



## Avertissement

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

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

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

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

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

## Liens utiles

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

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

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

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

MINISTÈRE DES SOLIDARITÉS ET DE LA SANTÉ  
RÉGION GRAND EST  
INSTITUT LORRAIN DE FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE DE NANCY

# Effets de l'exercice physique sur les enfants grands brûlés : une revue systématique

**Sous la direction de  
Mme Florence KELLERER**

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

Promotion 2017-2021



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

Je soussigné(e), HOMAND Jean-Rémi

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 15 avril 2021.

Signature

## REMERCIEMENTS

Au travers de ce travail de fin d'études, je souhaiterais mettre un point d'honneur à remercier les personnes qui m'ont soutenues tout au long de ces années d'études supérieures.

*À mes parents, à Luc, Marie, Sophie, Élise et Raphaël, qui sont présents, même éloignés, dans les moments difficiles et dans les moments heureux.*

*À mes amis rencontrés à l'ILFMK, pour les fous rires, les soirées et leur soutien indéfectible durant ces 4 années.*

*À Jean-Pierre Cordier, enseignant et référent pédagogique, pour ses conseils et ses guidages au cours de ma scolarité au sein de l'ILFMK.*

*À Lucie et Zazou, mes anciennes tutrices de stage et futures collègues, pour leur patience et leurs conseils pendant mon clinicat au CTB de Mercy, et pour la relecture de ce mémoire.*

*À Alexandra, pour sa contribution à rendre le savoir scientifique accessible à tous.*

*À tous les lecteurs et relecteurs de mon travail.*

Et enfin,

*À Florence Kellerer, directrice de ce mémoire, pour sa patience, sa supervision et les échanges constructifs lors de l'élaboration de ce travail.*

## RÉSUMÉ / ABSTRACT

### Effets de l'exercice physique sur les enfants grands brûlés : une revue systématique

**Introduction** : Les enfants ayant subi une brûlure grave et étendue sont particulièrement touchés par un Syndrome Inflammatoire de Réponse Systémique (SIRS) qui se met en place de manière précoce, intense et prolongée. Le métabolisme est alors en état d'hyperactivité et provoque plus spécifiquement un catabolisme musculaire persistant plus de neuf mois après la brûlure. Il en découle alors une importante fonte musculaire, caractérisée par une perte de Masse Maigre Corporelle (MMC). Ajouté à cela un alitement strict durant plusieurs semaines, les enfants grand brûlés sont en situation de déconditionnement musculaire important. Nous nous demandons donc si l'Exercice Physique (EP), en plus du traitement masso-kinésithérapique, peut être un moyen d'augmenter la masse maigre corporelle chez l'enfant grand brûlé.

**Matériel et méthode** : Nous avons interrogé cinq bases de données (MEDLINE, PEDro, Cochrane Library, Google Scholar et Science Direct) sur une période de recherche allant du 15 octobre 2020 au 5 mai 2021. Pour chaque base, une équation a été créée en utilisant les mots de recherche que nous avons définis en se basant sur notre question au format PICO. Nous avons déterminé des critères d'inclusion et de non-inclusion, ainsi que des critères de jugement principal et secondaires afin de répondre à notre problématique.

**Résultats** : Huit articles ont été retenus sur les 755 références identifiées. Les résultats de ces études semble indiquer qu'un programme de douze semaines d'EP en force et endurance augmente significativement la MMC chez les enfants grand brûlés, au même titre que la force musculaire et la capacité aérobie. Certaines études mettent en avant que ce type de programme peut débuter précocement (dans les six mois après brûlure) et ne comporte pas d'effets délétères.

**Discussion** : L'EP chez l'enfant grand brûlé semble être un moyen sûr et efficace pour améliorer la MMC. L'application en France de programmes d'entraînement en force et en endurance pourrait ainsi être envisageable sereinement, tout en étant attentif à l'état clinique de l'enfant.

**Mots-clés** : Brûlures graves, enfants, exercice physique, masse maigre corporelle.

---

### Effects of physical training in severely burned children : a systematic review

**Background** : Children suffering severe and extended burns are especially affected by a Systemic Inflammatory Response Syndrome (SIRS). It sets up in an early, intense and prolonged way. Consequently, metabolism is hyperactive and causes a muscular catabolism lasting up to nine months long after the accident. The result is an important loss of Lean Body Mass (LBM). Plus a strict bed rest for several weeks, children with severe burns are in a significant muscle degradation situation. Therefore, we wonder if Physical Training (PT) in addition to physical therapy could increase lean body mass on severely burned children.

**Method** : From October 15, 2020 to May 5, 2021, we searched five databases (MEDLINE, PEDro, Cochrane Library, Google Scholar and Science Direct). An equation was done for each database using keywords based on our PICO question. In order to address this issue, we determined inclusion and non-inclusion criteria as well as primary and secondary endpoints.

**Results** : We included eight articles from the 755 identified references. The results of these studies suggest that a strength and endurance PT during twelve weeks increases significantly severely burned children's LBM. As muscle strength and aerobic capacity do too. Some studies show that this type of program can start early (within six months after a burn) without causing harmful effects.

**Discussion** : PT on severely burned children seems to be a safe and effective way to improve LBM. In France, applying a strength and endurance training program could thus be considered with confidence, while being attentive to the clinical child's condition.

**Keywords** : Severe burns, children, physical training, lean body mass.

# SOMMAIRE

## **LISTE DES ABRÉVIATIONS COURAMMENT UTILISÉES**

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Problématique .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Cadre théorique .....</b>	<b>3</b>
1.2.1. Les particularités de la brûlure grave chez l'enfant.....	3
1.2.1.1. Épidémiologie .....	3
1.2.1.2. La brûlure grave chez l'enfant .....	4
1.2.1.3. Particularités physiopathologiques .....	5
1.2.1.4. Répercussions psychologiques de la brûlure grave de l'enfant .....	6
1.2.2. Le traitement masso-kinésithérapique en phase aiguë .....	7
1.2.3. Le traitement masso-kinésithérapique en centre de rééducation.....	8
1.2.4. L'évaluation et le traitement de la douleur de l'enfant grand brûlé.....	9
1.2.5. La Masse Maigre Corporelle .....	9
1.2.6. Le SIRS et le catabolisme musculaire.....	10
1.2.7. La nutrition de l'enfant grand brûlé .....	11
1.2.8. L'Exercice Physique.....	12
<b>2. MATÉRIEL ET MÉTHODE.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1. Stratégie de recherche documentaire .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2. Méthode.....</b>	<b>16</b>
2.2.1. Période de recherche.....	16
2.2.2. Critères d'éligibilité.....	16
2.2.2.1. Critères d'inclusion .....	16
2.2.2.2. Critères de non-inclusion .....	17
2.2.3. Critères d'évaluation.....	17
<b>2.3. Méthodologie d'analyse des données .....</b>	<b>17</b>
<b>3. RÉSULTATS .....</b>	<b>18</b>
<b>3.1. Résultats de la recherche bibliographique.....</b>	<b>18</b>
<b>3.2. Les études sélectionnées pour la synthèse qualitative .....</b>	<b>18</b>

3.2.1.	L'essai contrôlé randomisé en double-aveugle .....	20
3.2.2.	Les essais contrôlés randomisés.....	20
3.2.3.	L'essai non randomisé .....	22
<b>3.3.</b>	<b>Extraction des données .....</b>	<b>22</b>
3.3.1.	Caractéristiques des participants .....	22
3.3.2.	Caractéristiques des études.....	22
3.3.2.1.	Les critères d'éligibilité.....	22
3.3.2.2.	Les critères de jugement .....	23
3.3.3.	Protocole des études .....	24
<b>3.4.</b>	<b>Résultats des études .....</b>	<b>27</b>
3.4.1.	Effets sur la masse maigre corporelle.....	29
3.4.2.	Effets sur la force musculaire .....	31
3.4.3.	Effets sur la capacité aérobie.....	33
3.4.4.	Effets sur les autres paramètres.....	34
3.4.4.1.	Effets sur la dépense énergétique de repos.....	34
3.4.4.2.	Effets sur les paramètres de marche.....	35
<b>4.</b>	<b>Discussion .....</b>	<b>35</b>
<b>4.1.</b>	<b>Synthèse des résultats.....</b>	<b>35</b>
4.1.1.	Effets sur la masse maigre corporelle.....	35
4.1.2.	Effets sur la force musculaire .....	36
4.1.3.	Effets sur la capacité aérobie.....	36
4.1.4.	Effets sur la dépense énergétique de repos .....	36
4.1.5.	Effets sur les paramètres de marche.....	36
4.1.6.	Effets à long terme d'un programme .....	37
4.1.7.	Comparaison par rapport aux enfants non-brûlés .....	37
<b>4.2.</b>	<b>Apports d'autres références bibliographiques .....</b>	<b>37</b>
<b>4.3.</b>	<b>Limites des études.....</b>	<b>39</b>
4.3.1.	Les risques de biais évalués par l'outil RoB-2 de la Cochrane Collaboration .....	39
4.3.1.1.	Le risque de biais de sélection.....	39
4.3.1.2.	Le risque de biais de performance .....	40
4.3.1.3.	Le risque de biais de détection.....	40
4.3.1.4.	Le risque de biais d'attrition.....	40
4.3.1.5.	Les biais rapportés par les auteurs.....	40

4.3.1.6.	Les autres biais .....	40
4.3.2.	Les limites des caractéristiques des études.....	41
4.3.3.	Les limites des protocoles des études .....	43
<b>4.4.</b>	<b>Limites de notre revue.....</b>	<b>44</b>
4.4.1.	Limites de notre méthodologie .....	44
4.4.2.	Limites de l'inclusion des études .....	45
<b>4.5.</b>	<b>Intérêt pour la pratique et pour la profession.....</b>	<b>45</b>
<b>4.6.</b>	<b>Ouverture .....</b>	<b>47</b>
<b>5.</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>48</b>

## ***BIBLIOGRAPHIE***

## ***ANNEXES***

## LISTE DES ABRÉVIATIONS COURAMMENT UTILISÉES

**AP** : Activité Physique

**AVQ** : Activités de la Vie Quotidienne

**CTB** : Centre de Traitement des Brûlés

**DER** : Dépense énergétique de Repos

**DEXA** : *Dual Energy X-ray Absorptiometry*

**EP** : Exercice Physique

**GB** : Grand Brûlé

**HAS** : Haute Autorité de Santé

**IMMC** : Indice de Masse Maigre Corporelle

**MeSH** : *Medical Subject Headings*

**MK** : Masseur-Kinésithérapeute

**MMC** : Masse Maigre Corporelle

**MMCT** : Masse Maigre Corporelle Totale

**MMMI** : Masse Maigre des Membres Inférieurs

**MMMS** : Masse Maigre des Membres Supérieurs

**MMT** : Masse Maigre du Tronc

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

**PEDro** : *Physiotherapy Evidence Database*

**SCB** : Surface Cutanée Brûlée

**SIRS** : Syndrome Inflammatoire de Réponse Systémique

**SSR** : Soins de Suite et de Réadaptation

## 1. INTRODUCTION

### 1.1. Problématique

Les brûlures sont des pathologies le plus souvent accidentelles et la plupart du temps bénignes, ne nécessitant pas de prise en charge spécifique. Cependant, chaque année en France, des dizaines de milliers de cas graves touchent majoritairement les enfants (quatre fois plus que les adultes) et par conséquent font l'objet d'hospitalisations, dont plus de la moitié dans des centres spécialisés (1,2). Ces brûlures graves ne sont déterminées par aucune définition officielle, mais les experts tendent à distinguer le « brûlé grave à risque vital » du « brûlé grave à risque fonctionnel », selon différents paramètres tels que l'étendue en pourcentage de Surface Cutanée Brûlée (SCB), les degrés de profondeur des brûlures, l'âge, la localisation, l'inhalation de fumées ou le type de brûlure (1).

L'amélioration de la prise en charge initiale des brûlures graves depuis une quarantaine d'années a permis de réduire considérablement la mortalité liée à celles-ci, mais cela augmente en contrepartie la morbidité, responsable de séquelles physiques, psychiques et sociales (1). La prise en charge initiale des patients brûlés graves fait appel à une équipe médico-chirurgicale pluridisciplinaire au sein des Centres de Traitement des Brûlés (CTB), spécialisée dans ce type de pathologies. La sévérité de l'atteinte aura pour indication une prise en charge dans un service de réanimation et aura potentiellement des conséquences telles que l'engagement du pronostic vital (2,3).

À la suite des brûlures graves, un Syndrome Inflammatoire de Réponse Systémique (SIRS) se met en place de manière précoce, intense et prolongée (3). En effet, hormis la lésion cutanée qui peut atteindre différents degrés dermiques, le SIRS a des conséquences sur les systèmes cardiovasculaire, respiratoire, digestif, rénal, neurologique, hématologique et métabolique (4). Ce dernier est en état d'hyperactivité (hypermétabolisme) et provoque plus spécifiquement un catabolisme musculaire par protéolyse des fibres des muscles squelettiques, qui représentent 70% de la masse musculaire totale (5).

Le catabolisme musculaire mène ainsi à une dégénérescence musculaire et à une perte de Masse Maigre Corporelle (MMC) qui persiste même après cicatrisation de la plaie, au moins neuf mois après la brûlure, et ce particulièrement chez les enfants (5). Les conséquences de ce catabolisme musculaire en phase aiguë vont possiblement mener à une ventilation mécanique prolongée, à une inhibition des réflexes de toux et à un retard de délai de mobilisation ; en phase chronique, la perte de MMC va réduire considérablement la force musculaire et donc la possibilité d'une récupération physique totale (6).

Ajouté à cela un alitement strict durant plusieurs semaines, les enfants atteints de brûlures graves sont en situation de déconditionnement musculaire important, ce qui conduit à un plus fort taux de morbidité et de mortalité (7). En effet, au-delà d'un an après la brûlure, la MMC chez l'enfant diminue de 17%, principalement au niveau des membres supérieurs par rapport aux membres inférieurs (8). Un retard de croissance est également observé dès la première année après la brûlure (9).

Cet état induit une perte de force musculaire importante, diminuant la qualité de vie et compromettant de manière chronique les capacités de l'enfant à participer à ses Activités de la Vie Quotidienne (AVQ) (10). Il a en effet été démontré que les enfants brûlés (âgés entre 6 et 17 ans), dont la SCB est supérieure à 40%, six mois après brûlure, ont une MMC et une force musculaire significativement plus faibles que les enfants non-brûlés ayant le même âge, la même taille et le même poids (11).

Des traitements pharmacologiques permettent de moduler la réponse hypermétabolique chez les enfants après brûlure grave (hormones de croissance, facteurs de croissance, analogues de testostérone, propranolol, insuline) (6).

Des traitements non-pharmacologiques tels que les paramètres environnementaux (augmentation de la température de la chambre, vêtements compressifs), les chirurgies (excisions, incisions de décharges, fermetures de plaies), une nutrition appropriée et l'Exercice Physique (EP) peuvent également être proposés (6). Malgré ses effets positifs connus sur les personnes qualifiées de « saines », l'EP chez l'enfant Grand Brûlé (GB) peut connaître quelques barrières avec en première ligne la forme physique diminuée, mais également la gêne esthétique et certains facteurs socio-économiques (12).

Le Masseur-Kinésithérapeute (MK) possède dans son champs de compétences la prise en charge spécifique du patient GB, quel que soit le stade, ainsi que la possibilité de « Concevoir et conduire un programme de reconditionnement à l'exercice et à l'effort » et d'« Adapter la pratique sportive aux différents types de handicap [...] » (13).

De plus, l'EP étant défini par Caspersen en 1985 comme « une activité planifiée, structurée, répétitive dont l'objectif est l'amélioration ou le maintien d'une ou plusieurs composantes de la condition physique », nous nous demandons donc si les enfants touchés par une brûlure grave, dont la MMC est fortement altérée, pourraient bénéficier d'un programme d'EP en plus du traitement masso-kinésithérapique établi (14).

Notre question de recherche est donc :

« Un programme d'exercice physique associé au traitement masso-kinésithérapique augmente-t-il la masse maigre corporelle chez l'enfant après brûlure grave ? »

L'hypothèse principale de notre étude est qu'un programme d'EP augmente significativement la MMC. Par extension, nous supposons qu'un programme débuté le plus précocement possible augmente la force musculaire et la capacité aérobie des enfants après brûlure grave, améliorant leurs capacités fonctionnelles et leur permettant donc un retour plus rapide dans leurs AVQ.

## 1.2. Cadre théorique

### 1.2.1. Les particularités de la brûlure grave chez l'enfant

#### 1.2.1.1. *Épidémiologie*

En France, en 2014, les enfants entre 0 et 4 ans représentent 28,8% des patients hospitalisés pour brûlure. De plus, les taux bruts d'incidence sont les plus élevés chez les enfants de moins de 5 ans ( $60,6/100\ 000$ ). Après ces âges, l'incidence diminue ( $10/100\ 000$ ) mais observe une légère augmentation pour certaines tranches d'âges, comme chez les 15-24 ans ( $11/100\ 000$ ). À tous les âges, l'incidence est plus importante chez les hommes que chez les femmes. Cependant, cette différence est réduite chez les enfants entre 5 et 14 ans (15).

Les causes les plus fréquentes des brûlures pédiatriques sont majoritairement d'origines accidentelles et presque exclusivement domestiques (95%) (16). La brûlure par liquide chaud est la première cause pour les 0-4 ans et les 5-14 ans, surtout chez les garçons. La deuxième cause de brûlure chez les enfants de 0-4 ans est le contact avec des solides chauds (surtout au niveau des mains, lors des premiers pas) ; pour les plus de 5 ans, les brûlures par « feu, flammes, fumée » arrivent derrière celles par liquide chaud, et est même la première cause pour les adolescents de plus de 15 ans. Ainsi, en comparaison par rapport aux adultes, les données rapportent que les enfants (5,3% des 0-4 ans et 3,5% des 5-14 ans) sont moins touchés par les brûlures graves que les adultes (11,9% chez les plus de 15 ans ; 15,7% chez les 65-74 ans) (15).

#### *1.2.1.2. La brûlure grave chez l'enfant*

En clinique, l'évaluation de la gravité d'une brûlure se base sur deux paramètres que sont la SCB et la proportion en brûlures de 3<sup>e</sup> degré (17) :

- la SCB est évaluée chez l'enfant par la méthode de Lund et Browder (ANNEXE I), qui est spécifique car elle tient compte à la fois de l'âge de l'enfant et de la différence de croissance de la partie céphalique et des membres (18) ;
- l'évaluation de la profondeur des lésions se fait régulièrement et peut être difficile, particulièrement à cause de l'évolution des brûlures de 2<sup>e</sup> degré dans les trois premiers jours (ANNEXE II). Cette évaluation peut se faire soit par simple analyse clinique, soit par imagerie Doppler Laser (17).

D'autres critères sont signes de gravité chez les enfants. Citons-en quelques exemples : un nourrisson de moins de 28 jours ou avec une SCB supérieure à 5% ; un jeune enfant avec une SCB supérieure à 10% ; une brûlure de 3<sup>e</sup> degré dont la localisation a un risque vital, fonctionnel ou esthétique (orifices de la face, extrémités des membres, cou, périnée, brûlures circulaires) ; la maltraitance ; les lésions associées (traumatiques ou inhalations de fumées par exemple) (16).

En outre, d'après les données du Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information en Médecine, Chirurgie, Obstétrique et odontologie (PMSI-MCO), la gravité des brûlures est définie selon une des trois conditions suivantes :

- brûlures couvrant au moins 20% de la surface du corps chez les enfants de moins de 5 ans ;
- brûlures couvrant au moins 30% de la surface du corps chez les personnes âgées de 5 ans et plus ;
- présence de brûlures au niveau des voies respiratoires.

Nous nous servirons donc de la deuxième définition pour établir l'un de nos critères d'inclusion (voir partie *MATÉRIEL ET MÉTHODE*).

#### *1.2.1.3. Particularités physiopathologiques*

Nous ne pouvons considérer un enfant comme un adulte miniature. L'enfant est un être en croissance avec des particularités physiologiques à prendre en considération dans le cadre de brûlures étendues.

Au niveau cutané, du fait d'une épaisseur de couche cornée réduite sur le plan épidermique, l'installation d'une brûlure profonde est beaucoup plus rapide par rapport à l'adulte. Il existe aussi une fragilité de l'enfant à l'hypothermie. En effet, le rapport surface cutanée corporelle sur poids corporel est particulièrement important, c'est pourquoi il y a une majoration de pertes caloriques au niveau cutané, que ce soit par radiation ou par convection (19).

Au niveau circulatoire, le phénomène d'hypovolémie intervenant après brûlure grave est nettement plus remarquable chez l'enfant. Celui-ci s'installe de manière plus précoce et plus soudaine, se manifeste par une augmentation conséquente de l'eau extracellulaire et constitue donc un œdème généralisé lorsque la SCB est supérieure à 25-30% (16).

Au niveau viscéral, les médiateurs de l'inflammation sont particulièrement présents chez les enfants et tous les organes sont susceptibles d'être touchés. À titre d'exemples, nous pouvons retrouver une atteinte : des poumons (syndrome de détresse respiratoire aiguë ou SDRA), du cœur (atteinte du ventricule gauche), du cerveau (hypertension intracrânienne, encéphalopathie du brûlé), du foie (synthèse de protéines de l'inflammation) ou des reins (insuffisance rénale aiguë ou IRA). L'apparition d'une défaillance multiviscérale engage le pronostic vital de l'enfant (16).

Au niveau de la régulation thermique, une peau brûlée au 3<sup>e</sup> degré perd son intégrité et avec elle ses annexes (glandes sudoripares, vaisseaux sanguins et filets nerveux) (20). Ces éléments sont indispensables à la production de sueur ou à l'augmentation de la circulation sanguine lors d'un effort physique, et de leur absence résulte une incapacité à réguler la température corporelle de manière fonctionnelle (21). La cicatrisation, qu'elle soit dirigée ou par greffe, ne permet pas de remplacer ces annexes, sauf dans le cadre de greffes de peau totale (22).

#### *1.2.1.4. Répercussions psychologiques de la brûlure grave de l'enfant*

Une brûlure grave a un retentissement potentiellement important sur l'état psychologique de l'enfant, mais également sur celui de sa famille.

Une équipe de Nancy a mené une étude en 2005 sur 24 enfants hospitalisés et a eu pour objectif de préciser les troubles psychopathologiques survenant après une brûlure grave chez l'enfant (23). Ils ont ainsi mis en évidence que la moitié des sujets présentaient des troubles du comportement et des troubles du sommeil (insomnies, cauchemars). D'autres troubles sont également exposés, tels que les troubles alimentaires (anorexie), les troubles de l'humeur (symptômes dépressifs), les plaintes somatiques, les troubles anxieux, les troubles sphinctériens ou une peur exagérée. La prise en charge psychologique de ces troubles est ainsi primordiale. L'utilisation de plusieurs méthodes est possible, parmi lesquelles nous pouvons citer les stratégies cognitives (techniques de distraction comme la réalité virtuelle durant les soins (24)), des techniques d'informations préalables aux actes thérapeutiques et des techniques comportementales comme la relaxation pouvant réduire l'anxiété et améliorer la qualité du sommeil (25).

### 1.2.2. Le traitement masso-kinésithérapique en phase aiguë

Nous avons évoqué précédemment la gravité de la brûlure. Son évaluation est un élément-clé dans l'orientation du patient et de sa prise en charge en phase aiguë, dans un CTB. Elle est d'autant plus importante que des erreurs d'orientation ou de prise en charge initiale auront des conséquences sur de potentielles séquelles.

L'intervention du MK est primordiale dès la phase la plus aiguë de la brûlure grave, lors de l'admission du patient en CTB. Grâce à ses compétences, à la fois générales mais aussi spécifiques (notamment dans le domaine de la réanimation), il peut agir en axant la rééducation sur la précocité, la prévention et la fonction (19). Cette rééducation ne peut être optimale que s'il existe une entente pluridisciplinaire avec les médecins anesthésistes-réanimateurs, les chirurgiens, les infirmières et les aides-soignantes en charge du patient. Ainsi, le MK en centre aigu intervient sur cinq champs principaux (19) :

- la kinésithérapie respiratoire de réanimation : elle est essentielle dans le désencombrement bronchique (drainage bronchique des suies par exemple), le maintien de la fonction musculaire ventilatoire, le sevrage ventilatoire ;
- la rééducation orthopédique : elle a pour but le maintien de la mobilité articulaire, que ce soit par des mobilisations passives (lors des pansements sous anesthésie par exemple), actives aidées ou actives, le drainage des œdèmes ;
- la rééducation cicatricielle : elle vise à limiter les séquelles liées au remaniement du derme, par de la prévention (éviter les mouvements répétés favorisant l'inflammation et l'activité rétractile, prévention de l'apparition de brides) et du curatif (traitement des brides attractiles par postures en capacité cutanée maximale) ;
- la rééducation fonctionnelle : elle est orientée dès que possible sur le renforcement postural (assise au bord du lit, mise au fauteuil), la verticalisation, la déambulation, afin de limiter l'amyotrophie, les complications liées à l'alitement et le déconditionnement cardiorespiratoire ;
- l'appareillage : le MK a pour compétence la fabrication et la mise en place d'orthèses d'immobilisation, d'orthèses posturales à visée cicatricielle et d'orthèses de compression ; le port de vêtements compressifs provisoires est également une solution précoce contre l'hypertrophie, si l'avancée de l'épidermisation le permet.

### 1.2.3. Le traitement masso-kinésithérapique en centre de rééducation

Après la phase de réanimation en CTB, vient la phase de rééducation en Soins de Suite et de Réadaptation (SSR) pour l'enfant GB. Les principaux objectifs de cette rééducation concernent le guidage de la maturation cicatricielle, le maintien ou la récupération des déficits articulaires puis la restauration de l'autonomie (26).

Le traitement cicatriciel est prépondérant durant cette phase puisque l'avenir de l'enfant dépend de la reconstruction de sa peau (19). Il est ainsi nécessaire pour le MK d'évaluer le tissu cicatriciel dans le but d'établir un bilan diagnostique masso-kinésithérapique le plus complet et le plus précis possible, afin de choisir les techniques les plus adéquates et ne pas être délétère.

L'orientation du traitement des cicatrices se fait selon le bilan des adhérences cicatricielles (épaisseur du pli de peau ou utilisation d'un appareil de vacuothérapie), des rétractions et brides (bilan palpatoire, bilan goniométrique), de l'inflammation (test de rougeur et de vitropression), de l'hypertrophie (mesure millimétrique perpendiculaire à la peau), de la douleur et du prurit (EVA) (27). Les principales échelles validées pour l'évaluation des cicatrices de brûlure sont la Vancouver Scar Scale (VSS) ou sa version modifiée (mVSS), mais également la Patient and Observer Scar Assessment Scale (POSAS) (28).

À la suite de son bilan, le MK peut utiliser différentes techniques manuelles : les postures manuelles en capacité cutanée maximale (prévention et traitement des rétractions), le massage cicatriciel dermo-épidermique (traitement des adhérences) et les techniques de massothérapie, comme le drainage lymphatique manuel ou les micromobilisations tissulaires (27). Les cures thermales, dont les propriétés anti-inflammatoires et antiprurigineuses (combinées aux douches filiformes) ne sont plus à prouver, sont recommandées pour le patient GB (29). La vacuothérapie (30) ; l'hydratation des cicatrices ; la compression des cicatrices par vêtements compressifs (31, 32) ou par appareillage en thermoplastique ou plâtre font partie des techniques largement utilisées par le MK, en collaboration avec l'équipe pluridisciplinaire (27).

#### 1.2.4. L'évaluation et le traitement de la douleur de l'enfant grand brûlé

L'évaluation et le traitement de la douleur liée aux brûlures sont adaptés à l'enfant. En effet, les douleurs interviennent à différents moments. Celles-ci sont le plus souvent intenses. Une douleur de fond, permanente et prolongée est provoquée par exagération des facteurs nocicepteurs, liée à l'inflammation. Surajoutés à cela, des pics douloureux surviennent lors des soins, des mobilisations ou de la toilette (17).

Les échelles d'évaluation utilisées sont les échelles FLACC, CHEOPS, DEGR ou l'EVA. Chacune a une utilisation spécifique en fonction du moment de soin et de l'état de la douleur :

- l'échelle FLACC (Face Legs Activity Cry Consolability) évalue la douleur postopératoire et celle provoquée par les soins (33) ;
- l'échelle CHEOPS (Children's Hospital of Eastern Ontario Pain Scale) évalue la douleur postopératoire et celle provoquée par les soins (34) ;
- l'échelle DEGR (Douleur Enfant Gustave Roussy) évalue la douleur « prolongée » (35) ;
- l'EVA (Échelle Visuelle Analogique) évalue toute douleur (36).

Le traitement médicamenteux de référence est la morphine, notamment pour les douleurs de fond, qui peut être associé à la kétamine afin de diminuer les doses. Le paracétamol et les anti-inflammatoires non-stéroïdiens sont également utilisés dans ce but, mais aussi en tant qu'apyrétiques (17).

#### 1.2.5. La Masse Maigre Corporelle

La composition corporelle et son étude permet une représentation du corps humain et de ses systèmes. Plusieurs modèles existent : le modèle anatomique, le modèle biochimique et les modèles physiologiques (37). Parmi ces modèles physiologiques figure le modèle à deux compartiments, qui oppose la masse grasse à la masse non-grasse, autrement appelée la masse maigre.

Sont ainsi distinguées (37) :

- La masse grasse, dépourvue d'eau, caractérisée par les triglycérides stockés au sein des adipocytes.
- La MMC, correspondant à la somme de l'eau, des organes (dont les muscles) et des os.

La mesure de la MMC peut s'effectuer précisément par absorptiométrie biphotonique à rayons X (en anglais, Dual Energy X-ray Absorptiometry ou DEXA). Il s'agit de la méthode de référence de la mesure de la composition corporelle (37). La DEXA permet de mesurer trois compartiments séparément, que sont la masse grasse, la MMC et la densité minérale osseuse (qui est comprise dans la MMC dans le modèle physiologique à deux compartiments), que ce soit sur le corps entier ou focalisé sur une région corporelle (38). En revanche, un de ses désavantages est l'influence potentielle de variables physiologiques sur les mesures (par exemple, l'œdème sur la MMC) (38). Son coût élevé est également un frein à son utilisation clinique (37).

La mesure par impédance bioélectrique est cliniquement plus facile, car moins coûteuse, plus accessible (mesures au lit), non douloureuse, et avec des résultats interprétables plus facilement (38). Elle se caractérise par l'application d'un faible courant électrique dans le corps, dans le but d'estimer la composition corporelle en eau, en MMC et en masse grasse ; la mesure est cependant moins précise que la DEXA (37,38).

Il est ainsi nécessaire de relever que la mesure de la MMC ne correspond donc pas directement à mesurer de la masse musculaire uniquement, mais à l'ensemble des tissus ne faisant pas partie de la masse grasse. La masse musculaire étant comprise dans la MMC.

#### 1.2.6. Le SIRS et le catabolisme musculaire

Après une brûlure grave, un hypermétabolisme s'installe à la suite de la phase aiguë. Celui-ci est caractérisé par une réponse inflammatoire généralisée et une réponse au stress (39). Cette phase hypermétabolique correspond à une augmentation durable des différents flux métaboliques qui ont pour conséquences une dénutrition, une dépression immunitaire et un frein à la cicatrisation, et est d'autant plus intense que la SCB est étendue (40).

Elle est toutefois indispensable afin d'apporter l'énergie nécessaire à la réponse inflammatoire qui fait suite à la lésion cutanée.

Aussi, il est estimé que le métabolisme de repos chez l'enfant grand brûlé est 1,5 fois supérieur au métabolisme de base (41). Ce besoin énergétique se manifeste premièrement par une augmentation de la production de glucose, non compensée par l'hypersécrétion d'insuline ; deuxièmement par le catabolisme des protéines en acides aminés (participe au déficit immunitaire et au retard de cicatrisation) ; dernièrement par une libération massive d'acides gras. Certains soins médicaux (traitement de la douleur, administration de  $\beta$ -bloquants ou d'hormones de croissance) ou chirurgicaux (excisions cutanées, greffes) permettent de diminuer l'hypermétabolisme (42).

Le catabolisme protéique, associé à la réponse hypermétabolique, permet notamment la synthèse, par l'intermédiaire du foie, des protéines de l'inflammation. Il augmente les cellules impliquées dans la défense immunitaire, fournit les substrats nécessaires à la cicatrisation et augmente la production de glucose par néoglucogenèse (40).

Cependant, la principale réserve de protéines du corps humain se situe au sein du muscle squelettique. L'importante perte en protéines de la masse musculaire provient alors de la dégradation des protéines en acides aminés, principalement la glutamine et l'alanine (43). Elle est favorisée par des facteurs endocriniens, comme par exemple le cortisol, qui stimule la protéolyse musculaire, ou des facteurs de nécrose tumorale tel que le  $TNF\alpha$  (44,45). La principale conséquence de ce catabolisme protéique intense est alors une importante fonte musculaire (40).

#### 1.2.7. La nutrition de l'enfant grand brûlé

Nous l'avons dit précédemment, après une brûlure grave, l'enfant voit sa masse musculaire et donc sa MMC diminuer par l'association allongement prolongé-réponse hypermétabolique.

Cette réponse hypermétabolique induit une augmentation de la consommation en dioxygène, mais aussi des besoins caloriques plus importants (46). Cela se traduit par une augmentation de la Dépense Énergétique de Repos (DER). Cette dernière correspond à « l'énergie dépensée à l'état de repos chez un individu à jeun et éveillé dans un climat thermoneutre » (47). Plusieurs formules de prédiction permettent d'estimer la DER de l'enfant GB, mais la mesure par calorimétrie indirecte est recommandée bien qu'elle soit plus coûteuse (48).

Selon Ranson *et al.*, les apports nutritionnels sont essentiels notamment pour soutenir la cicatrisation et les défenses immunitaires (42). Si la SCB excède 25%, la détermination des besoins énergétiques est primordiale. Une absence ou un déficit de support nutritionnel aura des conséquences sur les prises de greffes, la durée d'hospitalisation et la croissance. Les besoins en protéines sont prépondérants et correspondent à 20-25% des besoins énergétiques totaux ; son calcul se réalise en fonction du poids de l'enfant avant brûlure et représente 1,5 à 2,5 g/kg/j, dès l'âge de 3 ans (49). La supplémentation en minéraux (calcium, magnésium, potassium, vitamine D) est conseillée, tout comme l'apport en vitamines (A, B6, B9, B12, C et E) (42).

#### 1.2.8. L'Exercice Physique

Au contraire de l'Activité Physique (AP), l'EP ne résulte pas simplement d'un « mouvement corporel produit par les muscles squelettiques avec dépense d'énergie supérieure à celle du métabolisme de repos » (50). Aussi, à la différence des activités sportives, aucune règle de jeu n'a besoin d'être mise en place, aucune infrastructure lourde n'est nécessaire et aucun équipement spécifique n'est indispensable. L'EP est donc une adaptation de l'AP.

Au niveau international, de nombreux rapports, recommandations ou études se sont intéressés aux bienfaits de l'AP sur les populations générales, puis sur des pathologies spécifiques non transmissibles. Nous pouvons citer l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) qui a établi en 2004 la « Stratégie mondiale pour l'alimentation, l'exercice physique et la santé » dans laquelle elle recommande d'accroître le niveau d'AP des populations des pays membres, au travers de programmes de promotion (51).

Dans sa « Stratégie sur l'activité physique pour la Région européenne 2016-2025 », l'OMS promeut l'AP à tout âge et notamment chez les enfants et les adolescents, que ce soit dans les établissements préscolaires, scolaires ou de loisirs, faisant part ainsi d'une augmentation des temps de loisirs sédentaires comme les activités sur écran et donc une diminution du temps consacré à l'AP (52).

Dans ses « Recommandations mondiales sur l'activité physique pour la santé » de 2010, l'OMS recommande pour la tranche d'âge des 5-17 ans (53) :

- Soixante minutes par jour d'AP d'intensité modérée à soutenue.
- Pratiquer une AP pendant plus de 60 minutes apporte un bénéfice supplémentaire pour la santé.
- L'AP quotidienne devrait essentiellement être une activité d'endurance (vélo, marche, course, natation) et des activités d'intensité soutenue (en résistance) devraient être incorporées au moins trois fois par semaine.

Ceci étant, ses recommandations concernent des populations qualifiées de saines et interviennent en terme de prévention primaire. En ce qui concerne les personnes atteintes de pathologies chroniques, non transmissibles, divers plans nationaux de santé en France ont érigé l'AP comme un des axes majeurs de la prise en charge physique. Parmi ceux-ci, nous pouvons noter les Programmes Nationaux Nutrition Santé (PNNS), les plans Cancer, le plan Obésité, intervenant en préventions primaire et secondaire.

De plus, la HAS a émi en 2019 un « Guide de promotion, consultation et prescription médicale d'AP et sportive pour la santé chez les adultes » (50) accompagné de six référentiels pour six pathologies (Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive (BPCO), maladie coronaire stable, Hypertension Artérielle (HTA), obésité, diabète de type 2 et Accidents Vasculaires Cérébraux (AVC)) afin de faciliter la prescription d'AP par le médecin.

En effet, la loi n°2016-41 du 26 janvier 2016 de modernisation de notre système de santé permet aux médecins de prescrire de l'AP notamment aux personnes ayant une Affection de Longue Durée (ALD) (54).

À titre d'exemple, la BPCO est une maladie du système pulmonaire ayant des conséquences extra-pulmonaires. Au même titre qu'une brûlure grave, il s'agit d'une maladie cachéxiante, ce qui veut dire qu'il existe une diminution à la fois de la masse maigre, donc de la masse musculaire, et de la force des muscles squelettiques ; une inflammation systémique et un métabolisme exacerbé. Ainsi, à tous les stades de gravité de la maladie, un programme de réhabilitation fait d'exercices physiques (en endurance, en renforcement musculaire et en assouplissements), d'éducation thérapeutique et d'une nutrition adaptée peut être prescrit par le médecin et réalisé sous la supervision d'un MK (55).

Nous l'avons dit précédemment, la brûlure grave est associée à un syndrome inflammatoire. Il existe en France des contre-indications à la réalisation de l'AP, parmi lesquelles figurent « Toutes affections inflammatoires et/ou infectieuses évolutives » (50). Il s'agit d'une contre-indication temporaire. Chez l'enfant GB, tout effort physique en phase inflammatoire est contre-indiqué : « Tout patient qui sort d'un centre aigu doit avoir une prescription de limitation de ses activités quotidiennes, de loisirs ainsi qu'une dispense d'éducation physique. Il doit être éclairé sur les risques encourus » (19). Dans certains centres de rééducation, cette limitation de l'effort physique peut perdurer jusqu'à un an après la brûlure.

## 2. MATÉRIEL ET MÉTHODE

### 2.1. Stratégie de recherche documentaire

Notre question de recherche, qui a été construite à l'aide de l'acronyme PICO (tab. I), nous permet d'être une base dans la détermination des mots de recherche indispensables à l'élaboration des équations de recherche définies pour chacune des différentes bases de données, dans le cadre de notre revue systématique de la littérature. Le but principal, au travers de la création de ces équations, va être d'éviter le silence afin de ne pas passer à côté d'articles qui pourraient nous être utiles dans notre recherche (56).

Tableau I : Question de recherche définie selon le modèle PICO.

<b>Population</b>	Enfants avec une brûlure grave
<b>Intervention</b>	Programme d'EP + traitement masso-kinésithérapique
<b>Comparaison</b>	Traitement masso-kinésithérapique seul
<b>Outcome</b>	Masse maigre corporelle

Les mots de recherche définis sont d'une part ceux que nous avons retrouvés dans les articles lus ou utilisés lors de l'élaboration de la partie *INTRODUCTION*, ce qui contribue à une recherche globale. D'autre part, l'identification des termes MeSH (*Medical Subject Headings*) de notre question permet de les retrouver dans le thésaurus des bases de données (principalement dans MEDLINE). Cette identification se fait grâce à deux sites en langue française, disponibles en ligne : l'un développé par l'INSERM, l'autre par le CHU de Rouen qui est HeTOP (57,58).

Ainsi, pour chaque terme de notre question, nous avons établi les différents mots de recherche, en anglais et en français, en introduisant l'opérateur booléen « OR » (traduction de OU) (tab. II).

Tableau II : Mots de recherche anglais et français utilisés en fonction des termes issus de la question de recherche.

<b>Termes issus de la question de recherche</b>	<b>Mots de recherche définis en anglais</b>	<b>Mots de recherche définis en français</b>
<b>Enfants</b>	"child" OR "adolescent"	« enfants » OR « adolescents »
<b>Brûlure</b>	"burn"	« brûlure » OR « brûlés »
<b>Programme d'exercice physique</b>	"exercise therapy" OR "exercise training" OR "physical exercise" OR "exercise programs"	« exercice physique » OR « exercice » OR « programme d'exercice »
<b>Masse maigre corporelle</b>	"lean body mass" OR "muscle mass"	« masse maigre corporelle » OR « masse musculaire »

Les bases de données consultées sont MEDLINE, PEDro, Cochrane Library, Google Scholar et Science Direct. Pour chaque base de données, une équation de recherche adaptée a été créée, en liant les différents mots-clés par l'opérateur booléen « AND » (traduction de ET) (ANNEXE III).

## 2.2. Méthode

### 2.2.1. Période de recherche

La recherche bibliographique des références étudiées pour la revue systématique a été réalisée du 15 octobre 2020 au 5 mai 2021, avec une veille bibliographique qui a été mise en place pour chaque base de données. Cette veille a perduré jusqu'à la date de soutenance du mémoire.

### 2.2.2. Critères d'éligibilité

Dans le but de ne sélectionner que des articles pouvant répondre à notre question de recherche et ainsi d'affiner les résultats de notre recherche documentaire, des critères d'éligibilité (inclusion et non-inclusion) sont déterminés.

#### 2.2.2.1. Critères d'inclusion

En ce qui concerne les études, celles-ci doivent être des essais cliniques contrôlés (randomisés ou non), des études rétrospectives ou des études de cas. Pour une compréhension facilitée, la langue de rédaction de l'article doit être en français, anglais ou espagnol. Aussi, la date de publication doit être postérieure à 2001, qui correspond à la date de publication de l'article princeps de Suman *et al.* (59).

Pour ce qui est de la population étudiée, il s'agit d'enfants ou d'adolescents dont l'âge est compris entre 6 et 18 ans, avec des brûlures touchant au minimum 30% de la Surface Corporelle Totale (SCT), afin que ces dernières soient qualifiées de graves. Tous les types de brûlures (thermiques, chimiques, électriques, autres) rentrent dans l'inclusion.

L'intervention doit porter sur un programme d'EP, complémentaire à un traitement masso-kinésithérapique spécifique à la prise en charge du patient brûlé. Dans ce programme doit figurer au moins un exercice de renforcement musculaire contre résistance, sur au moins un groupe musculaire déterminé, qu'importe le mode de contraction, la charge et la fréquence d'entraînement.

#### 2.2.2.2. Critères de non-inclusion

Les études sont non-incluses si ce sont des méta-analyses, des revues systématiques, des articles narratifs et des articles de littérature grise, et dont la langue est autre que celles déterminées précédemment. Les articles qui n'ont pas la disponibilité d'être lus dans leur intégralité sont non-inclus, de même que les articles antérieurs à 2001.

#### 2.2.3. Critères d'évaluation

Le critère d'évaluation primaire est la MMC (en valeur absolue ou en pourcentage), qui est évaluée soit par impédancemétrie bioélectrique, soit par absorptiométrie biphotonique.

Les critères d'évaluation secondaires correspondent à la force musculaire et à la capacité aérobie des sujets. Les autres critères également évalués dans les études sont permis.

### 2.3. Méthodologie d'analyse des données

Chaque article sélectionné après lecture complète a sa fiche de lecture inspirée des lignes directrices CONSORT pour les essais contrôlés randomisés et selon les lignes directrices SPIRIT pour les essais cliniques, les études expérimentales et protocoles divers (60,61).

La validité interne de chaque étude est évaluée grâce à l'échelle PEDro, avec un score sur 10 déterminé lorsque celui-ci ne l'est pas déjà (62). De plus, l'analyse des risques de biais est réalisée en se servant de l'outil d'évaluation des risques de biais de la Cochrane Collaboration, dénommé le « Risk of Bias tool 2 » (63).

## 3. RÉSULTATS

### 3.1. Résultats de la recherche bibliographique

Les différentes bases de données, interrogées grâce aux équations de recherche, nous ont donné un total de 755 références. Nous avons donc établi un diagramme de flux (ANNEXE IV), en se servant du modèle PRISMA, afin de résumer les modalités de sélection des articles faisant partie de notre revue de la littérature (64).

Ainsi, après lecture du titre, ce sont 129 références qui ont été sélectionnées. Pour la plupart des études exclues à ce stade, le sujet ne correspondait pas au nôtre ou la langue d'écriture ne correspondait pas à nos critères d'inclusion. La suppression des doublons nous permettait de dégager 61 références qui ont été soumises à la lecture du résumé. Toujours en se basant sur nos critères d'éligibilité prédéfinis, ce sont 21 articles qui ont été sélectionnés.

Au final, ce sont huit articles qui ont été évalués, après lecture des 21 articles. Les raisons des exclusions des treize autres articles sont mentionnées dans le diagramme de flux.

Les huit articles finalement inclus dans notre revue systématique ont fait l'objet de fiches de lectures pour chacun d'entre eux, dans le but de faciliter l'extraction des résultats (ANNEXE V).

### 3.2. Les études sélectionnées pour la synthèse qualitative

Le récapitulatif des études sélectionnées apparaît dans le tableau figurant ci-après (tab. III). Elles ont été triées par ordre décroissant, selon leur score sur l'échelle PEDro (ANNEXE VI). Nous décrivons ensuite chaque étude dans un paragraphe.

Tableau III : Récapitulatif des études sélectionnées

Étude	Nombre de participants	Nombre de groupes	Type d'entraînement dans le groupe exercice	Critères de jugement	Prises de mesures
Ebid <i>et al.</i> 2017	48	3	Protocole d'entraînement isocinétique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Force musculaire (en isocinétique et force explosive)</b></li> <li>• <b>Masse maigre corporelle (MMC)</b></li> <li>• <b>Paramètres de marche</b></li> <li>• Dosage sanguin en vitamine D</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Au début du programme.</li> <li>• Douze semaine après, à la fin du programme.</li> </ul>
Suman <i>et Herndon</i> 2007	20	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcement musculaire, sur machines ou avec haltères</li> <li>• Exercices en aérobie sur tapis-roulant ou cyclo-ergomètre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Force musculaire (en isocinétique)</b></li> <li>• <b>MMC</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Au début du programme (six mois après brûlure).</li> <li>• Douze semaine après, à la fin du programme (neuf mois après brûlure).</li> <li>• Trois mois après la fin du programme (douze mois après brûlure).</li> </ul>
Hardee <i>et al.</i> 2014	47	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcement musculaire, sur machines ou avec haltères</li> <li>• Exercices en aérobie sur tapis-roulant ou cyclo-ergomètre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>MMC</b></li> <li>• <b>Force musculaire (en isocinétique)</b></li> <li>• <b>Capacité aérobie</b></li> <li>• Taux de synthèse fractionnaire en muscle (taux de SFM)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour le taux de SFM : au début du programme (sortie d'hôpital) et douze semaine après, à la fin du programme.</li> <li>• Pour la force musculaire et la capacité aérobie : uniquement à la fin du programme de douze semaines.</li> <li>• Pour la MMC : au début du programme (sortie d'hôpital), douze semaine après (à la fin du programme) et douze mois après la sortie d'hôpital.</li> </ul>
Al-Mousawi <i>et al.</i> 2010	21	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcement musculaire, sur machines ou avec haltères</li> <li>• Exercices en aérobie sur tapis-roulant ou cyclo-ergomètre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>DER</b></li> <li>• <b>MMC</b></li> <li>• <b>Force musculaire (en isocinétique)</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Au début du programme (six mois après brûlure).</li> <li>• Douze semaine après, à la fin du programme (neuf mois après).</li> </ul>
Suman <i>et al.</i> 2003	44	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcement musculaire, sur machines ou avec haltères</li> <li>• Exercices en aérobie sur tapis-roulant ou cyclo-ergomètre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Force musculaire (en isocinétique)</b></li> <li>• <b>Capacité aérobie</b></li> <li>• <b>MMC</b></li> <li>• Masse sans graisse</li> <li>• Taux d'hormones de croissance/facteurs de croissance dans le sang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Au début du programme (six mois après brûlure).</li> <li>• Douze semaine après, à la fin du programme (neuf mois après).</li> </ul>

Suman <i>et al.</i> 2001	35	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcement musculaire, sur machines ou avec haltères</li> <li>• Exercices en aérobic sur tapis-roulant ou cyclo-ergomètre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Force musculaire (en isocinétique)</b></li> <li>• <b>Capacité aérobic</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MMC</li> <li>• DER</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Au début du programme (six mois après brûlure).</li> <li>• Douze semaine après, à la fin du programme (neuf mois après).</li> </ul>
Przkora <i>et al.</i> 2007	51	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcement musculaire, sur machines ou avec haltères</li> <li>• Exercices en aérobic sur tapis-roulant ou cyclo-ergomètre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Force musculaire (en isocinétique)</b></li> <li>• <b>Capacité aérobic</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MMC</li> </ul> </li> <li>• Masse sans graisse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Au début du programme (six mois après brûlure).</li> <li>• Douze semaine après, à la fin du programme (neuf mois après).</li> </ul>
Wurzer <i>et al.</i> 2016	125	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcement musculaire, sur machines ou avec haltères</li> <li>• Exercices en aérobic sur tapis-roulant ou cyclo-ergomètre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Composition corporelle (dont MMC)</b></li> <li>• <b>Force musculaire (en isocinétique)</b></li> <li>• <b>Capacité aérobic</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• À la sortie d'hôpital</li> <li>• Douze mois après brûlure.</li> <li>• Vingt-quatre mois après brûlure.</li> </ul>

**En gras** : résultats des critères de jugement présentés dans le paragraphe 3.4. *Résultats des études.*

### 3.2.1. L'essai contrôlé randomisé en double-aveugle

L'étude d'Ebid *et al.* (2017) est le seul essai contrôlé randomisé en double-aveugle de notre sélection (65). Cette équipe a étudié les effets d'une supplémentation en vitamine D, en plus d'un entraînement musculaire isocinétique de douze semaines, sur la force musculaire, la force explosive et la MMC. Deux autres paramètres, la marche et le dosage sanguin en vitamine D, ont également été mesurés.

### 3.2.2. Les essais contrôlés randomisés

Suman et Herndon (2007) ont eu pour objectif de déterminer si les effets d'un programme de douze semaines d'entraînement, supposés bénéfiques sur la force musculaire et la MMC, sont maintenus 3 mois après la fin du programme (66). Durant ces trois mois, les sujets des deux groupes sont retournés à domicile avec une prescription d'exercices (sur la base du programme) à réaliser en autonomie.

L'équipe de Hardee *et al.* (2014) a réalisé une étude comparant les effets d'un programme de douze semaines d'entraînement, en plus d'une prise en charge masso-kinésithérapique, sur la MMC, la force musculaire, la capacité aérobie et le taux de synthèse musculaire, par rapport aux participants à une prise en charge masso-kinésithérapique (67). Ils ont également voulu déterminer si le début précoce de ce type de programme, durant une période d'hypermétabolisme encore présent, n'affectait pas le taux de synthèse protéique.

En 2010, Al-Mousawi *et al.* ont voulu examiner les effets d'un programme d'EP sur la MMC, la force musculaire et la DER, comparé à un traitement masso-kinésithérapique seul (68). Leur hypothèse de base était que les patients suivant le programme n'observaient pas d'augmentation de cette dépense énergétique de repos, par rapport au groupe contrôle.

Suman *et al.*, en 2003, ont étudié les effets de l'association d'un traitement d'hormones de croissance avec un programme d'entraînement et une prise en charge kinésithérapique sur la MMC, ainsi que sur la force musculaire (69). Ils avaient pour hypothèse que l'administration d'hormones de croissance humaine, associée à l'EP, augmentait significativement la masse maigre et la force, comparativement à une administration isolée d'hormones ou à l'EP seul.

La première étude publiée sur le sujet est celle de Suman *et al.* en 2001 (59). Il s'agit de l'article sur lequel la plupart des études se sont ensuite basées, notamment pour déterminer leur programme d'entraînement. L'équipe de recherche a eu pour objectif de déterminer si un programme d'EP qui requière force musculaire et endurance, associé à un traitement masso-kinésithérapique, augmentait la MMC, la force et la capacité fonctionnelle.

L'étude de Przkora *et al.* (2007) portait sur les effets de l'oxandrolone, agent anabolisant dérivé de la testostérone, combiné à un programme d'entraînement et à un traitement kinésithérapique (70). Les critères de jugement étaient la force musculaire, la capacité aérobie, la MMC et la masse sans graisse.

### 3.2.3. L'essai non randomisé

Le cas de l'étude de Wurzer *et al.* (2016) est particulier, puisque la méthodologie de répartition des participants change à un moment, passant d'une randomisation entre le groupe participant au programme d'entraînement et le groupe n'y participant pas, à un choix de la part des sujets entre les deux groupes (71). L'objectif de ce travail était de comparer la composition corporelle, la force musculaire et la capacité aérobie sur le long-terme, après un programme d'entraînement.

## 3.3. Extraction des données

### 3.3.1. Caractéristiques des participants

Les caractéristiques des participants aux différentes études sont détaillées en ANNEXE VII.

### 3.3.2. Caractéristiques des études

#### 3.3.2.1. Les critères d'éligibilité

Les critères d'éligibilité différaient entre les études. En ce qui concerne les critères d'inclusion, il s'agissait principalement de l'âge et de la SCB. Pour la majorité des études, l'âge d'inclusion était compris entre 7 et 17 ans. Seule l'étude de Ebid *et al.* avait une inclusion plus restrictive (entre 10 et 16 ans) (65). Une SCB supérieure à 40% représentait la très grande majorité de l'inclusion des études, puisque seule celle de Wurzer *et al.* incluait les patients dont la SCB est supérieure à 30% (71). La plupart des études commençaient leur protocole lorsque les cicatrices des sujets étaient épidermisées à 95%.

Les critères d'exclusion étaient plus nombreux et communs à quasiment toutes les études. Parmi ceux présentés figuraient l'amputation de membre inférieur, l'hypoxie cérébrale, les troubles psychologiques, les troubles sévères cognitifs ou du comportement.

L'équipe d'Ebid *et al.* excluait quant à elle les sujets avec l'une des pathologies suivantes : troubles métaboliques, neuropathie, troubles visuels ou vestibulaires, amputation, épilepsie, perte d'équilibre et déformation de membre inférieur (65). Les sujets inclus ne devaient pas participer à une autre étude ou présenter une réaction médicamenteuse.

### 3.3.2.2. *Les critères de jugement*

Le critère de jugement commun à toutes les études est la MMC, puisque celui-ci figure dans nos critères de sélection. La mesure est réalisée par absorptiométrie biphotonique à rayons-X (en anglais DEXA) dans toutes les études. Six études sur les huit ont présenté les résultats en kilogrammes. Une étude les a présenté en grammes et une autre les présentent sous forme d'indice de masse maigre, en kilogrammes par mètre carré (59,71).

La force musculaire est également un critère de jugement observé dans toutes les études. Sa mesure à différents stades des protocoles se réalisait par isocinétisme sur les extenseurs de genou du membre inférieur dominant, à une vitesse de 150° par seconde avec pour unité de mesure le pic de couple (en N.m), et ce dans tous les articles étudiés. Une seule étude avait la force musculaire explosive des membres inférieurs en complément, mesurée par la hauteur (en centimètres) de « countermovement jumps » (65).

La mesure de la capacité aérobie intervenait dans cinq des huit études. Celle-ci était calculée par le protocole de Bruce modifié et l'unité de mesure correspondait à la  $VO_{2Peak}$  (en  $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ ), soit la consommation maximale d'oxygène lors du test, ou à la  $VO_{2Max}$  pour l'étude de Wurzer (71).

La DER est une donnée mesurée dans deux études de notre corpus par calorimétrie indirecte, avec calcul des échanges gazeux respiratoires (consommation d'oxygène et production de dioxyde carbone) (59,68).

Les dosages sanguins de plusieurs substances ont été mesurés dans le cadre des études avec administration de vitamine D (65) et d'hormones de croissance humaine (69), ou dans le but de mesurer le taux de synthèse fractionnaire en muscle (67).

Certains paramètres de marche ont été évalués et ce dans une seule étude, en utilisant un tapis d'analyse de marche (65). Ainsi, des données telles que la longueur de pas (en centimètres), la longueur de foulée (en cm), la vitesse (en cm/s) et la cadence (nombre de pas/minute) ont été analysées au début du programme et douze semaines plus tard.

### 3.3.3. Protocole des études

Les protocoles d'entraînement des groupes d'intervention sont précisés dans le tableau ci-après.

**Tableau IV : Récapitulatif des protocoles d'entraînement**

Étude	Protocole d'entraînement	Composition des groupes
Ebid et al. 2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Type : renforcement musculaire, en isocinétique.</li> <li>• Posologie : Trois fois par semaine durant 12 semaines.</li> <li>• Composition des séries : Dix répétitions en concentrique des extenseurs de genou du membre dominant, à une vitesse de 150°/s. Trois minutes de repos entre chaque série.</li> <li>• Déroulé des séances :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Échauffement de 5min sur tapis de course à 4km/h, suivi de 5 séries d'étirement des extenseurs de genou.</li> <li>- Contraction à 50% du pic de couple, en initial, puis augmentation progressive.</li> <li>- De la 1<sup>ère</sup> à la 5<sup>e</sup> session : 1-5 séries</li> <li>- De la 6<sup>e</sup> à la 24<sup>e</sup> session : 6 séries</li> <li>- De la 25<sup>e</sup> à la 36<sup>e</sup> session : 10 séries</li> </ul> </li> <li>→ Feedback visuel et encouragements verbaux sont donnés pour maximiser le niveau d'effort de chaque contraction.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Groupe Vitamine D</i> : administration de de vitamine D + protocole d'entraînement + traitement masso-kinésithérapique.</li> <li>• <i>Groupe Isocinétique</i> : protocole d'entraînement + traitement masso-kinésithérapique.</li> <li>• <i>Groupe Kinésithérapie</i> : traitement masso-kinésithérapique.</li> </ul>
Suman et Herndon 2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Type : renforcement musculaire et endurance aérobique.</li> <li>• Posologie : Trois jours par semaine durant 12 semaines.</li> <li>• Renforcement musculaire (sur machines ou avec poids) :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Huit exercices : développé couché, presse à cuisses, développé épaule, extension de jambe, flexion de bras, flexion de jambe, extension de bras, pointes de pieds.</li> <li>- Semaine 1 à 50-60% de 3 Répétitions Maximales (3RM)</li> <li>- Semaines 2 – 6 à 70-75% de 3RM (4-10 répétitions)</li> <li>- Semaines 7 – 12 à 80-85% de 3 RM (8-12 répétitions)</li> <li>- Une minute de repos entre chaque série.</li> </ul> </li> <li>• Endurance aérobique (sur tapis de course ou cycloergomètre) :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Échauffement de 5min sur tapis de course à 50% de la <math>VO_{2Peak}</math>.</li> <li>- Séance : entre 20 et 40min d'effort, entre 70 et 85% de la <math>VO_{2Peak}</math>.</li> </ul> </li> </ul> <p>+ prescription d'exercices à réaliser à domicile sur la base du protocole d'entraînement, à la fin du protocole (groupe Exercice) ou 9 mois après-brûlure (groupe Sans-Exercice).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Groupe Exercice</i> : protocole d'entraînement + traitement masso-kinésithérapique.</li> <li>• <i>Groupe Sans exercice</i> : traitement masso-kinésithérapique.</li> </ul>
Hardee et al. 2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Type : renforcement musculaire et endurance aérobique.</li> <li>• Posologie : Trois jours par semaine pour le renforcement, 3 à 5 jours par semaine pour l'activité en endurance, durant 12 semaines.</li> <li>• Renforcement musculaire (sur machines ou avec poids) :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Huit exercices : développé couché, presse à cuisses, développé épaule, extension de jambe, flexion de bras, flexion de jambe, extension de bras, pointes de pieds.</li> <li>- Semaine 1 à 50-60% de 3RM, (3 séries de 8-12 répétitions)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Groupe Exercice</i> : protocole d'entraînement + traitement masso-kinésithérapique.</li> <li>• <i>Groupe Sans exercice</i> : traitement masso-kinésithérapique.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Semaines 2 – 6 à 70-75% de 3RM, (3 séries de 8-12 répétitions)</li> <li>- Semaines 7 – 12 à &gt; 75% de 3 RM, (3 séries de 8-12 répétitions)</li> <li>- Une minute de repos entre chaque série.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Endurance aérobique (sur tapis de course ou cycloergomètre) : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Échauffement de 5min sur tapis de course à &lt;50% de la <math>VO_{2Peak}</math>.</li> <li>- Séance : entre 20 et 40min d'effort, entre 70 et 85% de la <math>VO_{2Peak}</math>.</li> </ul> </li> </ul> <p>Pas d'activité de renforcement autorisé en dehors de l'étude ; les AVQ sont en revanche encouragées.</p>	
<p style="text-align: center;">Al- Mousawi <i>et al.</i> 2010</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Type : renforcement musculaire et endurance aérobique.</li> <li>• Posologie : Trois jours par semaine durant 12 semaines.</li> <li>• Renforcement musculaire (sur machines ou avec poids) : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Huit exercices : développé couché, presse à cuisses, développé épaule, extension de jambe, flexion de bras, flexion de jambe, extension de bras, pointes de pieds.</li> <li>- Semaine 1 à 50-60% de 3RM</li> <li>- Semaines 2 – 6 à 70-75% de 3RM (4-10 répétitions)</li> <li>- Semaines 7 – 12 à 80-85% de 3 RM (8-12 répétitions)</li> <li>- Une minute de repos entre chaque série.</li> </ul> </li> <li>• Endurance aérobique (sur tapis de course ou cycloergomètre) : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Échauffement de 5min sur tapis de course à 50% de la <math>VO_{2Peak}</math>.</li> <li>- Séance : entre 20 et 40min d'effort, entre 70 et 85% de la <math>VO_{2Peak}</math>.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Groupe Exercice</i> : protocole d'entraînement + traitement masso-kinésithérapique.</li> <li>• <i>Groupe Sans exercice</i> : traitement masso-kinésithérapique à domicile.</li> </ul>
<p style="text-align: center;">Suman <i>et al.</i> 2003</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Type : renforcement musculaire et endurance aérobique.</li> <li>• Posologie : Trois jours par semaine durant 12 semaines.</li> <li>• Renforcement musculaire (sur machines ou avec poids) : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Huit exercices : développé couché, presse à cuisses, développé épaule, extension de jambe, flexion de bras, flexion de jambe, extension de bras, pointes de pieds.</li> <li>- Semaine 1 à 50-60% de 3RM, (3 séries de 4-10 répétitions)</li> <li>- Semaines 2 – 6 à 70-75% de 3RM, (3 séries de 4-10 répétitions)</li> <li>- Semaines 7 – 12 à 80-85% de 3 RM, (3 séries de 8-12 répétitions)</li> <li>- Une minute de repos entre chaque série.</li> </ul> </li> <li>• Endurance aérobique (sur tapis de course ou cycloergomètre) : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Échauffement de 5min sur tapis de course à &lt;50% de la <math>VO_{2Peak}</math>.</li> <li>- Séance : entre 20 et 40min d'effort, entre 70 et 85% de la <math>VO_{2Peak}</math>.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Groupe GH</i> : administration d'hormones de croissance + protocole d'entraînement + traitement masso-kinésithérapique.</li> <li>• <i>Groupe SALEX</i> : administration d'un placebo + protocole d'entraînement + traitement masso-kinésithérapique.</li> <li>• <i>Groupe GH</i> : administration d'hormones de croissance + traitement masso-kinésithérapique.</li> <li>• <i>Groupe SAL</i> : administration d'un placebo + traitement masso-kinésithérapique.</li> </ul>
<p style="text-align: center;">Suman <i>et al.</i> 2001</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Type : renforcement musculaire et endurance aérobique.</li> <li>• Posologie : Trois jours par semaine durant 12 semaines.</li> <li>• Renforcement musculaire (sur machines ou avec poids) : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Huit exercices : développé couché, presse à cuisses, développé épaule, extension de jambe, flexion de bras, flexion de jambe, extension de bras, pointes de pieds.</li> <li>- Semaine 1 à 50-60% de 3RM</li> <li>- Semaines 2 – 6 à 70-75% de 3RM (4-10 répétitions)</li> <li>- Semaines 7 – 12 à 80-85% de 3 RM (8-12 répétitions)</li> <li>- Une minute de repos entre chaque série.</li> </ul> </li> <li>• Endurance aérobique (sur tapis de course ou cycloergomètre) : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Échauffement de 5min sur tapis de course à 50% de la <math>VO_{2Peak}</math>.</li> <li>- Séance : entre 20 et 40min d'effort, entre 70 et 85% de la <math>VO_{2Peak}</math>.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Groupe Exercice</i> : protocole d'entraînement + traitement masso-kinésithérapique.</li> <li>• <i>Groupe Sans exercice</i> : traitement masso-kinésithérapique à domicile.</li> </ul>

<p>Przkora <i>et al.</i> 2007</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Type : renforcement musculaire et endurance aérobie.</li> <li>• Posologie : Trois jours par semaine durant 12 semaines.</li> <li>• Renforcement musculaire (sur machines ou avec poids) : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Huit exercices : développé couché, presse à cuisses, développé épaule, extension de jambe, flexion de bras, flexion de jambe, extension de bras, pointes de pieds.</li> <li>- Semaine 1 à 50-60% de 3RM, (3 séries de 4-10 répétitions)</li> <li>- Semaines 2 – 6 à 70-75% de 3RM, (3 séries de 4-10 répétitions)</li> <li>- Semaines 7 – 12 à 80-85% de 3 RM, (3 séries de 8-12 répétitions)</li> <li>- Une minute de repos entre chaque série.</li> </ul> </li> <li>• Endurance aérobie (sur tapis de course ou cycloergomètre) : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Échauffement de 5min sur tapis de course à &lt;50% de la <math>VO_{2Peak}</math>.</li> <li>- Séance : entre 20 et 40min d'effort, entre 70 et 85% de la <math>VO_{2Peak}</math>.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Groupe OXEX</i> : administration d'oxandrolone + protocole d'entraînement + traitement masso-kinésithérapique.</li> <li>• <i>Groupe PLEX</i> : administration d'un placebo + protocole d'entraînement + traitement masso-kinésithérapique.</li> <li>• <i>Groupe OX</i> : administration d'oxandrolone + traitement masso-kinésithérapique à domicile.</li> <li>• <i>Groupe PL</i> : administration d'un placebo + traitement masso-kinésithérapique à domicile.</li> </ul>
<p>Wurzer <i>et al.</i> 2016</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Type : renforcement musculaire et endurance aérobie.</li> <li>• Posologie : Trois jours par semaine durant 12 semaines.</li> <li>• Renforcement musculaire (sur machines ou avec poids) : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Huit exercices : développé couché, presse à cuisses, développé épaule, flexion de bras, flexion de jambe, extension de bras, pointes de pieds et curls abdominaux.</li> <li>- Semaine 1 à 50 de 3RM, (3 séries de 4-10 répétitions)</li> <li>- Semaines 2 – 6 à 70-75% de 3RM, (3 séries de 12-15 répétitions)</li> <li>- Semaines 7 – 12 à 80-85% de 3 RM, (3 séries de 8-12 répétitions)</li> <li>- Une minute de repos entre chaque série.</li> </ul> </li> <li>• Endurance aérobie (sur tapis de course ou cycloergomètre) : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Séance : entre 20 et 45min d'effort.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Groupe Exercice</i> : protocole d'entraînement + traitement masso-kinésithérapique.</li> <li>• <i>Groupe Sans exercice</i> : traitement masso-kinésithérapique à domicile.</li> </ul>

Les protocoles d'entraînement des différentes études présentaient de fortes similitudes entre eux. Tout d'abord, les durées des programmes étaient toutes égales à douze semaines. Ensuite, le contenu des séances reposait sur deux types d'entraînement (renforcement musculaire contre résistance et endurance aérobie), hormis pour une seule étude pour laquelle était prévu un programme d'entraînement basé uniquement sur l'isocinétisme (65). De plus, les modalités d'entraînement se ressemblaient fortement puisqu'elles reprenaient quasiment toutes la même posologie (entraînement trois fois par semaine), les mêmes exercices de renforcement musculaire (dont la charge de travail était basée sur la 3RM), le même entraînement d'endurance aérobie (sur tapis de course ou cycloergomètre, avec niveau d'effort à un certain pourcentage de la  $VO_{2Peak}$ ).

Quelques différences intervenaient en terme du nombre de séries et de répétitions de mouvements pour les sessions de renforcement musculaire.

### 3.4. Résultats des études

Dans les paragraphes qui vont suivre, nous allons détailler uniquement les résultats intra et inter-groupes, pour lesquels il n'y avait pas d'administration de substances. Cela va donc correspondre aux groupes dont l'intervention consistait en un protocole d'entraînement en plus d'un traitement masso-kinésithérapique, comparés aux groupes contrôles pratiquant seulement le traitement masso-kinésithérapique. Nous présentons un récapitulatif des résultats des critères de jugement de nos études (tab. V), puis nous les détaillons dans les paragraphes qui suivent. Nous avons choisi de ne faire apparaître que les résultats concernant nos critères de jugement définis, à savoir la MMC, la force musculaire et la capacité aérobie.

Tableau V : Récapitulatif des résultats de nos études.

Études	Résultats
Ebid <i>et al.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>MMC :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation significative de la MMCT et de la MMMI pour le <i>groupe Isocinétique</i>.</li> <li>- Pas de données inter-groupes.</li> </ul> </li> <li>• <b>Force musculaire :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation significative de la force musculaire dans les deux groupes.</li> <li>- Augmentation significative de la force explosive pour le <i>groupe Isocinétique</i>.</li> </ul> </li> <li>• <b>Capacité aérobie :</b> Pas de mesures.</li> </ul>
Suman et Herndon	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>MMC :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation significative de la MMCT pour le <i>groupe Exercice</i> après le protocole et trois mois après la fin.</li> <li>- Pas de différence significative entre les deux groupes à n'importe quel délai de mesure.</li> </ul> </li> <li>• <b>Force musculaire :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation significative pour le <i>groupe Exercice</i>.</li> <li>- Pas d'augmentation significative douze mois post-brûlure dans les deux groupes.</li> <li>- Différence significative entre les deux groupes à neuf mois post-brûlure, mais pas à douze mois.</li> </ul> </li> <li>• <b>Capacité aérobie :</b> Pas de mesures.</li> </ul>
Hardee <i>et al.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>MMC :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation significative de la MMCT, de la MMMI, de la MMMS et de la MMT pour le <i>groupe Exercice</i>.</li> <li>- Différences significatives de MMCT et de MMMI entre les deux groupes, maintenue jusqu'à un an après le programme.</li> </ul> </li> <li>• <b>Force musculaire :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de différence significative entre les deux groupes du pic de couple, mais différence significative du pic de couple relatif au poids de corps.</li> </ul> </li> <li>• <b>Capacité aérobie :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Différence significative en faveur du <i>groupe Exercice</i>.</li> </ul> </li> </ul>

Al-Mousawi <i>et al.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>MMC :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation significative de la valeur absolue de MMCT pour le <i>groupe Exercice</i>.</li> <li>- Différence significative entre les deux groupes.</li> </ul> </li> <li>• <b>Force musculaire :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation significative pour le <i>groupe Exercice</i>.</li> <li>- Différence significative entre les deux groupes.</li> </ul> </li> <li>• <b>Capacité aérobie :</b> Pas de mesures.</li> </ul>
Suman <i>et al.</i> (2003)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>MMC :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation significative de la MMCT et la MMMI pour le <i>groupe SALEX</i>.</li> <li>- Différences significatives entre les deux groupes.</li> </ul> </li> <li>• <b>Force musculaire :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation significative pour le <i>groupe SALEX</i>.</li> <li>- Différence significative entre les deux groupes.</li> </ul> </li> <li>• <b>Capacité aérobie :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation significative pour le <i>groupe Exercice</i>.</li> </ul> </li> </ul>
Suman <i>et al.</i> (2001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>MMC :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation significative de la MMCT, de la MMMI et de la MMT pour le <i>groupe Exercice</i>.</li> <li>- Différences significatives entre les deux groupes.</li> </ul> </li> <li>• <b>Force musculaire :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation significative pour le <i>groupe Exercice</i>.</li> <li>- Différence significative entre les deux groupes.</li> </ul> </li> <li>• <b>Capacité aérobie :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentations significatives pour le <i>groupe Exercice</i>.</li> <li>- Différence significatives entre les deux groupes.</li> </ul> </li> </ul>
Przkora <i>et al.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>MMC :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation significative de la MMC pour le <i>groupe PLEX</i>.</li> <li>- Différence significative entre les deux groupes.</li> </ul> </li> <li>• <b>Force musculaire :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation significative pour le <i>groupe PLEX</i>.</li> </ul> </li> <li>• <b>Capacité aérobie :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation significative pour le <i>groupe PLEX</i>.</li> </ul> </li> </ul>
Wurzer <i>et al.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>MMC :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation significative de l'IMMC pour les deux groupes.</li> <li>- Pas de différence significative de l'IMMC entre les deux groupes à n'importe quel délai de mesure.</li> </ul> </li> <li>• <b>Force musculaire :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation significative pour les deux groupes à n'importe quel délai de mesure.</li> <li>- Pas différence significative entre les deux groupes à n'importe quel délai de mesure.</li> </ul> </li> <li>• <b>Capacité aérobie :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation significative dans les deux groupes à n'importe quel délai de mesure.</li> </ul> </li> </ul>

### 3.4.1. Effets sur la masse maigre corporelle

Dans l'étude de Ebid *et al.*, la Masse Maigre Corporelle Totale (MMCT) a significativement ( $p < 0,0001$ ) augmenté pour le *groupe Isocinétique*, avec une amélioration de +8,73% entre le début et la fin du programme. En revanche, d'un point de vue statistique, cette MMCT n'a significativement pas augmenté ( $p = 0,1902$ ) pour le *groupe Kinésithérapie* avec une amélioration de +1,94%. De la même manière, la Masse Maigre des Membres Inférieurs (MMMI) a significativement ( $p = 0,0129$ ) augmenté pour le *groupe Isocinétique* contrairement au *groupe Kinésithérapie* ( $p = 0,5437$ ), avec des améliorations de +21,42% et +7,14% respectivement. Il n'y a cependant pas de données statistiques inter-groupes entre le *groupe Isocinétique* et le *groupe Kinésithérapie*, mais seulement entre le *groupe Isocinétique* et le *groupe Vitamine D*.

Les résultats de l'étude de Suman et Herndon révèlent une augmentation moyenne de MMCT de  $+6,4 \pm 1,9\%$  entre le début et la fin du protocole pour le *groupe Exercice*, ce qui correspond à un changement statistiquement significatif ( $p < 0,05$ ). A contrario, la MMCT n'a que très peu augmenté pour le *groupe Sans exercice*, avec un pourcentage de changement de  $+1,9 \pm 2,6\%$  ( $p = 0,565$ , non significatif). Trois mois après la fin du programme, l'augmentation significative de MMCT a persisté pour le *groupe Exercice* pour atteindre  $+10,7 \pm 4,8\%$  ( $p = 0,03$ ). Pour le *groupe Sans exercice*, douze mois après brûlure, les participants ont observé une augmentation de seulement  $+3,5 \pm 1,8\%$ , ce qui n'est statistiquement pas significatif. L'analyse inter-groupes, en valeurs absolues, rapporte toutefois qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes et cela à n'importe quel délai de mesures (à six, neuf et douze mois post-brûlure).

Hardee *et al.* ont mesuré les changements de MMC sur la totalité du corps, mais également au niveau du tronc, des membres inférieurs et des membres supérieurs. Avant le début du programme, il n'y avait pas de différence de masse maigre entre les deux groupes. Après le programme, la masse maigre a significativement augmenté pour le *groupe Exercice*, que ce soit sur la totalité du corps ou au niveau régional. Ce n'est pas le cas pour le *groupe Sans exercice*. En analyse inter-groupes, il existe des augmentations significatives en faveur du *groupe Exercice* pour la totalité du corps ( $p = 0,03$ ) et les membres inférieurs ( $0,01$ ), mais pas pour le tronc ( $p = 0,21$ ) et les membres inférieurs ( $p = 0,05$ ).

Les auteurs ont également mesuré la MMC douze mois après la sortie d'hôpital, afin de savoir si les bénéfiques étaient maintenus dans le temps. Il en ressort que le pourcentage de changement est significativement plus grand pour le *groupe Exercice* par rapport au *groupe Sans Exercice* ( $p < 0,05$ ) pour la totalité du corps et les membres inférieurs.

L'analyse intra-groupes de l'étude de Al-Mousawi et *al.* montre qu'il n'y a pas d'augmentation significative ( $p = 0,14$ ) de la valeur absolue de MMCT pour le *groupe Sans exercice*, au contraire du *groupe Exercice* pour lequel cette amélioration est significative ( $p = 0,001$ ) après le protocole. En inter-groupes, la différence d'augmentation est significative ( $p = 0,004$ ) et en faveur du *groupe Exercice* ( $+8,75 \pm 5,65\%$ ) par rapport au *groupe Sans exercice* ( $+2,06 \pm 3,17\%$ ).

L'étude de Suman et *al.* (2003) indique une augmentation de  $+5,4 \pm 1,6\%$  de la MMCT pour le *groupe SALEX*, alors que la MMCT est légèrement diminuée ( $-1,2 \pm 2,0\%$ ) pour le *groupe SAL*, et ce neuf mois après brûlure. Cette augmentation est statistiquement significative ( $p < 0,05$ ) comparée au *groupe SAL*. Le pourcentage moyen de MMMI est significativement plus grand ( $p < 0,05$ ) pour le *groupe SALEX* par rapport au *groupe SAL*, ce qui n'est pas le cas pour le tronc et les membres supérieurs.

En 2001, Suman et *al.* ont démontré une augmentation moyenne du pourcentage ( $+6,40\%$ ) de MMC pour le *groupe Exercice* après un programme d'entraînement de douze semaines. Il n'y a en revanche pas de changement pour le *groupe Sans exercice*. Il existe donc une différence statistiquement significative ( $p < 0,05$ ) entre les deux groupes. De la même manière, cette différence se retrouve au niveau régional, sauf au niveau des membres supérieurs.

Les résultats de Przkora et *al.* sont en accord avec ceux précédemment énoncés. Le *groupe PLEX* a vu sa MMC augmenter, contrairement au *groupe PL* qui a même vu le pourcentage moyen de MMC décliner ( $-0,8 \pm 6,3\%$ ). En analyse inter-groupes, la différence entre les deux groupes est statistiquement significative ( $p < 0,05$ ).

L'étude de Wurzer *et al.* possède des résultats différents par rapport aux autres études. La MMC est exprimée en tant qu'Indice de MMC (IMMC) et ne diffère statistiquement à aucun moment entre les deux groupes, que ce soit avant le protocole ( $p=0,07$ ), douze mois après ( $p=0,96$ ) ou 24 mois après ( $p=0,57$ ). En revanche, les deux groupes *Exercice* et *Sans exercice* ont vu leur IMMC augmenter significativement ( $p<0,05$ ) avec le temps, depuis le retour à domicile jusqu'à un an et deux ans post-brûlure.

### 3.4.2. Effets sur la force musculaire

La force musculaire du quadriceps a significativement augmenté ( $p<0,0001$ ) pour le groupe *Isocinétique* mais également pour le groupe *Kinésithérapie*, dans l'étude d'Ebid *et al.* Le pourcentage d'amélioration du pic de couple après douze semaines est cependant plus important (+36%) pour le groupe ayant réalisé l'intervention par rapport à celui qui n'a pas suivi (+12%). Pour ce qui est de la performance en saut permettant de mesurer la force explosive des MI, celle-ci a significativement augmenté ( $p<0,0001$ ) dans le groupe d'intervention contrairement au groupe contrôle ( $p=0,2248$ ). Ainsi, le pourcentage d'amélioration de la hauteur de saut est de seulement +5,49% pour la prise en charge kinésithérapique contre +23,20% pour l'entraînement isocinétique.

L'augmentation de la force musculaire après un protocole d'entraînement de douze semaines est également retrouvée dans l'étude de Suman et Herndon. Cette augmentation du pic de couple ( $+40,7\pm 8,6\%$ ) est significative ( $p<0,05$ ) par rapport à celle mesurée dans le groupe *Sans exercice* ( $3,4\pm 4,5\%$ ) bien que les valeurs absolues soient plus importantes à n'importe quel moment (à six et neuf mois) pour ce dernier groupe. Trois mois après l'arrêt du programme ou douze mois après la brûlure, l'augmentation du pic de couple dans chacun des groupes n'est pas significative (*groupe Exercice*  $+17,9\pm 10,1\%$  ;  $p=0,08$  | *groupe sans Exercice*  $+7,2\pm 13,4\%$  ;  $p=0,61$ ). En valeurs absolues, à douze mois, il n'y a pas différence significative ( $p=0,55$ ).

Les mesures de force musculaire ont été réalisées uniquement à la fin du programme de douze semaines dans l'étude de Hardee *et al.* En valeurs absolues, il n'y a pas de différence significative ( $p=0,08$ ) du pic de couple pour le *groupe Exercice* ( $72\pm 8,2$  N.m) par rapport au *groupe Sans exercice* ( $52\pm 7,5$  N.m). Quand ces valeurs de pic de couple sont relativisées par le poids des participants (en kg), une différence significative ( $p=0,01$ ) s'observe (*groupe Exercice*  $138\pm 8,6$  N.m.kg<sup>-1</sup> ; *groupe Sans exercice*  $106\pm 8,7$  N.m.kg<sup>-1</sup>).

L'étude d'Al-Mousawi *et al.* met en lumière des augmentations du pic de couple entre avant et après les douze semaines, dans les *groupes Exercice* et *Sans exercice*, mais celles-ci sont respectivement significatives ( $p=0,004$ ) et non-significatives ( $p=0,12$ ). Comparées entre elles, l'amélioration du *groupe Exercice* est significativement plus importante ( $p=0,02$ ). Pour ce qui est du pic de couple normalisé par l'IMMC, la différence entre les deux groupes est également significative ( $p=0,03$ ), allant dans le même sens que les mesures retrouvées en valeurs absolues.

Suman *et al.* (2003) démontrent une augmentation significative ( $p<0,05$ ) du pourcentage moyen du pic de couple dans le *groupe SALEX* ( $+42,6\pm 10,0\%$ ) alors que cette augmentation n'est pas significative dans le groupe Saline ( $+6,7\pm 4,4\%$ ). Cette différence entre les deux groupes est statistiquement significative ( $p<0,05$ ).

Les résultats de l'étude de Suman *et al.* (2001) indiquent des augmentations significatives ( $p<0,05$ ) des pourcentages moyens de pic de couple, de travail total et de puissance moyenne pour le *groupe Exercice*, entre le début et la fin du protocole d'entraînement. Les augmentations ne sont pas significatives pour le *groupe Sans exercice*. Les différences sont également significatives ( $p<0,05$ ) entre les deux groupes pour chacune des mesures.

Les *groupes PLEX* ( $+47,3\pm 34,6\%$ ) et *PL* ( $+6,6\pm 15\%$ ) de l'étude de Przkora *et al.* ont observé une augmentation du pourcentage moyen du pic de couple. En revanche, cette augmentation est significativement plus grande ( $p<0,05$ ) pour *PLEX* par rapport à *PL*.

Wurzer *et al.* ont mesuré la force musculaire en déterminant les valeurs de pic de couple par poids de corps. Ainsi, ils ont mis en évidence que ces dernières sont statistiquement similaires entre le *groupe Exercice* et le *groupe Sans exercice* à la sortie d'hôpital ( $p=0,95$ ), à douze mois ( $p=0,93$ ) et à 24 mois de brûlure ( $p=0,39$ ). Ceci étant, au sein des groupes, il y a eu augmentation significative ( $p<0,01$ ) de ces valeurs entre le retour à domicile et à douze et 24 mois post-brûlure. Dans les deux groupes, le pic de couple par MMMI s'est significativement amélioré du retour à domicile à douze mois ( $p<0,01$ ) et 24 mois ( $p<0,01$ ), de même avec la durée d'exercice. Le *groupe Sans exercice* a montré une diminution du pic de couple par MMMI pendant ce temps, mais de manière non significative ( $p=0,70$ ).

### 3.4.3. Effets sur la capacité aérobie

Hardee *et al.* ont mesuré la capacité aérobie par épreuve d'effort (protocole de Bruce modifié) uniquement après le protocole d'entraînement pour le *groupe Exercice* et après douze semaines de retour à domicile pour le *groupe Sans exercice*. Les résultats attestent d'une différence significative ( $p=0,04$ ) de la  $VO_{2PEAK}$  entre le *groupe Exercice* ( $32,1\pm 1,3 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) par rapport au *groupe Sans exercice* ( $28\pm 1,3 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ).

Dans l'étude de Suman *et al.* (2003), il y a eu augmentation significative ( $p<0,05$ ) de la  $VO_{2PEAK}$  ( $+23,1\pm 4,2\%$ ) entre avant et après le programme pour le *groupe SALEX*, ce qui n'est pas le cas pour le *groupe SAL*. Les résultats n'indiquent pas d'analyse inter-groupes.

Suman *et al.* (2001) ont décrit une augmentation statistiquement significative ( $p<0,05$ ) du pourcentage moyen du temps passé lors du test d'effort (protocole de Bruce modifié) pour le *groupe Exercice* ( $+57,8\pm 27,0\%$ ), au contraire du *groupe Sans exercice* ( $+8,60\pm 8,00\%$ ). Cette différence entre les deux groupes est significative ( $p<0,05$ ). De même, concernant la  $VO_{2PEAK}$ , celle-ci a augmenté de manière significative ( $p<0,05$ ) pour le *groupe Exercice* ( $+22,7\%$ ) alors qu'elle a décliné pour le *groupe Sans exercice* ( $-1,35\%$ ). Cette différence entre les deux groupes est significative ( $p<0,05$ ).

L'augmentation de la capacité aérobie est statistiquement significative ( $p<0,05$ ) pour le *groupe PLEX* ( $+23,2\pm 16,6\%$ ) comparée au *groupe PL* ( $+9,35\pm 16,8\%$ ) dans l'étude de Przkora *et al.*

Dans l'étude de Wurzer *et al.*, la consommation maximale d'oxygène ( $VO_{2Max}$ ) a augmenté significativement ( $p < 0,01$ ) dans le *groupe Exercice* et dans le *groupe Sans exercice*, entre le retour à domicile et les douze et 24 mois post-brûlure. En fonction de la durée d'exercice, il y a augmentation significative ( $p < 0,01$ ) de la  $VO_{2Max}$  pour le *groupe Exercice*, tandis que celle-ci a diminué dans le *groupe Sans exercice*. En ce qui concerne le pic de fréquence cardiaque ( $FC_{Pic}$ ), les valeurs sont comparables dans les deux groupes aux différents temps de mesure. Les deux groupes ont des fréquences cardiaques de repos ( $FC_{repos}$ ) significativement différentes entre elles à la sortie d'hôpital ( $p = 0,03$ ) et à 24 mois ( $p < 0,01$ ), mais statistiquement similaires à douze mois ( $p = 0,15$ ), les valeurs de  $FC_{repos}$  étant plus importantes pour le *groupe Exercice*.

#### 3.4.4. Effets sur les autres paramètres

##### 3.4.4.1. Effets sur la dépense énergétique de repos

Al-Mousawi *et al.* ont eu pour résultats une augmentation du pourcentage moyen de DER pour le *groupe Exercice* ( $8,79\% \pm 29,45\%$ ) plus grande par rapport au *groupe Sans exercice* ( $2,32\% \pm 19,79\%$ ), mais cette différence n'est statistiquement pas significative ( $p = 0,57$ ). Quand les valeurs sont normalisées en pourcentage de la DER prédictive, la différence entre les deux groupes diminue ( $3,64\% \pm 37,81\%$  pour le *groupe Exercice* ;  $2,20\% \pm 22,06\%$  pour le *groupe Sans exercice*) et n'est statistiquement pas significative ( $p = 0,92$ ). Au sein des deux groupes, il n'y a pas eu d'augmentation statistiquement significative de la DER et de la DER prédictive dans le temps. Quand la DER est normalisée en fonction de la MMC pour chaque individu, à chaque temps de mesure, il n'y a pas non plus de changement significatif que ce soit pour le *groupe Exercice* ( $0,01\% \pm 26,38\%$ ) ou pour le *groupe Sans exercice* ( $0,03\% \pm 17,40\%$ ).

Dans l'étude de Suman *et al.* (2001), la DER a augmenté de manière significative ( $p < 0,05$ ) pour le *groupe Sans exercice* (15% d'augmentation), tandis que l'augmentation n'est statistiquement pas significative dans le *groupe Exercice*. Cependant, l'analyse inter-groupes n'indique pas de différence significative.

#### 3.4.4.2. Effets sur les paramètres de marche

Ebid *et al.* ont mis en évidence une augmentation hautement significative ( $p < 0,0001$ ) des paramètres de marche dans le *groupe Isocinétique* et dans le *groupe Kinésithérapie*.

## 4. Discussion

### 4.1. Synthèse des résultats

Au cours de notre revue systématique, nous avons voulu déterminer si un programme d'EP, chez l'enfant GB, permettait d'augmenter certains paramètres avec en premier lieu la masse maigre corporelle, puis la force musculaire et la capacité aérobie. La synthèse des résultats des études que nous avons choisies fait suite dans les paragraphes suivants.

#### 4.1.1. Effets sur la masse maigre corporelle

La très grande majorité des études de notre corpus (six sur les huit) affirme qu'il y a une augmentation statistiquement significative de la MMC au sein des groupes ayant effectué un programme d'exercices, entre le début et la fin de douze semaines d'entraînement. Cette affirmation intéresse aussi bien la MMCT, que la MMMI, la MMT ou la MMMS, démontrant que toutes les régions corporelles sont susceptibles de voir leur masse maigre augmenter. En revanche, peu de groupes ayant profité uniquement d'un traitement masso-kinésithérapique ont vu leur masse maigre augmenter de manière significative : un groupe dans l'étude de Suman *et al.* de 2001 a augmenté sa MMMI et dans l'étude de Wurzer *et al.*, les mesures de l'IMMC ont augmenté du retour à domicile jusqu'à douze mois et 24 mois.

De même, six études sur les huit indiquent des différences significatives de résultats en faveur des groupes ayant suivi un protocole d'entraînement, comparativement aux groupes uniquement traités par de la masso-kinésithérapie. Seules deux études (Suman et Herndon ; Wurzer) n'ont donc pas réussi à mettre en évidence une différence significative.

#### 4.1.2. Effets sur la force musculaire

Toutes les études indiquent une augmentation significative de la force musculaire des extenseurs de genou, mesurée par isocinétisme, au sein des groupes ayant bénéficié d'un programme d'entraînement de douze semaines. Cependant, lorsque l'analyse de ces résultats est comparative par rapport au traitement kinésithérapique, seuls cinq articles sur les huit décrivent des différences significatives.

#### 4.1.3. Effets sur la capacité aérobie

Cinq études ont mesuré la capacité aérobie. Sur ces cinq essais, les groupes qui ont pratiqué un entraînement en endurance ont significativement augmenté leur capacité aérobie. Comparativement aux groupes qui n'ont pas réalisé cet entraînement, les différences sont statistiquement significatives et en faveur des groupes avec exercice.

#### 4.1.4. Effets sur la dépense énergétique de repos

Les deux études ont démontré que l'EP n'entraîne peu ou pas d'augmentation de la DER, reflet du métabolisme, et que les valeurs ont même plus augmenté pour les groupes n'ayant pas fait d'entraînement. Les auteurs indiquent que les résultats de leurs études démontrent que l'EP chez l'enfant GB, débuté six mois post-brûlure, n'exacerbe pas l'état hypermétabolique.

#### 4.1.5. Effets sur les paramètres de marche

L'étude de Ebid *et al.*, portant sur les brûlures des membres inférieurs, a établi qu'un programme d'entraînement d'isocinétisme entraîne une amélioration significative de la longueur de pas, de la longueur de foulée, de la vitesse et de la cadence de marche.

#### 4.1.6. Effets à long terme d'un programme

Trois études de notre revue ont étudié les effets à long terme d'un programme de douze semaines d'entraînement. Suman et Herndon (2007) ont montré que les bénéfices de l'EP (augmentation significative de la MMC, de la force musculaire et de la capacité aérobie) ont été maintenus au moins trois mois après la fin du programme, et qu'il y a même eu une augmentation significative de MMC jusqu'à cette date. Les résultats d'Hardee *et al.* vont dans le même sens et indiquent une augmentation significative de la MMC jusqu'à 1 an après la brûlure pour le *groupe Exercice* par rapport au *groupe Sans exercice*. Wurzer *et al.* ont également démontré une augmentation significative de la MMC pour le *groupe Exercice* à un an et deux ans post-brûlure. Cependant, ils n'ont pas su mettre en évidence une différence avec le *groupe Sans exercice*, principalement du fait que les valeurs de MMC étaient plus faibles de base pour le *groupe Exercice*.

#### 4.1.7. Comparaison par rapport aux enfants non-brûlés

Trois études de notre revue ont introduit des groupes d'enfants non-brûlés, ne rentrant pas dans l'analyse statistique, pour comparaisons simples des critères de jugement (59,66,70). Il s'agit d'enfants comparables aux enfants étudiés en terme d'âge et de sexe. Les résultats indiquent que malgré une augmentation significative de la MMC, de la force musculaire et de la capacité aérobie après EP chez l'enfant GB, les valeurs absolues restent très faibles par rapport à celles mesurées chez les enfants sains, n'ayant pas réalisé d'entraînement physique. Cela démontre que malgré un programme d'EP, les enfants GB n'atteignent pas les valeurs que nous pouvons qualifier de « normales » en terme de MMC, de force musculaire et de capacité aérobie, compte-tenu de l'âge et du sexe des enfants.

## 4.2. Apports d'autres références bibliographiques

Une revue de la littérature, datant de 2016, s'est déjà intéressée à l'efficacité du renforcement musculaire chez les enfants et adolescents brûlés avec une SCB supérieure à 30% (72). Dans cette revue, les auteurs ont inclus sept études, dont cinq en commun avec la nôtre (59,66–68,70).

À la différence de notre travail, ils ont uniquement étudié les effets du renforcement musculaire au travers de deux critères de jugement : la force musculaire et la MMC. De plus, ils ont réalisé une méta-analyse des résultats, permettant d'apporter une significativité clinique, par la détermination d'un intervalle de confiance à 95%. Leurs résultats indiquent qu'il n'y a pas de différence significative au niveau clinique entre les groupes ayant suivi l'entraînement contre résistance et les groupes ayant seulement été traités par de la masso-kinésithérapie. Ils concluent donc qu'il n'y a pas de preuve suffisamment importante pour déterminer qu'un programme de renforcement musculaire est bénéfique sur la force musculaire et la MMC, chez les enfants et les adolescents GB (72). Ils rapportent cependant que l'entraînement isocinétique semble bénéfique, mais que des études supplémentaires sont nécessaires (cf. Ebid *et al.* 2017).

Nedelec *et al.* ont émis en 2016 des recommandations de bonne pratique concernant la prescription d'exercices physiques cardiovasculaires et de renforcement après brûlure, chez l'adulte et l'enfant (73). Ces recommandations incluent notamment six de nos études (sur les 20 étudiées) et reprennent le « programme type » commun du Shriners Hospitals for Children de Galveston (Texas, États-Unis d'Amérique) (59,66–70). Elles préconisent notamment que pour les enfants, le programme doit durer douze semaines. Cependant, une étude plus récente (2017) menée par Clayton *et al.* suggère qu'un programme de six semaines est suffisant pour améliorer la MMC, la force musculaire et la capacité aérobie (74).

Un programme d'EP en force musculaire et en endurance, en complément du traitement masso-kinésithérapique, débuté six mois post-brûlure, a un effet bénéfique sur la diminution du nombre d'interventions chirurgicales sur les séquelles des brûlures (75,76).

Tapking *et al.* (2019) ont déterminé le lien qu'il existe entre la MMC et le pic de couple isocinétique des extenseurs et des fléchisseurs de genou chez l'enfant GB. Ils rapportent que le gain de MMC, après un programme d'EP, est lié à une augmentation de la force musculaire, suggérant ainsi que le gain de MMC est fonctionnel. De plus, ils ajoutent que la mesure de la force musculaire sur appareil d'isocinétisme à une vitesse de 120° par seconde (contre 150° par seconde pour les études de notre revue) reflète le mieux la relation entre le gain en force musculaire et la MMC (77).

La brûlure électrique mène à une hospitalisation plus longue et une plus grande morbidité/mortalité que les autres types de brûlure (78). Foncerra *et al.* ont étudié les effets des brûlures électriques par rapport aux brûlures par flammes sur différents paramètres et notamment la capacité aérobie ; ils ont mis en évidence que les enfants ayant subi une brûlure électrique possèdent une capacité aérobie significativement moins importante que les enfants ayant une brûlure par flammes (79). Ils expliquent cette différence par le fait que les muscles sont particulièrement atteints lors d'une brûlure électrique et sont touchés par une rhabdomyolyse (80). Les muscles atteints sont moins aptes à utiliser le dioxygène et cela se reflète par une diminution de la  $VO_{2Max}$  (79). L'EP en endurance aérobie pourrait ainsi améliorer ce paramètre, spécifiquement chez ce type de patient.

### 4.3. Limites des études

#### 4.3.1. Les risques de biais évalués par l'outil RoB-2 de la Cochrane Collaboration

Le détail des risques de biais est présenté sous forme de tableau en Annexe VIII. Pour chaque biais, un risque (fort, faible, indéterminé) est évalué.

##### 4.3.1.1. Le risque de biais de sélection

D'une part, le processus de randomisation n'est précisé que dans une seule étude, celle de Ebid *et al.* Il s'agit d'un tirage au sort d'enveloppes opaques dans lesquelles figure le groupe d'assignation des participants. Ce mode de randomisation limite le risque de biais de sélection. Pour six autres études (59,66–70), ce processus n'est pas mentionné, nous ne pouvons donc pas déterminer la présence éventuelle de biais ; l'étude de Wurzer *et al.* indique un changement d'assignation au cours de l'intervention, puisqu'après randomisation, tous les sujets ont pu choisir le groupe intervention ou le groupe contrôle (risque de biais fort).

D'autre part, la répartition en insu n'est pas toujours déterminable par manque d'informations (59,66–70). Comme auparavant, seuls Ebid *et al.* indiquent que participants et thérapeutes ne connaissent pas leur groupe d'assignation (risque faible). Le choix étant donné aux participants de l'étude de Wurzer *et al.*, la répartition ne peut se faire en insu (risque fort).

#### 4.3.1.2. *Le risque de biais de performance*

L'un des risques de biais le plus fort relevé dans nos études est le biais de performance, puisque participants et thérapeutes ne sont pas mis en aveugle, sauf dans l'étude de Ebid *et al.*

#### 4.3.1.3. *Le risque de biais de détection*

Nous ne pouvons déterminer si les évaluateurs des études sont en aveugle, puisque aucune information n'est donnée dans aucune étude.

#### 4.3.1.4. *Le risque de biais d'attrition*

Le risque de biais d'attrition est relativement faible dans nos études. Les résultats des différents critères de jugement sont tous complets, exceptées les études d'Al-Mousawi *et al.* et de Suman *et al.* de 2003. Dans la première, certains participants ont été exclus de l'analyse d'un critère de jugement (la force musculaire) car ils n'ont pas pu participer à sa mesure (deux dans le groupe intervention : chirurgie récente, impossibilité de mouvoir ses membres inférieurs ; deux dans le groupe contrôle : n'ont pas pu ou voulu réaliser les mesures) ; dans la seconde, des problèmes techniques et des rendez-vous manqués ont exclu seize participants de l'analyse d'un critère de jugement.

#### 4.3.1.5. *Les biais rapportés par les auteurs*

Seuls Ebid *et al.* rapportent un risque de biais d'allocation (risque faible), du fait d'un échantillon de participants trop petit. Les auteurs des autres études ne mentionnent pas de biais (risque indéterminé), mais des limites. Ces dernières sont mentionnées dans les fiches de lecture que nous avons réalisées (ANNEXE V).

#### 4.3.1.6. *Les autres biais*

Le risque de biais d'allocation est justement celui que l'on retrouve dans toutes les études, puisque le nombre de participants dans chaque étude est faible.

Cela vient du fait que les auteurs sélectionnent leurs participants au sein des établissements dans lesquels ils exercent, ainsi que du nombre limité de participants potentiels dans la population générale.

Le risque de biais de participation est fort dans l'étude de Wurzer *et al.* car les sujets sont volontaires à participer au programme d'EP (et non tirés au sort), donc leurs caractéristiques peuvent être différentes de celles de sujets ne voulant pas participer au programme (par exemple, une plus grande capacité physique de base).

#### 4.3.2. Les limites des caractéristiques des études

Le fait que peu d'études indiquent clairement les hypothèses de base (hypothèse nulle  $H_0$  et hypothèse alternative  $H_a$ ) dans leur *Introduction* est une limite importante. Il est en effet difficile par la suite de rejeter la première ou d'accepter la seconde, lorsqu'elles ne sont pas définies (81). Pour ainsi dire, seules trois études de notre corpus définissaient des hypothèses. Al-Mousawi *et al.* reconnaissent que leur hypothèse nulle, selon laquelle « les patients suivant un programme d'EP n'observent pas d'augmentation de leur DER par rapport à un groupe suivant un traitement masso-kinésithérapique standard », ne peut être rejetée du fait d'un nombre trop faible de sujets au sein des deux groupes. Suman *et al.* (2003) définissent seulement une hypothèse  $H_a$  (« l'administration d'hormone de croissance humaine, en complément d'EP augmente la MMC et la force musculaire à un degré plus important que le traitement par hormones de croissance seul ou l'EP seul »), mais n'ont pas pu accepter cette hypothèse à la vue des résultats de leur étude. De même, Przkora *et al.* ont pour hypothèse  $H_a$  que « la combinaison d'oxandrolone donnée sur une période plus courte, avec de l'exercice physique chez les enfants GB, résulterait en une amélioration significative en terme de MMC, de force musculaire et de capacité aérobie que l'administration d'oxandrolone seule ou l'exercice seul », mais ils ont réussi à démontrer que leur hypothèse était acceptable compte-tenu des résultats obtenus.

Nous avons pointé du doigt auparavant un des risques de biais le plus fort, présent dans toutes nos études, qui est le biais d'allocation. Les échantillons de participants varient de 20 à 125 enfants (avec une moyenne de 49 par étude), ce qui correspond à un nombre relativement faible de sujets.

La taille de l'échantillon est un des facteurs qui influence la puissance d'un test statistique d'une étude (81). Son calcul en amont aurait permis aux études d'obtenir des résultats plus probants, plus significatifs, puisque la population aurait été plus représentative de la population mère. Mais comme indiqué précédemment, les auteurs ont uniquement sélectionné les participants dans un seul établissement hospitalier. Des études réalisées sur plusieurs établissements, avec l'inclusion d'un plus grand nombre de participants, permettraient de limiter ce risque de biais et auraient des résultats plus pertinents.

Concernant les caractéristiques des participants aux études, nous relevons que les auteurs ne définissent que très peu les critères d'inclusion, au contraire des critères d'exclusion. Nous pensons que la majorité des études veulent ainsi inclure un maximum de participants dans le cadre de leur protocole, puisque les critères d'inclusion présentés correspondent à l'âge des patients, la SCB et le degré d'épidermisation des brûlures. Pour ce qui est des critères d'exclusion, la liste est plus conséquente et est pratiquement la même pour chacune des études ; elle permet ainsi d'écarter les individus incapables de participer soit physiquement ou mentalement à un programme. Cependant, les localisations des brûlures des participants ne sont déterminées dans aucune étude. Pourtant, comme nous l'avons mentionné dans notre *INTRODUCTION (partie 1.2.1.2.)*, certaines localisations de brûlures ont potentiellement des répercussions sur les capacités fonctionnels, et donc la capacité de l'enfant à pouvoir participer ou non à un programme d'EP.

Les mesures des critères de jugement semblent adaptées aux évaluations des différents paramètres. De plus, ces mesures sont comparables entre elles, étant donné que les mesures de MMC, de force musculaire et de capacité aérobie ont les mêmes caractéristiques, facilitant donc une généralisation des résultats. Cependant, la mesure de la force musculaire par isocinétisme sur un seul groupe musculaire (les extenseurs de genou) peut sembler réductrice quant à une extrapolation sur le gain de force musculaire « global ». En effet, sur les huit études de notre revue, sept possèdent dans leur protocole des exercices contre résistance aussi bien au niveau des membres inférieurs qu'au niveau des membres supérieurs. Il aurait été par exemple intéressant de voir les évolutions de force musculaire selon les différents groupes musculaire mis en jeu lors des exercices de renforcement, et peut-être de les lier à une évolution de la MMC.

#### 4.3.3. Les limites des protocoles des études

La très grande majorité des programmes d'entraînement commencent six mois après la brûlure, voire directement après la sortie d'hôpital soit un, deux ou trois mois post-brûlure (65,67,71). Or, comme nous l'avons dit auparavant, tout effort physique est proscrit en phase inflammatoire dans la majorité des SSR pédiatriques en France. Cependant, les résultats de l'étude de Hardee *et al.* montrent qu'un programme débuté précocement augmente la MMC et la fonction, et cela durant une période où l'hypermétabolisme et l'hypercatabolisme sont fortement présents, sans effets potentiellement délétères (67).

Les protocoles des études sont comparables entre eux. Pour rappel, ils sont composés de huit exercices de renforcement musculaire contre résistance (en utilisant le pourcentage de la 3RM pour charge progressive) et d'exercices en endurance aérobie sur tapis de course ou cycloergomètre, hormis pour l'étude de Ebid *et al.* pour laquelle il s'agit uniquement d'un protocole de renforcement par isocinétisme. Nous remarquons que le choix des exercices contre résistance n'est pas justifié par les auteurs. Ainsi, nous ne savons pas comment ces exercices ont été choisis. S'agit-il seulement des exercices les plus simples à mettre en place ? D'exercices sollicitant les groupes musculaires les plus importants, les plus à même de prendre du volume ? D'exercices sollicitant les muscles les plus utilisés dans la vie quotidienne, pour la déambulation ou les activités mettant en jeu les muscles des membres supérieurs (préhension, port de charge) ? Des indications auraient été pertinentes pour permettre de connaître les choix des auteurs.

Une autre limite relevée dans les protocoles des études est le manque d'informations concernant les techniques masso-kinésithérapiques utilisées dans chacun des groupes. Ebid *et al.* mentionnent des « exercices d'amplitude articulaire, des étirements musculaires des membres inférieurs, la pose d'attelle, de la marche et la formation aux AVQ » ; Hardee *et al.* citent des « postures, la pose d'attelle, des exercices de gain en amplitude articulaire et de renforcement, des techniques de soins des cicatrices » ; Al-Mousawi *et al.* ajoutent quelques détails sur les soins apportés aux cicatrices, avec le port de compressifs (vêtements, compressions rigides ou souples).

Aussi, nous ne savons pas dans quelle mesure les traitements masso-kinésithérapiques mis en place, ou plus précisément les indications de ces derniers sur les déficiences, peuvent avoir un impact sur la participation des sujets aux exercices. Par exemple, la présence d'une bride au niveau du pilier antérieur de la région axillaire peut compromettre l'abduction du bras et ainsi limiter l'aptitude du sujet à réaliser un exercice de développé-couché ou de développé-épaule.

#### 4.4. Limites de notre revue

##### 4.4.1. Limites de notre méthodologie

Nous avons voulu au travers de notre initiation à la revue systématique de la littérature être le plus rigoureux possible dans notre méthodologie. Cependant, nous reconnaissons que cette dernière comporte plusieurs limites. Comme mentionné juste avant, il s'agit d'une initiation et donc de notre premier travail nécessitant une rigueur scientifique de recherche bibliographique, sur un sujet que nous avons déterminé. De plus, le fait que nous ayons réalisé seul ce travail augmente le risque de biais. Le concours de manière indépendante de plusieurs personnes à un tel travail aurait permis d'obtenir une meilleure qualité méthodologique, par la définition d'autres critères d'éligibilité et potentiellement la sélection d'autres articles.

La détermination de notre question de recherche sur le modèle PICO a permis par la suite de définir des mots de recherche nécessaires à l'élaboration des équations de recherche pour chaque moteur de recherche. Nous concevons avoir pu passer à côté de références en omettant certains mots tels que « pediatrics », « burned » ou « body composition », bien que nous avons fait figurer les termes MeSH dans nos recherches.

Aussi, nous avons effectué nos investigations au sein de cinq bases de données, qui semblent être les plus importantes et qui regroupent la très large majorité des articles médicaux. D'autres bases de données auraient pu être consultées mais celles-ci regroupaient de la littérature grise et ont donc été écartées de nos recherches.

Lors de la sélection de nos articles, il est également probable que nous ayons pu omettre une étude, par élimination après lecture du titre ou du résumé. Il est moins probable en revanche d'avoir éliminé une étude après lecture complète.

Le critère de jugement principal de notre revue est la MMC. Nous l'avons défini afin de réduire le nombre potentiel d'études pouvant être incluses dans notre revue. Nous reconnaissons que cela a potentiellement écarté des études intéressantes, traitant d'autres critères de jugement, mais nous avons tenu à insérer ces études dans d'autres parties de notre travail (en *INTRODUCTION* ou en *DISCUSSION*).

#### 4.4.2. Limites de l'inclusion des études

Nous concevons également que nous avons inclus dans notre revue des études avec de faibles niveaux de validité interne et comportant des risques de biais élevés, comme nous l'avons déterminé auparavant. Cela limite donc l'interprétabilité clinique des résultats des études.

L'introduction d'un critère d'inclusion avec score PEDro supérieur à 4/10 aurait par exemple permis d'éliminer deux études dont la validité interne est faible (70,71).

#### 4.5. Intérêt pour la pratique et pour la profession

À l'heure actuelle, en France, le sport et donc l'EP chez l'enfant GB peut être contre-indiqué pendant plusieurs mois après brûlure grave. Ailleurs dans le monde et principalement chez les anglo-saxons, des programmes d'EP sont proposés pour ce type de population depuis une vingtaine d'années.

En 2019, Flores *et al.* ont réalisé et diffusé mondialement un questionnaire sur l'utilisation de programmes d'EP au sein de structures accueillant des patients GB (82). Il est intéressant de noter qu'aucun centre français, accueillant des patients adultes ou enfants, que ce soit en CTB ou en SSR, n'a répondu à ce questionnaire. Les auteurs ne précisent pas si tous les centres du monde ont été contactés. Par conséquent, nous spéculons qu'aucun programme d'EP spécifique aux GB n'est mis en place en France, à n'importe quel stade de la rééducation. Nous aurions pu contacter les CTB et les SSR français afin d'enquêter sur l'utilisation éventuelle de l'EP chez les populations pédiatriques, ou même adultes.

À la vue des résultats des études que nous avons sélectionnées, et bien que comportant des risques de biais et de limites importants, l'introduction de manière relativement précoce d'un programme d'EP en plus du traitement masso-kinésithérapique semble bénéfique. L'augmentation de la MMC est démontrée, au même titre que la force musculaire et la capacité d'endurance aérobie. De plus, selon les études, l'EP ne semble pas avoir d'effets néfastes sur une augmentation de l'hypermétabolisme, caractérisée par une exacerbation des phénomènes inflammatoires.

Toutefois, il est nécessaire de prendre en compte les éléments cliniques, cas par cas, qui peuvent compromettre la participation des enfants GB à ce type de programme spécifique. La présence d'une immobilisation sous plâtre ou attelle, d'un membre ou d'une partie de membre, est fréquente dans les brûlures pédiatriques, notamment dans la prévention et le traitement de rétractions cutanées (83). Il est par exemple difficile d'imaginer un enfant réaliser des flexions de bras avec une orthèse thoraco-brachiale.

De même, il est indispensable d'évaluer la présence de cicatrices hypertrophiques. En effet, la différenciation excessive des cellules fibroblastiques en cellules myofibroblastiques par mise en tension répétée des cicatrices contribue à l'hypertrophie (84). Les études que nous avons sélectionnées ne mentionnent pas cet effet. L'initiation d'EP pourraient ainsi le majorer, mais les éléments retrouvés dans la littérature tendent à tenir compte de la variabilité interpersonnelle de ce paramètre qui est influencé par la génétique, la nutrition, l'âge, la vascularisation ou les infections concomitantes (84). Des études supplémentaires permettraient de répondre à ce questionnement.

#### 4.6. Ouverture

La mise en œuvre de ce type de programme semble nécessiter un investissement relativement important, d'après les études de notre revue.

Nous pouvons citer par exemple l'absence de matériels spécifiques (machines d'isocinétisme par exemple) dans certains centres de rééducation, du fait de son coût important. De plus, l'engagement humain sur une longue durée, plusieurs fois par semaine, peut être difficile. Après avoir déjà séjourné plusieurs semaines à l'hôpital puis en centre de rééducation, l'enfant doit de nouveau se soumettre à un rythme soutenu de travail, potentiellement loin de ses parents, de l'école et de son cadre de vie. L'encadrement (médecins, masseur-kinésithérapeutes ou enseignants en Activités Physiques Adaptées) doit également être formé à la prise en charge spécifique de l'enfant GB.

Il est tout à fait possible d'adapter les protocoles que nous avons vus et décrits précédemment.

L'utilisation et la mise en place d'un test MSEC (Maximal Short-time Exercise Capacity) serait plus facile qu'une épreuve d'effort maximal cardio-respiratoire avec calcul de la  $VO_{2Max}$  ou de la  $VO_{2PEAK}$  pour déterminer le travail aérobique à réaliser (85). En terme de tests pour analyser l'endurance, nous pourrions également citer en exemple le test de marche de 6 minutes (86). D'autres évaluations sont possibles. Itakussu *et al.* les ont recensé dans une revue systématique, mais ces dernières sont spécifiques à l'adulte GB (87).

Des études ultérieures seraient pertinentes à réaliser pour tester et comparer l'efficacité de ces éventuelles adaptations.

Il n'existe pas de données dans la littérature concernant la survenue ou l'aggravation de cicatrices hypertrophiques, adhérentes ou rétractiles après un programme d'EP. Étudier les effets sur la douleur ou le prurit paraîtraient intéressants itou. Des travaux de recherche ultérieurs pourraient apporter des réponses à ces questionnements.

## 5. Conclusion

Notre question de recherche avait pour but de déterminer si l'introduction d'un programme d'EP en plus du traitement masso-kinésithérapique augmente la MMC de l'enfant GB. Les résultats des études sélectionnées indiquent des effets bénéfiques de programmes débutés dans l'année suivant la brûlure, sur la MMC, mais également sur la force musculaire et la capacité d'endurance aérobie. Ces effets sembleraient maintenus plusieurs mois ou années après programme d'EP. Les études ne relèvent pas d'effets néfastes statistiquement significatifs sur une augmentation de l'hypermétabolisme, potentiellement induite par l'effort physique.

En revanche, il est admis que les enfants GB ne possèdent pas la même composition corporelle, la même force musculaire ou la même capacité aérobie que les enfants non-brûlés de leur âge, indiquant que les efforts pour continuer une AP en dehors de la rééducation doivent être maintenus afin de permettre aux enfants un retour à leurs AVQ.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Legrand M. Recommandations de Pratiques Professionnelles - Prise en charge du brûlé grave à la phase aiguë chez l'adulte et l'enfant. Société Française d'Anesthésie et Réanimation; 2019.
2. Vaithinada Ayar P, Benyamina M. Prise en charge du patient brûlé en préhospitalier. Première partie : cas général et inhalation de fumées. *Annals of Burns and Fire Disasters*. 31 mars 2019;32(1):22-9.
3. Vinsonneau C, Benyamina M. Prise en charge initiale du grand brûlé. *Réanimation*. déc 2009;18(8):679-86.
4. Bargues L, Leclerc T, Donat N, Jault P. Conséquences systémiques des brûlures étendues. *Réanimation*. déc 2009;18(8):687-93.
5. Hart DW, Wolf SE, Mlcak R, Chinkes DL, Ramzy PI, Obeng MK, et al. Persistence of muscle catabolism after severe burn. *Surgery*. août 2000;128(2):312-9.
6. Guillory AN, Porter C, Suman OE, Zapata-Sirvent RL, Finnerty CC, Herndon DN. Modulation of the Hypermetabolic Response after Burn Injury. In: *Total Burn Care*. Elsevier; 2018. p. 301-306.
7. de Lateur BJ, Magyar-Russell G, Bresnick MG, Bernier FA, Ober MS, Krabak BJ, et al. Augmented Exercise in the Treatment of Deconditioning From Major Burn Injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. déc 2007;88(12):S18-23.
8. Cambiaso-Daniel J, Malagaris I, Rivas E, Hundeshagen G, Voigt CD, Blears E, et al. Body Composition Changes in Severely Burned Children During ICU Hospitalization\*. *Pediatric Critical Care Medicine*. déc 2017;18(12):e598.

9. Rutan RL. Growth Delay in Postburn Pediatric Patients. Arch Surg. 1 mars 1990;125(3):392.
10. Rosenberg M, Celis MM, Meyer W, Tropez-Arceneaux L, McEntire SJ, Fuchs H, et al. Effects of a hospital based Wellness and Exercise program on quality of life of children with severe burns. Burns. juin 2013;39(4):599-609.
11. Alloju SM, Herndon DN, McEntire SJ, Suman OE. Assessment of muscle function in severely burned children. Burns. 1 juin 2008;34(4):452-9.
12. Disseldorp LM, Mouton LJ, Takken T, Van Brussel M, Beerthuisen GI, Van der Woude LH, et al. Design of a cross-sectional study on physical fitness and physical activity in children and adolescents after burn injury. BMC Pediatrics. 20 déc 2012;12(1):195.
13. Ministère des Affaires Sociales, de la Santé et des Droits des Femmes. Arrêté du 2 septembre 2015 relatif au diplôme d'État de masseur-kinésithérapeute (JORF n°0204 du 4 septembre 2015). BO Santé; 2015.
14. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. Public Health Rep. 1985;100(2):126-31.
15. Paget L-M, Thélot B. Les victimes de brûlures hospitalisées en France métropolitaine en 2014 et évolution depuis 2009. Synthèse. [Internet]. Saint-Maurice : Santé publique France; 2018. Disponible sur: <http://www.santepubliquefrance.fr>
16. Chabernaude J-L, Claudet I, Rebouissoux L. Accidents et jeux dangereux chez l'enfant. EM-Pédiatrie. avr 2016.
17. Plancq MC, Goffinet L, Duquennoy-Martinot V. Les spécificités de la brûlure chez l'enfant. Annales de Chirurgie Plastique Esthétique. oct 2016;61(5):568-77.
18. Lund C, Browder N. The estimation of areas of burns. Surg Gynecol Obstet. 1944;79:352-8.

19. Echinard C, Latarjet J, Fumat C. Les brûlures. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2010.
20. Hawkins HK, Finnerty CC. Chapter 46 - Pathophysiology of the burn scar. In: Herndon DN, éditeur. Total Burn Care (Fourth Edition). London: W.B. Saunders; 2012. p. 507-516.
21. Shapiro Y, Epstein Y, Ben-Simchon C, Tsur H. Thermoregulatory responses of patients with extensive healed burns. J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol. oct 1982;53(4):1019-22.
22. Ettalbi S, Ibnouzahir M, Rachid M, Bahaichar N, Boukind H. L'Apport de la Greffe de Peau Totale dans le Traitement des Sequelles des Brulures de la Main: a Propos de 14 Cas. Ann Burns Fire Disasters. 31 déc 2007;20(4):181-4.
23. Walha A, Kabuth B, Le Duigou-Marchenoir N, Zeybeck J, Fyad JP, Vidailhet C. Troubles psychopathologiques chez les enfants brûlés. Étude de 24 enfants hospitalisés à l'hôpital d'enfants de Nancy. Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence. 1 oct 2005;53(6):314-20.
24. Lambert V, Boylan P, Boran L, Hicks P, Kirubakaran R, Devane D, et al. Virtual reality distraction for acute pain in children. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2020.
25. Harorani M, Davodabady F, Masmouei B, Barati N. The effect of progressive muscle relaxation on anxiety and sleep quality in burn patients: A randomized clinical trial. Burns. 1 août 2020;46(5):1107-13.
26. Rochet JM, Hareb F. Brûlure et rééducation. Pathologie Biologie. 1 mars 2002;50(2):137-49.
27. Dautin F. Cicatrices et massokinésithérapie. EMC - Kinésithérapie - Médecine physique - Réadaptation. avr 2019;15(2).

28. Vercelli S, Ferriero G, Sartorio F, Stissi V, Franchignoni F. How to assess postsurgical scars: A review of outcome measures. *Disability and Rehabilitation*. 1 janv 2003;25(31):2055-63.
29. Guerrero D. Cure thermale et séquelles de brûlures. *Annales de Dermatologie et de Vénérologie*. 1 janv 2020;147(1, Supplement):1S33-6.
30. Moortgat P, Anthonissen M, Meirte J, Van Daele U, Maertens K. The physical and physiological effects of vacuum massage on the different skin layers: a current status of the literature. *Burns Trauma*. 19 sept 2016.
31. Ag W, Sa S. Scar lymphedema: fact or fiction? *Ann Plast Surg*. 1 juill 2007;59(1):41-5.
32. Kim JY, Willard JJ, Supp DM, Roy S, Gordillo GM, Sen CK, et al. Burn Scar Biomechanics after Pressure Garment Therapy. *Plast Reconstr Surg*. sept 2015;136(3):572-81.
33. Echelle FLACC (Face Legs Activity Cry Consolability) – Pediadol [Internet]. [cité 6 mars 2021]. Disponible sur: <https://pediadol.org/flacc-face-legs-activity-cry-consolability/>
34. CHEOPS (Children’s Hospital of Eastern Ontario Pain Scale) – Pediadol [Internet]. [cité 23 oct 2020]. Disponible sur: <https://pediadol.org/cheops-childrens-hospital-of-eastern-ontario-pain-scale/>
35. DEGR (Douleur Enfant Gustave Roussy) – Pediadol [Internet]. [cité 23 oct 2020]. Disponible sur: <https://pediadol.org/degr-douleur-enfant-gustave-roussy/>
36. EVA (Échelle Visuelle Analogique) – Pediadol [Internet]. [cité 23 oct 2020]. Disponible sur: <https://pediadol.org/eva-echelle-visuelle-analogique/>
37. Collège des Enseignants de Nutrition. Composition corporelle. Université Médicale Virtuelle Francophone; 2010.

38. Teigen LM, Kuchnia AJ, Mourtzakis M, Earthman CP. The Use of Technology for Estimating Body Composition. *Nutrition in Clinical Practice*. 2017;32(1):20-9.
39. Klein GL. The role of the musculoskeletal system in post-burn hypermetabolism. *Metabolism - Clinical and Experimental*. 1 août 2019;97:81-6.
40. Cynober L, Barges L, Berger MM, Carsin H, Chioloro RL, Garrel D, et al. Recommandations nutritionnelles chez le grand brûlé. *Nutrition Clinique et Métabolisme*. sept 2005;19(3):166-94.
41. Goran MI, Peters EJ, Herndon DN, Wolfe RR. Total energy expenditure in burned children using the doubly labeled water technique. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. 1 oct 1990;259(4):E576-85.
42. Ranson M-O, Coti-Bertrand P, Hohlfeld J, de Buys Roessingh A. La prise en charge nutritionnelle de l'enfant brûlé. *Archives de Pédiatrie*. juin 2010;17(6):877-8.
43. Cynober L. Review: Amino Acid Metabolism in Thermal Burns. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. mars 1989;13(2):196-205.
44. Wilmore DW, Aulick LH. Metabolic Changes in Burned Patients. *Surgical Clinics of North America*. déc 1978;58(6):1173-87.
45. Youn YK, LaLonde C, Demling R. The role of mediators in the response to thermal injury. *World J Surg*. févr 1992;16(1):30-6.
46. Milner EA, Cioffi WG, Mason AD, McManus WF, Pruitt BA. A longitudinal study of resting energy expenditure in thermally injured patients. *J Trauma*. août 1994;37(2):167-70.
47. Vallet B, Martin C, Vallet B. *Physiologie humaine appliquée*. Arnette; 2017.
48. Suman OE, Mlcak RP, Chinkes DL, Herndon DN. Resting energy expenditure in severely burned children: Analysis of agreement between indirect calorimetry and prediction equations using the Bland–Altman method. *Burns*. 1 mai 2006;32(3):335-42.

49. Bell SJ, Wyatt J. Nutrition guidelines for burned patients. J Am Diet Assoc. mai 1986;86(5):648-53.
50. HAS. Guide de promotion, consultation et prescription médicale d'activité physique et sportive pour la santé chez les adultes. 2019.
51. Organisation mondiale de la santé, Bureau régional de l'Europe, Assemblée mondiale de la Santé. Stratégie mondiale pour l'alimentation, l'exercice physique et la santé. 2004.
52. Organisation mondiale de la santé, Bureau régional de l'Europe. Stratégie sur l'activité physique pour la région européenne de l'OMS 2016-2025. 2015.
53. Organisation mondiale de la santé. Recommandations mondiales sur l'activité physique pour la santé. Genève: OMS; 2010.
54. LOI n° 2016-41 du 26 janvier 2016 de modernisation de notre système de santé (1) - Légifrance [Internet]. [cité 21 oct 2020]. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000031912641/>
55. HAS. Prescription d'activité physique et sportive - Bronchopneumopathie obstructive. 2018.
56. Pallot A. Evidence based practice en rééducation: démarche pour une pratique raisonnée. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2019. 424 p.
57. INSERM - Le MeSH bilingue anglais - français [Internet]. [cité 10 oct 2020]. Disponible sur: <http://mesh.inserm.fr/FrenchMesh/>
58. CISMef. HeTOP [Internet]. Centre Hospitalo-Universitaire de Rouen; [cité 10 oct 2020]. Disponible sur: <https://www.hetop.eu/hetop/>
59. Suman OE, Spies RJ, Celis MM, Mlcak RP, Herndon DN. Effects of a 12-wk resistance exercise program on skeletal muscle strength in children with burn injuries. Journal of Applied Physiology. 1 sept 2001;91(3):1168-75.

60. Gedda M. Traduction française des lignes directrices CONSORT pour l'écriture et la lecture des essais contrôlés randomisés. *Kinésithérapie, la Revue*. janv 2015;15(157):28-33.
61. Gedda M. Traduction française des lignes directrices SPIRIT pour l'écriture et la lecture des essais cliniques, des études expérimentales et protocoles divers. *Kinésithérapie, la Revue*. janv 2015;15(157):75-81.
62. Échelle PEDro - Français [Internet]. 2010 [cité 7 févr 2021]. Disponible sur: [https://pedro.org.au/wp-content/uploads/PEDro\\_scale\\_french\(france\).pdf](https://pedro.org.au/wp-content/uploads/PEDro_scale_french(france).pdf)
63. Higgins JPT, Altman DG, Gøtzsche PC, Jüni P, Moher D, Oxman AD, et al. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*. 18 oct 2011;343:d5928.
64. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med*. 21 juill 2009;6(7):e1000097.
65. Ebid AA, El-Shamy SM, Amer MA. Effect of vitamin D supplementation and isokinetic training on muscle strength, explosive strength, lean body mass and gait in severely burned children: A randomized controlled trial. *Burns*. 1 mars 2017;43(2):357-65.
66. Suman OE, Herndon DN. Effects of Cessation of a Structured and Supervised Exercise Conditioning Program on Lean Mass and Muscle Strength in Severely Burned Children. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1 déc 2007;88(12):S24-9.
67. Hardee JP, Porter C, Sidossis LS, Børsheim E, Carson JA, Herndon DN, et al. Early Rehabilitative Exercise Training in the Recovery from Pediatric Burn. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. sept 2014;46(9):1710-6.
68. Al-Mousawi AM, Williams FN, Mlcak RP, Jeschke MG, Herndon DN, Suman OE. Effects of Exercise Training on Resting Energy Expenditure and Lean Mass During Pediatric Burn Rehabilitation. *J Burn Care Res*. 1 mai 2010;31(3):400-8.

69. Suman OE, Thomas SJ, Wilkins JP, Mlcak RP, Herndon DN. Effect of exogenous growth hormone and exercise on lean mass and muscle function in children with burns. *J Appl Physiol* (1985). juin 2003;94(6):2273-81.
70. Przkora R, Herndon DN, Suman OE. The Effects of Oxandrolone and Exercise on Muscle Mass and Function in Children With Severe Burns. *Pediatrics*. janv 2007;119(1):e109-16.
71. Wurzer P, Voigt CD, Clayton RP, Andersen CR, Mlcak RP, Kamolz L-P, et al. Long-term effects of physical exercise during rehabilitation in patients with severe burns. *Surgery*. sept 2016;160(3):781-8.
72. Brink Y, Brooker H, Carstens E, Gissing CA, Langtree C, Louw Q. Effectiveness of resistance strength training in children and adolescents with  $\geq 30\%$  total body surface area: A systematic review. *South African Journal of Physiotherapy*. 29 juin 2016;72(1):8.
73. Nedelec B, Parry I, Acharya H, Benavides L, Bills S, Bucher JL, et al. Practice Guidelines for Cardiovascular Fitness and Strengthening Exercise Prescription After Burn Injury. *J Burn Care Res*. 1 nov 2016;37(6):e539-58.
74. Clayton RP, Wurzer P, Andersen CR, Mlcak RP, Herndon DN, Suman OE. Effects of different duration exercise programs in children with severe burns. *Burns*. juin 2017;43(4):796-803.
75. Celis MM, Suman OE, Huang TT, Yen P, Herndon DN. Effect of a Supervised Exercise and Physiotherapy Program on Surgical Interventions in Children with Thermal Injury: *Journal of Burn Care & Rehabilitation*. janv 2003;24(1):57-61.
76. Lee JO, Herndon DN, Andersen C, Suman OE, Huang TT. Effect of Exercise Training on the Frequency of Contracture-Release Surgeries in Burned Children. *Ann Plast Surg*. oct 2017;79(4):346-9.

77. Tapping C, Armenta AM, Popp D, Herndon DN, Branski LK, Lee JO, et al. Relationship between lean body mass and isokinetic peak torque of knee extensors and flexors in severely burned children. *Burns*. 2019;45(1):114-9.
78. Arnoldo BD, Hunt JL, Sterling JP, Purdue GF. Chapter 38 - Electrical injuries. In: Herndon DN, éditeur. *Total Burn Care (Fourth Edition)*. London: W.B. Saunders; 2012. p. 433-439.
79. Foncerrada G, Capek KD, Wurzer P, Herndon DN, Mlcak RP, Porter C, et al. Functional Exercise Capacity in Children With Electrical Burns. *J Burn Care Res*. juin 2017;38(3):e647-52.
80. Vogt PM, Niederbichler AD, Jokuszies A. Chapter 39 - Electrical injury: Reconstructive problems. In: Herndon DN, éditeur. *Total Burn Care (Fourth Edition)*. London: W.B. Saunders; 2012. p. 441-448.
81. Dupuis Lorezon É, Gayet-Ageron A. Puissance et taille d'échantillon - Quels sont les points essentiels à considérer ? [Internet]. Service d'épidémiologie clinique - Unité d'appui méthodologique CRC; 2019. Disponible sur: [https://www.hug.ch/sites/interhug/files/structures/epidemiologie\\_clinique/dupuis\\_tailleechantillonpuissance\\_fev2019.pdf](https://www.hug.ch/sites/interhug/files/structures/epidemiologie_clinique/dupuis_tailleechantillonpuissance_fev2019.pdf)
82. Flores O, Tyack Z, Stockton K, Paratz JD. The use of exercise in burns rehabilitation: A worldwide survey of practice. *Burns*. déc 2019;S030541791830679X.
83. Serghiou MA, Ott S, Whitehead C, Cowan A, McEntire S, Suman OE. Chapter 47 - Comprehensive rehabilitation of the burn patient. In: Herndon DN, éditeur. *Total Burn Care (Fourth Edition)*. London: W.B. Saunders; 2012. p. 517-549.
84. Junker JPE, Kratz C, Tollbäck A, Kratz G. Mechanical tension stimulates the transdifferentiation of fibroblasts into myofibroblasts in human burn scars. *Burns*. 1 nov 2008;34(7):942-6.

85. Makrides L, Heigenhauser GJ, McCartney N, Jones NL. Maximal short term exercise capacity in healthy subjects aged 15-70 years. Clin Sci (Lond). août 1985;69(2):197-205.
  
86. Abdelbasset WK, Elsayed SH, Nambi G, Alqahtani BA, Osailan AM, Azab AR, et al. Optimization of pulmonary function, functional capacity, and quality of life in adolescents with thoracic burns after a 2-month arm cycling exercise programme: A randomized controlled study. Burns. 7 avr 2021.
  
87. Itakussu EY, Morita AA, Kakitsuka EE, Pitta F, Cavalheri V, Hernandez NA. Instruments to assess function or functionality in adults after a burn injury: A systematic review. Burns. 14 avr 2021.

# ANNEXES

ANNEXE I : Schéma représentant l'estimation du pourcentage de SCB

ANNEXE II : Représentation des différents degrés d'atteinte des brûlures

ANNEXE III : Tableau des équations de recherche en fonction des bases de données

ANNEXE IV : Diagramme de flux

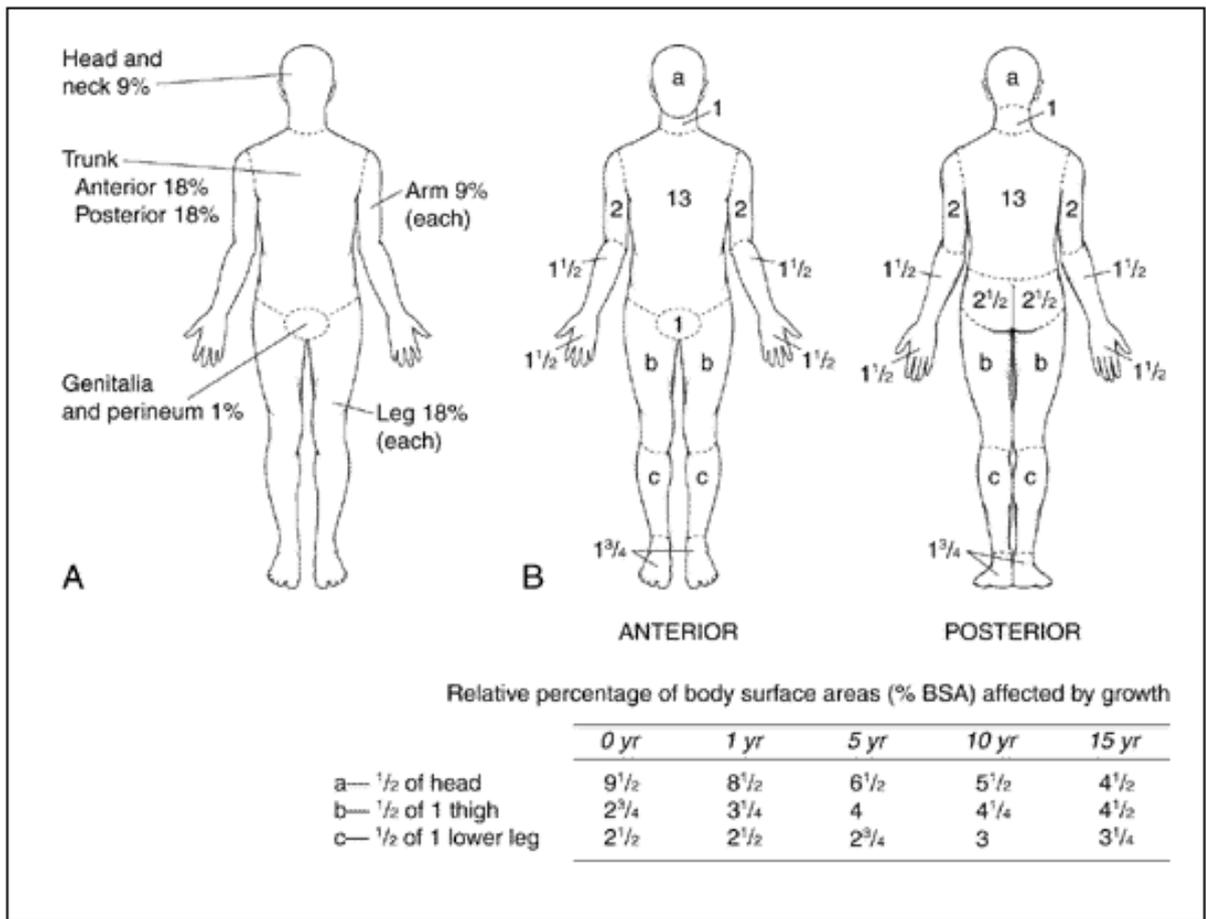
ANNEXE V : Fiches de lecture

ANNEXE VI : Tableau récapitulatif des scores PEDro

ANNEXE VII : Tableau représentant les caractéristiques des participants aux études

ANNEXE VIII : Tableau représentant les risques de biais de chaque étude, à partir du « Risk of bias tool 2.0 » de la Cochrane Collaboration

## ANNEXE I : Schéma représentant l'estimation du pourcentage de SCB

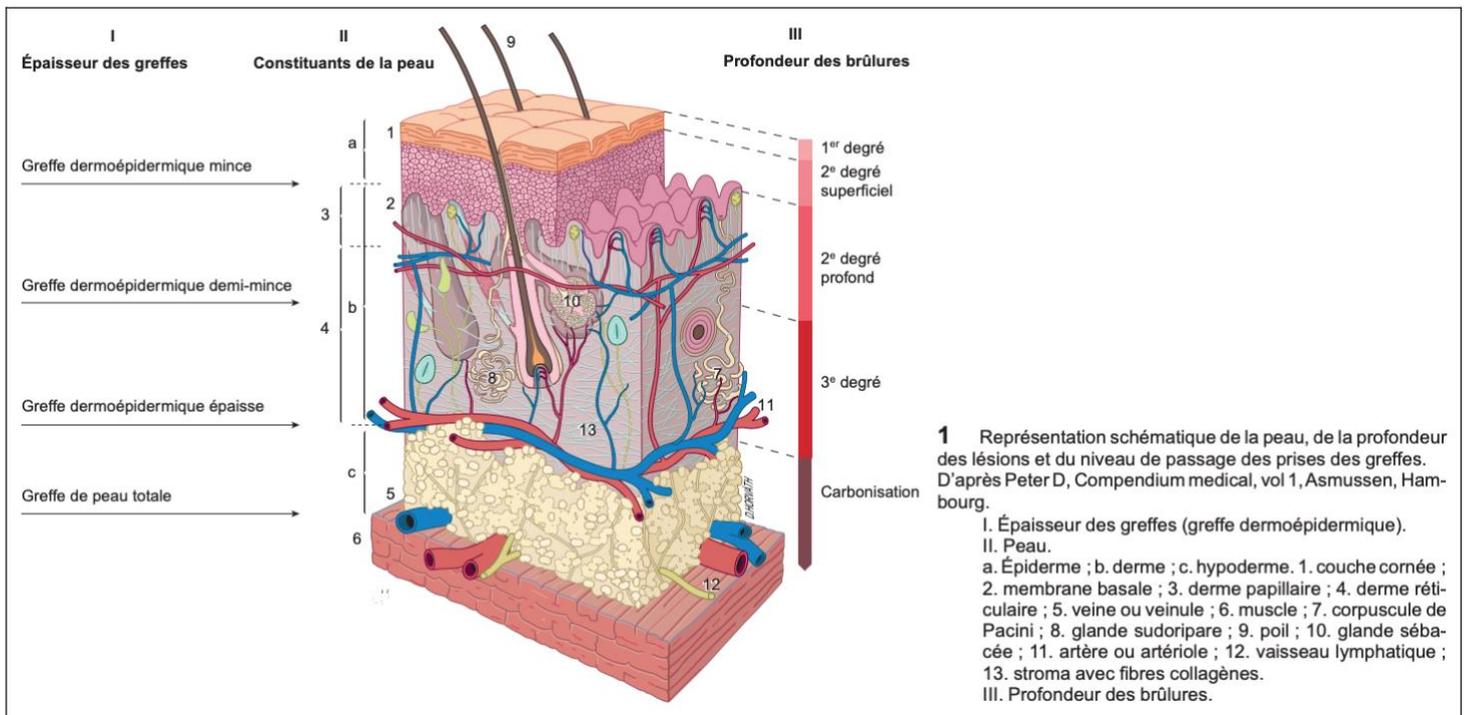


(A) Rule of "nines"

(B) Lund-Browder diagram for estimating extent of burns

Image tirée de « Tableau de Lund et Browder [Internet]. Wikimedia. [Cité le 17 avr 2021]. Disponible sur: [https://wikimedi.ca/wiki/Tableau\\_de\\_Lund\\_et\\_Browder](https://wikimedi.ca/wiki/Tableau_de_Lund_et_Browder) », d'après "Lund C, Browder N. The estimation of areas of burns. Surg Gynecol Obstet. 1944 ;79 :352-8".

## ANNEXE II : Représentation des différents degrés d'atteinte des brûlures

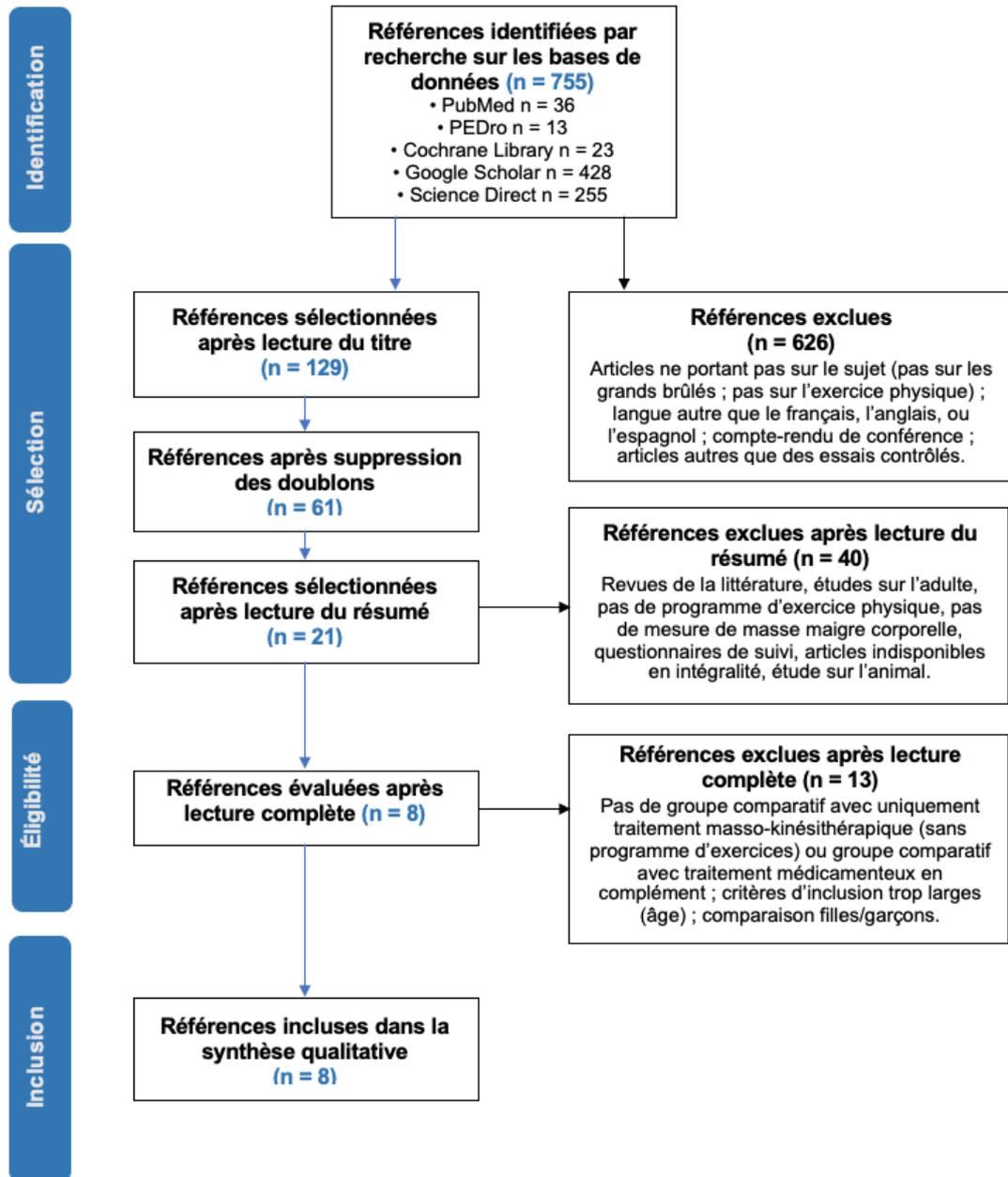


Représentation tirée de « Rochet JM, Wassermann D, Carsin H, Desmoulière A, Aboiron H, Birraux D, Chiron C, Delaroa C, Legall M, Legall F, Scharinger E et Schmutz S. Rééducation et réadaptation de l'adulte brûlé. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation*, 26-280-C-10, 1998, 27 p. »

ANNEXE III : Tableau des équations de recherche en fonction des bases de données

Base de données	Équations de recherche
<b>MEDLINE</b>	((child[MeSH Terms]) OR (child[All Fields]) OR (adolescent[MeSH Terms]) OR (adolescent[All Fields])) AND ((burn[MeSH Terms]) OR (burn[All Fields])) AND ((exercise[MeSH Terms]) OR (exercise[All Fields])) AND (("lean body mass"[All Fields]) OR ("muscle mass"[All Fields]))
<b>PEDro</b>	<b>Therapy</b> : "strength training" <b>Problem</b> : "skin lesion, wound, burn" <b>Subdiscipline</b> : "paediatrics"
<b>Cochrane Library</b>	(child)[All Text] AND (burn)[All Text] AND (exercise)[All Text] AND ("lean body mass" OR "muscle mass")[All Text]
<b>Google Scholar</b>	children OR adolescent + "severe burns" OR "severely burned" + "exercise therapy" OR "exercise training" OR "physical exercise" OR "exercise programs" + "lean body mass" OR "muscle mass" Pour la période 2001-2021
<b>Science Direct</b>	(child OR adolescent) AND ("exercise therapy" OR "exercise training" OR "physical exercise" OR "exercise programs") AND burn AND ("lean body mass" OR "muscle mass") Pour la période 2001-2021

## ANNEXE IV : Diagramme de flux



From: Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med* 6(7): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097

For more information, visit [www.prisma-statement.org](http://www.prisma-statement.org).

## ANNEXE V : Fiches de lecture

<b>Fiche de lecture : Ebid et al. (2017)</b>		
Titre de l'article	<i>Effect of vitamin D supplementation and isokinetic training on muscle strength, explosive strength, lean body mass and gait in severely burned children: A randomized controlled trial</i>	Critique, commentaire, biais
Auteurs/revue/date/vol/pages	Ebid AA, El-Shamy SM, Amer MA / Burns / 1 mars 2017 / 43(2) / 357-365	
TITRE & RÉSUMÉ	Titre	La randomisation est identifiée dans le titre.
	Résumé	Le résumé reprend le plan de l'article.
INTRODUCTION	<p>Contexte : L'enfance est une période importante du développement moteur, cognitif et social. Les brûlures chez les enfants peuvent causer des troubles importants, souvent associés à des complications qui peuvent se poursuivre durant l'adolescence, voire à l'âge adulte. Les brûlures graves résultent en un état hypermétabolique et catabolique caractérisé par une augmentation de la dépense énergétique de repos, une insuffisance cardiaque, une faiblesse musculaire, une perte de masse osseuse et un retard de croissance, qui sont empirés par l'alitement prolongé et l'inactivité physique. La masse maigre corporelle diminue également jusqu'à 9 mois après brûlure grave.</p> <p>De plus, plus la surface de peau brûlée est importante, plus sa fonction de synthèse de vitamine D via les rayons du soleil est altérée. Les patients brûlés sont donc plus à risque de développer des carences en vitamine D qui sont responsables de divers problèmes de santé tels qu'une faiblesse musculaire, un retard de croissance, des déformations osseuses, voire la mort. L'atrophie musculaire (fibre type II) via déficience en vitamine D a été décrite histologiquement.</p> <p>Le faible travail physique et la faiblesse musculaire sont des obstacles majeurs pour les enfants grands brûlés pour retourner à l'école et réaliser les AVQ. Des travaux ont déjà été réalisés sur l'intérêt de programme d'exercice physique chez ce type de patients, mais les améliorations sur la masse maigre corporelle restent modérés.</p> <p>Objectif de l'étude : Évaluer les effets d'une supplémentation en vitamine D et de l'exercice physique sur la force musculaire, la masse, la force explosive, la marche et les niveaux en vitamine D chez les enfants grands brûlés.</p> <p>Hypothèse : /</p>	<p>Le contexte est bien présenté et pose l'intérêt de l'étude.</p> <p>L'objectif principal de l'étude est déterminé, mais il n'y a pas d'hypothèse de base.</p>

<b>MATÉRIELS ET MÉTHODES</b>	Type d'étude	Essai contrôlé randomisé en double-aveugle.	
	Population	<p>Participants : N = 48 (30 garçons, 18 filles), patients âgés entre 10 et 16 ans, avec TBSA 40-55% et brûlure circonférentielle de MI de 2<sup>e</sup> ou 3<sup>e</sup> degrés, incluant tout le MI.</p> <p>Critères d'inclusion : Ne pas être un athlète et être capable de marcher sans aide.</p> <p>Critères d'exclusion : Troubles métaboliques, neuropathie, troubles visuels ou vestibulaires, amputation, participation à une autre étude, toute réaction médicamenteuse, antécédent d'épilepsie, perte d'équilibre et déformation de MI.</p>	<p>La taille de l'échantillon a été calculée informatiquement (mentionnée partie « Data analysis »).</p> <p>Les critères d'inclusion sont explicitement décrits et les critères d'exclusion sont également déterminés.</p> <p>Le lieu de recueil des données n'est pas explicité.</p>
	Interventions	<p>Groupe VD (n=15) : Vitamine D + programme d'entraînement en isocinétisme + kinésithérapie.</p> <p>Groupe Iso (n=17) : Programme d'entraînement en isocinétisme + kinésithérapie.</p> <p>Groupe Kiné (n=16) : Kinésithérapie.</p> <p>Groupe enfants non-brûlés (n=20) : volontaires, servent de contrôle.</p> <p>En commun : 12 semaines de programme de kinésithérapie en routine, incluant des exercices de gains d'amplitude articulaire, des étirements musculaires des MI, marche, renforcement musculaire non-isocinétique. Tous ont reçu en programme d'entraînement à domicile reprenant ces exercices (3x/semaine).</p> <p>Protocole d'entraînement isocinétique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pratiqué 3x/semaine durant 12 semaines consécutives.</li> <li>- Échauffement de 5min sur treadmill à 4km/h, suivi de 5 séries d'étirement des extenseurs de genou</li> <li>- 50% du pic de couple en initial</li> <li>- De la 1<sup>ère</sup> à la 5<sup>e</sup> session : 1-5 séries</li> <li>- De la 6<sup>e</sup> à la 24<sup>e</sup> session : 6 séries</li> <li>- De la 25<sup>e</sup> à la 36<sup>e</sup> session : 10 séries</li> </ul> <p>Chaque série est composée de 10 répétitions concentriques à une vitesse de 150°/s, 3min de repos entre chaque série.</p> <p>Feedback visuel et encouragements verbaux sont donnés pour maximiser le niveau d'effort de chaque contraction.</p>	<p>Il y a suffisamment de détails pour reproduire l'étude, en revanche des précisions concernant le protocole isocinétique (mode de contraction musculaire, %age du couple de force pour les sessions suivantes) sont nécessaires pour mener à bien l'étude.</p>
	Critères de jugement	<p>Mesures ont été prises au début et à la fin des 12 semaines de programme.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesure de la force musculaire (pour tous les participants) en isocinétique (150°/s) du quadriceps du membre dominant.</li> </ul> <p>5 min d'échauffement sur treadmill, puis étirement bilatéral des quadriceps 5x30s en alternant chaque côté toutes les 5min, puis 3 mvts sans charge sur le Biodex.</p>	<p>Les critères de jugement sont tous définis, en sachant quand et comment ils ont été définis.</p>

		<p>2x10 répétitions avec 3min de pause entre les 2 séries □ valeurs du pic de couple. Force explosive 3 sauts en countermovement jumps permettent de mesurer l'explosivité des muscles des MI, après étirements, (hauteur en cm).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesure de la masse maigre corporelle : dual-energy X-ray absorptiometry, calcul de LBM Total et LBM de MI (en kg).</li> <li>• Évaluation des paramètres de marche GAITRite system : marche pieds-nus et tout paramètre de marche anormal (non-précisé) est enregistré par ordinateur.</li> </ul>	
	Randomisation	<p>Les participants tirent au sort une enveloppe opaque dans laquelle se trouve leur groupe d'assignation (3 groupes). Les participants et les thérapeutes ne connaissent pas leur groupe d'assignation (double-aveugle).</p>	<p>Est précisée dans un paragraphe. La méthode utilisée est aléatoire, le type de randomisation est simple, de qualité puisque les enveloppes sont opaques. En revanche, pour l'une des 3 interventions (groupe Kiné), il n'y a pas d'entraînement isocinétique donc un risque de savoir dans quel groupe ils sont.</p>
	Analyse statistique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les caractéristiques démographiques sont comparées par statistiques descriptives et la distribution normale des données est déterminée par le test de Shapiro-Wilk.</li> <li>• Les mesures répétées ANOVA ont été utilisées pour détecter les différences entre les moyennes des 3 groupes.</li> <li>• Le niveau alpha de significativité est de 0,05.</li> </ul>	<p>Analyse statistique justifiée.</p>
RÉSULTATS		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Au début de l'étude, pas de différence entre enfants brûlés et non-brûlés en ce qui concerne l'âge, le sexe, le poids et la taille. En revanche, différence significative du niveau de Vitamine D.</li> <li>• La durée d'hospitalisation moyenne est de 32, 32 et 34j pour kiné, iso et VD respectivement ; la surface brûlée au niveau des MI est de 25, 26 et 24% respectivement. Pas de différence significative pour ces valeurs entre chaque groupe.</li> <li>• Force musculaire <ul style="list-style-type: none"> <li>- Force musculaire du quadriceps a significativement augmenté pour les 3 groupes (<math>p &lt; 0,0001</math>) après les 12 semaines d'intervention.</li> <li>- Le pourcentage d'augmentation : 12% pour Kiné ; 36% Iso ; 85% VD.</li> </ul> </li> <li>• Niveau de Vitamine D <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les niveaux de vitamine D ont significativement augmenté après 12 semaines dans le groupe VD, mais ces valeurs sont bien inférieures à celles retrouvées chez les enfants non-brûlés. Pas d'augmentation significative pour les 2 autres groupes.</li> </ul> </li> <li>• Force explosive <ul style="list-style-type: none"> <li>- La performance en saut a significativement augmenté pour groupes Iso et VD (<math>p &lt; 0,0001</math>).</li> </ul> </li> </ul>	<p>Présence d'un diagramme de flux (fig.1), avec les raisons des exclusions après randomisation.</p> <p>Les dates de recrutement ne sont pas précisées.</p> <p>Les caractéristiques démographiques initiales des participants sont détaillées dans une table.</p> <p>Les effectifs ont été analysés.</p> <p>Tous les résultats (valeurs moyennes) sont donnés avec l'écart-type et le niveau de significativité sur tous les critères de jugement pour tous les groupes (tables 2 et 3 ; fig 2, 3, 4 et 5).</p> <p>Les risques ne sont pas mentionnés.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de changement significatif pour groupe Kiné (p=0,2248).</li> <li>- Le pourcentage d'amélioration est de 6, 23 et 40% pour Kiné, Iso et VD.</li>   <li>• Masse maigre corporelle <ul style="list-style-type: none"> <li>- Totale : a significativement augmenté pour les groupes Iso et VD (p&lt;0,0001), principalement pour VD. Pas de changement significatif pour groupe Kiné (p=0,1902). Pourcentage d'amélioration de 1,94%, 8,73% et 15,45% pour Kiné, Iso et VD respectivement.</li> <li>- MI : a significativement augmenté pour les groupes Iso et VD (p=0,0129 et p=0,0018). Pas de changement significatif pour groupe Kiné (p=0,5437). Pourcentage d'amélioration de 7,14%, 21,42% et 43,90% pour Kiné, Iso et VD respectivement.</li> </ul> </li>   <li>• Paramètres de marche <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pour les 3 groupes, les paramètres de marche ont significativement augmenté mais pas de variation après les 12 semaines d'intervention par rapport au début d'étude (p&lt;0,0001).</li> <li>- La plus grande amélioration a été observée pour le groupe VD.</li> </ul> </li>   <li>• Groupe VD vs Groupe Iso <ul style="list-style-type: none"> <li>- Différence significative en ce qui concerne la force du quadriceps, le niveau de Vitamine D, la force explosive et la marche après 12 semaines ; pas de différence significative en ce qui concerne la masse maigre des MI.</li> </ul> </li> </ul>	
DISCUSSION	<p>Discussion des résultats : La force du quadriceps, la force explosive des MI, la masse maigre totale et la marche ont significativement augmenté après traitement dans les groupes VD et Iso, par rapport aux sujets non-brûlés. Ceci concorde avec les études précédentes concernant les gains de force chez les enfants brûlés et non-brûlés après un programme d'entraînement contre résistance.</p> <p>Les résultats montrent une différence significative pour la masse maigre totale entre le début et la fin du programme, pour les groupes VD et Iso, grâce à l'effet profond de l'exercice isocinétique et de la vitamine D agissant également ailleurs que sur la masse maigre des MI, par rapport à l'exercice seul.</p> <p>Interprétations : Bien que l'exercice utilisé seul améliore la force musculaire, cela est insuffisant à long-terme pour lutter contre la faiblesse musculaire. Selon l'étude, l'utilisation de vitamine D en + de l'entraînement isocinétique améliore significativement la force musculaire, le niveau de vitamine D, la masse maigre totale, la masse musculaire et les paramètres de marche chez l'enfant brûlé.</p> <p>Limitations/généralisabilité : Les patients brûlés ont donc besoin d'une supplémentation en vitamine D pour contrer ce déficit, ainsi qu'en calcium, afin de limiter le risque de fracture.</p>	<p>Limites de l'étude sont déterminées.</p> <p>La conclusion et les interprétations sont cohérentes avec les résultats de l'étude.</p>

	<p>La vitamine D a aussi un effet direct sur le tissu musculaire (via les récepteurs à vitamine D). Une carence en vitamine D peut mener à une faiblesse musculaire des muscles composés principalement de fibres de type II, mais aussi des douleurs musculaires et des problèmes de marche.</p> <p>Limites de l'étude déterminés par les auteurs : Nombre relativement faible de participants à l'étude, manque de réévaluation des critères de jugement après l'étude (semaines ou mois après).</p> <p>Conclusion : La supplémentation en vitamine D, combinée avec un programme d'entraînement isocinétique augmente significativement la force du quadriceps, le niveau de vitamine D, la force explosive, la masse maigre corporelle et la marche chez les enfants grands brûlés.</p>	
Risques de biais	<p>1 : le processus de randomisation est expliqué dans un paragraphe ; les participants tirent au sort une enveloppe opaque.</p> <p>2 : les participants ne connaissent pas leur groupe d'assignation, ni les thérapeutes.</p> <p>3 : les participants et les thérapeutes sont en aveugles (double-aveugle).</p> <p>4 : nous ne savons pas si les évaluateurs sont en aveugle.</p> <p>5 : pas d'exclusion de participants pour l'analyse.</p> <p>6 : les auteurs rapportent que leur étude présente un échantillon de participants trop petit et une absence de réévaluation des critères de jugement plusieurs semaines ou mois après l'intervention.</p> <p>7 : risque de biais d'allocation car petit échantillon.</p>	
Score PEDro	7/10	Défini par PEDro.

<b>Fiche de lecture : Suman et Herndon. (2007)</b>			
Titre de l'article	<i>Effects of Cessation of a Structured and Supervised Exercise Conditioning Program on Lean Mass and Muscle Strength in Severely Burned Children</i>		
Auteurs/revue/date/vol/pages	Suman OE, Herndon DN / Archives of Physical Medicine and Rehabilitation / 1 déc 2007 / 88(12) / S24-29.		
<b>TITRE &amp; RÉSUMÉ</b>	Titre	Pas d'identification en tant qu'étude contrôlée randomisée dans le titre.	
	Résumé	Le résumé ne reprend pas le plan IMRaD de l'étude.	
<b>INTRODUCTION</b>	<p>Contexte : Les brûlures graves résultent en un catabolisme et une faiblesse musculaires qui persistent dans le temps et aggravés par l'inactivité physique, et ce malgré le traitement masso-kinésithérapique en hôpital ou à domicile. D'autres comorbidités peuvent également être associées, entraînant une plus faible capacité physique et une force musculaire faible, et sont des obstacles majeurs au retour aux AVQ. Les études précédentes ont démontré qu'un programme de 12 semaines alliant renforcement musculaire et entraînement en endurance permettait d'améliorer la fonction physique chez les enfants grands brûlés, mais les bénéfices 3 mois après le programme n'ont pas été étudiés.</p> <p>Objectif de l'étude : Évaluer la masse maigre et la force musculaire avant et après un programme supervisé et structuré de 12 semaines chez les enfants grands brûlés, et si les éventuels bénéfices sont maintenus 3 mois après le programme, comparativement à un groupe sans programme.</p> <p>Hypothèse : /</p>	<p>Le contexte est bien présenté et pose l'intérêt de l'étude. L'objectif de l'étude est déterminé mais il n'y a pas d'hypothèse.</p>	
<b>MATÉRIELS ET MÉTHODES</b>	Type d'étude	Étude contrôlée randomisée	Les modalités de randomisation ne sont pas précisées et il n'y a pas de double-aveugle.
	Population	<p>Participants : N = 20 (17 garçons, 3 filles), âgés entre 7 et 18 ans, avec TBSA &gt; 40% (règle de Wallace), dont les cicatrices sont guéries à 95%. Les patients ont reçu le même traitement durant les 6 mois post-brûlure et sont retournés à domicile</p> <p>Critères d'exclusion : Amputation de MI, hypoxie cérébrale, troubles psychologiques, tétraplégie, troubles sévères du comportement ou cognitifs.</p>	<p>La taille de l'échantillon n'est pas calculée. Les critères d'inclusion sont explicitement décrits et les critères d'exclusion sont déterminés. Le lieu de recueil des données n'est pas explicité.</p>
	Interventions	<p>Groupe EX (n=11) : Programme de 12 semaines de réhabilitation physique en hôpital + programme individuel et supervisé d'exercice physique.</p> <p>Groupe NOEX (n=9) : Réhabilitation « classique », décrite dans une autre étude (Celis 2003).</p>	Les interventions pour chaque groupe sont suffisamment détaillées pour pouvoir reproduire l'étude.

		<p>Groupe enfants non-brûlés (n=26) d'âge comparatif aux 2 autres groupes pour comparer la LBM et la force musculaire</p> <p>Protocole :</p> <p>8 exercices renforcement musculaire : développé couché, presse à cuisses, développé épaule, extension de jambe, flexion de bras, flexion de jambe, extension de bras, pointes de pieds. Sur machines ou avec poids. 3j/semaine</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1<sup>ère</sup> semaine 50-60% 3RM</li> <li>• 2 – 6 semaines 70-75% 3RM (4-10 répétitions)</li> <li>• 7 – 12 semaines 80-85% 3 RM (8-12 répétitions)</li> </ul> <p>1 minute de repos entre chaque série.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exercices aérobiques sur treadmill ou cyclo-ergomètre (20-40min), 3j/semaine, à 70-85% de la VO2peak ; précédés d'un échauffement de 5min sur treadmill à une intensité &lt;50%. Durant ces exercices, mesures de la fréquence cardiaque et de la saturation par oxymètre de pouls. Niveau d'effort perçu déterminé à intervalles réguliers (non précisé).</li> </ul> <p>Aucune activité de renforcement musculaire autre n'est possible en dehors du programme ; AVQ se poursuivent. Les patients ont été considérés comme participants s'ils avaient réalisés 33 des 36 sessions d'exercice.</p> <p>À la fin du programme d'exercice ou 9 mois après-brûlure, tous les sujets (des 2 groupes) se sont vus attribuer une fiche de prescription d'exercices (renforcement musculaire et exercices aérobiques) à réaliser à la maison :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exercices aérobiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3 à 5j/semaine, de 20 à 40min, avec 5min d'échauffement et des périodes de pause.</li> <li>- Activités suggérées : treadmill, vélo, rameur, cycloergomètre, vélo elliptique, natation, sport en club, marche, jogging ; selon la disponibilité et l'intérêt du patient.</li> <li>- Patients et familles ont été briefées sur l'intensité de l'exercice en utilisant une échelle d'effort perçu.</li> </ul> </li> <li>• Exercices en résistance <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 à 3j/semaine, avec 1j de repose entre chaque session</li> <li>- Comme à 2 séries de 6-10 répétitions puis 3 séries de 8-12 répétitions</li> <li>- 8 exercices précédents réalisés selon le matériel disponible (machines, haltères ou poids de corps)</li> <li>- Avant de quitter l'hôpital, les patients ont réalisé la 3RM pour chaque exercice ; début à 50-60% de 3RM puis les patients sont autorisés à augmenter la charge quand les 2 dernières répétitions de chaque série sont réalisées sans difficultés.</li> <li>- D'autres exercices similaires leur ont été proposés en utilisant des bandes qui leur ont été données.</li> </ul> </li> </ul>	
--	--	---	--

	Critères de jugement	<p>Mesures début, fin de programme et 3 mois après la fin du programme (6, 9 et 12 mois post-brûlure) de la taille et du poids.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mesure de la force musculaire : en isocinétique (150°/s) des extenseurs de jambe du membre dominant (2x10 mouvements maximaux volontaires, 3min de repos entre chaque série) ; <b>pic de couple (N.m)</b>. 3 RM développé couché, presse à cuisses, développé épaule, extension de jambe, flexion de bras, flexion de jambe, extension de bras → mesures non établies pour les groupes ne suivant pas le programme d'exercices.</li> <li>Mesure de la masse maigre corporelle LBM (en kg) : dual-energy X-ray absorptiometry. Calcul des tissus mous et séparation en LBM, contenu minéral osseux et masse grasseuse.</li> </ul>	Les critères de jugement sont définis entièrement, leurs mesures sont détaillées, mais ils ne sont pas classifiés en « principal » et « secondaires ».
	Analyse statistique	Test de Holm-Sidak de comparaisons multiples (test "post-hoc") pour effet global significatif du temps et/ou de l'intervention. La valeur p a été ajustée.	Analyse statistique justifiée.
RÉSULTATS		<ul style="list-style-type: none"> <li>À 6 mois, homogénéité des 2 groupes en ce qui concerne l'âge, %TBSA, taille, poids et surface cutanée totale.</li> <li>À 9 mois, homogénéité des 2 groupes en ce qui concerne la taille et le poids, bien que ce dernier a significativement augmenté pour le groupe exercice (2,8kg vs 0,3kg NOEX).</li> <li>À 12 mois, la taille et le poids ne diffèrent pas significativement entre les 2 groupes.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>Masse maigre corporelle <ul style="list-style-type: none"> <li>Après programme de 12 semaines/aucune intervention entre 6 et 9 mois : <ul style="list-style-type: none"> <li>Augmentation moyenne de 6,4+/-1,9% pour groupe EX</li> <li>Pourcentage moyen relativement inchangé (1,9+/-2,6% ; 34,57+/-4,10kg)</li> </ul> </li> <li>12 mois après brûlure : <ul style="list-style-type: none"> <li>Relativement inchangée pour NOEX (3,5+/-1,8%)</li> <li>Augmentation significative pour EX (10,7+/-4,8%)</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> <p>→ Pas de différence significative inter-groupes, en valeurs absolues.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Force musculaire <ul style="list-style-type: none"> <li>Après programme de 12 semaines/aucune intervention entre 6 et 9 mois : <ul style="list-style-type: none"> <li>Augmentation significative de 40,7+/-8,6% pour groupe EX</li> <li>Augmentation non significative de 3,4+/-4,5% pour groupe NOEX</li> </ul> </li> <li>12 mois après brûlure : <ul style="list-style-type: none"> <li>Augmentation non significative (p=0,08) du pic de couple pour le groupe EX (17,9+/-10,1%) et pour le groupe NOEX (p=0,61 ; 7,2+/-13,4%)</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> <p>Les valeurs absolues du pic de couple pour les 2 groupes à 12 mois ne diffèrent pas de manière significative (p=0,55).</p>	<p>Pas de diagramme de flux.</p> <p>Les dates de recrutement ne sont pas précisées.</p> <p>Les caractéristiques démographiques des participants sont détaillées dans une table.</p> <p>Les effectifs ont été analysés.</p> <p>Les résultats sont donnés sous forme de pourcentage moyen de changement pour chacun des critères, entre 6 et 9 mois et entre 9 et 12 mois. La significativité statistique (p&lt;0,05) figure. Les valeurs absolues sont également présentées sous forme de table.</p>
DISCUSSION		Discussion des résultats : Les résultats indiquent une augmentation de la force musculaire et la LBM après 12 semaines d'exercice ; alors que dans le groupe sans exercice, ces 2 mesures restent relativement inchangées. 3 mois après la fin du programme d'exercices, la LBM a augmenté significativement uniquement pour groupe EX. Au contraire, il n'y a pas eu	Les biais de l'étude ne sont pas présentés mais les auteurs reconnaissent deux limites à cette étude.

	<p>d'augmentation significative supplémentaire de force musculaire dans les 2 groupes, même en valeurs absolues.</p> <p>Interprétations : Les résultats de cette étude sont en accord avec les gains de force retrouvés chez les enfants non-brûlés qui ont faits des protocoles d'exercice en résistance. Après 12 semaines de désentraînement, la LBM continue malgré tout à augmenter significativement pour le groupe EX, comparé au groupe NOEX. Importante pour 2 choses :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'exercice augmente la LBM à un plus haut niveau que sans exercice (effet intéressant).</li> <li>- Malgré l'arrêt des exercices, la LBM ne diminue pas pour aucun groupe.</li> </ul> <p>Hypothèse de départ : LBM et force musculaire diminueraient.</p> <p>Limitations/généralisabilité : Les valeurs sont malgré tout très en dessous des valeurs retrouvées chez l'enfant sain. Les effets directs ou indirects qui permettent d'expliquer l'absence de diminution de force musculaire ou l'augmentation de LBM (augmentation de l'activité physique spontanée, amélioration des habitudes alimentaires, amélioration des comportements vis-à-vis de la sédentarité, effet du temps sur le catabolisme musculaire, les enfants ayant suivi le programme ont continué l'exercice physique). Les auteurs reconnaissent qu'une erreur de type II (accepter l'hypothèse nulle alors qu'elle est fausse) n'est pas à exclure et que les échantillons de groupe sont trop petits.</p> <p>Conclusion : D'autres études sont nécessaires pour déterminer quel type de programme d'exercice à long-terme est optimal pour maintenir ou améliorer la LBM ou la force musculaire chez les enfants brûlés. Ces études devraient aussi estimer comment améliorer au mieux les habitudes alimentaires et l'activité physique spontanée, ou modifier les croyances pour diminuer le temps passé à des activités sédentaires.</p>	<p>L'interprétation est cohérente avec les résultats trouvés, mais le ratio bénéfices/risques n'est pas présenté.</p>
<p>Risque de biais</p>	<p>1 : le processus de randomisation n'est pas précisé, nous ne pouvons pas déterminer le risque de biais.  2 : les renseignements sont insuffisants pour déterminer si le secret d'attribution est préservé (non clair).  3 : pas de mise en insu des participants et des thérapeutes.  4 : nous ne savons pas si les évaluateurs sont en aveugle.  5 : pas d'exclusion de participants pour l'analyse.  6 : les auteurs ne rapportent pas de risques de biais.  7 : risque de biais d'allocation car petit échantillon.</p>	
<p>Score PEDro</p>	<p>5/10</p>	<p>Défini par PEDro.</p>

**Fiche de lecture : Hardee et al. (2014)**

Titre de l'article		<i>Early Rehabilitative Exercise Training in the Recovery from Pediatric Burn</i>	Critique, commentaire, biais
Auteurs/revue/date/vol/pages		Hardee JP, Porter C, Sidossis LS, Børshiem E, Carson JA, Herndon DN, et al. / <i>Medicine &amp; Science in Sports &amp; Exercise</i> / sept 2014 / 46(9) / 1710-1716.	
TITRE & RÉSUMÉ		Titre	La randomisation n'est pas identifiée dans le titre.
		Résumé	Le résumé reprend le plan de l'article.
INTRODUCTION		<p>Contexte : La réponse physiopathologique à la brûlure grave est caractérisée par une dépense énergétique de repos élevée, une inflammation systémique et un catabolisme du muscle squelettique. Les protéines musculaires sont une source majeure d'acides aminés qui permettent la survie et la récupération suite à la brûlure, notamment pour la cicatrisation des plaies, l'inflammation et la production de protéines de phase aiguë. Le catabolisme musculaire peut persister jusqu'à 2 ans après la brûlure, ce qui a pour conséquence une réduction de la masse musculaire et de la force, et donc des difficultés de retour à une mobilité fonctionnelle. Des études précédentes ont démontré que l'exercice physique initié 6 mois après brûlure (environ 2-3 mois après retour à domicile) résultait en des augmentations de la masse maigre corporelle, de la force musculaire et de la capacité cardiopulmonaire chez les enfants grands brûlés. Il n'a pas encore été démontré si ces bénéfices peuvent être retrouvés si un programme d'exercice est débuté dès la sortie d'hôpital, à une période durant laquelle il existe toujours un hypermétabolisme et un hypercatabolisme prononcé.</p> <p>Objectif de l'étude : Déterminer le effets d'un programme d'exercice précoce sur la masse musculaire, la fonction et le taux de synthèse protéique chez les enfants grands brûlés.</p> <p>Hypothèses : L'exercice physique précoce chez les enfants grands brûlés augmente la masse musculaire, la force musculaire et la capacité cardiopulmonaire, en comparaison d'une prise en charge standard. De plus, il n'y a pas de différences du taux de synthèse protéique entre la prise en charge standard et le programme d'entraînement physique.</p>	<p>Le contexte est bien présenté et pose l'intérêt de l'étude. L'objectif principal de l'étude est déterminé, avec des hypothèses de base.</p>
MATÉRIELS ET MÉTHODES	Type d'étude	Essai randomisé	Le caractère contrôlé n'est pas mentionné. La modalité de randomisation n'est pas décrite.
	Population	<p>Participants : N = 47, patients avec TBSA &gt; 40% selon la règle des 9 de Wallace.</p> <p>Critères d'inclusion : /</p> <p>Critères d'exclusion : /</p>	<p>La taille de l'échantillon n'a pas été calculée.</p> <p>Les critères d'inclusion et les critères d'exclusion ne pas déterminés.</p> <p>Le lieu de recueil des données n'est pas explicité.</p>

	Interventions	<p>Groupe RET (n=24) : Séances de kiné + programme d'entraînement de 12 semaines</p> <p>Groupe SOC (n=23) : Séances de kiné. En commun : Même PEC avant la sortie d'hôpital (95% des cicatrices considérées fermées), kiné et ergo 2x/j pendant 1 h</p> <p>Protocole d'entraînement : Renforcement musculaire, 3j/semaine 8 exercices : développé-couché, presse à cuisses, développé épaules, extension de genou, flexion de coude, flexion de genou, extension de coude, pointes de pied, avec haltères ou sur machines, avec adaptations selon les limitations fonctionnelles.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1<sup>ère</sup> semaine : 3 séries de 8-12 rép de 50 à 60% de la 3RM</li> <li>- 2 à 6 semaine : 3 séries de 8 à 12 rép entre 70 et 75% de 3RM</li> <li>- 7 à 12 semaine : 8 à 12 répétitions à charge + élevée (pas plus de précision)</li> </ul> <p>Entraînement en aérobie, 3 à 5j/semaine Sur cycloergomètre ou sur treadmill. 5min d'échauffement à VO2PEAK&lt;50%, 20 à 40min d'entraînement entre 70 et 85%</p> <p>Pas d'activité de renforcement autorisé en dehors de l'étude ; les AVQ sont en revanche encouragées.</p>	
	Critères de jugement	<p>Mesures ont été prises au début (à la sortie d'hôpital) et à la fin des 12 semaines de programme :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesure de la masse maigre corporelle : Masse maigre corporelle : dual-energy X-ray absorptiometry, (calcul de LBM Total, du tronc, MS et MI en kg).</li> <li>• Taux de synthèse fractionnaire en muscle</li> </ul> <p>Mesures ont été prises uniquement à la fin des 12 semaines de programme :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesure de la force musculaire : en isocinétique (150°/s) du quadriceps du membre dominant. 3 répétitions sans résistance puis 10 répétitions (1 série avec mesure) □ valeurs du pic de couple, travail total et puissance moyenne</li> </ul>	Les critères de jugement sont tous définis.

		<p>Calcul de la 3RM pour : développé-couché, presse à cuisses, développé-épaule, extension de genou, flexion de coude, flexion de genou et extension de coude.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacité cardiopulmonaire : Protocole de Bruce modifié, sur treadmill, Mesures de la FC et de la VO<sub>2</sub>PEAK pour déterminer l'intensité de l'entraînement aérobie du groupe RET.</li> </ul>	
	Randomisation	Modalité non précisée	
	Analyse statistique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ANOVA répété à deux-voies avec pour facteurs le traitement et le temps.</li> <li>• Test t de Student sur valeurs non appariées.</li> <li>• Significativité statistique avec <math>p &lt; 0,05</math>.</li> </ul>	Analyse statistique justifiée.
RÉSULTATS		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caractéristiques des patients : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de différence significative entre les groupes en ce qui concerne l'âge, le poids, la taille, le sexe, la durée d'hospitalisation et le TBSA%.</li> <li>- Age moyen de 13 ans et TBSA moyen de 60%.</li> <li>- Augmentation significative de poids de la sortie d'hôpital à post-traitement, mais pas de différence entre les 2 groupes.</li> </ul> </li> <li>• Force musculaire : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Différence significative du pic de couple relatif corrigé par le poids total pour le groupe RET (138±8,6 N.m/kg) par rapport au groupe SOC (106±8,7 N.m/kg) avec <math>p=0,01</math>.</li> <li>- pas de différence significative (<math>p=0,08</math>) du pic de couple en valeurs absolues pour RET (72±8,2 N.m) par rapport à SOC (52±7,5 N.m).</li> </ul> </li> <li>• Capacité aérobie : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Différence significative de la VO<sub>2</sub>PEAK entre groupe RET (32,1±1,3mL/kg/min) contre groupe SOC (28±1,3mL/kg/min) avec <math>p=0,04</math>.</li> </ul> </li> <li>• Masse maigre corporelle : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de différence entre les 2 groupes en LBM totale et régionale à la sortie d'hôpital.</li> <li>- Aucun changement de LBM entre sortie d'hôpital et post-traitement pour SOC.</li> <li>- Augmentation significative pour RET, en ce qui concerne la LBM totale et au niveau régional, maintenue au moins jusqu'à 12 mois après brûlure.</li> </ul> </li> </ul>	<p>Présence d'un diagramme de flux (fig.1), avec les raisons des exclusions après randomisation.</p> <p>Les dates de recrutement ne sont pas précisées.</p> <p>Les caractéristiques démographiques initiales des participants sont détaillées dans une table.</p> <p>Les effectifs ont été analysés.</p> <p>Les résultats (valeurs moyennes) sont donnés avec l'écart-type et le niveau de significativité sur tous les critères de jugement pour tous les groupes sous forme de diagrammes.</p> <p>Les risques ne sont pas mentionnés.</p>
DISCUSSION		<p>Discussion des résultats : Les résultats démontrent que les améliorations observées après un programme débutés dès la sortie d'hôpital sont maintenus jusqu'au moins 12 mois après brûlure et ce malgré l'arrêt du programme. La réhabilitation précoce améliore la masse musculaire et la fonction durant une période de sévère hypermétabolisme et hypercatabolisme.</p> <p>Interprétations : L'entraînement physique n'affecte pas négativement l'hypermétabolisme chez les patients brûlés.</p>	<p>Limites de l'étude sont déterminées.</p> <p>La conclusion et les interprétations sont cohérentes avec les résultats de l'étude.</p>

	<p>Limitations/généralisabilité : D'autres études sont nécessaires pour déterminer si l'amélioration de la masse musculaire et de la fonction sont liées par l'augmentation de la synthèse protéique et si la réponse après-exercice est altérée par l'entraînement.</p> <p>Limites de l'étude déterminés par les auteurs : Pas de prise en compte de la nutrition et de l'activité physique du patient en dehors de l'étude (marche par exemple, inclure un podomètre pour l'évaluer) ; les données ont été collectées dans un seul hôpital ; les patients sont principalement des hispaniques ne vivant pas aux USA (limite la généralisation des résultats).</p> <p>Conclusion : Un programme d'exercice physique de 12 semaines qui suit directement après la sortie d'hôpital améliore la masse musculaire et la fonction chez les enfants grands brûlés. Les changements n'ont pas été accompagnés d'hypermétabolisme, ce qui suggère un rôle positif de l'entraînement sur les améliorations à long-terme. Les auteurs préconisent l'utilisation de ce type de programme juste après sortie d'hôpital.</p>	
Risques de biais	<p>1 : le processus de randomisation n'est pas précisé, nous ne pouvons pas déterminer le risque de biais.</p> <p>2 : les renseignements sont insuffisants pour déterminer si le secret d'attribution est préservé (non clair).</p> <p>3 : pas de mise en insu des participants et des thérapeutes.</p> <p>4 : nous ne savons pas si les évaluateurs sont en aveugle.</p> <p>5 : pas d'exclusion de participants pour l'analyse.</p> <p>6 : les auteurs ne rapportent pas de risques de biais.</p> <p>7 : risque de biais d'allocation car petit échantillon.</p>	
Score PEDro	4/10	Défini par PEDro.

Fiche de lecture : Al Mousawi et al. (2010)			
Titre de l'article	<i>Effects of exercise training on resting energy expenditure and lean mass during pediatric burn rehabilitation</i>		
Auteurs/revue/date/vol/pages	Al-Mousawi AM, Williams FN, Mlcak RP, Jeschke MG, Herndon DN, Suman OE / J Burn Care Res / 1 mai 2010 / 31(3) / 400-408		
TITRE & RÉSUMÉ	Titre	Pas d'identification en tant qu'essai contrôlé randomisé dans le titre.	
	Résumé	Le résumé reprend le plan de l'article.	
INTRODUCTION	<p>Contexte : Les brûlures graves supérieures à 40% de la surface corporelle totale mènent à une protéolyse du muscle squelettique et au développement d'un état catabolique prolongé, associé à un hypermétabolisme. Ce dernier est aggravé par l'alitement prolongé et peut mener à des troubles fonctionnels majeurs et à du retard dans la réhabilitation. De plus, la dépense énergétique de repos chez les patients brûlés est la plus importante observée de tous les types de trauma, avec des valeurs restant élevées jusqu'à 18 mois après la brûlure. Les programmes d'exercice physique supervisés en résistance et en aérobie, en plus du traitement masso-kinésithérapique, ont montré des effets bénéfiques considérables (amplitudes articulaires, force musculaire, distance de marche, masse maigre corporelle). Il n'y a pas encore eu d'étude sur la dépense énergétique de repos.</p> <p>Objectif de l'étude : Examiner les effets d'un programme d'exercice physique durant la réhabilitation d'enfants brûlés dont la dépense énergétique de repos est élevée.</p> <p>Hypothèse nulle <i>H<sub>0</sub></i> : Les patients suivant un programme d'exercice physique n'observent pas d'augmentation de leur dépense énergétique de repos par rapport à un groupe suivant un traitement masso-kinésithérapique standard.</p>	<p>Le contexte est bien présenté et pose l'intérêt de l'étude. L'objectif de l'étude est déterminé, de même pour l'hypothèse de base.</p>	
MATÉRIELS ET MÉTHODES	Type d'étude	Essai contrôlé randomisé	Les modalités de randomisation ne sont pas précisées et il n'y a pas de double-aveugle.
	Population	<p>Participants : N = 21 (16 garçons, 5 filles), âgés entre 7 et 17 ans, avec TBSA &gt; 40% règle de Wallace Les patients ont reçu le même traitement durant les 6 mois post-brûlure et sont retournés à domicile.</p> <p>Critères d'exclusion : Amputation de membre, hypoxie cérébrale, troubles psychologiques, tétraplégie, troubles sévères du comportement ou cognitifs.</p>	<p>La taille de l'échantillon n'est pas calculée. Les critères d'inclusion sont explicitement décrits et les critères d'exclusion sont déterminés. Le lieu de recueil des données n'est pas explicité.</p>
	Interventions	<p>Groupe EX (n=11) : Programme de 12 semaines de réhabilitation physique en hôpital + programme individuel et supervisé d'exercice physique</p> <p>Groupe SOC (n=10) : Réhabilitation conventionnelle (ergo + kiné), 1h 2x/j, à domicile</p>	Les interventions pour chaque groupe sont suffisamment détaillées pour pouvoir reproduire l'étude.

		<p>8 exercices renforcement musculaire : développé couché, presse à cuisses, développé épaule, extension de jambe, flexion de bras, flexion de jambe, extension de bras, pointes de pieds.</p> <p>Sur machines ou avec poids. 3j/semaine</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1<sup>ère</sup> semaine 50-60% 3RM</li> <li>• 2 – 6 semaines 70-75% 3RM (4-10 répétitions)</li> <li>• 7 – 12 semaines 80-85% 3 RM (8-12 répétitions)</li> </ul> <p>1 minute de repos entre chaque série.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exercices aérobiques sur treadmill ou cyclo-ergomètre (20-40min), 3j/semaine, à 70-85% de la VO2peak ; précédés d'un échauffement de 5min sur treadmill à une intensité &lt;50%. Durant ces exercices, mesures de la fréquence cardiaque et de la saturation par oxymètre de pouls. Niveau d'effort perçu déterminé à intervalles réguliers (échelle de Borg).</li> </ul> <p>Aucune activité de renforcement musculaire autre n'est possible en dehors du programme ; AVQ se poursuivent.</p>	
	Critères de jugement	<p>Mesures début (6 mois post-brûlure) et fin de programme (9 mois post-brûlure) de la taille et du poids, et des critères de jugement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesure de la force musculaire : en isocinétique (150°/s) des extenseurs de jambe du membre dominant (2x10 mouvements maximaux volontaires, 3min de repos entre chaque série) ; pic de couple (N.m).</li> <li>• Mesure de la masse maigre corporelle LBM (en kg) : dual-energy X-ray absorptiometry. Calcul des tissus mous et séparation en LBM et masse grasseuse ; contenu minéral osseux</li> <li>• Mesure du pic de consommation d'oxygène : protocole de Bruce sur treadmill, mesure de la fréquence cardiaque (FCMAX) et de la consommation d'O2 (VO2PEAK).</li> <li>• Mesure de la dépense énergétique de repos : mesure 96h après test exercices ; évaluation à jeun (entre 8 et 12h) ; mesure des gaz expirés et inspirés (consommation d'oxygène et production de dioxyde de carbone) □ calorimétrie indirecte. La REE basale est calculée selon l'âge, le sexe, la taille et le poids (équation de Harris-Benedict).</li> </ul>	Les critères de jugement sont définis entièrement, leurs mesures sont détaillées, mais ils ne sont pas classifiés en « principal » et « secondaires ».
	Analyse statistique	Test de Student (t-test) et test exact de Fisher, avec significativité p<0,05.	Analyse statistique justifiée.

<p>RÉSULTATS</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas de différence significative entre les groupes en ce qui concerne l'âge, le sexe, durée d'admission après-brûlure, TBSA et le pourcentage de 3<sup>e</sup> degré. Mécanismes de brûlure similaires dans les 2 groupes.</li> <li>• Taille et poids <ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation minime de la taille pour les 2 groupes (- de 2cm pour chaque groupe)</li> <li>- Pourcentage moyen de gain de poids est considérablement plus grand pour EX (11,07+/-13,09%) que pour SOC (3,60+/-3,76%). Différence significative pour le groupe EX (p=0,01), mais pas de différence statistique significative entre les 2 groupes (p=0,10).</li> </ul> </li> <li>• Dépense énergétique de repos <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pourcentage moyen de changement de REE pour EX est plus grand (8,79+/-29,45%) comparé à SOC (2,32+/-19,79%), mais pas de différence significative (p=0,57)</li> <li>- Cette différence diminue quand elle est normalisée comme pourcentage de la valeur prédictive de REE (RE 3,64+/-37,81% vs SOC 2,20+/-22,06%), et est non significative (p=0,92).</li> </ul> </li> <li>• Masse maigre corporelle <ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation significative (p=0,004) pour le groupe EX (8,75+/-5,65%) par rapport au groupe SOC (2,06+/-3,17%).</li> <li>- Cette différence (p=0,02) persiste quand les mesures sont normalisées par rapport à la taille (au carré) : EX (6,14+/-6,46%) vs SOC (0,70+/-2,39%), indiquant que les différences de LBM sont moins dues à des facteurs confondants (différences physiques préexistantes entre les 2 groupes ou variations de taux de croissance).</li> <li>- L'augmentation significative (LBM et LBM index) uniquement vue pour le groupe EX.</li> </ul> </li> <li>• Force musculaire <ul style="list-style-type: none"> <li>- Amélioration significativement plus importante (p=0,02) en pic de couple pour EX (54,31+/-44,25%) par rapport à SOC (12,29+/-16,49%).</li> <li>- Pic de couple normalisé à l'indice de MM (IMM) : différence statistiquement significative (p=0,03) de EX (45,3+/-38,3%) par rapport à SOC (11,4+/-15,4%).</li> </ul> </li> </ul>	<p>Pas de diagramme de flux.</p> <p>Les dates de recrutement ne sont pas précisées.</p> <p>Les caractéristiques démographiques des participants sont détaillées dans une table.</p> <p>Les effectifs ont été analysés.</p>
<p>DISCUSSION</p>	<p>Discussion des résultats : Cette étude confirme les améliorations retrouvées dans les études précédentes en terme de LBM et de force musculaire après un programme de 12 semaines d'exercices. Légère augmentation de REE sur la période d'étude dans chacun des 2 groupes, mais pas de différence significative entre les 2 groupes ou entre les 2 mesures. Cette différence devient quasiment négligeable une fois normalisée par rapport à la LBM, indiquant que l'élévation de REE pour groupe EX a été assortie d'un changement correspondant en masse maigre.</p> <p>Interprétations : Les bénéfices ont lieu malgré un effet potentiellement négatif de l'exercice qui exacerberait l'hypermétabolisme (non observé dans l'étude). Le gain de poids pour EX</p>	<p>Les biais de l'étude ne sont pas présentés mais les auteurs reconnaissent deux limites à cette étude.</p> <p>L'interprétation est cohérente avec les résultats trouvés. Les auteurs démontrent que d'après les résultats obtenus, il n'y a pas de risque d'exacerber l'hypermétabolisme.</p>

	<p>suggère aussi que la balance exercices aérobiques-exercices en résistance est réussie pour développer LBM et ne mène pas à une perte de poids induite par l'exercice. L'exercice n'augmente pas l'état hypermétabolique. Précédentes études chez l'adulte ont démontré une augmentation de REE après programme d'exercices (pas comparable ici), comme chez l'enfant obèse. D'autres études ont démontré qu'il n'y avait pas de changement de REE chez les non-brûlés, en accord avec la présente étude.</p> <p>Limitations/généralisabilité : Les auteurs font part de la possibilité d'erreur de type II et que la faible population de chaque groupe ne peut pas permettre le rejet de l'hypothèse nulle de départ.</p> <p>Les résultats de l'étude indiquent que le programme d'exercice physique, commencé 6 mois après brûlure grave, n'augmente pas plus la dépense énergétique de repos et que de plus, il permet une augmentation en masse maigre corporelle, et ce malgré la préexistence d'une dépense élevée.</p> <p>Conclusion : L'exercice physique chez l'enfant grand brûlé n'exacerbe pas l'état hypermétabolique. Les auteurs considèrent l'utilisation de l'exercice physique comme un composant sûr et efficace de la réhabilitation de l'enfant brûlé.</p>	
Risque de biais	<p>1 : le processus de randomisation n'est pas précisé, nous ne pouvons pas déterminer le risque de biais.</p> <p>2 : les renseignements sont insuffisants pour déterminer si le secret d'attribution est préservé (non clair).</p> <p>3 : pas de mise en insu des participants et des thérapeutes.</p> <p>4 : nous ne savons pas si les évaluateurs sont en aveugle.</p> <p>5 : risque non déterminé.</p> <p>6 : les auteurs ne rapportent pas de risques de biais.</p> <p>7 : risque de biais d'allocation car petit échantillon.</p>	
Score PEDro	4/10	Défini par PEDro.

Fiche de lecture : Suman et al. (2003)			
Titre de l'article	<i>Effect of exogenous growth hormone and exercise on lean mass and muscle function in children with burns</i>		
Auteurs/revue/date/vol/pages	Suman OE, Thomas SJ, Wilkins JP, Mlcak RP, Herndon DN.. Journal of Applied Physiology / 2003 / 94(6) / 2273-2281.		
TITRE & RÉSUMÉ	Titre	Pas d'identification en tant qu'essai randomisé dans le titre.	
	Résumé	Le résumé reprend la structuration de l'article sans que les différentes parties soient mentionnées séparément.	
INTRODUCTION	<p>Contexte : l'hormone de croissance humaine recombinante exogène est utilisée pour ses effets anaboliques dans différentes maladies, dont les brûlures thermiques. Chez l'enfant, ces dernières ont pour conséquences un retard de croissance qui peut perdurer plusieurs années après la brûlure et qui est associé à une perte de masse musculaire menant à une inactivité physique et une altération de la fonction physique. Le traitement par hormone de croissance a démontré des effets sur l'atténuation du catabolisme musculaire et l'ostéopénie, mais pas encore sur la fonction musculaire. L'exercice physique permet également au corps humain de sécréter des hormones de croissance.</p> <p>Objectif de l'étude : déterminer si l'association traitement en hormones de croissance + exercice physique augmente la masse musculaire et la force musculaire chez l'enfant grand brûlé que l'hormone de croissance seule.</p> <p>Hypothèse : l'administration d'hormone de croissance humaine + exercice physique augmente la masse maigre corporelle et la force musculaire à un degré plus important que le traitement par hormones de croissance seul ou l'exercice physique seul.</p>	<p>Le contexte est bien présenté et pose l'intérêt de l'étude.</p> <p>L'objectif de l'étude est déterminé et l'hypothèse également.</p>	
MATÉRIELS ET MÉTHODES	Type d'étude	Essai contrôlé randomisé	Les modalités de randomisation ne sont pas précisées et il n'y a pas de double-aveugle.
	Population	<p>Participants : N = 44 (37 garçons, 7 filles), âgés entre 7 et 17 ans, hospitalisés au Shriners Hospitals for Children de Galveston, Texas (USA), avec TBSA &gt; 40% (règle des 9 de Wallace). Programme débuté à J+6 mois post-brûlure.</p> <p>Critères d'exclusion : amputation de MI, hypoxie cérébrale, troubles psychologiques, tétraplégie, troubles sévères du comportement ou cognitifs.</p>	La taille de l'échantillon n'est pas calculée. Les critères d'inclusion ne sont pas explicitement décrits mais les critères d'exclusion sont déterminés.
	Interventions	<p>Groupe GHEX (n=10) : Programme de 12 semaines de réhabilitation physique en hôpital + programme individuel et supervisé d'exercice physique + hormone de croissance humaine.</p> <p>Groupe SALEX (n=13) : Programme de 12 semaines de réhabilitation physique en hôpital + programme individuel et supervisé d'exercice physique + placebo.</p>	Les interventions pour chaque groupe sont suffisamment détaillées pour pouvoir reproduire l'étude.

		<p>Groupe GH (n=10) : Programme de 12 semaines de réhabilitation physique à domicile, sans exercice physique + hormone de croissance humaine.</p> <p>Groupe SAL (n=11) : Programme de 12 semaines de réhabilitation physique à domicile, sans exercice physique + placebo.</p> <p>Groupe 5 (n=16) : Enfants non-brûlés dont on a mesuré la force musculaire et la masse maigre corporelle seulement pour référence et non inclus dans les analyses statistiques (n'ont pas participé au programme d'exercices ou à l'injection des hormones).</p> <p>Programme :</p> <p>8 exercices renforcement musculaire : développé couché, presse à cuisses, développé épaule, extension de jambe, flexion de bras, flexion de jambe, extension de bras, pointes de pieds.</p> <p>Sur machines ou avec poids.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1<sup>ère</sup> semaine 50-60% 3RM (3 séries de 4-10 répétitions)</li> <li>• 2 – 6 semaines 70-75% 3RM (3 séries de 4-10 répétitions)</li> <li>• 7 – 12 semaines 80-85% 3 RM (3 séries de 8-12 répétitions)</li> </ul> <p>→ 1 minute de repos entre chaque série.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exercices aérobiques sur treadmill ou cyclo-ergomètre (20-40min), 3j/semaine, à 70-85% de la <math>VO_{2peak}</math> ; précédés d'un échauffement de 5min sur treadmill à une intensité &lt;50%. Durant ces exercices, mesures de la fréquence cardiaque et de la saturation.</li> </ul>	
	Critères de jugement	<p>Mesures réalisées en début et fin de programme (6 et 9 mois post-brûlure), ainsi que de la taille et du poids.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesure de la force musculaire : <ul style="list-style-type: none"> <li>- en isocinétique (150°/s) des extenseurs de jambe du membre dominant (2x10 mouvements maximaux volontaires, 3min de repos entre chaque série) ; <b>pic de couple (N.m)</b>.</li> <li>- 3 RM développé couché, presse à cuisses, développé épaule, extension de jambe, flexion de bras, flexion de jambe, extension de bras → mesure non établie pour les groupes de suivant pas le programme d'exercices.</li> </ul> </li> <li>• Mesure du pic de consommation d'oxygène : protocole de Bruce modifié sur treadmill, mesure de <math>FC_{max}</math> et consommation d'oxygène (<math>VO_2</math>, <math>VO_{2peak}</math>) → permet d'établir l'intensité à laquelle les patients suivant le programme d'exercices devront s'entraîner.</li> <li>• Mesure de la masse maigre corporelle LBM (en kg) : dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA).</li> <li>• Mesures de la masse sans graisse FFM (en kg)</li> </ul>	Les critères de jugement sont définis entièrement, leurs mesures sont détaillées, mais ils ne sont pas classifiés en « principal » et « secondaires ».

	Analyse statistique	Analyse de variance à un facteur (one-way ANOVA : comparaison de les moyennes de plus de 2 échantillons) et test de Student-Newman-Keuls de comparaison multiple.	
RÉSULTATS		<p>• Homogénéité des groupes à 6 mois post-brûlure (âge, %TBSA, taille, poids, surface corporelle). De +, taille et poids relativement inchangés à 9 mois post-brûlure.</p> <p>• Masse maigre corporelle (LBM) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation moyenne de 5,4+- 1,6% pour SALEX ; 5,8+-1,8% pour GH</li> </ul> <p>→ Reflètent un effet de la supplémentation en hormone de croissance ou de l'exercice seul.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation moyenne de 9,0+-2,1% pour GHEX</li> </ul> <p>→ Cette augmentation n'est pas significativement différente de SALEX (p=0,33) et GH (p=0,21)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inchangée pour SAL (-1,2+-2,0%)</li> </ul> <p>Le pourcentage moyen de changement de masse maigre du tronc et des MS n'est significativement pas différent entre les groupes, entre 6 et 9 mois. Seul le pourcentage moyen de changement de la masse maigre des MI a significativement augmenté pour GHEX, SALEX et GH comparé à SAL. Cependant, pas de différence significative retrouvée entre ces 3 groupes.</p> <p>En réponse individuelle dans chaque groupe, augmentation de la LBM :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10/10 GHEX</li> <li>- 10/13 SALEX</li> <li>- 6/10 GH</li> <li>- 3/11 SAL</li> </ul> <p>• Masse sans graisse (FFM) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Valeurs sont similaires pour tous les groupes à 6 mois post-brûlure.</li> <li>- Le pourcentage moyen de changement n'est significativement pas différent entre les groupes (p=0,46).</li> <li>- Les pourcentages moyens de changement de FFM et LBM ont un modèle similaire.</li> </ul> <p>• Force musculaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A significativement augmenté pour les groupes avec exercice <ul style="list-style-type: none"> <li>o Augmentation du pourcentage moyen de pic de couple pour GHEX (36,2+-5,4%) et SALEX (42,6+-10,0%)</li> <li>o Ne sont pas significativement différents entre eux (p=0,58)</li> </ul> </li> <li>- Au contraire, les groupes n'ayant pas fait d'exercice n'ont pas significativement augmenté la force musculaire GH (-7,4+-4,7%) et SAL (6,7+-4,4%)</li> </ul> <p>En réponse individuelle dans chaque groupe, augmentation de la FM :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10/10 GHEX</li> <li>- 12/13 SALEX</li> <li>- 5/11 SAL</li> </ul>	<p>Pas de diagramme de flux, mais les perdus de vue (décès, refus de participation par la suite, critère d'éligibilité non respecté) entre le début de l'étude et la fin sont énoncés et ne rentrent pas dans l'analyse statistique.</p> <p>Les dates de recrutement sont précisées.</p> <p>Les caractéristiques démographiques des participants sont détaillés dans une table.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4/10 GH</li> <li>• Capacité aérobie : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation significative du pourcentage moyen de la <math>VO_{2PEAK}</math> pour les groupes ayant de l'exercice GHEX (31,1+-2,4%) et SALEX (23,1+-4,2%)</li> <li>- Au contraire, le manque d'exercice n'a pas causé un changement significatif de capacité aérobie pour GH et SAL.</li> </ul> </li> </ul>	
DISCUSSION	<p>Discussion des résultats : L'administration d'hormone de croissance combinée à un programme de 12 semaines d'exercices physiques augmente significativement la masse maigre corporelle, mais n'est pas significativement plus grande par rapport à une administration seule ou un programme d'exercices seul. Il s'agit de la 1<sup>ère</sup> étude à rapporter les effets de l'hormone de croissance sur la force musculaire des enfants brûlés. L'amélioration de la force musculaire n'est pas dépendante de la rHGH mais plutôt de l'exercice physique. Cette augmentation de la force musculaire corrobore avec la précédente étude (Suman 2001).</p> <p>Interprétations : L'augmentation bénéfique de LBM par administration de rHGH seule n'est pas toujours accompagnée d'une augmentation de force musculaire, puisque seuls les enfants qui ont participé au programme d'exercice ont augmenté leur force musculaire (résultat déjà retrouvé chez l'adulte).</p> <p>Limitations/généralisabilité : L'étude de Taafe et al. a démontré que l'augmentation de LBM ne corrobore pas forcément avec une augmentation de force musculaire ; il attribue l'augmentation de LBM à une rétention des fluides et une augmentation des protéines non-contractiles. Avec l'introduction d'un groupe d'enfants non-brûlés dans l'étude, il a été démontré que la quantité totale de masse maigre n'est pas différente entre enfants brûlés et non-brûlés ; il s'agit plutôt du fait que le ratio LBM/poids total ne varie quasiment pas entre avant et après la brûlure car après brûlure, il y a diminution de la LBM mais aussi de la masse grasse et de la masse osseuse (donc ratio de LBM aux alentours de 70-80%). En revanche, la force musculaire est fortement impactée puisque les enfants non-brûlés ont un couple de force 2 fois supérieur aux valeurs des enfants brûlés même après le programme de 12 semaines. Programme initié 6 mois après la brûlure car ils se basent sur « 25 ans d'expérience clinique des chirurgiens et de l'équipe pluridisciplinaire de notre institution ». 6 mois après la brûlure, la majorité des enfants brûlés &gt; 40% sont en soins ambulatoire et ont la possibilité de retourner à la maison (ce qui favorise psychologiquement un retour plus tard à l'hôpital pour un tel programme).</p> <p>Conclusion : il y a donc une augmentation de la masse maigre corporelle chez l'enfant brûlé grâce à la combinaison de rHGH et d'exercices, mais qui n'est pas significative par rapport à une administration seule ou l'exercice seul. Un tel programme est recommandé en tant que</p>	<p>Les biais de l'étude ne sont pas déterminés.</p> <p>En revanche, les limitations sont détaillées et sont confrontés à d'autres études.</p> <p>Les conclusions sont cohérentes avec les résultats, mais sont trop extrapolées car les résultats démontrent qu'il n'y a pas d'augmentation significative de l'association traitement par hormone + exercice physique par rapport à un traitement en hormones seul ou l'exercice physique seul, alors que les auteurs recommandent l'utilisation de l'association dans leur conclusion.</p> <p>Pas de ratio bénéfices/risques : par exemple, influence des phénomènes inflammatoires lors de l'exercice physique.</p> <p>Pas d'ouverture vers d'autres études/sujets de la part des auteurs.</p>

	composant fondamental de la prise en charge multidisciplinaire pour les enfants victimes de brûlures thermiques.	
Risques de biais	<p>1 : le processus de randomisation n'est pas précisé, nous ne pouvons pas déterminer le risque de biais.</p> <p>2 : les renseignements sont insuffisants pour déterminer si le secret d'attribution est préservé (non clair).</p> <p>3 : pas de mise en insu des participants et des thérapeutes.</p> <p>4 : nous ne savons pas si les évaluateurs sont en aveugle.</p> <p>5 : exclusion de participants dans l'analyse car n'ont pas participé à certaines mesures (rendez-vous manqué, impossibilité physique de mesure de la force musculaire des MI).</p> <p>6 : les auteurs ne rapportent pas de risques de biais.</p> <p>7 : risque de biais d'allocation car petit échantillon.</p>	
Score PEDro	4/10	Défini par PEDro.

Fiche de lecture : Suman et al. (2001)			
Titre de l'article	<i>Effects of a 12-wk resistance exercise program on skeletal muscle strength in children with burn injuries</i>	Critiques, commentaires	
Auteurs/revue/date/vol/pages	Suman OE, Spies RJ, Celis MM, Mlcak RP, Herndon DN / Journal of Applied Physiology / 1 sept 2001 / 91(3) / 1168-1175.		
TITRE & RÉSUMÉ	Titre	Pas d'identification en tant qu'essai randomisé dans le titre.	
	Résumé	Le résumé reprend la structuration de l'article sans que les différentes parties soient mentionnées séparément.	
INTRODUCTION	<p>Contexte : les brûlures graves résultent en un catabolisme et une faiblesse musculaires qui sont associés à une inactivité physique prolongée. Ce catabolisme et cette faiblesse musculaires persistent malgré le traitement masso-kinésithérapique et ceux-ci augmentent le risque de comorbidités physiques et psychiques, ainsi que les chirurgies. De plus, les faibles capacités physiques qui en découlent sont des obstacles pour les patients au retour à des activités de la vie quotidienne. Les résultats d'études précédentes ont démontré que l'exercice contre résistance chez l'enfant non-brûlé augmente la force musculaire, mais l'effet sur la masse musculaire n'est pas démontré. Il existe un manque de données concernant ces effets chez l'enfant brûlé.</p> <p>Objectifs de l'étude : déterminer si un programme d'exercice physique qui requière force musculaire et endurance, en plus d'un traitement masso-kinésithérapique standard, augmente la masse musculaire, la force et la capacité fonctionnelle.</p>	<p>Étude princeps concernant les effets d'un programme d'exercice physique en plus du traitement kinésithérapique chez les enfants grands brûlés.</p> <p>Le contexte est posé et explique la problématique des conséquences physiques et psychologiques à long-terme des brûlures graves chez l'enfant.</p> <p>En revanche, les objectifs spécifiques ne sont pas mentionnés et les hypothèses ne sont pas citées.</p>	
MATÉRIELS ET MÉTHODES	Type d'étude	Essai contrôlé randomisé	Les modalités de randomisation ne sont pas précisées et il n'y a pas de double-aveugle.
	Population	<p>Participants : N = 35, enfants hospitalisés au Shriners Hospitals for Children de Galveston, Texas (USA), âgés entre 7 et 17 ans, avec TBSA &gt; 40% (règle des 9 de Wallace). Programme débuté à J+6 mois post-brûlure.</p> <p>Critères d'exclusion : amputation de MI, hypoxie cérébrale, troubles psychologiques, tétraplégie, troubles sévères du comportement ou cognitifs.</p>	La taille de l'échantillon n'est pas calculée. Les critères d'inclusion ne sont pas explicitement décrits mais les critères d'exclusion sont déterminés.
	Interventions	<p>Groupe (n=19) : Programme de 12 semaines de réhabilitation physique en hôpital + programme individuel et supervisé d'exercice physique.</p> <p>Groupe (n=16) : Programme de 12 semaines de réhabilitation physique à domicile, sans programme d'exercice physique.</p> <p>Programme d'exercice physique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 8 exercices renforcement musculaire : développé couché, presse à cuisses, développé épaule, extension de jambe, flexion de bras, flexion de jambe, extension de bras, pointes de pieds.</li> </ul>	Les interventions pour chaque groupe sont suffisamment détaillées pour pouvoir reproduire l'étude.

		<p>Sur machines ou avec poids.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1<sup>ère</sup> semaine 50-60% 3RM</li> <li>• 2 – 6 semaines 70-75% 3RM (4-10 répétitions)</li> <li>• 7 – 12 semaines 80-85% 3 RM (8-12 répétitions)</li> </ul> <p>- Exercices aérobiques sur treadmill ou cyclo-ergomètre (20-40min), 3j/semaine, à 70-85% de la <math>VO_{2peak}</math>.</p>	
	Critères de jugement	<p>Mesures : début et fin de programme (6 et 9 mois post-brûlure) de la taille et du poids.</p> <p>- Mesure de la force musculaire : en isocinétique (150°/s) des extenseurs de jambe du membre dominant (2x10 mouvements maximaux volontaires) ; <b>pic de couple (N.m), travail total (Joules), puissance moyenne (Watts)</b>.</p> <p>En isométrique pic de couple durant contraction volontaire 5s de pointe des extenseurs de jambe du membre dominant (F 90°) 3 essais.</p> <p>3RM développé couché, presse à cuisses, développé épaule, extension de jambe, flexion de bras, flexion de jambe, extension de bras.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesure de la masse maigre corporelle (en g) : dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA).</li> <li>- Mesure du pic de consommation d'oxygène : protocole modifié de Bruce sur treadmill, mesure de <math>F_{Cmax}</math> et consommation d'oxygène (<math>VO_2</math>, <math>VO_{2peak}</math>).</li> <li>- Mesure de la dépense énergétique de repos.</li> </ul>	<p>Les critères de jugement sont définis entièrement, leurs mesures sont détaillées, mais ils ne sont pas classifiés en « principal » et « secondaires ».</p>
	Analyse statistique	<p>Test de Student (t-test) avec données appariées pour comparaisons intra-groupe (entre début et fin de programme) et données non-appariées pour comparaisons inter-groupes.</p>	<p>La précision sur l'utilisation de ce test est déterminée.</p>
RÉSULTATS		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Homogénéité entre les 2 groupes (âge 11 ans, %TBSA 60%, poids 42kg, taille 145cm, surface corporelle 1,30m<sup>2</sup>) à 6 et 9 mois post-brûlure.</li> <li>• Force musculaire <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pic de couple : REX 44,4% vs R 5,60%</li> <li>- Travail total : REX 78,5% vs R 2,10%</li> <li>- Puissance moyenne : REX 72.3% vs 8,30%</li> </ul> <p>→ Différence significative entre les 2 groupes pour chacun des critères.</p> </li> <li>• Masse maigre corporelle : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation moyenne de 6,40% dans REX, inchangée pour R</li> <li>- Augmentation significative tous segments, sauf les bras, pour REX par rapport à R et au sein du groupe REX</li> <li>- 2 patients de chaque groupe n'ont pas pu participer à la 2<sup>e</sup> mesure</li> </ul> </li> <li>• Pourcentage moyen de temps sur treadmill <ul style="list-style-type: none"> <li>- REX 57.8% +- 27% vs R 8,60% +- 8%</li> <li>- <math>VO_{2PEAK}</math> a augmenté de 22,7% chez REX et diminué de 1,35% pour R = meilleure endurance cardiovasculaire et capacité musculaire</li> </ul> </li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La dépense énergétique de repos a augmenté de 15% pour R de 6% pour REX.</li> </ul>	
DISCUSSION	<p>Discussion des résultats : il s'agit de la 1<sup>ère</sup> étude qui étudie les effets d'un programme d'exercices contre résistance chez l'enfant brûlé. L'élément important à souligner est qu'il y a une augmentation de plus de 20 fois du taux de masse maigre moyen pour REX par rapport à R, qui est en parallèle de l'augmentation de la force musculaire, du travail total et de la puissance. Il y a donc une augmentation significative de masse maigre corporelle au niveau du tronc, des MS et des MI ; mais en comparant REX et R, significative seulement pour le tronc.</p> <p>Interprétations : Étant donné que l'enfant brûlé a déjà une masse maigre corporelle très basse par rapport à l'enfant sain, il est plus facile d'augmenter celle-ci avec ce genre de programme. Les stimuli d'entraînement pour produire l'hypertrophie sont donc plus bas chez l'enfant brûlé. Aussi, l'association exercices en résistance + en endurance a de meilleurs effets sur la dépense énergétique de repos que des exercices en résistance seuls. La réponse normale à l'exercice en résistance consiste en une augmentation de l'activation nerveuse (phase précoce de programme) et en une hypertrophie musculaire (phase plus tardive), ce qui explique l'augmentation modeste de MMC chez REX.</p> <p>Limitations/généralisabilité : intensité du programme pas assez élevée pour provoquer un changement de force, augmentation de la dégradation musculaire sur un muscle en mauvais état après programme contre résistance ( ? ), début de programme à 6 mois post-brûlure car plaies cicatrisées/situation psychologique favorable, méconnaissance association état physique/émotionnel, améliorations qualités aérobies du muscle.</p> <p>Conclusion : Les résultats de l'étude démontrent que les enfants brûlés augmentent leur force musculaire par ce genre de programme, et que cela devrait être un composant fondamental du traitement multidisciplinaire des victimes de brûlures thermiques.</p> <p>Ouverture : études mécanistes sur les effets de l'exercice et comment l'exercice peut faire bénéficier les victimes.</p>	
Risque de biais	<p>1 : le processus de randomisation n'est pas précisé, nous ne pouvons pas déterminer le risque de biais.</p> <p>2 : les renseignements sont insuffisants pour déterminer si le secret d'attribution est préservé (non clair).</p>	

	3 : pas de mise en insu des participants et des thérapeutes. 4 : nous ne savons pas si les évaluateurs sont en aveugle. 5 : pas d'exclusion de participants pour l'analyse. 6 : les auteurs ne rapportent pas de risques de biais. 7 : risque de biais d'allocation car petit échantillon.	
Score PEDro	4/10	Défini par nos soins.

Fiche de lecture : Przkora et al. (2007)			
Titre de l'article	<i>The Effects of Oxandrolone and Exercise on Muscle Mass and Function in Children With Severe Burns</i>		
Auteurs/revue/date/vol/pages	Przkora R, Herndon DN, Suman OE / Pediatrics / janv 2007 / 119(1) / e109-116.		
TITRE & RÉSUMÉ	Titre	Pas d'identification en tant qu'essai randomisé dans le titre.	
	Résumé	Le résumé reprend la structuration de l'article, les différentes parties sont mentionnées séparément.	
INTRODUCTION	<p>Contexte : Différentes études ont démontré des améliorations de la masse maigre corporelle chez les enfants grands brûlés suite à un programme d'exercice physique, mais qui s'avèrent modérées. De même, d'autres études combinant administration d'agents anaboliques (par exemple hormones de croissance) et exercice physique n'ont pas su démontrer d'augmentation significative de masse maigre corporelle, comparé à l'exercice physique seul. Ce dernier étant même le seul responsable de l'augmentation de force musculaire. Un autre agent anabolique, l'oxandrolone (stéroïde anabolisant), a démontré des effets atténuants sur le catabolisme et améliorants sur la synthèse de protéines musculaires chez l'enfant. Les effets de l'association oxandrolone + exercice physique chez l'enfant grand brûlé n'a pas encore été étudié.</p> <p>Objectif de l'étude : étudier les effets d'un programme d'exercice physique en hôpital associé à un traitement en oxandrolone.</p> <p>Hypothèse : la combinaison d'oxandrolone donnée sur une période plus courte, avec de l'exercice physique chez les enfants grands brûlés, résulterait en une amélioration plus significative en terme de masse maigre corporelle, de force musculaire et de capacité aérobie que l'oxandrolone seule ou l'exercice seul.</p>	Le contexte est bien présenté et pose l'intérêt de l'étude. L'objectif de l'étude est déterminé et l'hypothèse également.	
MATÉRIELS ET MÉTHODES	Type d'étude	Essai contrôlé randomisé	Les modalités de randomisation ne sont pas précisées et il n'y a pas de double-aveugle.
	Population	<p>Participants : N = 51 (41 garçons, 10 filles), âgés entre 7 et 17 ans, avec brûlure TBSA &gt; 40% et cicatrices guéries à 95%. Le consentement auprès des parents ou du représentant légal était demandé, ainsi qu'auprès de l'enfant.</p> <p>Critères d'exclusion : Hypoxie cérébrale, troubles psychologiques, tétraplégie, troubles sévères du comportement ou cognitifs.</p>	La taille de l'échantillon n'est pas calculée. Les critères d'inclusion ne sont pas explicitement décrits mais les critères d'exclusion sont déterminés. Le lieu de recueil des données n'est pas explicité.

	Interventions	<p>Groupe OXEX (n=14) : Programme de 12 semaines de réhabilitation physique en hôpital + programme individuel et supervisé d'exercice physique + oxandrolone</p> <p>Groupe PLEX (n=17) : Programme de 12 semaines de réhabilitation physique en hôpital + programme individuel et supervisé d'exercice physique + placebo</p> <p>Groupe OX (n=9) : Programme de 12 semaines de réhabilitation physique à domicile, sans exercice physique + oxandrolone</p> <p>Groupe PL (n=11) : Programme de 12 semaines de réhabilitation physique à domicile, sans exercice physique + placebo</p> <p>Groupe 5 : Enfants non-brûlés</p> <p>Protocole :</p> <p>8 exercices renforcement musculaire : développé couché, presse à cuisses, développé épaule, extension de jambe, flexion de bras, flexion de jambe, extension de bras, pointes de pieds.</p> <p>Sur machines ou avec poids.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1<sup>ère</sup> semaine 50-60% 3RM (3 séries de 4-10 répétitions)</li> <li>• 2 – 6 semaines 70-75% 3RM (3 séries de 4-10 répétitions)</li> <li>• 7 – 12 semaines 80-85% 3 RM (3 séries de 8-12 répétitions)</li> </ul> <p>1 minute de repos entre chaque série.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exercices aérobiques sur treadmill ou cyclo-ergomètre (20-40min), 5j/semaine, à 70-85% de la VO<sub>2</sub>peak ; précédés d'un échauffement de 5min sur treadmill à une intensité &lt;50%. Durant ces exercices, mesures de la fréquence cardiaque et de la saturation.</li> </ul> <p>Aucune activité de renforcement musculaire autre n'est possible en dehors du programme ; AVQ se poursuivent.</p> <p>Les patients ont été considérés comme participants s'ils avaient réalisés 33 des 36 sessions d'exercice.</p>	Les interventions pour chaque groupe sont suffisamment détaillées pour pouvoir reproduire l'étude.
	Critères de jugement	<p>Mesures début et fin de programme (6 et 9 mois post-brûlure) de la taille et du poids.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesure de la force musculaire : <ul style="list-style-type: none"> <li>- en isocinétique (150°/s) des extenseurs de jambe du membre dominant (2x10 mouvements maximaux volontaires, 3min de repos entre chaque série) ; pic de couple (N.m).</li> <li>- 3 RM développé couché, presse à cuisses, développé épaule, extension de jambe, flexion de bras, flexion de jambe, extension de bras (mesures non établies pour les groupes ne suivant pas le programme d'exercices).</li> </ul> </li> <li>• Mesure du pic de consommation d'oxygène : protocole de Bruce modifié sur treadmill, mesure de F<sub>cm</sub> et consommation d'oxygène (VO<sub>2</sub>, VO<sub>2</sub>peak) (permet d'établir l'intensité à laquelle les patients suivant le programme d'exercices devront s'entraîner).</li> </ul>	Les critères de jugement sont définis entièrement, leurs mesures sont détaillées, mais ils ne sont pas classifiés en « principal » et « secondaires ».

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesure de la masse maigre corporelle LBM (en kg) : dual-energy X-ray absorptiometry. Calcul des tissus mous et séparation en LBM, contenu minéral osseux et masse graisseuse.</li> <li>• Mesures de la masse sans graisse FFM (en kg)</li> </ul>	
	Analyse statistique	Analyse de variance à un facteur (one-way ANOVA : comparaison de moyennes de plus de 2 échantillons) et test de Student-Newman-Keuls de comparaison multiple pour OXEX, PLEX, OX et PL après 12 semaines. Significativité statistique si $p < 0,05$ .	Analyse statistique justifiée.
RÉSULTATS		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Homogénéité des groupes en ce qui concerne la taille, le poids, la masse maigre corporelle, la force musculaire et les capacités cardiopulmonaires à 6 mois post-brûlure.</li> <li>• Taille et poids <ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation de la taille dans chaque groupe, pas de différence significative entre les groupes.</li> <li>- Augmentation du poids dans chaque groupe, augmentation significative pour OXEX (14+-5,4%) comparé à OX (8,6+-5,0%), PLEX (4,9+-7,6%) et PL (2,5+-4,2%).</li> </ul> </li> <li>• Masse maigre corporelle <ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation dans 3 groupes, diminution pour PL (-0,8+-6,3%) → diminution de LBM même 6 mois après.</li> <li>- Augmentation significative pour OXEX (12,8+-5,3%) comparé aux autres groupes.</li> <li>- Augmentation significative pour OX (5,7+-2,7%) comparé à PL.</li> <li>- Augmentation significative pour PLEX comparé à PL mais non différent par rapport à OX.</li> </ul> </li> <li>• Force musculaire <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les 4 groupes observent une augmentation du pourcentage moyen de pic de couple.</li> <li>- OXEX (44,9+-34,6%), PLEX (47,3+-40,5%) et OX (44,3+-13,3%) ont montré une augmentation significative comparé à PL (6,6+-15%)</li> </ul> </li> <li>• Capacité cardio-pulmonaire <ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation significative uniquement pour OXEX (18,1+-36,1%) et PLEX (23,2+-16,6%), comparés à OX (8,9+-20%) et PL (9,35+-16,8%).</li> </ul> </li> </ul>	<p>Pas de diagramme de flux.</p> <p>Les dates de recrutement ne sont pas précisées.</p> <p>Les caractéristiques démographiques des participants sont détaillées dans une table.</p> <p>Les effectifs ont été analysés.</p> <p>Les résultats sont donnés pour chaque groupe et sont présentés dans les figures en annexes, pour chaque critère, avec la précision (p).</p>
DISCUSSION		<p>Discussion des résultats : Comparé à l'étude de Suman 2003 (hormone de croissance), l'administration d'oxandrolone associée à l'exercice (OXEX) augmente significativement la masse maigre corporelle comparé aux autres groupes. Le gain significatif de poids dans OXEX comparé aux autres groupes est en accord avec l'augmentation de LBM dans ce groupe.</p> <p>Interprétations : La force musculaire a été significativement augmentée dans le groupe OXEX mais aussi dans le groupe OX, ce qui est particulièrement intéressant pour les enfants de moins de 7 ans qui ne sont pas capables de participer à un tel programme.</p>	<p>Les biais de l'étude ne sont pas présentés.</p> <p>Les risques possibles de l'administration d'oxandrolone sont spécifiés.</p> <p>Les limitations quant à la faisabilité d'un tel programme sont également annoncées : retour des enfants à l'hôpital (ne sont pas réhospitalisés mais doivent vivre à</p>

	<p>Le groupe sans exercice est le seul à voir sa masse maigre corporelle diminuer après 9 mois, ce qui démontre la durée étendue de catabolisme musculaire après brûlure.</p> <p>Limitations/généralisabilité : L'étude ne démontre pas les mécanismes, il ne s'agit donc que de spéculations des résultats. Des modifications peuvent être apportées comme le fait de démarrer un programme d'exercice directement après sortie de l'hôpital, soit 2 à 3 mois après brûlure, en cabinet libéral ou dans une salle de gym (avec ou sans oxandrolone) pour faciliter le suivi du programme. L'oxandrolone, en combinaison avec l'exercice ou seule, est bénéfique.</p> <p>Conclusion : la combinaison d'oxandrolone et d'exercice physique est recommandée comme un composant fondamental d'une approche multidisciplinaire afin d'améliorer la réhabilitation et la réintégration des enfants brûlés dans la société.</p>	<p>proximité de l'hôpital durant plusieurs semaines).</p> <p>La conclusion est cohérente avec les résultats de l'étude.</p>
Risques de biais	<p>1 : le processus de randomisation n'est pas précisé, nous ne pouvons pas déterminer le risque de biais.</p> <p>2 : les renseignements sont insuffisants pour déterminer si le secret d'attribution est préservé (non clair).</p> <p>3 : pas de mise en insu des participants et des thérapeutes.</p> <p>4 : nous ne savons pas si les évaluateurs sont en aveugle.</p> <p>5 : pas d'exclusion de participants pour l'analyse.</p> <p>6 : les auteurs ne rapportent pas de risques de biais.</p> <p>7 : risque de biais d'allocation car petit échantillon.</p>	
Score PEDro	3/10	Défini par PEDro.

Fiche de lecture : Wurzer et al. (2016)			
Titre de l'article	<i>Long-term effects of physical exercise during rehabilitation in patients with severe burns</i>		
Auteurs/revue/date/vol/pages	Wurzer P, Voigt CD, Clayton RP, Andersen CR, Mlcak RP, Kamolz L-P, et al. Surgery / sept 2016 / 160(3) / 781-788.		
TITRE & RÉSUMÉ	Titre	La randomisation n'est pas identifiée dans le titre.	
	Résumé	Le résumé reprend le plan de l'article.	
INTRODUCTION	<p>Contexte : Depuis plusieurs décennies, les avancées en terme de réanimation ont considérablement réduit la mortalité des enfants grands brûlés. La réponse hypermétabolique est la séquelle principale et est associée à une perte importante de masse maigre corporelle, une protéolyse du muscle squelettique et une immobilisation prolongée. Malgré les progrès de prise en charge médicale, cette réponse inflammatoire persiste parfois 2 ans après la brûlure et même plus. Des études ont déjà prouvé les effets d'un programme d'exercice physique après brûlure, mais aucune sur les effets d'un tel programme après 2 ans.</p> <p>Objectif de l'étude : Comparer les paramètres fonctionnels à long-terme entre des enfants grands brûlés ayant participé ou non à un programme d'exercice physique (en absence de traitement anabolisant).</p> <p>Hypothèse : /</p>	<p>Le contexte est bien présenté et pose l'intérêt de l'étude. L'objectif de l'étude est déterminé, mais il n'y a pas d'hypothèse de base.</p>	
MATÉRIELS ET MÉTHODES	Type d'étude	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entre 1997 et 2008 : randomisation entre groupe exercice (EX) et groupe sans exercice (NOEX).</li> <li>Puis entre 2009 et 2015 : plus de randomisation, les participants choisissent entre les 2 groupes après la sortie d'hôpital.</li> </ul>	Le changement de méthode de répartition de la population entre les 2 groupes est mentionné, mais la raison n'est pas déterminée et l'étude perd en qualité du fait de la non-randomisation par la suite.
	Population	<p>Participants : N = 125</p> <p>Critères d'inclusion : Patients âgés entre 7 et 18 ans, avec brûlure TBSA &gt; 30%.</p> <p>Critères d'exclusion : Amputation de membre inférieur, hypoxie cérébrale, troubles psychologiques, tétraplégie, troubles sévères du comportement ou cognitifs, prise d'agent anabolique durant la phase aiguë hospitalière ou lors du RAD.</p>	<p>La taille de l'échantillon n'est pas calculée puisque tous patients pouvant être inclus dans l'étude le sont.</p> <p>Les critères d'inclusion sont explicitement décrits et les critères d'exclusion sont déterminés.</p> <p>Le lieu de recueil des données n'est pas explicité.</p>
	Interventions	Groupe EX (n=82) : Programme de 12 semaines de réhabilitation physique en hôpital + programme individuel et supervisé d'exercice physique.	Les interventions pour chaque groupe ne sont pas suffisamment détaillées pour pouvoir reproduire exactement l'étude.

		<p>Groupe NOEX (n=43) : Réhabilitation conventionnelle (ergo + kiné), 1h 2x/j, à domicile.</p> <p>Programme :</p> <p>8 exercices renforcement musculaire : développé couché, presse à cuisses, développé épaule, flexion de bras, flexion de jambe, extension de bras, pointes de pieds et curls abdominaux.</p> <p>Sur machines ou avec poids. 3j/semaine</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1<sup>ère</sup> semaine 50% 3RM</li> <li>• 2 – 6 semaines 3RM (3 séries de 12-15 répétitions)</li> <li>• 7 – 12 semaines 3 RM (3 séries de 8-12 répétitions)</li> </ul> <p>1 minute de repos entre chaque série.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exercices aérobiques sur treadmill ou cyclo-ergomètre (20-45min), 3j/semaine.</li> <li>• Aucune activité de renforcement musculaire autre n'est possible en dehors du programme ; AVQ se poursuivent.</li> </ul>	<p>L'article se réfère aux études précédentes en ce qui concerne le programme d'exercice physique et manque donc de précision.</p> <p>Par exemple, les pourcentages de 3RM pour le travail contre résistance ne sont pas déterminés. Le nombre de répétition en 1<sup>ère</sup> semaine n'est pas mentionné.</p>
	Critères de jugement	<p>Les mesures ont été réalisées à la sortie d'hôpital, 12 mois et 24 mois après la brûlure.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesure de la composition corporelle : taille, masse corporelle, masse maigre corporelle (dual-energy X-ray absorptiometry, calcul du LBM total, du LBM du MI dominant, index (LBM en kg / taille en m<sup>2</sup> et du BMI%).</li> <li>• Mesure de la force musculaire : en isocinétique (150°/s) des extenseurs de jambe du membre dominant (2x10 mouvements maximaux volontaires, 3min de repos entre chaque série) ; pic de couple (N.m) et pic de couple par poids puis par LBM (en%).</li> <li>• Mesure du pic de consommation d'oxygène : protocole de Bruce sur treadmill, mesure de la fréquence cardiaque (FCMAX), fréquence cardiaque de repos et de la consommation d'O<sub>2</sub> (VO<sub>2</sub>max).</li> </ul>	<p>Les critères de jugement sont définis entièrement, leurs mesures sont détaillées, mais ils ne sont pas classifiés en « principal » et « secondaires ».</p>
	Analyse statistique	Test t de Welch ou test du khi-deux. Niveau de significativité statistique p<0,05	Analyse statistique justifiée.

<p>RÉSULTATS</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Patients <ul style="list-style-type: none"> <li>- Moyenne d'âge de 12+/-4 ans.</li> <li>- Pas de différence significative entre les groupes au niveau du TBSA, du degré de brûlure, âge, durée d'hospitalisation ou sexe. Type de brûlures comparables.</li> </ul> </li> <li>• Composition corporelle <ul style="list-style-type: none"> <li>- BMI% significativement plus bas (<math>p=0,04</math>) pour EX que pour NOEX après RAD, mais similaire à 12 mois (<math>p=0,71</math>) et à 24 mois (<math>p=0,34</math>).</li> <li>- BMI% significativement plus grand pour EX de RAD à 12 mois et 24 mois, par rapport à NOEX (<math>p&lt;0,05</math>).</li> <li>- BMI% ne varie pas significativement avec la durée d'exercice.</li> <li>- Dans les 2 groupes, la masse musculaire exprimée en tant que LBM index a augmenté significativement du RAD à 12 et 24 mois (<math>p&lt;0,05</math>).</li> <li>- Mais LBM index similaire pour EX et NOEX à RAD (<math>p=0,07</math>), 12 mois (<math>p=0,96</math>) et 24 mois (<math>p=0,57</math>).</li> <li>- La durée d'exercice n'affecte pas le LBM index (<math>p=0,37</math>), il est inchangé pour NOEX (<math>p=0,13</math>).</li> </ul> </li> <li>• Force musculaire <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pic de couple par poids de EX est comparable à NOEX à RAD (<math>p=0,95</math>), 12 mois (<math>0,93</math>) et 24 mois (<math>p=0,39</math>).</li> <li>- Dans les 2 groupes, pic de couple par poids s'est significativement amélioré du RAD à 12 et 24 mois (<math>p&lt;0,01</math>).</li> <li>- Pic de couple par poids a significativement augmenté avec la durée d'exercices à l'hôpital (<math>p&lt;0,01</math>), pas de changement pour NOEX sur cette période (<math>p=0,53</math>).</li> <li>- Dans les 2 groupes, pic de couple par masse maigre de MI s'est significativement amélioré de RAD à 12 mois (<math>p&lt;0,01</math>) et 24 mois (<math>p&lt;0,01</math>), de même avec la durée d'exercice.</li> <li>- NOEX a montré une diminution du pic de couple par masse maigre de MI pendant ce temps, mais de manière non significative (<math>p=0,70</math>).</li> </ul> </li> <li>• Capacité aérobie <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>VO_{2MAX}</math> a augmenté significativement dans les 2 groupes à 12 et 24 mois (<math>p&lt;0,01</math>).</li> <li>- Elle a également augmenté en fonction de la durée d'exercice (<math>p&lt;0,01</math>) pour EX tandis que NOEX a montré une diminution.</li> <li>- Les 2 groupes ont démontré des pics de FC comparables à RAD, 12 et 24 mois, mais celui-ci a augmenté significativement avec la durée d'exercice (<math>p=0,01</math>). Pic de FC stable pour NOEX (<math>p=0,61</math>).</li> <li>- Les 2 groupes ont des FC de repos significativement différentes à RAD (<math>p=0,03</math>) et à 24 mois (<math>p&lt;0,01</math>). Similaires à 12 mois (<math>p=0,15</math>).</li> <li>- FC de repos a diminué significativement avec la durée d'exercice (<math>p=0,04</math>), pas de changement pour NOEX (<math>p=0,61</math>).</li> </ul> </li> </ul>	<p>Pas de diagramme de flux.</p> <p>Les dates de recrutement sont précisées.</p> <p>Les caractéristiques démographiques des participants sont détaillées dans une table.</p> <p>Les effectifs ont été analysés.</p> <p>Pour chaque critère de jugement, les résultats sont donnés (en table 3) ainsi que l'écart-type.</p> <p>Les risques ne sont pas mentionnés.</p>
------------------	--	---

<p style="text-align: center;">DISCUSSION</p>	<p>Discussion des résultats : La force musculaire et la capacité cardiopulmonaire augmentent significativement avec l'exercice physique en hôpital. Le BMI% de EX a augmenté significativement, et alors qu'il était plus bas que NOEX à RAD, il a atteint les mêmes valeurs 1 an après. À 1 an, tous les exercices ont permis d'améliorer la composition corporelle et la capacité pulmonaire, avec des mesures comparables à des enfants sains. À 2 ans, la force musculaire et le pics de FC des enfants brûlés est comparable aux enfants sains.</p> <p>Interprétations : Un programme d'exercices à l'hôpital est peut-être capable de contrecarrer les conséquences du catabolisme musculaire induit par la brûlure grave.</p> <p>Limitations/généralisabilité : Combien de séances par semaine pour maintenir les gains de force après un programme d'exercice de 12 ou 20 semaines ? - Faigenbaum : chez l'enfant sain, 1 séance par semaine non suffisante - Chez des enfants pratiquant le base-ball, 2 séances par semaine OK Maintenir un programme d'entraînement pour conserver les gains de force et de capacité cardiopulmonaire du programme d'exercice, mais aussi pour l'enfant il s'agit de bénéfices pour la croissance osseuse, la santé psychosociale, et la prévention de l'obésité et de maladies cardiovasculaires.</p> <p>Limites de l'étude : pas de prise en compte des bénéfices psychosociaux.</p> <p>Conclusion : Un programme d'exercice physique en hôpital améliore significativement la force musculaire et la capacité cardiopulmonaire des enfants grands brûlés. Les bénéfices sont visibles jusqu'à 1 an après la brûlure mais diminuent grandement 2 ans après brûlure. La participation continue à un programme d'exercice physique est recommandée afin que les bénéfices persistent dans le temps.</p>	<p>Les limites de l'étude sont mentionnées, mais pas les éventuels biais.</p> <p>L'interprétation des résultats est cohérente avec la conclusion/</p>
<p style="text-align: center;">Risque de biais</p>	<p>1 : le processus de randomisation n'est pas précisé, puis changement d'attribution au cours de l'étude avec possibilité des participants de choisir le groupe intervention. 2 : le secret d'attribution n'est pas préservé puisque le choix est donné aux participants. 3 : pas de mise en insu des participants et des thérapeutes. 4 : les évaluateurs ne sont pas en aveugle car ils analysent les résultats d'un seul groupe après que le processus de randomisation est arrêté. 5 : pas d'exclusion de participants pour l'analyse. 6 : les auteurs ne rapportent pas de risques de biais. 7 : risque de biais de participation car les sujets sont volontaires à participer à l'étude et leurs caractéristiques peuvent être différentes de celles des sujets non-volontaires.</p>	
<p style="text-align: center;">Score PEDro</p>	<p>3/10</p>	<p>Défini par nos soins.</p>

## ANNEXE VI : Tableau récapitulatif des scores PEDro

Études	Items											Score total/10	Défini par PEDro
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Ebid <i>et al.</i> 2017	X	X	X	X	X			X		X	X	7	X
Suman <i>et Herndon</i> 2007	X	X		X				X		X	X	5	X
Hardee <i>et al.</i> 2014		X		X						X	X	4	X
Al-Mousawi <i>et al.</i> 2010	X	X						X		X	X	4	X
Suman <i>et al.</i> 2003	X	X		X						X	X	4	X
Suman <i>et al.</i> 2001	X	X		X						X	X	4	
Przkora <i>et al.</i> 2007	X	X								X	X	3	X
Wurzer <i>et al.</i> 2016	X			X						X	X	3	

*En rouge : item 1 non pris en compte dans le calcul du score ; en vert : items pris en compte dans le calcul du score.*

**ANNEXE VII : Tableau représentant les caractéristiques des participants  
aux études**

Études	Groupes	Nombre de participants	Sexe (Garçons/ Filles)	Âge (en années)	Poids (en kilogrammes)	Taille (en centimètres)	Début du programme (mois post-brûlure)	Surface cutanée brûlée (en pourcentage)	Type(s) de brûlure
Ebid et al. 2017	Vitamine D	15	10 / 7	13,80±1,47	47,34±3,34	142,53±3,1	A la sortie d'hôpital	48,20±2,32	NC
	Isocinétique	17	11 / 6	13,11±1,45	47,56±2,89	141,2±3,30		50,06±2,08	
	Kinésithérapie	16	9 / 5	12,93±1,34	48,0±2,67	140,06±2,93	X	49,40±3,23	
Suman et Hemdon 2007	Exercice	11	9 / 2	11,8±1,5	51,3±0,6	149,6±2,5	6 mois	61±2	NC
	Sans exercice	9	8 / 1	13,4±1,8	45,2±2,0	154,4±2,8	X	56±2	
Hardee et al. 2014	Exercice	24	20 / 4	13±1	46±3	152±4	A la sortie d'hôpital	59±2	NC
	Sans exercice	23	18 / 5	13±1	47±5	156±4	X	60±3	
Al-Mousawi et al. 2010	Exercice	11	9 / 2	12,2±3,2	45,4±22,5	150±23	6 mois	61±13	• Flammes 91% • Électrique + flammes 9%
	Sans exercice	10	7 / 3	13,7±3,6	46,4±22,3	153±127	X	56±15	• Flammes 90% • Électrique + flammes 10%
Suman et al. 2003	GHEX	10	9 / 1	11,0±0,8	50,5±9,2	143,3±6,0	6 mois	60,3±1,9	Thermique
	SALEX	13	10 / 3	10,5±0,7	38,1±5,6	140,6±6,3		58,5±2,8	
	GH	10	9 / 1	11,5±1,6	38,6±10,6	137,3±1,5	X	55,9±3,1	
	SAL	11	9 / 2	10,8±0,7	36,6±3,7	146,7±1,4		53,4±3,1	
Suman et al. 2001	Exercice	19	16 / 3	10,5±0,92	40,6±4,75	143,3±5,50	6 mois	59,4±3,30	Thermique
	Sans exercice	16	12 / 4	11,0±1,20	40,6±4,56	146,7±6,40	X	58,0±4,42	
Przkora et al. 2007	OXEX	14	13 / 1	12,1±0,8	41,5±4,2	147,3±5,5	6 mois	52,1±3,4	NC
	OX	9	6 / 3	11,8±1,1	40,2±5,4	144,5±8,8	X	54,7±3,9	
	PLEX	17	13 / 4	10,9±0,9	33,3±5,9	138,8±7,1	6 mois	55,6±3,6	
	PL	11	9 / 2	11,8±1,0	39,8±5,3	147,1±7,4	X	51,6±4,6	
Wurzer et al. 2016	Exercice	82	59 / 23	12±4	X	X	A la sortie d'hôpital	56±15	• Flammes 83% • Électrique + flammes 13% • Électrique 1% • Ébouillantage 2%
	Sans exercice	43	34 / 9	12±4	X	X	X	54±14	• Flammes 86% • Électrique + flammes 12% • Électrique 2%

ANNEXE VIII : Tableau représentant les risques de biais de chaque étude, à partir du « Risk of bias tool 2.0 » de la Cochrane Collaboration

	1/Biais de sélection : processus de randomisation	2/Biais de sélection : répartition dissimulée	3/Biais de performance	4/Biais de détection	5/Biais d'attrition	6/Biais rapportés par les auteurs	7/Autres biais
Ebid et al. 2017							
Suman et Herndon 2007							
Hardee et al. 2014							
Al-Mousawi et al. 2010							
Suman et al. 2003							
Suman et al. 2001							
Przkora et al. 2007							
Wurzer et al. 2016							

D'après « Higgins JPT, Altman DG, Gøtzsche PC, Jüni P, Moher D, Oxman AD, et al. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*. 18 oct 2011;343:d5928.

# RÉSUMÉ / ABSTRACT

## Effets de l'exercice physique sur les enfants grands brûlés : une revue systématique

**Introduction** : Les enfants ayant subi une brûlure grave et étendue sont particulièrement touchés par un Syndrome Inflammatoire de Réponse Systémique (SIRS) qui se met en place de manière précoce, intense et prolongée. Le métabolisme est alors en état d'hyperactivité et provoque plus spécifiquement un catabolisme musculaire persistant plus de neuf mois après la brûlure. Il en découle alors une importante fonte musculaire, caractérisée par une perte de Masse Maigre Corporelle (MMC). Ajouté à cela un alitement strict durant plusieurs semaines, les enfants grand brûlés sont en situation de déconditionnement musculaire important. Nous nous demandons donc si l'Exercice Physique (EP), en plus du traitement masso-kinésithérapique, peut être un moyen d'augmenter la masse maigre corporelle chez l'enfant grand brûlé.

**Matériel et méthode** : Nous avons interrogé cinq bases de données (MEDLINE, PEDro, Cochrane Library, Google Scholar et Science Direct) sur une période de recherche allant du 15 octobre 2020 au 5 mai 2021. Pour chaque base, une équation a été créée en utilisant les mots de recherche que nous avons définis en se basant sur notre question au format PICO. Nous avons déterminé des critères d'inclusion et de non-inclusion, ainsi que des critères de jugement principal et secondaires afin de répondre à notre problématique.

**Résultats** : Huit articles ont été retenus sur les 755 références identifiées. Les résultats de ces études semblent indiquer qu'un programme de douze semaines d'EP en force et endurance augmente significativement la MMC chez les enfants grand brûlés, au même titre que la force musculaire et la capacité aérobie. Certaines études mettent en avant que ce type de programme peut débuter précocement (dans les six mois après brûlure) et ne comporte pas d'effets délétères.

**Discussion** : L'EP chez l'enfant grand brûlé semble être un moyen sûr et efficace pour améliorer la MMC. L'application en France de programmes d'entraînement en force et en endurance pourrait ainsi être envisageable sereinement, tout en étant attentif à l'état clinique de l'enfant.

**Mots-clés** : Brûlures graves, enfants, exercice physique, masse maigre corporelle.

---

## Effects of physical training in severely burned children : a systematic review

**Background** : Children suffering severe and extended burns are especially affected by a Systemic Inflammatory Response Syndrome (SIRS). It sets up in an early, intense and prolonged way. Consequently, metabolism is hyperactive and causes a muscular catabolism lasting up to nine months long after the accident. The result is an important loss of Lean Body Mass (LBM). Plus a strict bed rest for several weeks, children with severe burns are in a significant muscle degradation situation. Therefore, we wonder if Physical Training (PT) in addition to physical therapy could increase lean body mass on severely burned children.

**Method** : From October 15, 2020 to May 5, 2021, we searched five databases (MEDLINE, PEDro, Cochrane Library, Google Scholar and Science Direct). An equation was done for each database using keywords based on our PICO question. In order to address this issue, we determined inclusion and non-inclusion criteria as well as primary and secondary endpoints.

**Results** : We included eight articles from the 755 identified references. The results of these studies suggest that a strength and endurance PT during twelve weeks increases significantly severely burned children's LBM. As muscle strength and aerobic capacity do too. Some studies show that this type of program can start early (within six months after a burn) without causing harmful effects.

**Discussion** : PT on severely burned children seems to be a safe and effective way to improve LBM. In France, applying a strength and endurance training program could thus be considered with confidence, while being attentive to the clinical child's condition.

**Keywords** : Severe burns, children, physical training, lean body mass.