. En effet le décubitus prolongé, inhabituel pour l'Homme, est générateur de fonte musculaire, de déconditionnement à l'effort, et de complications respiratoires. Ces complications mettent alors en péril l'autonomie du patient impactant directement la durée de séjour à l'hôpital (2).

Le patient en réanimation de chirurgie cardiaque est en situation d'agression. En phase post-opératoire, la réponse au stress induite par les conditions opératoires est traduite par un hypermétabolisme généralisé avec une réaction inflammatoire systémique. A l'échelle du muscle, nous parlons d'hypercatabolisme musculaire (3). Les acides aminés nécessaires à la structure de base des muscles sont préférentiellement utilisés à visée de cicatrisation et de maintenance des organes vitaux dans ce contexte opératoire « traumatique ». La littérature décrit que la fonte musculaire est quasi inéluctable au cours d'un séjour en réanimation quel que soit le motif d'admission. Ainsi, chez les patients issus de la chirurgie cardiaque, ce cocktail d'inactivité musculaire, de médications, de décubitus prolongé et de stress hypermétabolique porte directement atteinte à la masse musculaire. Selon *Streat and al.*, cette perte de protéines

peut aller jusqu'à 12,5% de la masse protéique totale du corps sur une durée d'hospitalisation de 10 jours chez le patient critique, soit une perte de 1500 grammes de masse maigre (3).

En parallèle, les différentes conditions peropératoires et la mise en place d'une circulation extra-corporelle conditionnent les suites opératoires et l'évolution du patient (4).

Le patient après chirurgie cardiaque est polymédiqué. Les cardiostimulants et les vasopresseurs (catécholamines) figurent parmi les traitements médicamenteux les plus utilisés au bloc opératoire et en réanimation. Ils améliorent le débit cardiaque et la pression artérielle au prix d'une augmentation du travail myocardique. Cette médication participe au maintien de la stabilité hémodynamique du patient opéré du cœur.

Parmi ces substances médicamenteuses figure la noradrénaline. Cette molécule est couramment utilisée dans la phase post-opératoire précoce en chirurgie cardiaque. Ce médicament est un vasoconstricteur très puissant. Il entraîne une vasoconstriction des extrémités source dans certains cas de lésions ischémiques périphériques parfois irréversibles avec un risque de nécrose distale, ajoutant une déficience musculaire concomitante à l'état inflammatoire pré-existant généré par l'opération (5). Ces vasopresseurs sont utilisés par les médecins anesthésistes-réanimateurs de façon très courante dans ce type de service. Par conséquent, et lors de ses prises en charge, le masseur-kinésithérapeute se retrouve régulièrement confronté à des patients recevant ce type de médicament et d'autant plus en chirurgie cardiaque où la vasoplégie induite est quasi systématique dès le retour du bloc opératoire.

Prévenir ces potentielles déficiences musculaires devient alors un enjeu majeur, il en va du pronostic fonctionnel du patient. Le masseur-kinésithérapeute (MK) en réanimation à toute sa place dans la prise en charge pluridisciplinaire du patient opéré cardiaque. D'après le référentiel de compétences et d'aptitudes du masseur-kinésithérapeute de réanimation en secteur adulte établi par la société de kinésithérapie de réanimation (SKR), la prise en charge doit être précoce. Le MK intervient principalement dans le maintien et la récupération de la fonction respiratoire et locomotrice chez le patient opéré dès son retour du bloc opératoire. Il

est le précurseur de la réhabilitation précoce. Son objectif est de limiter le risque de complication(s) et ainsi de minimiser la durée de séjour à l'hôpital (6).

Dans un contexte de traçabilité, de prévention et de suivi des patients tout au long de leur séjour, le kinésithérapeute doit disposer d'outils de bilan fiables, précis et reproductibles.

En réanimation, et plus particulièrement dans un service de chirurgie cardiaque, il est dans certains cas difficile d'évaluer la force et le volume musculaire du quadriceps chez le patient fraîchement opéré. La littérature cite la centimétrie ainsi que la dynamométrie comme outils de bilan et de suivi musculaire. Ces outils présentent néanmoins certaines limites. En effet, les œdèmes des membres inférieurs d'origine cardiogénique ou liés à une diurèse inefficace après l'opération sont souvent présents et peuvent ainsi fausser les mesures. La dynamométrie quant à elle requiert une participation active et une réponse à des ordres simples de la part du patient dont l'état de conscience est parfois altéré en réanimation. De plus, l'effort demandé est de type isométrique et donc délétère chez le patient cardiaque fraîchement opéré.

L'échographie s'illustre comme étant un outil complémentaire, accessible et non invasif en réanimation permettant d'évaluer la force et la trophicité du quadriceps, dans le but d'orienter les techniques de traitement. Dans ce sens, le conseil de l'ordre des masseurs-kinésithérapeutes a rendu le 27 mars 2015 un avis favorable sur la pratique de l'échographie (7). En France, il est préféré le terme d'échoscopie, reflétant l'utilisation faite par le kinésithérapeute de l'outil échographique dans le prolongement de l'examen médical, justifiant et appuyant ainsi le choix du traitement auprès de l'équipe. Toutefois, nous utiliserons le terme échographie qui, pour des raisons de cohérence et de compréhension est retrouvé de façon standard dans la littérature et dans l'ensemble des publications consultées. Ainsi, dans la pratique courante au sein du service de chirurgie cardiaque à Nancy, l'échographie est régulièrement pratiquée par les kinésithérapeutes du service. Ces mesures abordent principalement l'aspect musculosquelettique et respiratoire.

Compte tenu des éléments précités, et dans l'objectif d'optimiser le traitement masso-kinésithérapique actuellement très standardisé des patients sous noradrénaline, il nous paraît judicieux d'observer au moyen de l'échographie si la dose totale de noradrénaline délivrée en

réanimation a un impact sur la musculature quadricipitale chez les patients opérés en chirurgie cardiaque durant leur hospitalisation.

1.2) La chirurgie cardiaque

La chirurgie cardiaque est une spécialité chirurgicale qui consiste à traiter les pathologies affectant le cœur et les gros vaisseaux. Les interventions possibles sont nombreuses et les choix dépendent de l'état du patient, des contre-indications ainsi que des comorbidités associées. Parmi ces pathologies, sont représentées (8) :

- Les valvulopathies : ces pathologies intéressent les valves du cœur, le remplacement se fait soit par prothèse valvulaire (prothèse biologique ou mécanique), soit par sternotomie ou par voie percutanée (TAVI).
- Coronaropathies : dans ce type de maladies, les artères coronaires ont un calibre rétréci, nous parlons alors de sténose. Le pontage coronarien ou la pose de stent sont alors envisagés.
- Pathologies de l'aorte : la chirurgie de l'aorte est indiquée lors d'anévrismes aortiques, de dissection ou dilatation de l'aorte. La portion malade est alors remplacée par une greffe prothétique.
- L'insuffisance cardiaque : au stade terminal, il est parfois nécessaire de recourir à la transplantation cardiaque ou à l'implantation d'une assistance mono ventriculaire gauche à la pointe du cœur (à titre définitif ou en attente d'une transplantation).

Au sein du CHRU, le patient est en règle générale, admis la veille de son intervention programmée en secteur de chirurgie cardiaque. Après s'être fait opéré, le patient séjourne en réanimation sous surveillance selon une durée variable afin de se stabiliser. Une fois cette étape

passée, il regagne le secteur de chirurgie cardiaque pour ensuite retrouver son domicile ou lieu de convalescence adapté avant d'entamer son programme de réadaptation cardiaque.

1.3) Les conséquences de la chirurgie cardiaque

1.3.1) Instabilité hémodynamique

Les patients sous noradrénaline sont donc par définition instables sur le plan hémodynamique. L'instabilité hémodynamique n'a pas de définition à proprement dit. Le terme regroupe un ensemble de symptômes dont le dénominateur commun est une altération de la circulation sanguine. Cette altération donne lieu à une instabilité qui se traduit par de l'hypotension (pression artérielle moyenne < 65 mmHg et pression artérielle systolique < 90 mmHg), compensée généralement par une tachycardie. Cela retranscrit la difficulté pour le cœur à assouvir les besoins en oxygène du corps. Une instabilité hémodynamique non corrigée peut amener à un état de choc défini par une pompe cardiaque inefficace avec comme conséquence des organes vitaux mal perfusés (9).

1.3.2) Réponse inflammatoire systémique

Même si les procédés opératoires et les connaissances actuelles sont en perpétuelle évolution dans le domaine de la chirurgie cardiaque, ce type d'intervention déclenche une réaction de défense de la part de l'organisme se traduisant par une inflammation. Cette réponse inflammatoire exagérée est l'aboutissement de mécanismes physiopathologiques complexes (10). Lors de l'intervention, la circulation extra-corporelle (CEC) (Fig.1) per-opératoire est initiée avec ses conséquences inflammatoires. Au travers de ce circuit non physiologique, la circulation du sang est détournée, et se retrouve d'une part au contact de l'air (lors des aspirations et gestes chirurgicaux), et d'autre part au sein d'un circuit étranger (le circuit lui-même) pour être réinjecté dans la circulation générale.

Dans des conditions physiologiques, le sang est uniquement en contact avec la surface lisse de l'endothélium vasculaire. Ce revêtement est constitué de cellules endothéliales qui assurent la fluidité du sang lors de son acheminement. Ce revêtement vasculaire est lui-même un régulateur de l'inflammation et de la coagulation in situ. Dans le cas de la CEC, qui est un circuit non endothélialisé, la viscosité du sang est modifiée par activation de divers facteurs de la coagulation. Pour pallier cela, le sang est d'emblée dilué dans une solution à l'amorçage de la CEC (11).

1.3.3) Médiateurs de l'inflammation impliqués

La littérature décrit 2 phases consécutives à la CEC, où médiateurs de l'inflammation et facteurs de la coagulation agissent de concert dans cette cascade inflammatoire :

- Une phase précoce se produisant à l'initiation de la CEC où le sang est en contact avec les matériaux synthétiques du circuit. Ce phénomène déclenche une réaction immunitaire à voie humorale en activant des facteurs de coagulation, des cytokines pro-inflammatoires et des protéines du complément. La voie cellulaire, activée en parallèle, implique les globules blancs et l'endothélium vasculaire.
- Une phase plus tardive est décrite lors de cette réponse inflammatoire. Il a été démontré que ce phénomène tardif était lié à une lésion d'ischémie-perfusion et à une endotoxémie pendant et après la CEC. Cette libération de toxines dans la circulation générale serait probablement induite par la microflore intestinale. Cela reste à ce jour hypothétique (12, 13, 14).

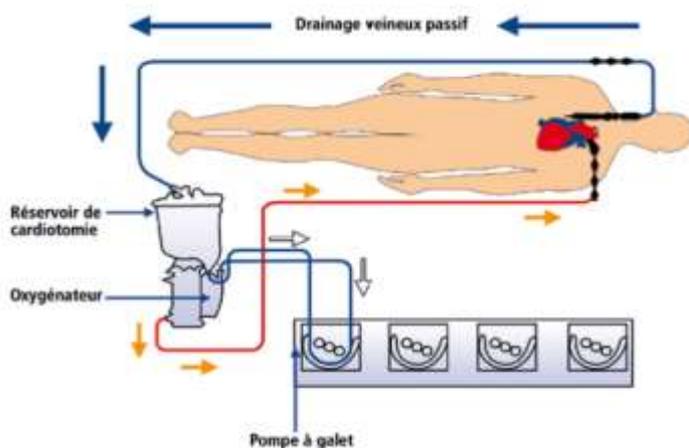


Fig.1 : schéma d'une circulation extra-corporelle (14)

1.3.4) Inflammation et catabolisme musculaire

Les phénomènes métaboliques inhérents à la chirurgie étaient déjà mis en évidence à l'aube du siècle dernier. Malgré ce recul, les mécanismes sont encore mal compris. Le corps a été agressé et met en jeu les moyens métaboliques nécessaires pour se défendre afin de récupérer au mieux. A l'échelle musculaire, le muscle n'est pas épargné. Il devient alors un substrat de choix afin d'alimenter le travail immunitaire à grande échelle et d'optimiser les phénomènes de cicatrisation afin de protéger les grandes fonctions. De plus, chez ce type de patients, nous observons souvent une anxiété et perte d'appétit les premiers jours suivants l'opération, majorant le catabolisme.

Ces phénomènes métaboliques musculaires sont amplifiés dans les cas d'agression sévères, ou même l'administration de suppléments alimentaires ne peut palier à cette fonte. Certains auteurs parlent « *d'auto-cannibalisme* » (13,14).

1.4) Actions de la noradrénaline et réflexion clinique

La noradrénaline est un médicament qui appartient à la classe des sympathomimétiques. Nous avons cité qu'il est très souvent utilisé pour palier au syndrome vasoplégique et ainsi

stabiliser le patient sur le plan hémodynamique. Cette médication possède une action générale et systémique, qui reproduit les effets de la stimulation du système nerveux sympathique (induisant hypertension, tachycardie, vasoconstriction rénale, mydriase). C'est un vasoconstricteur très puissant entraînant une vasoconstriction des extrémités et une hausse tensionnelle quasi instantanée. Cet effet est dose-dépendant, et intéresse également les fibres musculaires lisses des artérioles et veinules (15).

Cette vasoconstriction induite par ce traitement va également diminuer l'apport sanguin au niveau de la musculature périphérique. Musculature initialement impactée par la perte protéique concomitante à l'opération.

1.5) Réhabilitation précoce et mobilisation

La société de réanimation de langue française (SRLF) recommande la présence d'un kinésithérapeute 7 jours sur 7 en réanimation (6).

Lors d'un séjour en réanimation, les patients, déjà en situation d'agression se retrouvent le plus souvent immobilisés, parfois ventilés de façon artificielle, et alités selon une durée variable en fonction de leur stabilité vitale. En chirurgie cardiaque, ce cocktail d'inflammation, d'immobilisation, de sédation et de ventilation mécanique (VM) concourt à altérer rapidement les capacités physiques du patient et à terme, sa qualité de vie.

La réhabilitation précoce en kinésithérapie est un concept en vogue. Elle consiste en une activité assez suffisante pour stimuler la ventilation, optimiser la perfusion des tissus et stimuler l'état de conscience du patient. La notion de "précoce" prend tout son sens, car cette réhabilitation vise à prévenir le plus rapidement possible les complications liées à la chirurgie (16).

Dès que l'état de conscience et la stabilité hémodynamique du patient le permet, il faut envisager la mobilisation active, la mise en station assise, debout et la déambulation. Il est établi que la mobilisation des patients en réanimation améliore leur pronostic fonctionnel et diminue

le risque de complication. Selon une étude de cohorte prospective, *Morris and al.*, démontrent que la prise en charge de réhabilitation précoce diminuait les complications ainsi que la durée de séjour en unité de soins intensifs (17).

La réhabilitation précoce en kinésithérapie est une spécialité de “ terrain”, elle n’a pas d’indication stricte en matière de technique (Fig.2.), elle repose principalement sur des accords professionnels forts et l’expérience clinique (18).

Activité		Niveau de preuve
Mobilisation	Postures	C
	Mobilisations passives	C
	Mobilisations actives et actives aidées	D
Renforcement musculaire	Respiratoire	C
	Périphérique	B-C
	Électrostimulation	B
Travail fonctionnel	Bord de lit-lever	C
	Marche	B

Fig. 2 : Niveau de preuve de la mobilisation précoce en réanimation (18)

1.6) Implications des catécholamines dans la prise en charge masso-kinésithérapique

Le masseur-kinésithérapeute se retrouve face à un traitement qui peut impacter directement sa prise en charge. La présence de cette médication peut constituer un frein vis-à-vis de l’équipe soignante par peur de survenue d’évènements péjoratifs. Selon une enquête française multicentrique de 2015, la présence de catécholamines figure parmi les principaux facteurs limitant la mobilisation précoce (19). Néanmoins, le masseur-kinésithérapeute doit toujours de son côté évaluer la notion de bénéfice/risque lors de ses prises en charge. Lorsque

le MK effectue son bilan diagnostique kinésithérapique (BDK), il doit prendre le patient dans sa globalité avec une connaissance de l'environnement dans lequel celui-ci gravite.

Le patient mobilisé en réanimation est toujours scopé. Cela nous renseigne en temps réel sur les paramètres à surveiller qui sont principalement la pression artérielle, la fréquence cardiaque, la fréquence respiratoire la saturation en oxygène sans oublier les signes cliniques évocateurs de décompensation. Un patient sous noradrénaline implique une surveillance accrue. En effet, des événements indésirables imputables à ce traitement peuvent survenir avec des conséquences notables pour le patient.

Parmi ces effets indésirables, nous citerons (20):

- Les troubles du rythme, la tachycardie ventriculaire pouvant mener à la fibrillation ventriculaire qui elle-même peut provoquer la mort subite du patient par arrêt cardio-respiratoire
- Une augmentation de la pression artérielle, qui se surajoute à l'augmentation physiologique de la pression artérielle à l'effort. Cette surpression peut engendrer des complications neuro-vasculaires (AVC ischémique ou hémorragiques, dissection artérielle ou des éléments prothétiques)
- Une dyspnée majorée

1.7) L'échographie et ses principes

1.7.1) Principes

L'échographie est basée sur des phénomènes physiques complexes faisant interagir les ondes acoustiques et la matière. C'est une technique d'image bien tolérée et inoffensive qui a l'avantage d'exceller dans ses capacités à effectuer des manœuvres dynamiques en temps réel

sur les patients. Cette technique d'imagerie permet rapidement d'effectuer une comparaison avec le côté controlatéral pour identifier les anomalies éventuelles.

Un appareil à ultrasons comprend une console composée d'un ordinateur, un clavier, un moniteur, un transducteur ainsi qu'une sonde. Il existe plusieurs modèles de sondes échographiques. Elles peuvent différer selon le type d'examen réalisé. Les sondes se distinguent par leurs formes et leurs surfaces avec une large gamme de fréquence en fonction du tissu exploré et de sa profondeur.

L'échographie musculaire permet de distinguer les différents composants du muscle et de sa loge. Ainsi, les fibres musculaires apparaissent hypoéchogènes (plutôt sombres sur l'écran) tandis que les structures conjonctives et aponévrotiques apparaissent hyperéchogènes (plutôt claires sur l'écran). Il est à noter que l'âge du sujet influe sur l'échogénicité de ses tissus. Ainsi, les structures fibreuses apparaissent hyperéchogènes (Fig.3.) (21).

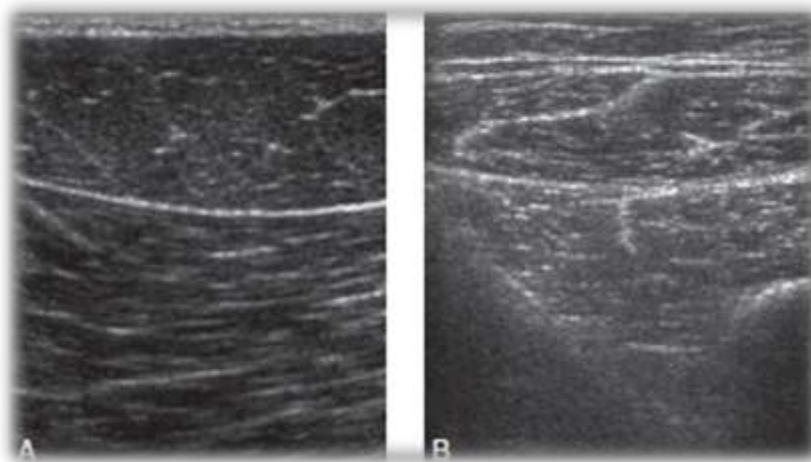


Fig.3 : différence d'échogénicité sur une coupe axiale de la cuisse (21)

1.7.2) Échographie et kinésithérapie en réanimation

L'échographie est en développement constant dans la branche kinésithérapique ces dernières années. Dans le domaine de la réanimation, c'est un outil permettant au kinésithérapeute d'affiner son bilan, de suivre et d'adapter les traitements masso-

kinésithérapiques dans les domaines respiratoire, musculaire et neuro-musculaire avec un suivi plus affiné sur le plan quantitatif et qualitatif (22).

L'échographie en kinésithérapie est une technique pratiquée depuis 2 ans de façon régulière au sein du service de réanimation de chirurgie cardiaque à Nancy. Les équipes médicales et paramédicales sont très ouvertes sur le sujet. L'avantage est de travailler en pluridisciplinarité, d'avoir un feed-back et de profiter de l'expertise médicale en parallèle et ainsi d'échanger sur les variations constatées.

1.7.3) Évaluation échographique quadricipitale

L'échographie en rééducation suscite de plus en plus d'intérêt en raison de son caractère non invasif et de sa rapidité d'exécution. L'échographie est largement répandue en kinésithérapie dans les pays anglo-saxons (23) en particulier dans les domaines respiratoires et musculaires, reflétant de manière qualitative et quantitative l'état musculaire et les implications cliniques qui en découlent. Ce travail aborde l'échographie de l'épaisseur de la masse musculaire quadricipitale et de l'angle de pennation des fibres musculaire (Fig.4.).

En termes d'implication clinique, les travaux de *Puthuchery and al.*, démontrent une réduction significative de la surface transversale du quadriceps de l'ordre de 17,7% au dixième jour d'hospitalisation en réanimation ($p < 0,001$) (24). D'ailleurs, la mesure de la masse quadricipitale est bien corrélée à la tomодensitométrie avec l'avantage de s'affranchir des rayonnements ionisants et de la logistique qu'impliquent de tels examens sur des patients potentiellement gravement malade (25).

Les travaux de *Kawakami and al.*, ont étudié quant à eux la relation entre l'épaisseur musculaire et l'angle de pennation sur 637 sujets mixtes. Ainsi, il existe une corrélation significative entre l'épaisseur musculaire et l'angle de pennation. Ainsi, plus l'angle de pennation est grand, plus il est possible de recruter d'unités contractiles (26).

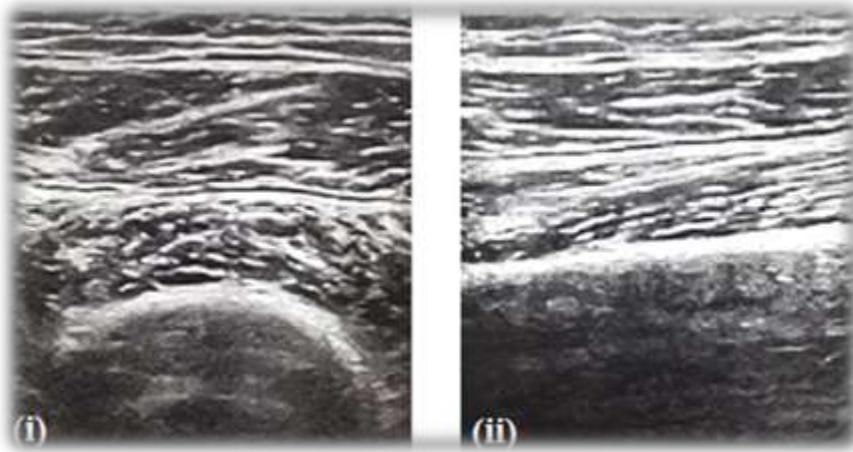


Fig.4 : Coupe transverse (i) et sagittale (ii) de l'épaisseur musculaire quadricipitale (EMQ)

1.7.4) Mesures échographiques et reproductibilité

L'échographie est connue pour être opérateur-dépendant en ce qui concerne l'interprétation. Néanmoins nous nous sommes penchés sur la question de la reproductibilité de mesure. *Johan Segers and al.*, ont étudié la variabilité inter et intra-évaluateur de l'évaluation de l'épaisseur musculaire (droit fémoral et vaste intermédiaire) du quadriceps par échographie (Fig.5.).

L'objectif de leurs travaux était de quantifier la perte de masse musculaire dans une population de patient inclus en unité de soins intensifs. Les résultats montrent que l'épaisseur du muscle mesurée par échographie a une meilleure reproductibilité intra-évaluateur qu'inter-évaluateur (27). Dans notre cas de figure, et pour des raisons organisationnelles, plusieurs opérateurs ont été amenés à prendre les mesures échographiques.

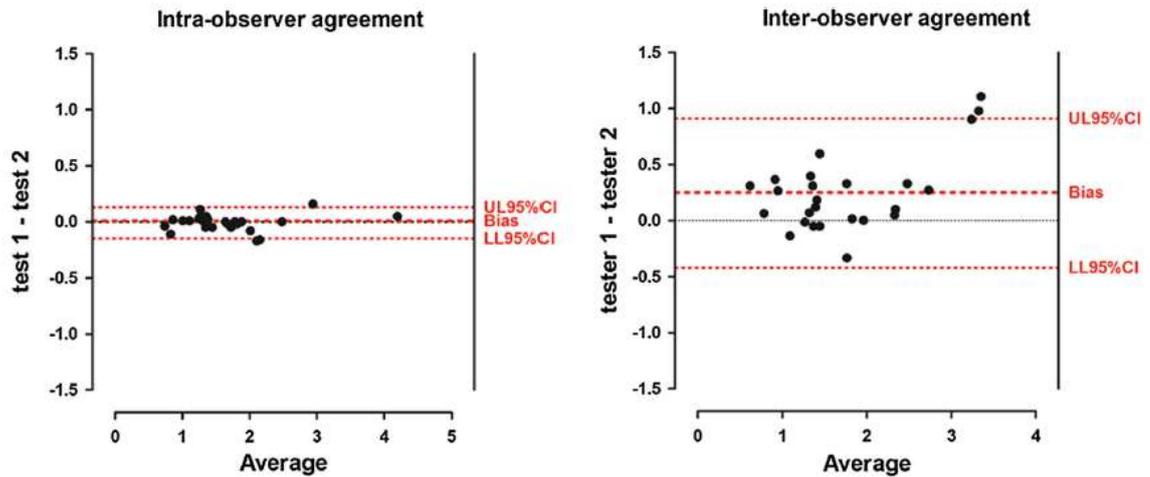


Fig.5 : Diagramme de Bland-Altman – [Intervalle de confiance 95%] selon *Johan Segers and al. (27)*

La littérature est plus discrète en ce qui concerne la reproductibilité de mesure de l'angle de pennation musculaire. Cette mesure est moins précise et de nombreux paramètres peuvent l'impacter.

2) MATERIEL ET METHODE

2.1) Stratégie de recherche documentaire

La recherche bibliographique a été effectuée en amont, début d'année 2017, en survolant les premiers articles concernant l'utilité de l'échographie en rééducation. Elle s'est achevée en avril 2019. Elle s'est scindée en plusieurs étapes :

- a) Dans un premier temps, la recherche d'article et de livres abordant l'utilisation de l'échographie par le masseur-kinésithérapeute quel que soit le domaine de pratique.
- b) La recherche d'article s'est focalisée sur la chirurgie cardiaque, les catécholamines et leurs répercussions, la kinésithérapie en réanimation et les facteurs de comorbidités associées à cette thématique dans la même optique que précédemment.

Une fois le sujet ciblé, nous avons totalisé 52 articles. Dans l'optique de s'appuyer sur des informations fiables et de sélectionner les articles qui nous paraissaient pertinents, les critères de sélection, classés par ordre de priorité ont été les suivants :

- Le titre
- L'abstract (résumé) pour les articles (lecture de l'article si l'abstract était en correspondance)
- La date de publication (la plus récente possible)
- La nature du document (pertinence des sources)

Concernant la stratégie de recherche d'articles, nous avons questionné les bases de recherches suivantes : PEDro (Physiotherapy Evidence Database), science direct, research gate, Pubmed, google scholar.

- Mots-clés : échographie, échoscopie, kinésithérapie, chirurgie cardiaque, réanimation, amyotrophie, quadriceps, réhabilitation précoce, noradrénaline
- Key-words : ultrasound, intensive care, quadriceps, amyotrophy, physiotherapy, norepinephrine

L'ensemble des types de documents consultés dans le cadre de ce travail ont été de la documentation officielle, de la monographie, des encyclopédies, des livres, de la littérature grise ainsi que des articles.

2.2) Méthode

2.2.1) Schéma général de la recherche

Ce travail présente les premiers résultats d'une étude observationnelle non interventionnelle et prospective. La prise en charge médicale et paramédicale habituelle des

patients inclus n'est pas modifiée et ne porte pas atteinte à leur intégrité physique, psychique, et n'impose pas de visite particulière et de suivi pour ces patients.

Dans le but de répondre à notre problématique, nous avons suivi la masse musculaire ainsi que l'angle de pennation musculaire chez les patients opérés cardiaques bénéficiant pour la plupart d'un traitement vasopresseur (noradrénaline) sur une durée de 9 jours selon des critères déterminés. Le déroulé ainsi que la méthodologie du protocole ont été lus et approuvés par la plate-forme d'aide à la recherche clinique (PARC) et validés par le comité d'éthique (CE) du CHRU de Vandoeuvre.

À la suite de leur opération, les patients inclus ont bénéficié d'une prise en charge kinésithérapique standard sur prescription médicale. Le recueil des données par échographie était prospectif. Il a été effectué durant le séjour hospitalier des patients inclus. Les données médicales personnelles du patient ont été rassemblées sous un identifiant codé sans mention du nom ou prénom (initiales et numéro patient spécifiques à l'étude). Cette base de données a permis le regroupement des données sous forme d'un tableau permettant l'analyse statistique.

Une liste de correspondance entre l'identité du patient et son identifiant codé a été établie. Les coordonnées complètes du patient récupérées ont été stockées dans une base séparée de la base de données de santé, qui elle a été anonymisée conformément à la méthodologie de référence MR004 de la commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL).

2.2.2) Population étudiée

La population incluse est constituée par des patients bénéficiant d'une chirurgie cardiaque programmée avec administration ou non d'un traitement vasopresseur (noradrénaline).

La population générale de patients opérés cardiaques est bien souvent une population avec de nombreux antécédents médicaux, des comorbidités existantes, un âge parfois avancé. Le diabète et la bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) font partie des

comorbidités souvent représentées en chirurgie cardiaque (28). Concernant les patients atteints de BPCO, une fonte musculaire quadricipitale ainsi qu'une perte de force est imputable à cette pathologie respiratoire chronique. Il y a un déséquilibre musculaire entre anabolisme et catabolisme, un changement de distribution des types de fibres et une désorganisation des sarcomères ainsi que des modifications métaboliques. Selon la classification GOLD, les patients BPCO modérés à très sévères (GOLD II à GOLD IV) ont une perte de force du quadriceps de l'ordre de 30%, conséquence de l'atrophie musculaire directement corrélée avec le degré d'obstruction bronchique (29). Il nous a semblé logique de ne pas inclure ces patients afin de ne pas générer de biais.

Néanmoins, afin d'élargir notre potentiel d'inclusion, nous avons choisis d'inclure les patients diabétiques exempts de neuropathies diabétiques focales et multifocales motrices ainsi que les patients BPCO (GOLD I).

L'inclusion des patients se faisait dès la veille de l'intervention en secteur de chirurgie cardiaque en l'absence d'opposition de ceux-ci. Les premières mesures ont été établies avec un recueil de donnée pré-opératoire. Ensuite, après l'opération et l'extubation, la suite du protocole kinésithérapique de réhabilitation précoce a été appliqué avec des mesures espacées de 48H d'intervalle jusqu'au 8^{ème} jour de l'hospitalisation. Un minimum de 30 patients nous a fortement été recommandé afin de fournir des indicateurs fiables.

Critères d'inclusion

- $18 \leq$ Indice de masse corporel (IMC) ≤ 30
- Age ≤ 75 ans
- Chirurgie cardiaque conventionnelle sous CEC et programmée
- Patient conscient et orienté (Glasgow 15)

Critères de non-inclusion

- TAVI (implantation d'une valve par voie percutanée ne nécessitant pas de CEC)
- Greffe cardiaque
- Urgence chirurgicale

- Opération à cœur battant
- Refus de participation à l'étude
- Présence d'une pathologie induisant un déficit important du quadriceps (troubles neuro-orthopédiques, BPCO (GOLD II, III, IV))

Critères d'exclusion secondaires

- Arrêt cardio-respiratoire
- Saturation < 92% et fréquence respiratoire > 35 cycles/min
- Échelle visuelle analogique (EVA) > 6
- Décès du patient
- Extubation > 24h
- Ré-intubation
- Reprise chirurgicale
- Choc septique
- Interruption de la prise en charge masso-kinésithérapique

Nous nous sommes fixés une limite concernant l'âge et l'IMC : les patients obèses et âgés sont à tendance hypoéchogènes et ne sont pas à même de fournir des images ultrasonores satisfaisantes. Les patients ré-intubés ou ceux dont la durée d'intubation était supérieure à 24H n'ont pas été inclus. En effet, les sédatifs et curares nécessaires à l'intubation conjugués à l'alitement peuvent être pourvoyeurs de neuromyopathie acquise en réanimation et donc de biais de mesure (30).

2.2.3) Recueil de données

Les données du dossier médical ont été recueillies uniquement chez les patients inclus dans ce travail. Nous avons pris en compte les éléments suivants : âge, sexe, IMC, diabète (type I et II), BPCO Gold I, type de chirurgie, temps de CEC, dose journalière administrée de noradrénaline, durée de séjour en réanimation et secteur. Les données des patients exclus secondairement ont été détruites. Concernant le recueil des données échographiques pré-opératoires, nous nous sommes référés au planning hebdomadaire des opérations et nous nous

sommes organisés afin d'avoir une vue d'ensemble des patients potentiels à inclure la veille de l'intervention. Le suivi des mesures était ensuite effectué en réanimation et en retour de secteur de chirurgie cardiaque.

La dose de noradrénaline a été recueillie dès la primo administration au bloc opératoire jusqu'au sevrage total. La traçabilité médicamenteuse étant rigoureuse et journalière, nous avons recueillis les quantités journalières totales en fonction du débit et de la concentration administrée (ml/h). Au sein du service, la dose de noradrénaline comprise dans un pousse-seringue lors de notre recueil était de 8 mg dilué dans 50 ml de solution. La quantité tracée dans la fiche de suivi du patient est exprimée en ml par heure. Les doses étant infimes, l'unité employée pour la quantification est le μg (10^{-6} g), également appelée « GAMMA ».

Nous avons dans un premier temps additionné la quantité totale en ml par heure et avons converti cette quantité en GAMMA/kg afin d'avoir une juste représentation en fonction du gabarit du patient. (20).

2.2.4) Critères de jugement principal et secondaire

Le critère de jugement principal était représenté par la perte d'épaisseur musculaire quadricipitale (EMQ). Ce paramètre a été mesuré par échographie et était exprimé en pourcentage d'épaisseur musculaire perdue :

- Perte totale de l'EMQ = $1 - (\text{EMQ}_{\text{J+8}}/\text{EMQ}_{\text{J-1}})$, avec $\text{EMQ}_{\text{J+8}}$ et $\text{EMQ}_{\text{J-1}}$ = respectivement EMQ mesurée à J+8 et à J-1
- *Ces mesures ont été recueillies de façon bilatérale et symétrique, muscle relâché, toutes les 48h à compter de la première mesure prise en phase préopératoire (J-1). Le suivi échographique a été entrepris jusqu'à J+8 et poursuivi après transfert du patient en secteur de chirurgie cardiaque et transplantation*

Le critère de jugement secondaire était représenté par la diminution de l'angle de pennation des fibres musculaires. Ce paramètre a été mesuré par échographie et était exprimé en pourcentage de perte :

- Diminution totale de l'angle de pennation = $1 - (\text{ANGLE}_{J+8}/\text{ANGLE}_{J-1})$, avec ANGLE_{J+8} et ANGLE_{J-1} = respectivement ANGLE mesuré à J+8 et à J-1
- *Ces mesures ont été réalisées de façon bilatérale et symétrique, toutes les 48h à compter de la première mesure prise en phase préopératoire (J-1). Le suivi échographique a été entrepris jusqu'à J+8 et poursuivi après transfert du patient en secteur de chirurgie cardiaque et transplantation*

2.2.5) Objectifs principal et secondaire

L'objectif principal a été d'étudier l'association entre la dose totale cumulée de noradrénaline délivrée en réanimation lors d'une chirurgie cardiaque et l'évolution (après versus avant chirurgie) temporelle de la masse musculaire quadricipitale mesurée au moyen de l'échographie musculaire.

L'objectif secondaire a été d'étudier l'association entre la dose cumulée de noradrénaline délivrée en réanimation lors d'une chirurgie cardiaque et l'évolution (après versus avant chirurgie) temporelle de l'angle de pennation musculaire mesuré au moyen de l'échographie musculaire.

2.2.6) Mesure de l'épaisseur du quadriceps

La mesure échographique de l'épaisseur musculaire quadricipitale (EMQ) a été recueillie selon un protocole de mesure standardisé décrit par *Tilquist and al.* (25). Le patient était en décubitus dorsal, hanche en position neutre, genou en extension. Le thérapeute était situé du côté homolatéral du membre à mesurer.

Une botte anti-escarre fixait le membre du patient afin d'être reproductible en minimisant les rotations. Une fois le membre fixé, un repérage palpatoire était effectué. La mesure était réalisée à mi-distance entre le segment reliant la base de la patella et l'épine iliaque antéro-supérieure à l'aide d'une sonde échographique linéaire placée sur la face antérieure du segment fémoral. Une marque cutanée nous a permis de reproduire les mesures et la sonde était placée en regard de ce repère.

La pression de la sonde sur le plan cutané était maximale sans être douloureuse pour le patient, de sorte à figer le cliché afin d'être reproductible. Une fois l'image figée, la mesure correspondait à la distance entre la corticale de l'os fémoral et le fascia musculaire le plus situé en superficie (Fig.6.). Une fois le cliché figé, nous tracions un segment de la corticale fémorale, jusqu'au fascia musculaire le plus superficiel (ANNEXE I).

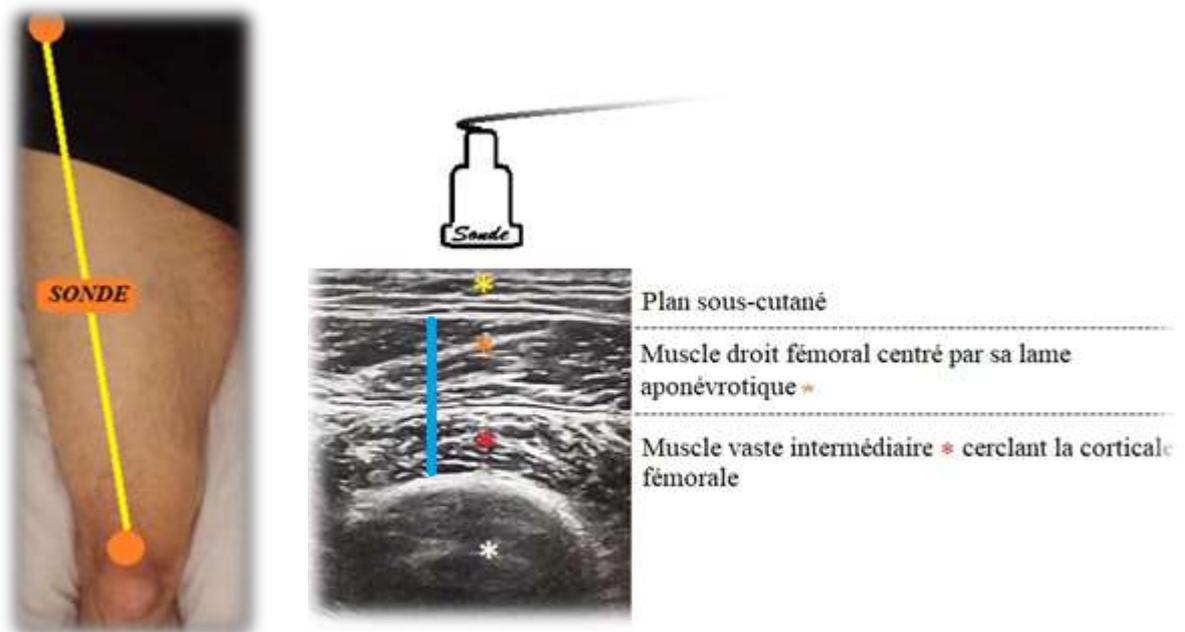


Fig.6 : Descriptif de la prise de mesure, avec l'EMQ, représentée par le segment bleu

2.2.7) Mesure de l'angle de pennation

La mesure de l'angle de pennation était réalisée également par échographie. La sonde était placée selon l'axe du muscle, permettant de rendre visible l'angulation des fibres musculaires (Fig.7.) par rapport au fascia sous-jacent (31) (ANNEXE I).

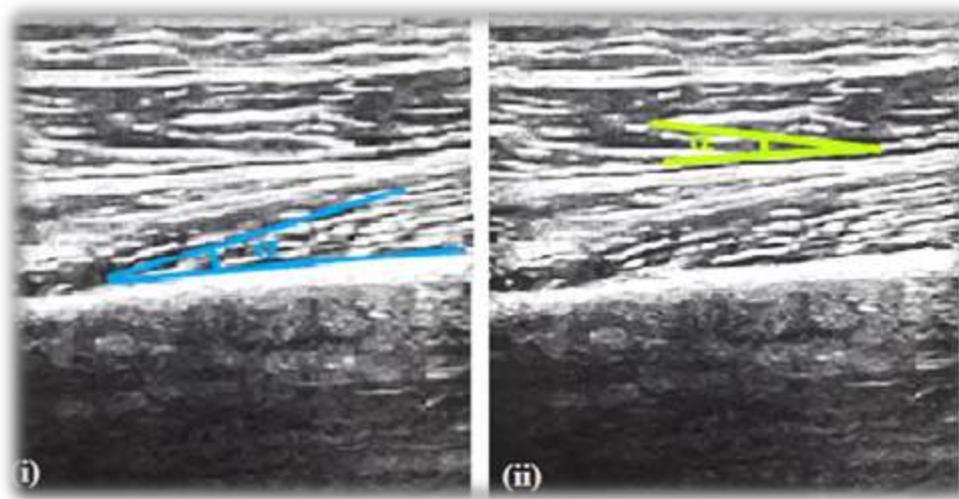


Fig.7 : Mesure de l'angle de pennation du muscle vaste intermédiaire (i) et droit fémoral (ii)

Une fois la mesure précédente effectuée, nous nous sommes placés sur la marque de mesure faite précédemment et nous avons orienté la sonde d'échographie à 90° dans le sens horaire afin d'avoir une coupe sagittale du muscle et ainsi apprécier l'orientation des fibres musculaires par rapport au fascia sous-jacent. Nous obtenons ainsi une coupe longitudinale des muscles droits fémoraux et vastes intermédiaires (Fig.8.). Nous avons choisi de réaliser cette mesure sur le muscle droit fémoral. C'est un muscle bi-penné dont l'architecture rendait plus abordable cette prise de mesure.

Cet angle suivait le trajet des fibres musculaire et prenait fin tangentiellment au fascia sur lequel nous tracions le segment adjacent afin d'obtenir cet angle de pennation.

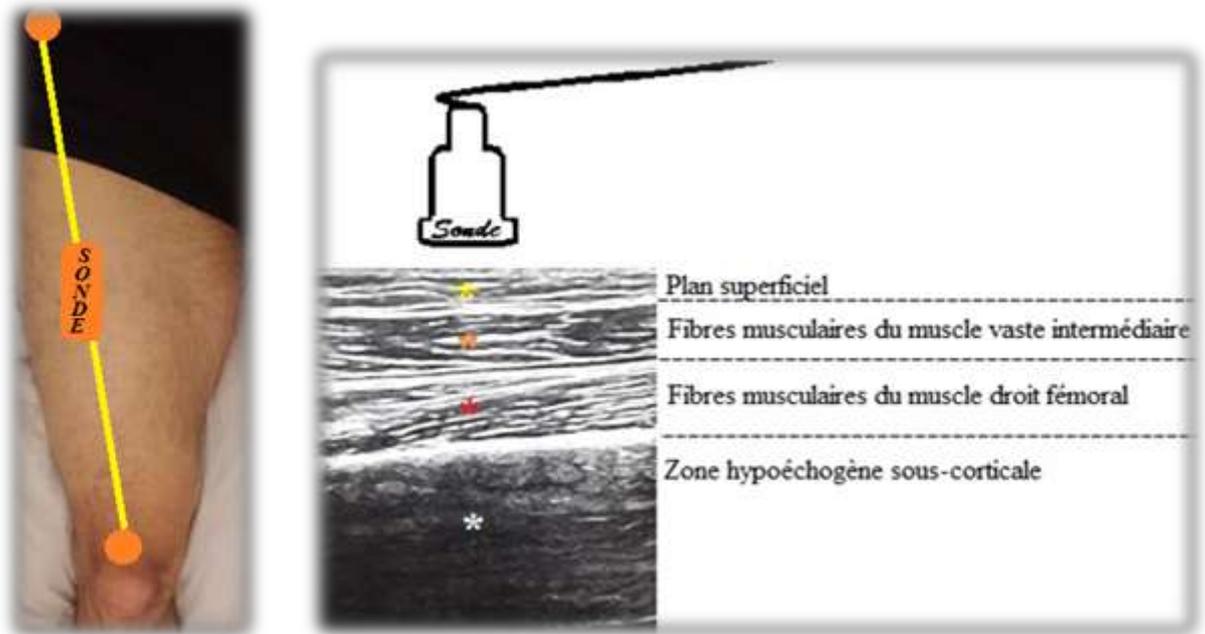


Fig.8 : Descriptif de la prise de mesure concernant l'angle de pennation

2.2.8) Protocole de réhabilitation précoce

Il s'est basé sur les recommandations de la société de kinésithérapie en réanimation (5), l'expérience clinique des thérapeutes de terrain, sur les pratiques courantes du service et bien sûr, il prenait en compte la possibilité d'exécution du protocole en termes de temps, de moyens humains et matériels. Nous avons choisi d'uniformiser ce protocole dans un but d'équité et de reproductibilité, mais aussi pour minimiser les biais (ANNEXE II). Étant donné l'état de santé parfois labile des patients hospitalisés en réanimation, nous avons défini des critères concomitants à la réalisation du protocole par le masseur kinésithérapeute :

a) *Les critères de travail*

Pendant la réalisation des exercices, nous avons respecté le temps de récupération pour ces patients fragilisés par l'intervention. Le temps de repos était au moins égal au double du temps de travail effectué par le patient, les consignes étaient standardisées.

b) Les critères d'arrêt

Ils se sont inspirés en partie de la réadaptation cardiaque et des consignes médicales. Il était impératif de s'assurer de la sécurité du patient. Les patients étaient sous surveillance médicale et étaient monitorés en continu en réanimation. Pour juger de la tolérance des séances, ou même stopper l'exercice, nous nous sommes inspirés des données de la littérature qui sont les suivantes (32, 33, 34, 35, 36) :

- 90 mmHg ≤ La pression artérielle systolique (PAS) ≤ 180 mmHg
- 60 mmHg ≤ La pression artérielle moyenne (PAM) ≤ 110 mmHg
- SpO₂ < 88%
- Fréquence respiratoire > 35 cycles/min
- Arythmie non connue
- Dyspnée intense
- Balancement thoraco abdominal
- Cyanose
- Perte de connaissance
- Douleur thoracique exacerbée

2.2.9) Analyse statistique

Les données ont été recueillies sous forme de tableau descriptif. Dans un premier temps, les caractéristiques de la population d'étude ont été décrites au travers de pourcentages et de statistiques descriptives avec la moyenne/médiane/écart-type selon la nature de la distribution (variables quantitatives).

Dans un second temps, nous avons comparé les distributions en fonction de la prise ou non de noradrénaline, de la perte de la masse musculaire quadricipitale et la diminution de l'angle de pennation à l'aide d'un test non paramétrique en raison du faible effectif. Le test de

Wilcoxon-Mann-Whitney a été utilisé avec un seuil de significativité alpha de 5%, avec pour hypothèses :

- H0 : L'évolution entre J-1 et J8 pour la variable considérée ne différait pas selon la prise ou non de noradrénaline
- H1 : l'évolution entre J-1 et J8 pour la variable considérée différait selon la prise de noradrénaline

Les effets combinés de la prise de noradrénaline (dose totale) sur l'évolution de la masse musculaire quadricipitale et l'angle de pennation (avant - après chirurgie cardiaque) ont été retranscrites au travers un modèle de régression linéaire.

2.3) Considérations éthiques et réglementaires

Afin d'être en conformité avec le cadre législatif des études sur la personne humaine, ce travail a été lu et approuvé, par les épidémiologistes de la plate-forme d'assistance et d'aide à la recherche clinique (PARC). Ce travail ne rentrait donc pas dans le cadre de la recherche impliquant la personne humaine (RIPH) (37). Cela nous a permis de s'affranchir d'un passage au comité de protection de personne (CPP) (**ANNEXE III**).

Une fois approuvé par la PARC, ce travail a été soumis à la direction de la recherche et de l'innovation (DRI) et validé par le comité d'éthique (CE) (**ANNEXE IV**) du CHRU avant toute prise de mesure (Fig.9.). Pour le traitement des données, la méthodologie de référence MR004 a été appliquée. Le responsable scientifique de ce projet est le Docteur Mathieu MATTEI, médecin anesthésiste-réanimateur, chef de service de réanimation de chirurgie cardiaque et transplantation.

Un document d'information et un formulaire d'opposition ont été communiqués la veille de l'intervention aux patients inclus dans ce travail. Les patients pouvaient alors s'opposer à l'aide du formulaire prévu à cet effet (**ANNEXE V**).

L'anonymat du patient était totalement respecté. Chaque patient a été référencé sous forme de numéro sur une feuille de recueil prévu à cet effet. Cette liste d'identification permettait au responsable scientifique local d'avoir une liste exhaustive des personnes incluses dans la recherche identifiée par un numéro d'anonymat afin d'accéder au dossier source. Cette liste nous renseignait sur l'état chronologique des personnes incluses dans ce travail. En parallèle, chaque patient inclus s'est vu notifié dans le logiciel de l'établissement où figure son dossier médical. Il a été noté dans le recueil paramédical de ce logiciel lors des inclusions :

- « Le patient a été informé du travail réalisé et ne s'oppose pas à la collecte des données le concernant »
- « Participation au protocole NAD-QUADRICEPS »

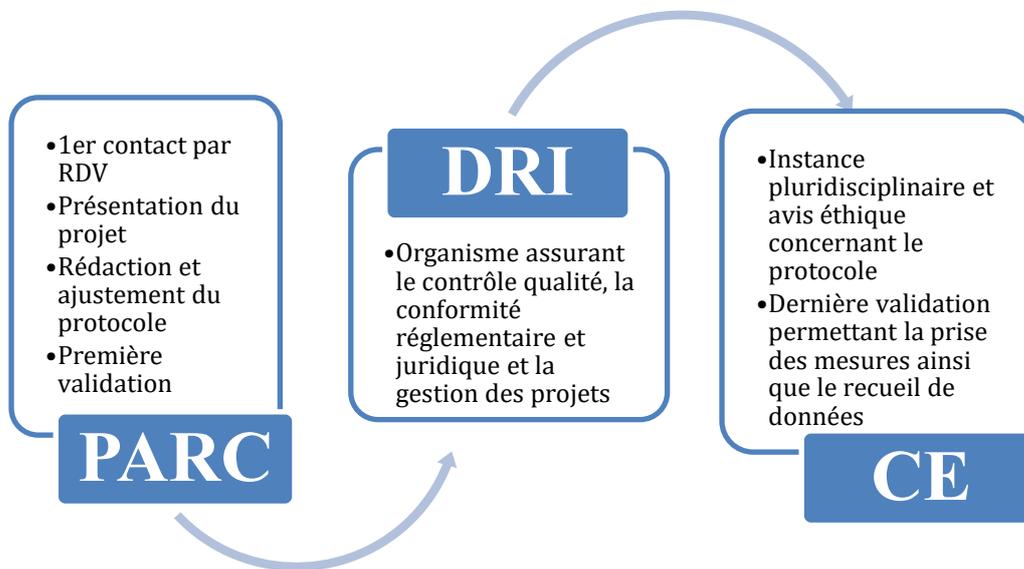


Fig.9 : Démarche effectuée pour parfaire au cadre réglementaire

2.4) Matériel

Les prises de mesures ont nécessité l'utilisation d'un échographe vivid S70 de la société Gehealthcare et d'une sonde linéaire de 10 Mhz (38). Nous avons également utilisé du gel de sorte à améliorer la transmission des ultrasons au travers les tissus. Les autres éléments qui ont été mis à contribution lors des mesures ont été les suivants :

- Un mètre ruban
- Un crayon dermographique afin de marquer le site de mesure
- Une botte anti équin afin de minimiser les rotations du membre inférieur sollicité

Les analyses statistiques ont été traitées à l'aide des logiciels SAS v9.4 (SAS Institute, NC, USA) et Xlstat.

3) RÉSULTATS

3.1) Caractéristiques de la population étudiée

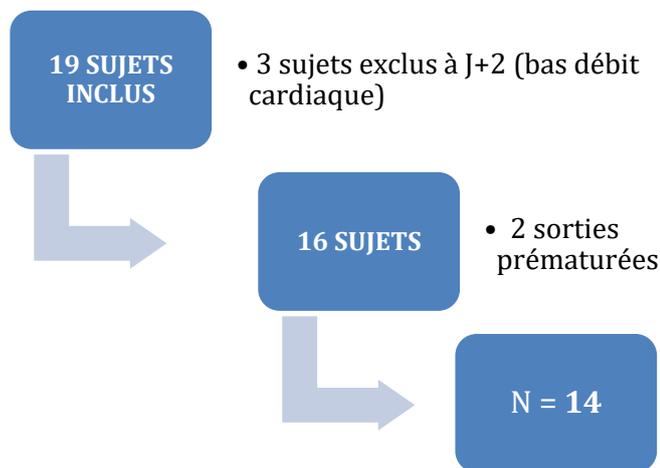


Fig.10 : diagramme de flux

Nous avons inclus au total une série de 14 patients avec une homogénéité homme-femme sur une durée de 42 jours (Fig.10.). L'inclusion s'est faite du 20.02.2019 au 02.04.2019. Au sein même de cet échantillon, nous avons recensé 1 patient BPCO et 2 patients diabétiques.

L'âge des patients était compris entre 49 ans et 75 ans. L'âge moyen des patients était de 65 ans avec une médiane de 66,5 ans et un écart-type de 7,82 ans.

L'IMC était compris entre 22,15 à 29,75 kg/cm². L'IMC moyen était de 25,98 kg/cm avec une médiane de 26,34 kg/cm et un écart-type de 2,35 kg/cm .

Le temps de CEC per-opérateur était compris entre 56 et 184 minutes, avec une moyenne de 88,07, une médiane de 79,5 minutes et un écart-type de 33,29 minutes.

Parmi ces patients, 71,4% (N=10) ont bénéficié d'un traitement vasopresseur par noradrénaline. 28,6% (N= 4) n'ont pas reçu ce traitement.

La durée de séjour en réanimation de chirurgie cardiaque était comprise entre 2 et 7 jours, avec une moyenne de durée de séjour de 4,5 jours, avec une médiane de 4 jours et un écart-type de 1,65 jour.

La durée de séjour en secteur de chirurgie cardiaque était comprise entre 2 et 16 jours, avec une moyenne de 6 jours, une médiane de 6 jours et un écart-type de 3,41 jours. Notre échantillon comprenait 2 patients qui étaient en cours d'hospitalisation en secteur de chirurgie cardiaque lors de cette analyse (Tab.I.).

	N	%/moy	ET*	médiane	Q1	Q3	min	max
Sexe								
Masculin	7	50,0						
Féminin	7	50,0						
Age (en années)	14	64,86	7,82	66,50	62,00	71,00	49,00	75,00
Taille du sujet (en mètres)	14	1,69	0,08	1,69	1,62	1,76	1,56	1,82
Poids du sujet (en kg)	14	74,39	7,48	76,25	72,00	80,00	56,00	84,00
Indice de masse corporelle (kg/m²)	14	25,98	2,35	26,34	24,19	27,36	22,15	29,75
Pathologies associées								
Aucune	11	78,6						
BPCO seul	1	7,1						
Diabète seul	2	14,3						
Temps de circulation extra-corporelle per-opérateur (en min)	14	88,07	33,29	79,50	71,00	95,00	56,00	184,00
Durée de séjour en réanimation (en jours)	14	4,50	1,65	4,00	3,00	6,00	2,00	7,00
Durée totale de séjour en secteur (en jours)	12	6,00	3,41	6,00	4,00	6,00	2,00	16,00

* écart-type

Tab.I : Caractéristiques des patients

Dans les types d'interventions dont ces 14 patients ont bénéficié, nous retrouvons :

- 57,14% de prothèses valvulaires (N=8)
- 21,43% de pontages (N=3)
- 14,29% de prothèses valvulaire avec remplacement de l'aorte ascendante (N=2)
- 7,14% de pontages avec remplacement de l'aorte ascendante (N=1) (Fig.11.)

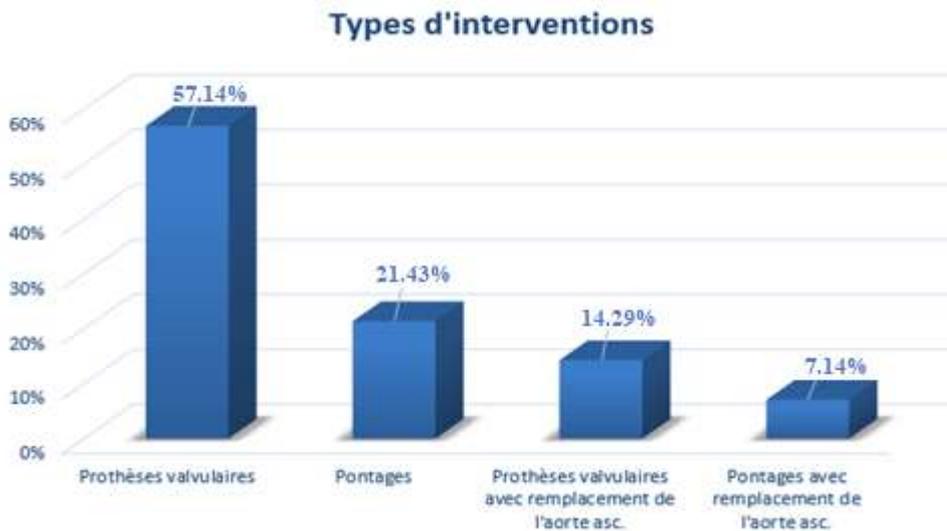


Fig.11 : Types d'interventions chirurgicales

3.2) Évolution de la masse musculaire quadricipitale

Le suivi de l'épaisseur musculaire a pu être réalisé chez 14 patients de J-1 à J+8. La perte est exprimée en pourcentage de perte. Chez ces mêmes patients, le suivi effectué sur le membre inférieur droit objective une perte d'épaisseur musculaire de 4,19% à 30%, avec une moyenne de perte de 16,54% sur ce même membre, la médiane de perte est de 17,49% avec un écart-type de 6,87%. Sur ce même membre, le premier quartile (Q1) de cette série est égal à 13,51%, le troisième quartile (Q3) est égal à 19,33%.

Le suivi effectué sur le membre inférieur gauche objective une perte d'épaisseur musculaire de 7,21% à 42,99%, avec une moyenne de perte de 17,51% sur ce même membre,

une médiane de perte de 15,32% avec un écart-type de 9,29%. Sur ce même membre, le premier quartile (Q1) de cette série est égal à 12,60%, le troisième quartile (Q3) est égal à 20%.

Au total, la perte moyenne de l'épaisseur musculaire quadricipitale (EMQ) des deux membres inférieurs est comprise entre 5,87% et 30,25%, avec une moyenne de perte de 17,02%, une médiane de perte de 15,75% avec un écart-type de 6,64%. Sur ces mêmes membres, le premier quartile (Q1) de cette série est égal à 14,07%, le troisième quartile (Q3) est égal à 17,83% (ANNEXE VI).

En termes de comorbidités, concernant cette variable, l'unique patient BPCO inclus présente une fonte totale des membres inférieurs au-dessus de la moyenne et médiane de l'échantillon, soit 29% de perte totale. Chez les patients diabétiques, la perte d'épaisseur musculaire totale est de l'ordre de 15% (ANNEXE VII).

3.3) Évolution de l'angle de pennation musculaire

Le suivi de l'angle de pennation musculaire a pu être réalisé chez 14 patients de J-1 à J+8. La perte est exprimée en pourcentage de perte. Chez ces mêmes patients, le suivi effectué sur le membre inférieur droit objective une diminution de l'angle de pennation de l'ordre de 0,54% à 50,65%, avec une moyenne de perte de 21,10% sur ce même membre, une médiane de perte de 18,71% avec un écart-type de 16,33%. Sur ce même membre, le premier quartile (Q1) de cette série est égal à 9,46%, le troisième quartile (Q3) est égal à 25,96%.

Le suivi effectué sur le membre inférieur gauche objective une diminution de l'angle de pennation de 3,08% à 51,4%, avec une moyenne de perte de 21,09% sur ce même membre, une médiane de perte de 16,04% avec un écart-type de 16,70%. Sur ce même membre, le premier quartile (Q1) de cette série est égal à 9,59%, le troisième quartile (Q3) est égal à 26,42%.

Au total, la diminution de l'angle de pennation des deux membres inférieurs est comprise entre 1,85% et 49,66%, avec une moyenne de 21,09%, une médiane de perte de

18,71% avec un écart-type de 16,21%. Sur ces mêmes membres, le premier quartile (Q1) de cette série est égal à 9,52%, le troisième quartile (Q3) est égal à 23,91% (ANNEXE VIII).

En termes de comorbidités, concernant cette variable, l'unique patient BPCO inclus présente une diminution moyenne de l'angle de pennation des membres inférieurs de J-1 à J+8 représentée par la valeur maximale de perte moyenne, soit 50%. Chez les patients diabétiques, la diminution moyenne de l'angle de pennation des membres inférieurs est située au-dessus, de la moyenne et de la médiane exprimées, soit 23% et 24% (ANNEXE VII).

3.4) Dose totale cumulée de noradrénaline administrée

Chez les patients à qui il a été administré de la noradrénaline (N=10), les doses administrées étaient comprises entre 2,30 et 268,1 gamma/kg, avec une moyenne de 54,18 gamma/kg, une médiane de 15,05 gamma/kg et un écart-type de 83,80 gamma/kg (Tab.II.).

	N	%/moy	ET*	médiane	Q1	Q3	min	max
Dose de Noradrénaline délivrée								
Non	4	28,6						
Oui	10	71,4						
Dose totale de noradrénaline délivrée lors du séjour (gamma/kg)	10	54,18	83,80	15,05	11,90	72,80	2,30	268,10

* écart-type

Tab.II : Dose de noradrénaline délivrée

3.5) Évolution temporelle de l'épaisseur musculaire quadricipitale avec et sans administration de noradrénaline

Parmi les dix patients (71,4%) à qui il a été administré de la noradrénaline, la perte de l'épaisseur musculaire quadricipitale (EMQ) du membre inférieur droit exprimée en pourcentage médian de J-1 à J+8 était de 17,49%.

Chez les quatre patients ne recevant pas de noradrénaline (28,6%), la perte de l'épaisseur musculaire quadricipitale (EMQ) du membre inférieur droit exprimée en pourcentage médian de J-1 à J+8 était de 15,18%.

Le test de Wilcoxon-Mann-Whitney a été utilisé pour tester l'hypothèse nulle : l'évolution entre J-1 et J+8 pour la variable considérée ne diffèrait pas selon la prise ou non de noradrénaline.

Le seuil de significativité alpha était de 0,05. Nous avons calculé la p-value, $p = 0,8353$. Étant donné que la p-value calculée était supérieure au seuil de significativité alpha, nous n'avons pas pu rejeter cette hypothèse. Les différences de fonte musculaire du membre inférieur droit de J-1 à J+8 constatées au sein des 2 populations ne sont donc pas significatives. Elles peuvent être imputables au hasard des fluctuations d'échantillonnage (Tab.III.).

	Non N=4 (28,6%)				Oui N=10 (71,4%)				p**
	N	%/med*	Q1	Q3	N	%/med*	Q1	Q3	
Perte de l'EMQ à droite de J-1 à J+8	4	15,18	5,87	23,19	10	17,49	13,86	19,25	0,8353

* Médiane

** Test de wilcoxon

Tab.III : perte de l'EMQ à droite de J-1 à J+8

En parallèle, il existait une faible corrélation entre l'évolution de la masse musculaire du membre inférieur droit de J-1 à J+8 et la dose de noradrénaline administrée ($r = 0,0481$) (Fig.11.).

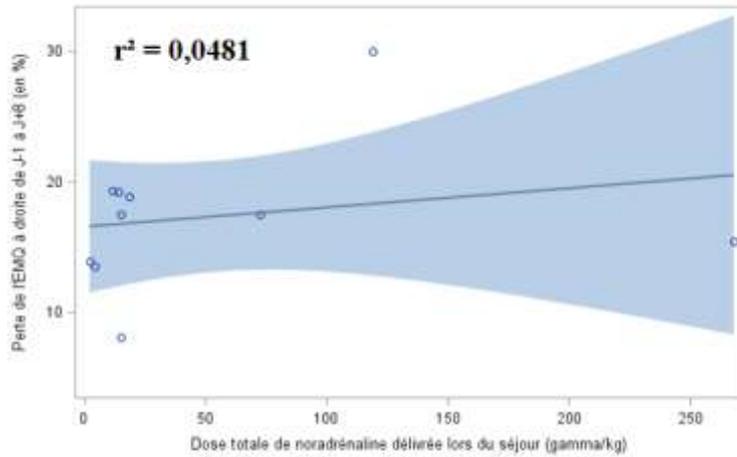


Fig.11 : Evolution temporelle de la masse musculaire du membre inférieur droit selon la dose de noradrénaline administrée [IC 95%, 11,4-21,7]

Parmi les dix patients (71,4%) à qui il a été administré de la noradrénaline, la perte de l'épaisseur musculaire quadricipitale (EMQ) du membre inférieur gauche exprimée en pourcentage médian de J-1 à J+8 était de 16,46%.

Chez les quatre patients ne recevant pas de noradrénaline (28,6%), la perte de l'épaisseur musculaire quadricipitale (EMQ) du membre inférieur gauche exprimée en pourcentage médian de J-1 à J+8 était de 9,58%.

Le test de Wilcoxon-Mann-Whitney a été utilisé pour tester l'hypothèse nulle : l'évolution entre J-1 et J+8 pour la variable considérée ne différait pas selon la prise ou non de noradrénaline.

Le seuil de significativité alpha était de 0,05. Nous avons calculé la p-value, $p = 0,1279$. Étant donné que la p-value calculée était supérieure au seuil de significativité alpha, nous n'avons pas pu rejeter cette hypothèse. Les différences de fonte musculaire du membre inférieur gauche de J-1 à J+8 constatées au sein des 2 populations ne sont donc pas significatives. Elles peuvent être imputables au hasard des fluctuations d'échantillonnage (Tab.IV.).

	Non N=4 (28,6%)				Oui N=10 (71,4%)				p**
	N	%/med*	Q1	Q3	N	%/med*	Q1	Q3	
Perte de l'EMQ à gauche de J-1 à J+8	4	9,58	7,38	16,48	10	16,46	13,74	20,00	0,1279

* Médiane

** Test de wilcoxon

Tab.IV : perte de l'EMQ à gauche de J-1 à J+8

En parallèle, Il existait une faible corrélation entre l'évolution de la masse musculaire du membre inférieur gauche de J-1 à J+8 et la dose de noradrénaline administrée ($r = 0,0854$) (Fig.12.).

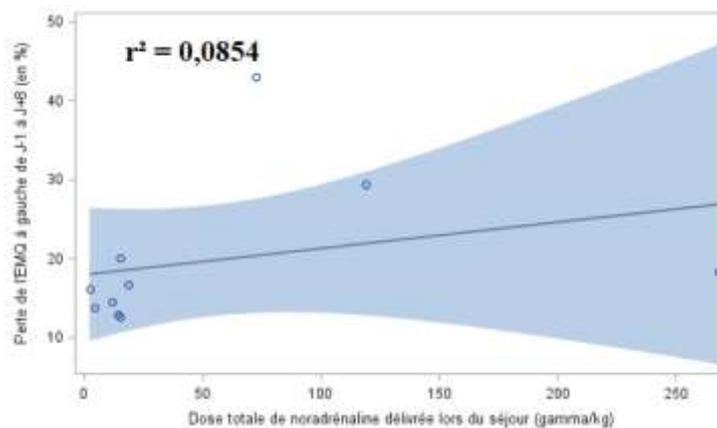


Fig.12 : Evolution temporelle de la masse musculaire du membre inférieur gauche selon la dose de noradrénaline administrée [IC 95%, 9,4-26,5]

Parmi les dix patients (71,4%) à qui il a été administré de la noradrénaline, la perte de l'épaisseur musculaire quadricipitale (EMQ) moyenne des deux membres inférieurs exprimée en pourcentage médian de J-1 à J+8 était de 16,49%.

Chez les quatre patients ne recevant pas de noradrénaline (28,6%), la perte de l'épaisseur musculaire quadricipitale (EMQ) moyenne des deux membres inférieurs exprimée en pourcentage médian de J-1 à J+8 était de 12,49%.

Le test de Wilcoxon-Mann-Whitney a été utilisé pour tester l'hypothèse nulle : l'évolution entre J-1 et J+8 pour la variable considérée ne différait pas selon la prise ou non de noradrénaline.

Le seuil de significativité alpha était de 0,05. Nous avons calculé la p-value, $p = 0,3082$. Étant donné que la p-value calculée était supérieure au seuil de significativité alpha, nous n'avons pas pu rejeter cette hypothèse. Les différences de fonte musculaire moyenne des deux membres inférieurs de J-1 à J+8 constatées au sein des 2 populations ne sont donc pas significatives. Elles peuvent être imputables au hasard des fluctuations d'échantillonnage (Tab.V.).

	Non N=4 (28,6%)				Oui N=10 (71,4%)				p**
	N	%/med*	Q1	Q3	N	%/med*	Q1	Q3	
Perte moyenne de l'EMQ des membres inférieurs de J-1 à J+8	4	12,49	7,73	18,73	10	16,49	15,00	17,83	0,3082

* Médiane
** Test de wilcoxon

Tab.V : perte moyenne de l'EMQ des membres inférieurs de J-1 à J+8

Il existait une faible corrélation entre l'évolution de la masse musculaire moyenne des deux membres inférieurs de J-1 à J+8 et la dose de noradrénaline administrée ($r = 0,1062$) (Fig.13.).

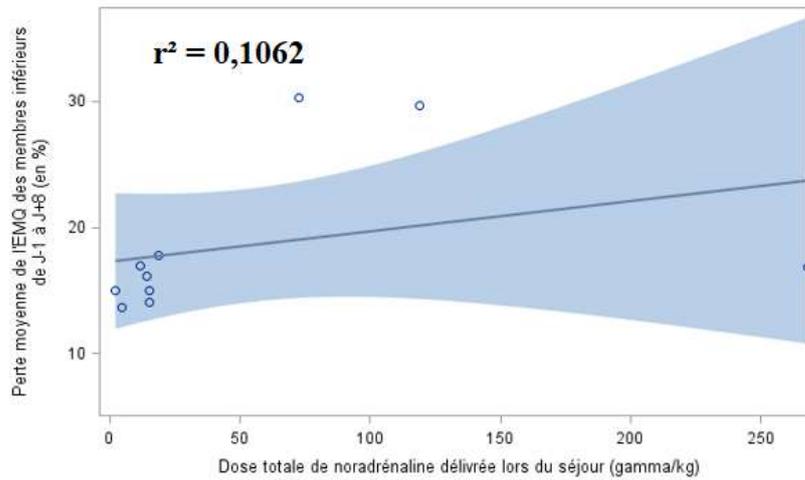


Fig.13 : Evolution temporelle de la masse musculaire moyenne des deux membres inférieurs selon la dose de noradrénaline administrée [IC 95%, 11,8-22,7]

3.6) Évolution temporelle de l'angle de pennation musculaire avec et sans administration de noradrénaline

Parmi les dix patients (71,4%) à qui il a été administré de la noradrénaline, la perte de l'angle de pennation du membre inférieur droit exprimée en pourcentage médian de J-1 à J+8 était de 17,79%.

Chez les quatre patients ne recevant pas de noradrénaline (28,6%), la perte de l'angle de pennation du membre inférieur droit exprimée en pourcentage médian de J-1 à J+8 était de 23,55%.

Le test de Wilcoxon-Mann-Whitney a été utilisé pour tester l'hypothèse nulle : l'évolution entre J-1 et J+8 pour la variable considérée ne différait pas selon la prise ou non de noradrénaline.

Le seuil de significativité alpha était de 0,05. Nous avons calculé la p-value, $p = 0,6289$. Étant donné que la p-value calculée était supérieure au seuil de significativité alpha, nous n'avons pas pu rejeter cette hypothèse. Les différences de diminution de l'angle de pennation du membre inférieur droit de J-1 à J+8 constatées au sein des 2 populations ne sont donc pas

significatives. Elles peuvent être imputables au hasard des fluctuations d'échantillonnage (Tab.VI).

	Non N=4 (28,6%)				Oui N=10 (71,4%)				p**
	N	%/med*	Q1	Q3	N	%/med*	Q1	Q3	
Perte de l'angle de pennation à droite de J-1 à J+8	4	23,55	10,94	36,71	10	17,79	9,46	23,53	0,6289

* Médiane
** Test de wilcoxon

Tab.VI : perte de l'angle de pennation à droite de J-1 à J+8

Il existait une corrélation relative entre l'évolution de l'angle de pennation du membre inférieur droit de J-1 à J+8 et la dose de noradrénaline administrée ($r = 0,5374$) (Fig.14.).

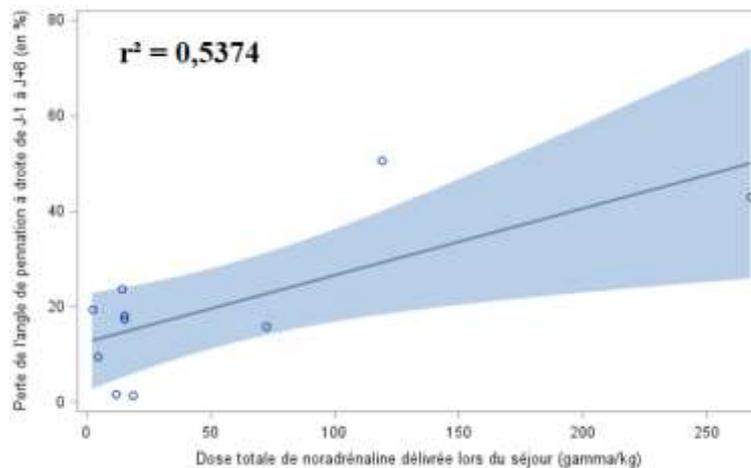


Fig 14 : Evolution temporelle de l'angle de pennation du membre inférieur droit selon la dose de noradrénaline administrée [IC 95%, 2,2-22,6]

Parmi les dix patients (71,4%) à qui il a été administré de la noradrénaline, la perte de l'angle de pennation du membre inférieur gauche exprimée en pourcentage médian de J-1 à J+8 était de 14,18%.

Chez les quatre patients ne recevant pas de noradrénaline (28,6%), la perte de l'angle de pennation du membre inférieur gauche exprimée en pourcentage médian de J-1 à J+8 était de 24,19%.

Le test de Wilcoxon-Mann-Whitney a été utilisé pour tester l'hypothèse nulle : l'évolution entre J-1 et J+8 pour la variable considérée ne différerait pas selon la prise ou non de noradrénaline.

Le seuil de significativité alpha était de 0,05. Nous avons calculé la p-value, $p = 0,7293$. Étant donné que la p-value calculée était supérieure au seuil de significativité alpha, nous n'avons pas pu rejeter cette hypothèse. Les différences de diminution de l'angle de pennation du membre inférieur gauche de J-1 à J+8 constatées au sein des 2 populations ne sont donc pas significatives. Elles peuvent être imputables au hasard des fluctuations d'échantillonnage (Tab.VII.).

	Non N=4 (28,6%)				Oui N=10 (71,4%)				p**
	N	%/med*	Q1	Q3	N	%/med*	Q1	Q3	
Perte de l'angle de pennation à gauche de J-1 à J+8	4	24,19	12,61	35,84	10	14,18	9,59	26,42	0,7293

* Médiane
** Test de wilcoxon

Tab.VII : Perte de l'angle de pennation à gauche de J-1 à J+8

Il existait une corrélation relative entre l'évolution de l'angle de pennation du membre inférieur gauche de J-1 à J+8 et la dose de noradrénaline administrée ($r = 0,6236$) (Fig.15.).

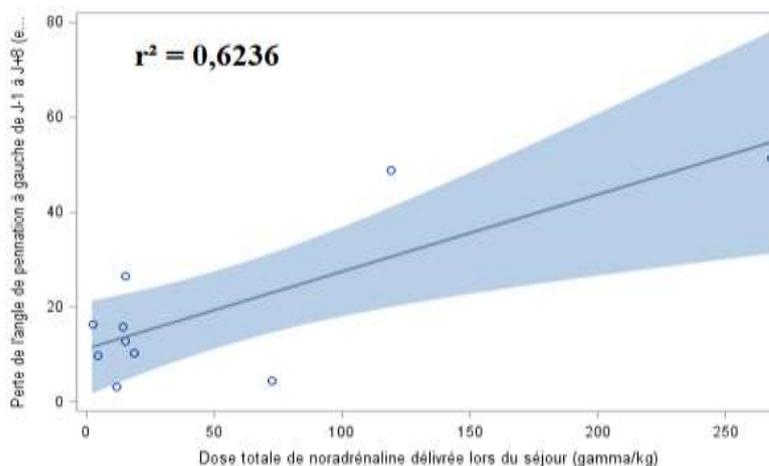


Fig.15 : Evolution temporelle de l'angle de pennation du membre inférieur gauche selon la dose de noradrénaline administrée [IC 95%, 1,1-21]

Parmi les dix patients (71,4%) à qui il a été administré de la noradrénaline, la perte moyenne de l'angle de pennation des deux membres inférieurs exprimée en pourcentage médian de J-1 à J+8 était de 16,60%.

Chez les quatre patients ne recevant pas de noradrénaline (28,6%), la perte moyenne de l'angle de pennation des deux membres inférieurs exprimée en pourcentage médian de J-1 à J+8 était de 23,87%.

Le test de Wilcoxon-Mann-Whitney a été utilisé pour tester l'hypothèse nulle : l'évolution entre J-1 et J+8 pour la variable considérée ne différait pas selon la prise ou non de noradrénaline.

Le seuil de significativité alpha était de 0,05. Nous avons calculé la p-value, $p = 0,6289$. Étant donné que la p-value calculée était supérieure au seuil de significativité alpha, nous n'avons pas pu rejeter cette hypothèse. Les différences de diminution de l'angle de pennation des deux membres inférieurs de J-1 à J+8 constatées au sein des 2 populations ne sont donc pas significatives. Elles peuvent être imputables au hasard des fluctuations d'échantillonnage (Tab.VIII.).

	Non N=4 (28,6%)				Oui N=10 (71,4%)				p**
	N	%/med*	Q1	Q3	N	%/med*	Q1	Q3	
Perte moyenne de l'angle de pennation des membres inférieurs de J-1 à J+8	4	23,87	12,84	35,21	10	16,60	9,52	21,90	0,6289

* Médiane

** Test de wilcoxon

Tab.VIII : perte moyenne de l'angle de pennation des membres inférieurs de J-1 à J+8

Il existait une corrélation relative entre l'évolution de l'angle de pennation des deux membres inférieurs de J-1 à J+8 et la dose de noradrénaline administrée ($r = 0,6097$).

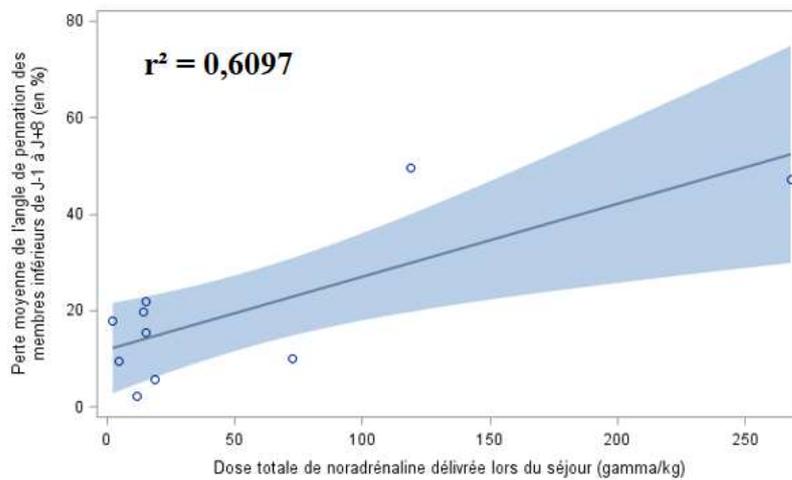


Fig 16 : Evolution temporelle de l'angle de pennation des deux membres inférieurs selon la dose de noradrénaline administrée [IC 95%, 2,2-21,2]

DISCUSSION

Interprétation des résultats :

Ce travail d'initiation à la recherche nous a permis de mettre en évidence que les patients recevant de la noradrénaline présentent une fonte musculaire des membres inférieurs plus importante (16,49%) que les patients ne recevant pas cette médication (12,49%). Cette différence n'était pas statistiquement significative ($p=0,3082$). Nous constatons que les valeurs retrouvées au sein de notre échantillon de 14 individus concernant l'épaisseur musculaire quadricipitale (17,02%) étaient superposables à celles retrouvées dans la littérature. En effet, *Putuicheary and al.*, objectivent une perte de l'épaisseur musculaire quadricipitale de l'ordre de 17,7% sur 7 jours en soins intensifs. Les patients inclus dans leurs travaux avaient été intubés au moins 48H avec les conséquences qui peuvent en découler (24).

Cette perte musculaire non négligeable consécutive à une chirurgie cardiaque, pourrait être en lien avec l'inflammation systémique imputable aux conditions opératoires lors de l'intervention. Nous n'avons recueilli que le temps de CEC. Il aurait été intéressant de relever

le taux de CPK (créatine phosphokinase) (39), enzyme sécrétée en grande quantité lorsqu'il y a atteinte du tissu musculaire, et d'étudier la corrélation entre cette variable et la perte d'épaisseur musculaire quadricipitale.

L'angle de pennation des membres inférieurs représentatif de la force musculaire diminuait de 21,09%. Cette diminution était plus marquée chez les patients ne recevant pas de noradrénaline (23,87%) que chez les patients recevant cette médication (16,6%). Cette différence n'était pas statistiquement significative ($p=0,6289$) et difficilement interprétable en raison de l'inhomogénéité des deux groupes (4 sans noradrénaline et 10 sous traitement). La littérature est plus discrète concernant cette donnée. La variabilité des mesures présentée était notable, ce qui pourrait s'expliquer par la méthodologie employée lors de la prise de mesure et la variabilité intra et inter-évaluateur.

De façon générale, La durée moyenne de séjour d'après nos données est plus conséquente chez les patients dont les doses de noradrénaline totales cumulées en réanimation étaient plus élevées, témoin indirect de la difficulté à stabiliser les patients sur le plan hémodynamique. Par conséquent, la mobilisation est beaucoup plus précautionneuse, ce qui pourrait expliquer une fonte musculaire plus importante. De plus, nous avons observé indirectement que les patients recevant une dose totale de noradrénaline plus importante avaient une durée moyenne de séjour plus longue. Nous savons qu'une durée moyenne de séjour plus longue peut être le lit de complications (2).

La mesure de l'épaisseur quadricipitale et de l'angle de pennation étant moyennée au niveau des deux membres inférieurs, nous aurions pu, lors de l'inclusion des sujets, recueillir la jambe « dominante » du patient, qui pourrait expliquer certaines différences d'un membre à l'autre.

Intérêt de ce travail

L'intérêt de ce travail d'initiation à la recherche se centre sur l'intégration de l'échographie comme outil de bilan et de suivi masso-kinésithérapique de la masse musculaire en réanimation. Le principe étant d'anticiper les déficiences musculaires potentielles dans le

but d'adapter les techniques MK chez les patients opérés cardiaques. Un autre intérêt certain a été les nombreux questionnements des professionnels de santé, médecins, internes, infirmiers (ères) avec qui nous avons échangés.

Les limites :

Notre travail présente certaines limites. Les critères d'inclusion que nous nous étions fixés dans un souci d'homogénéité ont été trop restrictifs, il y a eu beaucoup de patients non inclus et exclus en raison de leur IMC (>30), de l'âge et de la durée de séjour qui étaient parfois plus courte que la durée moyenne au sein du service à laquelle nous nous sommes référés. Néanmoins, élargir notre population nous aurait exposé à des biais de mesure plus important.

Concernant le protocole de réhabilitation précoce, il s'est basé sur les recommandations de la SRLF ainsi que sur les ressources humaines et techniques du service. Il prodiguait dès J1 des exercices locomoteurs exécutés par le patient, avec pour objectif de rendre le patient autonome le plus rapidement possible. En raison du rythme soutenu dans un service de réanimation, il est difficile d'évaluer la propension du patient à bien exécuter ses exercices. Pour pallier à cela, nous pourrions envisager des stratagèmes afin d'optimiser l'observance des patients en contactant les proches lors des visites afin de les aiguiller et d'encourager le patient à se mobiliser en dehors de toute contre-indication. La création d'une fiche synthétique d'exercices et de consignes pourrait être également envisagée afin de palier à l'absence du MK. Enfin, éduquer le personnel soignant à stimuler également les patients nous paraît pertinent.

Le lien entre fonte quadricipitale et qualité de vie a déjà été mis en évidence chez les patients BPCO (29). Il aurait été pertinent d'évaluer la qualité de vie des patients inclus dans ce travail à l'aide du questionnaire SF36. Malheureusement, ce questionnaire n'était pas réalisé en routine dans le service chez ces patients opérés du cœur et s'éloignait de la prise en charge habituelle. Nous avons donc choisi de le retirer sur les conseils du méthodologiste de la plateforme d'aide à la recherche clinique, afin d'alléger les démarches administratives (37). Pour la même raison, nous n'avons pas pu évaluer l'aspect fonctionnel avant/après l'intervention. Il aurait été intéressant d'observer comment se comportent les variables qualité de vie, aspect

fonctionnel et régression musculaire à J+8, et à distance de l'opération (réadaptation cardiaque). Car nous avons une vue à très court terme avec ce protocole.

Concernant la mesure de l'angle de pennation musculaire, nous avons trouvé initialement pertinent de prendre en compte l'angle de pennation du muscle vaste intermédiaire. Nous nous sommes basés sur son implication fonctionnelle dans la stabilisation du membre inférieur lors de la marche ainsi que son rôle majeur dans l'extension du genou. (40). La réalité était autre sur le terrain car l'interprétation échographique était difficile et l'architecture de ce muscle rendait la mesure laborieuse. Forts de ce constat, nous nous sommes recentrés sur le muscle droit fémoral qui se prêtait davantage à ce type de mesure de par sa structure bipennée.

Lors de la prise des mesures échographiques de l'épaisseur du quadriceps, nous n'avons pas pris en considération un biais de mesure particulièrement représenté sur une population de patients opérés cardiaques : les œdèmes des membres inférieurs. Ils sont souvent d'origine cardiogénique et inhérents à une balance hydrique positive chez le patient opéré. Le liquide infiltre les tissus générant de l'œdème intramusculaire faussant les mesures. En regard de la littérature, l'étude de *Fischer and al.*, incluant des patients opérés cardiaques (41) nous renseigne que cette balance hydrique positive est corrélée à une augmentation de la masse musculaire rendant certaines mesures difficilement interprétables. Nous objectivions sur la feuille de suivi des prises de poids de l'ordre de 2 à 3 kg en quelques jours chez certains des patients inclus. Ce paramètre ne figurant pas sur la trame méthodologique lors de la validation de celle-ci, nous n'avons pas pu prendre en compte cette donnée. Néanmoins, il est probable que l'augmentation de cet angle puisse être également corrélée à cette balance hydrique positive, ce qui pourrait faire l'objet de travaux futurs.

Il nous a été difficile de réunir le nombre de patients requis en vue du temps qui nous était imparti afin d'obtenir des indicateurs de meilleure qualité. Le travail sera poursuivi ultérieurement afin d'atteindre le nombre de patient souhaité dans l'objectif d'achever le travail commencé.

Globalement, les résultats mentionnés dans ce travail sont difficilement interprétables, ils indiquent une tendance. Nous ne pouvons pas conclure si cette absence de significativité est

liée à l'absence d'effet ou à un manque de puissance. Nous avons exprimé la perte musculaire des membres inférieurs en « perte médiane », la moyenne étant un mauvais indicateur de position dans le cas de petits effectifs.

Aspects éthiques et déontologiques :

Au départ, nous voulions nous lancer dans une initiation à la recherche incluant 2 populations de patients parmi lesquelles nous voulions quantifier l'intérêt d'une réhabilitation précoce différente d'un groupe de patient à l'autre avec modification des pratiques habituelles. La quantification de ce programme de réhabilitation se faisait par échographie quadricipitale sur le même mode qu'exposé ci-dessus. Malgré le travail effectué en amont de par ce précédent projet, nous avons dû revoir notre trame car nous étions rentrés dans le cadre « d'un essai clinique contrôlé randomisé » de par les modalités que ce plan de travail imposait (changement des pratiques courantes, randomisation des traitements rééducatifs). Par conséquent, les formalités administratives et le dépôt d'un dossier pour une étude comparative randomisée imposaient des délais de validations réglementaires beaucoup plus longs. De ce fait, nous avons dû nous adapter notre projet d'initiation à la recherche en transposant les bases de ce précédent travail au travail actuel, regroupant les mêmes modalités de mesure, mais prenant en considérations des variables différentes mais toutes aussi intéressantes.

La principale difficulté de ce travail a été d'obtenir l'approbation de la plate-forme d'aide à la recherche clinique, qui est le préalable à la validation du projet auprès de la direction de la recherche et de l'innovation (DRI). Une fois validé, le dossier constitué a été envoyé pour avis au comité d'éthique du CHRU de NANCY. Pour se faire, nous avons été mis en relation avec le service de la PARC du CHRU sur les conseils du médecin chef du service. Cela s'est soldé par un rendez-vous avec un méthodologiste où nous devions exposer les bases de notre travail avec la plus grande transparence. Une fois les bases posées, de nombreux échanges ont eu lieu afin de dégrossir le travail et soutenir l'intérêt clinique masso-kinésithérapique de ce projet. Ces échanges ont eu lieu principalement par mail où des corrections et ajustements étaient réalisés avec l'intervenant concerné. Dans une optique de protection et de sécurité vis-à-vis des patients, ces démarches sont désormais fortement recommandées pour toute recherche ou démarche de recherche quel que soit le contexte au CHRU de Nancy.

Lors de la prise de mesure avec le patient avant l'opération, nous nous devions d'être à l'écoute et disponible car l'aspect relationnel face à un patient se faisant opérer du cœur la veille de son intervention est primordial et peut conditionner le reste de la prise en charge. Une opération n'est pas sans risque donc bien avant d'inclure le patient et lui remettre ledit formulaire de non-opposition, nous nous devions d'instaurer une relation de confiance patient-soignant, en répondant aux interrogations de celui-ci vis-à-vis de l'intervention en elle-même et des suites opératoires. Nous nous sommes aperçus qu'en termes de rééducation, les patients préalablement informés étaient plus compliants vis-à-vis des soins. De plus, il a fallu également relativiser avec le fait que les patients voyaient dans la majeure partie des cas et au fil de nos mesures, leurs muscles diminuer. Les muscles sont une symbolique de force physique, de puissance et de bien-être dans notre société, et les voir régresser est le reflet direct d'une diminution physique.

CONCLUSION

Ce travail s'est basé sur un questionnement clinique. En réanimation, l'état du patient, mais aussi les traitements médicamenteux conditionnent directement la prise en charge masso-kinésithérapique. Le MK en réanimation doit faire face à des patients polymédiqués, où les traitements ont une influence directe sur les objectifs de traitement.

Par conséquent, afin de prendre le patient dans sa globalité et ne pas être délétère, le thérapeute doit avoir connaissance de certaines médications qui peuvent conditionner le volet rééducatif.

Les axes d'amélioration :

Nous aurions pu prendre en compte :

- Les entrées et sorties des liquides afin d'avoir du recul quant à une augmentation de la masse musculaire et de l'angle de pennation au cours des mesures

- La mesure des CPK, témoins directs de la dégradation des cellules musculaires
- La reproductibilité de la mesure de l'angle de pennation
- Le recueil de la jambe dominante du patient, qui aurait pu expliquer des différences

De plus, nous ne pouvons pas conclure quant à l'efficacité directe du traitement rééducatif sur la fonte musculaire du quadriceps. Cela pourrait faire l'objet d'un autre travail où un traitement rééducatif serait appliqué face à un traitement rééducatif « contrôle » sur 2 groupes de patients avec une attribution aléatoire de traitement par randomisation.

Réponse à la problématique :

Il est difficile de conclure que la régression de la masse musculaire et la perte de force étaient directement imputable à la noradrénaline elle-même. D'autres variables ont probablement influencé ce décroît : le temps de CEC, l'inflammation, l'inactivité, la perte d'appétit, le temps de séjour en réanimation. Au sein de notre échantillon, tous les patients ne recevaient pas de noradrénaline, pour autant qu'une régression des paramètres musculaires fût appréciée.

Ce travail aborde certes l'aspect observationnel de l'impact de la noradrénaline sur la musculature quadricipitale du patient opéré cardiaque, mais également l'intégration de l'échographie comme un outil de bilan et de suivi de la masse musculaire qui peut bien sûr être extrapolé à d'autres domaines. Il pourrait être intéressant de suivre temporellement la musculature périphérique des patients atteint de BPCO, où la fonte musculaire du quadriceps, chez ce type de patient, revêt d'un pronostic de dégradation et d'exacerbation (29).

Outre l'aspect musculosquelettique, l'échographie en rééducation peut être appliquée au versant respiratoire où le MK peut suivre et quantifier la dynamique diaphragmatique ou pleurale afin d'adapter ses techniques ventilatoires.

BIBLIOGRAPHIE

- (1). Ministère des solidarités et de la santé. Circulaire DHOS/SDO n° 2003-413 du 27 août 2003 relative aux établissements de santé publics et privés pratiquant la réanimation, les soins intensifs et la surveillance continue (Page consultée le 14/01/2019). [En ligne] ; <https://solidarites-sante.gouv.fr/fichiers/bo/2003/03-45/a0453485.htm>.
- (2). Carpentier, D. Beduneau, G. Girault, C. Séjour prolongé en réanimation. Réanimation. juill 2015 ; 24(4):379-88.
- (3). Streat, S. Beddoe, A. Hill, G. Aggressive nutritional support does not prevent protein losses despite fait gain in septic intensive care patients. J Trauma. 1987 ; 27:262-6.
- (4). Baufreton, C. Corbeau, JJ. Pinaud, F. Réponse inflammatoire et perturbations hématologiques en chirurgie cardiaque : vers une circulation extracorporelle plus physiologique. Ann Fr Anesth Réanim. 2006 ; 25 : 510-20.
- (5). Vidal. [En ligne]. [Consultée le 14 janvier 2019]. Noradrénaline. 20013. [Mis à jour le 16 janvier 2013]. Disponible : <https://www.vidal.fr/substances/7019/noradrenaline/>.
- (6). SRLF. Référentiel de compétences et d'aptitudes du masseur-kinésithérapeute de réanimation (MKREA) en secteur adulte. (Page consultée le 14/01/2019). [En ligne] ; <https://www.srlf.org/wp-content/uploads/2015/12/20110419-R%C3%A9f%C3%A9rentiel-kin%C3%A9-final.pdf>.
- (7). Avis-CNO n° 2015-01. Avis du Conseil national de l'Ordre du 27 mars 2015 modifié le 24 septembre 2015 relatif à l'échographie. [en ligne]. [Consultée el 14 janvier 2019] Mar, 2015. Disponible : <http://www.ordremk.fr/wp-content/uploads/2017/05/AVIS-CNO-n2015-01.pdf>.
- (8). Prakash, P. Punjabi, N. Essentials of operative cardiac surgery. First edition. Switzerland : Springer International ; 2015. 127p. ISBN : 978-3-319-09905-7.
- (9). Andreas, B. Tobias, M. Instabilité hémodynamique. Article de revue, Swiss medical forum – Forum médical suisse 2016 ; 15(25) ; 692-599.

- (10). Defraigne, JO. Physiopathological disorders related to extracorporeal circulation. Pathogenesis and modes of prevention. Bull Mem Acad R Med Belg 1999 ; 154 : 381-91.
- (11). Benhamou, D. Problèmes relatifs à la circulation extra-corporelle. Transfusion. 1963; 6 (4) : 403-4.
- (12). Sniecinski, RM. Levy, JH. The inflammatory response to cardiopulmonary bypass. Humana Press. 2010 ; 125-140.
- (13). Warren, OJ. Smith, AJ. Alexiou, C. et al. The inflammatory response to cardiopulmonary bypass: Part 1 – Mechanisms of pathogenesis. J Cardiothorac Vasc Anesth 2009 ; 23: 223-31.
- (14). Samii, K. Fourcade, O. Geeraerts, T. Minville, V. Traité d'anesthésie et de réanimation. 4^{ème} édition. Paris: Médecine Sciences publication ; 2014. 1294p. ISBN : 978-2-257-20560-5.
- (15). Bellien, J. Jérémy Cracowski, JL. - Pharmacologie Cardio-Vasculaire et respiratoire. 1^{ère} édition. Issy-Les-Moulineaux : Elsevier Masson. 2016. 233p. ISBN : 978-2-294-75159-2.
- (16). Schweickert, WD. Pohlman, MC. Pohlman, AS. Nigos, C. Pawlik, AJ. Esbrook, CL. Et al. Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. Lancet 2009 ; 373 (9678).
- (17). Morris, PE. Goad, A. Thompson, C. Taylor, K. Harry, B. Passmore, L. Ross, A. Anderson, L. Baker, S. Sanchez, M. Penley, L. Howard, A., Dixon, L. Leach, S., Small, R., Hite, RD. Haponik, E. Early intensive care unit mobility therapy in the treatment of acute respiratory failure. 2008 Aug ; 36(8):2238-43.
- (18). Villiot-Danger, E. Dupuis, J. Girard, F. Le muscle du patient atteint de bronchopneumopathie chronique obstructive en réanimation: un enjeu pour le kinésithérapeute. Réanimation. janv 2013 ; 22(1):109-18.
- (19). Ducroux, L. Mobilisation précoce des patients en réanimation, réalisation d'une enquête sur les pratiques professionnelles. 2015. 26p. Mémoire réalisé dans le cadre de l'obtention d'un DU masso-kinésithérapique en kinésithérapie respiratoire et cardio-vasculaire : Lyon 1, Université Claude Bernard.

- (20). Base de données publique des médicaments [en ligne]. 2018 [Mise à jour le 8 juin 2018 ; consultée le 14 janvier 2019]. Disponible : <http://base-donnees-publique.medicaments.gouv.fr/affichageDoc.php?specid=64234749&typedoc=R>.
- (21). Nicolas, S. Franck, L. Échographie musculosquelettique : 2^{ème} édition. Elsevier Masson ; 2014. 391p. ISBN : 978-2-294-73633-9.
- (22). Demont, A. Lemarinel, M. Échographie en rééducation musculo-squelettique et neuromusculaire. Kinésithérapie, la Revue. févr 2017 ; 17(182):28-40.
- (23). Le Neindre, A. Demont, A. L'échographie en réhabilitation, une émergence anglo-saxonne. Kinesither Rev 2017 ; 17(182) : 20-7.
- (24). Putucheary, ZA. Rawal, J. McPhail, M. Conolly, B. Ratnayak, G. Chan, P. Hopkinson, NS. Phadke, R. Dew, T. Sidhu, PS. Velloso, C. Seymour, J. Agle, CC. Selby, A. Limb, M. Smith, K. Rowleson, A. Rennie, MJ. Moxham, J. Harridge, SD. Hart, N. Montgomery, HE. Acute skeletal muscle wasting in critical illness, Acute Skeletal Muscle Wasting in Critical Illness, JAMA, 2013 oct ; 16;310(15): 1591-600.
- (25). Tillquist, M. Kutsugiannis, DJ. Wischmeyer, PE. Kummerlen, C. Leung, R. Stollery, D. Karvellas, CL. Preiser, JC. Bird, N. Kozar, R. Heyland, DK. Bedside ultrasound is a practical and reliable measurement tool for assessing quadriceps muscle layer thickness. JPEN J, 2014 Sep ; 38(7):886-90.
- (26). Kawakami, Y. Abe, T. Fukunaga T. Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles. J Appl Physiol. 1985 ; 74: 2740–2744.
- (27). Segers and col. Assessment of quadriceps muscle mass with ultrasound in critically ill patients: intra- and inter-observer agreement and sensitivity, Intensive Care Med. 2015 Mar ; 41(3):562-3.
- (28). SFCTCV, Société Française de Chirurgie Thoracique et Cardio-Vasculaire. [Rapport]. Novembre 2016. [En ligne]. [Consultée le 14 janvier 2019]. Disponible : <https://sfctcv.org/sofrchthcava/wp-content/uploads/2017/01/chir-cardiaque-2025-version-recommandations-fin-1.pdf>.

- (29). Caron, M-A. Debigaré, R. Dekhuijzen, PNR. Maltais, F. L'atteinte du diaphragme et du quadriceps dans la BPCO : une manifestation systémique de cette maladie ? Revue des Maladies Respiratoires. déc 2011 ; 28(10):1250-64.
- (30). Dejonghe, B. Sharshar, T. Raphael, J. Neuromyopathies de réanimation. Réanimation. juill 2004 ; 13(5):355-61.
- (31). Le Neindre, A. Fossat, G. Intérêt de l'échographie thoracique et musculaire en kinésithérapie de réanimation. Méd. Intensive Réa (2017), 26 : 425-434.
- (32). Pohlman, M. Schweickert, W. Pohlman, A. Nigos, C. Pawlik, A. Esbrook, C. and al. Feasibility of physical and occupational therapy beginning from initiation of mechanical ventilation. Crit Care Med 2010 ; 38(11):2089-94.
- (33). Siva, A. Maynard, K. Cruz, M. Effects of motor physical therapy in critically ill patients: literature review. Rev Bras Ter Intensiva 2010 ; 22(1):85-91.
- (34). Burtin, C. Clerckx, B. Robbeets, C. Ferdinande, P. Langer, D. Troosters, T. and al. Early exercise in critically ill patients enhances short-term functional recovery. CritCareMed 2009 ; 37(9):2499-505.
- (35). Morris, P. Goad, A. Thompson, C. Taylor, K. Harry, B. Passmore, L. and al. Early intensive care unit mobility therapy in the treatment of acute respiratory failure. Crit Care Med 2008 ; 36(8):2238-43.
- (36). Perme, C. Chandrashekar, R. Early mobility and walking program for patients in intensive care units : creating a standard of care. AJCC 2009 ; 18(3):212-21.
- (37). Solidarites-sante.gouv.fr. [En ligne]. [Consultée le 14 janvier 2019]. Disponible : <https://solidarites-sante.gouv.fr/systeme-de-sante-et-medico-social/recherche-et-innovation/recherches-impliquant-la-personne-humaine/>.
- (38). GEhealthcare Vivid S70 - Solutions en cardiologie [en ligne]. [consultée le 02 mars 2019]. Disponible : http://www3.gehealthcare.fr/fr-fr/products/categories/echographie/vivid_s70.

(39). Amir, KA. Chen, SX. Arsura, EL. Bobba, RK. Elevation of Serum Creatine Phosphokinase in Hospitalized Patients. The American Journal of the Medical Sciences. nov 2009 ; 338(5):353-6.

(40). Parry, SM. El-Ansary, D. Cartwright, MS. Sarwal, A. Berney, S. Koopman, R. and al. Ultrasonography in the intensive care setting can be used to detect changes in the quality and quantity of muscle and is related to muscle strength and function. J Crit Care. 2015 Oct ; 30(5):1151.e9-1151.e14.

(41). Fischer, A. Spiegl, M. Altmann, K. Winkler, A. Salamon, A. Themessl-Huber, M. and al. Muscle mass, strength and functional outcomes in critically ill patients after cardiothoracic surgery: does neuromuscular electrical stimulation help ? The Catastim 2 randomized controlled trial. Crit Care. 2016 Dec [cited 2016 Jul 29] ; 20(1).

ANNEXES

Annexe I : Protocole de mesure « épaisseur musculaire quadricipitale (à gauche) » et « angle de pennation (à droite) »



Annexe II : Protocole de réhabilitation précoce

INTERVENTION	PROTOCOLE STANDARD
J+1	<ul style="list-style-type: none"> • Mobilisation active aidée des membres inférieurs dans les amplitudes ; <ul style="list-style-type: none"> - de triple flexion/extension de membre - abduction/adduction de hanche • 3 séries de 10 répétitions par membres au lit avec le thérapeute • Transfert en mode actif aidé au fauteuil • Fauteuil > = 1h
J+2	<ul style="list-style-type: none"> • Mobilisation des membres inférieurs au fauteuil ; <ul style="list-style-type: none"> - 2 séries de 10 extensions de genou - 2 séries de 10 flexions de hanche - 2 séries de 10 flexions/extensions de cheville = Cette série d'exercice sera nommée « série d'exercice (A) » en alternant membre G et Dt
J+3	<ul style="list-style-type: none"> • Fauteuil • Reprise de la marche accompagnée • Poursuite et autonomisation des exercices pour les membres inférieurs (A) à réaliser <u>2 fois dans la journée</u> au fauteuil
J+4	<ul style="list-style-type: none"> • Marche accompagnée • Poursuite exercices autonomes avec augmentation des répétitions • 3 séries de 10 répétitions d'exercices 2*jour (A)
J+5	<ul style="list-style-type: none"> • Marche accompagnée • 4 séries de 10 répétitions d'exercices (A) 2*jour
J+6 J+7 J+8	<ul style="list-style-type: none"> • Marche accompagnée • Poursuite des exercices • 5 séries de 10 répétitions d'exercices (A) 2*jour

Annexe III : Formulaire de demande pour approbation



CENTRE HOSPITALIER RÉGIONAL UNIVERSITAIRE
 PLATEFORME D'AIDE A LA RECHERCHE CLINIQUE
 Unité de Méthodologie, Datamanagement & Statistiques
 CONSULTATION DE METHODOLOGIE ET STATISTIQUES



INFORMATIONS GENERALES

N° DEMANDE : 307

Date de la demande de consultation : 2018-11-05	
Demandeur : Nom : MATTEI Prénom : Mathieu Etablissement : CHRU Nancy Service : Réanimation de Chirurgie Cardiaque	Responsable scientifique : Nom : MATTEI <u>Prenom</u> : Mathieu Etablissement : CHRU Nancy Service : Réanimation Chirurgie Cardiaque Mail : m.mattei@chru-nancy.fr
Nature de votre demande Rédaction de protocole Data management Analyse statistique Interprétation des données	Votre projet s'inscrit-il dans le cadre d'une réponse à un appel d'offre ? NON <u>Date de dépôt de la lettre d'intention :</u>
Ce travail fait-il l'objet d'une thèse ou d'un mémoire ? Oui Si oui, merci de renseigner : Nom de votre Directeur : MATTEI Prénom de votre Directeur : Mathieu Mail de votre Directeur : m.mattei@chru-nancy.fr Date de soutenance prévue :	

TITRE	« Impact de la Noradrénaline sur le quadriceps après chirurgie cardiaque : intérêt de l'évaluation et du suivi par échographie musculaire quadricipitale pour le masseur kinésithérapeute en réanimation »
GESTIONNAIRE DE LA RECHERCHE	<i>CHRU de Nancy</i>
PERSONNES CONTACT	
SERVICE(S) CONCERNE(S) PAR LA RECHERCHE	
VERSION DU PROTOCOLE	
NB DE CENTRES	
JUSTIFICATION / CONTEXTE/ HYPOTHESE	

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
OBJECTIF PRINCIPAL * OBJECTIFS SECONDAIRES *	
CRITERES DE JUGEMENT PRINCIPAL * ET SECONDAIRES *	
SCHEMA GENERAL DE L'ETUDE *	
POPULATION, ECHANTILLONNAGE *	
CRITERES D'INCLUSION / NON- INCLUSION	
NOMBRE DE SUJETS PREVUS (PATIENTS, TEMOINS) JUSTIFICATION *	
ORIGINE DES DONNEES, SUPPORT ET CIRCUIT DES DONNEES	
ANALYSES STATISTIQUES *	
DES PERSONNES SPECIALEMENT PROTEGEES, SONT-ELLES CONCERNEES PAR VOTRE RECHERCHE PRÉCISEZ DANS LE CADRE CI- CONTRE	
MODALITES D' INFORMATION/CONSETEMENTS DES SUJETS	
DUREES	
BESOINS LOGISTIQUES	
ASPECTS REGLEMENTAIRES ET ETHIQUES*	
FINANCEMENT	
RESULTATS/BENEFICES EVENTUELS ATTENDUS	

Annexe IV : Rapport écrit du comité d'éthique

CENTRE HOSPITALIER REGIONAL UNIVERSITAIRE



YM/FH

Professeur Yves MARTINET
Président
☎ 03.83.15.34.10 / 06.83.51.31.69
y.martinet@chru-nancy.fr

Mme Véronique PIERSON
Vice-Présidente
☎ 03.83.85.13.34
v.pierson@chru-nancy.fr

Mme Florence HERMANN
Secrétaire
☎ 03.83.15.43.03
c.ethique@chru-nancy.fr
f.hermann@chru-nancy.fr

Mme Marie-Céline SIMON
Documentaliste
☎ 03.83.15.76.26
mc.simon@chru-nancy.fr

Réf. : saisine n°226

Vandoeuvre-Lès-Nancy,
Le 14 février 2019

M. le Docteur Mathieu MATTEI
Réanimation de Chirurgie Cardiaque
CHRU de Nancy
Rue du Morvan
54500 VANDOEUVRE LES NANCY

Rapport concernant la sollicitation d'un avis éthique en vue de la réalisation d'une recherche :
« Intérêts de l'échographie quadricipitale pour le Masseur-Kinésithérapeute dans la prise en charge des patients opérés cardiaques sous catécholamines »
avec pour chercheurs **le Dr Mathieu MATTEI et Nolan PERRIN.**

Conformément à la procédure en vigueur au CHRU de Nancy, le projet de recherche a été soumis à la Direction de la Recherche et de l'Innovation. La recherche n'entrant pas dans le champ du Comité de Protection des Personnes, le projet a été soumis à l'avis du Comité d'Éthique du CHRU de Nancy.

Le projet de recherche a été examiné par deux lecteurs.

Dans la mesure où :

- L'intérêt scientifique de la recherche n'est pas à mettre en cause ;
- Il s'agit d'une étude prospective non interventionnelle monocentrique n'impliquant pas la personne humaine selon la Loi Jardé ;
- Il ne sera pas réalisé d'exploration supplémentaire en raison de l'étude, entraînant une contrainte particulière sur les patients en dehors de la prise en charge habituelle du patient ;
- Les patients ont la possibilité de s'opposer à l'utilisation de leurs données, proposition faite lors de l'accueil en hospitalisation ;
- L'anonymat des patients sera totalement respecté à l'issue de la recherche ;
- Le document d'information et de non-opposition destiné aux patients est clair et complet ;
- Les auteurs ont toute compétence dans le domaine de l'étude.

Il n'y a par conséquent aucune réserve éthique à la réalisation de ce travail tel qu'il nous a été soumis.

Professeur Yves MARTINET
Président du Comité d'Éthique

CHRU de NANCY – Institut lorrain du cœur et des vaisseaux Louis Mathieu – 4, rue du Morvan
54511 VANDOEUVRE-LÈS-NANCY CEDEX – Téléphone : 33 (0)3 83 15 43 03

Annexe V : Document d'information et formulaire d'opposition

DOCUMENT D'INFORMATION

Un médecin investigateur vous propose de participer à une Recherche Non Interventionnelle.

Lisez attentivement ce document et posez toutes les questions qui vous sembleront utiles. Après un délai de réflexion, vous pourrez alors décider si vous souhaitez participer à cette recherche ou non.

Titre de la Recherche Non Interventionnelle : Intérêts de l'échographie quadricipitale pour le Masseur-Kinésithérapeute dans la prise en charge des patients opérés cardiaques sous catécholamines

Investigateur principal : Dr Mathieu MATTEI – Service de réanimation de Chirurgie Cardiaque – CHRU Nancy – Rue du Morvan – 54500 VANDOEUVRE LES NANCY

Nom et adresse de l'Organisme Responsable: CHRU de Nancy - 29, avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny - 54035 NANCY cedex

Monsieur, Madame,

Vous êtes invité(e) à prendre part à cette étude paramédicale menée par Nolan PERRIN (étudiant masso-kinésithérapeute) et Aurélie ROTH-LOUDIN (Masso-kinésithérapeute), sous la responsabilité du Dr Mathieu MATTEI. Elle consiste à suivre et observer l'évolution des muscles des membres inférieurs (*quadriciceps*) au long de votre séjour hospitalier via l'échographie.

En effet, l'opération chirurgicale, l'alitement, l'inactivité physique et les traitements médicamenteux administrés peuvent concourir à une fonte musculaire des membres.

Parmi les médicaments utilisés pour stabiliser votre état de santé dans ce contexte de chirurgie figurent les catécholamines (*noradrénaline*), dont le dosage et la durée d'administration varient en fonction de l'état du patient. Ces médicaments visent à stabiliser votre état après l'opération.

Utilisés de façon courante, ils peuvent néanmoins avoir un impact sur la musculature des membres de par leurs effets secondaires.

C'est pourquoi :

Nous vous proposons de participer à cette étude qui a pour objectif d'observer à l'aide de l'échographie si cette médication a un impact sur la musculature des membres inférieurs lors de votre prise en charge après l'opération.

Il est à noter que l'échographie est un outil de bilan non invasif, sans danger, non douloureux et de pratique courante en réanimation. Les intervenants du service (médicaux et paramédicaux) seront susceptibles de prendre ces mesures échographiques.

Aucune modification du traitement médical et paramédical n'est envisagée et la prise de mesure échographique se déroulera de la façon suivante conformément à la prise en charge habituelle :

- Avant l'opération
- Toutes les 48h après le premier jour de votre opération avec un suivi pouvant aller jusqu'au 10^{ème} jour

L'intérêt de ce travail est de suivre et observer l'état musculaire des patients sous catécholamines (*noradrénaline*) conformément à la prise en charge habituelle.

Un traitement kinésithérapique sera entrepris après l'opération. Vous serez mobilisé dans les plus brefs délais dès que votre état vous le permet de sorte à vous rendre autonome le plus rapidement possible conformément à la prise en charge habituelle.

L'objectif à plus long terme de cette étude est qu'une fois détecté, ce déficit musculaire mis en évidence puisse être pris en charge précocement afin d'agir à temps sur le muscle pour en limiter les effets négatifs qui en découlent.

CONTEXTE DE LA RECHERCHE

→ Suivi musculaire en réanimation de chirurgie cardiaque

OBJECTIFS DE LA RECHERCHE

La recherche à laquelle nous vous proposons de participer a pour but de :

- 1) Décrire l'impact de la Noradrénaline sur le quadriceps en utilisant l'échographie musculaire comme outil de suivi et de bilan.
- 2) Décrire la capacité de force du muscle à l'aide de l'échographie

MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

- Cette recherche se déroulera au sein du CHRU de Nancy, dans le Service de Réanimation chirurgie cardiaque et transplantation et dans le service de chirurgie cardiaque et transplantation du CHRU de Nancy. Elle inclura *des patients* qui, comme vous, ont été *opéré en chirurgie cardiaque sous circulation extra-corporelle*.

NATURE DES DONNÉES RECUEILLIES

- Le recueil des données par échographie est prospectif et, est effectué durant le séjour hospitalier des patients inclus selon un protocole standard.
- Dans le cadre de mon cursus en dernière année de masso-kinésithérapie à NANCY, et afin d'alimenter le mémoire de fin d'étude, les premières données seront présentées dans le cadre de mon travail à compter du 02 mai 2019.

DONNEES DU DOSSIER MEDICAL

Age, sexe, IMC, type de chirurgie, Temps de CEC, dose journalière administrée de la Noradrénaline, dosage journalier CPK, diabète de type II, BPCO gold I, durée de séjour en réanimation et secteur.

DONNEES ANALYSEES

- Mesures transversale de l'épaisseur quadricipitale (masse musculaire)
- Mesure de l'angle de pennation des fibres musculaires (indicateur de la force musculaire)

ÉCHANTILLONS BIOLOGIQUES

Aucun échantillon biologique ou de matière n'est prévu durant l'étude

DURÉE DE VOTRE PARTICIPATION

La durée maximale de votre participation est estimée à **10 jours**.

BÉNÉFICES LIÉS À LA RECHERCHE NON INTERVENTIONNELLE

- **bénéfices espérés pour le participant lui-même, s'il y a lieu, ou leur absence :**
- Pas de bénéfice direct pour le patient
- **bénéfices espérés pour la société**
- Le dépistage précoce permettrait d'agir rapidement sur ces déficiences musculaires chez les patients à risque et éventuellement diminuer la durée moyenne de séjour en réanimation en chirurgie cardiaque pour ce cas précis.

CONTRAINTES ET RISQUES LIÉS À LA RÉALISATION DE CETTE RECHERCHE NON INTERVENTIONNELLE

Votre participation à cette recherche n'implique ni risque ni contrainte supplémentaire par rapport à votre prise en charge habituelle. Ceux-ci vous ont été préalablement et indépendamment de la recherche expliqués par le responsable scientifique.

REMBOURSEMENT DES FRAIS DES EXPOSÉS

Pas de frais engagés

VOS DROITS

Votre participation à cette recherche est entièrement libre.

Vous pouvez poser toutes les questions que vous souhaitez à l'investigateur/ au responsable scientifique vous proposant de participer à cette recherche. Vous êtes invité(e) à prendre le temps de réflexion nécessaire pour prendre votre décision.

Votre refus de participer n'aura aucune conséquence sur le type et la qualité de votre prise en charge, ni sur les relations avec l'investigateur / le responsable scientifique.

De la même manière, si vous acceptez de participer, vous pouvez décider de quitter cette recherche à tout moment sans justification et sans conséquences ni sur votre futur traitement ni sur votre prise en charge. Dans ce cas, et conformément à l'article L1122-1-1 du Code de la Santé de Publique, les données déjà collectées seront utilisées, sauf opposition de votre part qui devra être exprimée par écrit. Cependant les données susceptibles de rendre impossible ou de compromettre gravement la réalisation des objectifs et le suivi de la vigilance de la recherche ne seront pas effacées et continueront à être traitées dans les conditions prévues par la recherche (article 17 du Règlement Général sur la Protection des Données, RGPD, relatif au droit à l'effacement).

Conformément à l'article L 1122-1 du Code de la Santé Publique les résultats globaux de cette recherche pourront vous être communiqués si vous le souhaitez dès que ceux-ci seront disponibles lors d'une consultation de contrôle, le cas échéant ou par voie postale si vous en faites la demande par courrier auprès du Dr MATTEI responsable scientifique local de cette recherche.

PROTECTION DE VOS DONNEES

Nature des données recueillies et codage

Pour les besoins de la recherche, vos données personnelles telles que l'âge, le sexe, l'IMC, le type de chirurgie mise en place, le temps de CEC (circulation extra corporelle) per-opératoire, la durée d'administration de noradrénaline seront recueillies. Afin de préserver votre identité, ces données seront codées (dé-identifiées) uniquement par un numéro.

Contrôle qualité des données

Afin de s'assurer de leur qualité, les données recueillies pour la recherche pourront être comparées à celles présentes dans votre dossier médical. Ce contrôle de la qualité pourra être réalisé par l'Investigateur et son équipe, des personnes mandatées par l'Organisme Responsable et soumises au secret professionnel, des personnes mandatées par les autorités sanitaires, des autorités publiques de contrôle légalement habilitées, et par le personnel habilité agissant sous la responsabilité de l'organisme d'assurance garantissant la responsabilité civile de l'Organisme Responsable. Ces personnes sont tenues au secret professionnel.

Traitement des données

Dans le cadre de cette recherche, vos données personnelles dé-identifiées seront transmises au Promoteur/Organisme Responsable (le responsable de traitement) et réunies sur un fichier informatique pour permettre d'analyser les résultats de la recherche au regard de son objectif, dans les conditions garantissant leur confidentialité. Elles pourront également être traitées par du personnel habilité du Promoteur/Organisme Responsable, par des prestataires et partenaires, si nécessaire à l'exécution de la recherche.

Vos données personnelles dé-identifiées seront conservées au minimum 5 ans et au maximum le temps nécessaire à la réalisation de la recherche et à sa valorisation ou pour permettre de répondre à nos obligations légales.

Les données personnelles dé-identifiées pourront être réutilisées par le Promoteur/Organisme Responsable pour des recherches ultérieures.

Ces mêmes données dé-identifiées pourront également être transmises, pour le besoin de la présente recherche et dans le cadre de recherches ultérieures, à des équipes de recherche françaises, européennes ou internationales (hors union européenne), dans le respect de la réglementation applicable, sous une forme qui ne permettra pas votre identification directe ou indirecte. Si ces pays ne disposent pas du même niveau de protection des données personnelles que la France et l'Union européenne, le Promoteur prendra toutes les mesures nécessaires pour protéger les données recueillies et s'engagera à assurer un niveau de sécurité équivalent à celui couvert par les lois françaises et européennes pour les données envoyées à l'étranger.

Réglementation et droits

Vos données personnelles sont collectées et traitées uniquement sur la base des fondements juridiques prévus par la réglementation dans le cadre de l'exécution des missions d'intérêt public du CHRU de Nancy, notamment celles relatives à assurer et concourir à la recherche et à l'innovation (Article 6.1.e du RGPD). Le traitement de vos données personnelles est permis par l'exception prévue à l'article 9.2 alinéas i et j.

Ce traitement des données entre dans le cadre de la méthodologie de référence MR004 que le CHRU de Nancy s'est engagé à respecter.

Conformément au RGPD, vous disposez d'un droit d'accès à vos données (article 15), d'un droit de rectification (article 16), d'un droit à l'effacement de vos données (« droit à l'oubli ») dans les conditions prévues à l'article 17, d'un droit à la limitation du traitement prévu à l'article 18 ainsi que d'un droit d'opposition au traitement de vos données personnelles (article 21). Ces droits s'exercent auprès du Responsable Scientifique local.

Vous disposez également d'un droit de réclamation auprès de l'autorité de contrôle en France à savoir la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL).

Si vous souhaitez des informations sur le traitement de vos données personnelles, vous pouvez contacter le Délégué à la Protection des données (DPO) par courrier à l'adresse suivante :

CHRU de Nancy
Délégué à la Protection des Données (DPO)

Avenue de Lattre de Tassigny
54000 NANCY

DROIT D'ACCÈS À VOS DONNÉES

Vous pouvez accéder directement ou par l'intermédiaire d'un médecin de votre choix à l'ensemble de vos données médicales en application des dispositions de l'article L 1111-7 du Code de la Santé Publique.

SI VOUS SOUHAITEZ VOUS OPPOSER à l'utilisation de vos données dans le cadre de cette recherche, il vous suffit de documenter le formulaire d'opposition ci-joint et d'en informer le Responsable Scientifique local qui vous propose de participer à cette recherche:

**Docteur Mathieu MATTEI
Service de Réanimation de Chirurgie Cardiaque
CHRU Nancy
Rue du Morvan
54500 VANDOEUVRE LES NANCY**

FORMULAIRE D'OPPOSITION

Titre de la Recherche Non Interventionnelle : Impact de la Noradrénaline sur le quadriceps après chirurgie cardiaque : intérêt de l'évaluation et du suivi par échographie musculaire quadricipitale pour le masseur kinésithérapeute en réanimation

Responsable Scientifique principal : Dr Mathieu MATTEI – Service de réanimation de Chirurgie Cardiaque – CHRU Nancy – Rue du Morvan – 54500 VANDOEUVRE LES NANCY

Nom et adresse de l' Organisme Responsable: CHRU de Nancy - 29, avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny - 54035 NANCY cedex

A REMPLIR PAR LA PERSONNE PARTICIPANT A LA RECHERCHE

Je soussigné(e) Madame/Monsieur (nom et prénom) demande à faire valoir mon droit d'opposition à l'utilisation de mes données à caractère personnel dans le cadre de cette recherche.

De de fait, je refuse que des données de mon dossier médical soient recueillies prélevés dans le cadre du soin soient utilisées dans le cadre de cette recherche.

Date : __/__/__

Signature :

Annexe VI : Évolution temporelle de l'épaisseur musculaire quadricipitale

	N	%/moy	ET*	médiane	Q1	Q3	min	max
Epaisseur musculaire quadricipitale pré-opératoire du membre inférieur droit	14	1,97	0,53	1,76	1,61	2,34	1,26	3,14
Epaisseur musculaire quadricipitale à J+2 du membre inférieur droit	14	1,91	0,46	1,71	1,58	2,28	1,34	2,78
Epaisseur musculaire quadricipitale à J+4 du membre inférieur droit	14	1,81	0,46	1,63	1,46	2,26	1,21	2,61
Epaisseur musculaire quadricipitale à J+6 du membre inférieur droit	14	1,72	0,43	1,55	1,40	2,07	1,29	2,53
Epaisseur musculaire quadricipitale à J+8 du membre inférieur droit	14	1,64	0,45	1,52	1,30	1,93	1,04	2,45
Perte de l'EMQ à droite de J-1 à J+8 (en %)	14	16,54	6,87	17,49	13,51	19,33	4,19	30,00
Epaisseur musculaire quadricipitale pré-opératoire du membre inférieur gauche	14	1,87	0,46	1,74	1,54	2,21	1,27	2,84
Epaisseur musculaire quadricipitale à J+2 du membre inférieur gauche	14	1,80	0,39	1,67	1,52	2,08	1,32	2,59
Epaisseur musculaire quadricipitale à J+4 du membre inférieur gauche	14	1,72	0,44	1,54	1,47	2,09	1,19	2,57
Epaisseur musculaire quadricipitale à J+6 du membre inférieur gauche	14	1,62	0,41	1,44	1,29	1,96	1,20	2,52
Epaisseur musculaire quadricipitale à J+8 du membre inférieur gauche	14	1,54	0,42	1,38	1,25	1,82	1,11	2,51
Perte de l'EMQ à gauche de J-1 à J+8 (en %)	14	17,51	9,29	15,32	12,60	20,00	7,21	42,99
Perte moyenne de l'EMQ des membres inférieurs de J-1 à J+8 (en %)	14	17,02	6,64	15,75	14,07	17,83	5,87	30,25

* écart-type

Annexe VII : Évolution de l'épaisseur musculaire et de l'angle de pennation en fonction des comorbidités associées

PATIENT	SEXE	AGE	TALLE	POIDS	IMC	PATHO	PER_EMQ_D	PER_EMQ_G	PER_EMQ_TOT	PER_ANG_D	PER_ANG_G	PER_ANG_TOT
							Pourcentage de perte de IEMD à droite de J-1 à J+8	Pourcentage de perte de IEMD à gauche de J-1 à J+8	moyenne de perte de IEMD des membres inférieurs de J-1 à J+8	Pourcentage de perte de l'angle de pennation à droite de J-1 à J+8	Pourcentage de perte de l'angle de pennation à gauche de J-1 à J+8	moyenne de perte de l'angle de pennation des membres inférieurs de J-1 à J+8
						1 = "Aucune" 2 = "BPCO seul" 3 = "Diabète seul" 4 = "BPCO + Diabète"						
1	2	70	1,61	72	27,77671	1	0,15447545	0,182879377	0,168675461	0,428574429	0,513373289	0,471272349
2	2	68	1,56	56	23,0118	1	0,228187919	0,213333333	0,220760626	0,476635514	0,453703704	0,465169609
3	1	64	1,63	75,5	26,75028	3	0,081395349	0,2	0,140697674	0,173913043	0,264750943	0,219071993
4	2	49	1,62	77	29,34004	1	0,075471638	0,116197183	0,095834441	0,005376344	0,031578947	0,018477646
5	2	64	1,6	70	27,34375	1	0,193333333	0,144827586	0,16308046	0,075873016	0,030763231	0,023321123
6	1	73	1,79	77,5	24,18776	1	0,188888889	0,167630058	0,178259473	0,0125	0,102564703	0,057532051
7	1	52	1,76	72,5	23,40522	1	0,175210675	0,423664253	0,302538964	0,159090909	0,042424242	0,100757576
8	1	75	1,71	72,5	24,79395	2	0,3	0,239785311	0,2368832655	0,506493506	0,468666667	0,496580087
9	2	65	1,7	64	22,14533	1	0,174603775	0,125398452	0,150293719	0,181818182	0,126436782	0,154127482
10	2	68	1,71	80	27,35885	1	0,138554217	0,161490683	0,15002245	0,162307682	0,163636364	0,177972028
11	1	56	1,8	84	25,92693	3	0,236666679	0,072012072	0,153870431	0,213333333	0,263157885	0,238245614
12	1	62	1,82	81,5	24,60452	1	0,041916168	0,075471638	0,059663333	0,251751759	0,220588235	0,233081996
13	2	71	1,65	81	29,75207	1	0,192546584	0,12987013	0,161208357	0,236234118	0,157142857	0,196218487
14	1	71	1,69	78	27,30997	1	0,135135135	0,137440758	0,136287947	0,094594595	0,095890411	0,096242503

Annexe VIII : Évolution temporelle de l'angle de pennation musculaire

	N	%/moy	ET*	médiane	Q1	Q3	min	max
Angle de pennation musculaire pré-opératoire du membre inférieur droit	14	8,18	2,66	7,75	6,60	9,10	4,60	15,40
Angle de pennation musculaire à J+2 du membre inférieur droit	14	7,85	2,63	7,25	6,20	9,40	4,10	14,70
Angle de pennation musculaire à J+4 du membre inférieur droit	14	7,03	1,52	6,55	6,30	8,30	4,60	9,80
Angle de pennation musculaire à J+6 du membre inférieur droit	14	6,60	1,55	6,25	6,00	7,50	4,10	9,70
Angle de pennation musculaire à J+8 du membre inférieur droit	14	6,22	1,54	6,05	5,20	7,40	3,80	9,25
Perte de l'angle de pennation à droite de J-1 à J+8 (en %)	14	21,10	16,33	18,71	9,46	25,76	0,54	50,65
Angle de pennation musculaire pré-opératoire du membre inférieur gauche	14	8,16	2,45	7,70	6,80	8,70	5,30	15,00
Angle de pennation musculaire à J+2 du membre inférieur gauche	14	7,79	2,46	7,15	6,50	8,60	4,60	14,80
Angle de pennation musculaire à J+4 du membre inférieur gauche	14	6,93	1,49	6,55	6,30	8,50	4,80	9,90
Angle de pennation musculaire à J+6 du membre inférieur droit	14	6,67	1,69	6,26	5,80	7,80	4,70	11,00
Angle de pennation musculaire à J+8 du membre inférieur gauche	14	6,25	1,54	6,10	5,30	7,60	3,90	9,20
Perte de l'angle de pennation à gauche de J-1 à J+8 (en %)	14	21,09	16,70	16,04	9,59	26,42	3,08	51,40
Perte moyenne de l'angle de pennation des membres inférieurs de J-1 à J+8 (en %)	14	21,09	16,21	18,71	9,52	23,91	1,85	49,66

* écart-type