



HAL
open science

Effets des ondes de choc extracorporelles sur la douleur, le prurit et les caractéristiques des cicatrices de patients brûlés graves (2ème degré profond et 3ème degré)

Inès Rehim

► To cite this version:

Inès Rehim. Effets des ondes de choc extracorporelles sur la douleur, le prurit et les caractéristiques des cicatrices de patients brûlés graves (2ème degré profond et 3ème degré). Médecine humaine et pathologie. 2021. dumas-03358296

HAL Id: dumas-03358296

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03358296>

Submitted on 29 Sep 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**Effets des ondes de choc
extracorporelles sur la douleur, le
prurit et les caractéristiques des
cicatrices de patients brûlés graves
(2ème degré profond et 3ème degré)**

REHIMI Inès

Directeur de mémoire : Mme ROUVIERE Emilie

Cadre de santé

Résumé

Introduction : Les patients grands brûlés sont exposés à de nombreux symptômes désagréables, tels que la douleur, les sensations de démangeaisons et la modification de l'aspect de leurs cicatrices qui deviennent inesthétiques, et ce tout au long de leur guérison qui peut durer des mois voire des années. Les centres spécialisés proposent des thérapeutiques adaptées à ces patients tels que le port de vêtements compressifs, des gels, des massages cicatriciels, des orthèses, des étirements et postures, etc ; mais malgré cela, les patients se plaignent toujours des mêmes symptômes.

Objectif : Une revue de littérature pour estimer si les ondes de chocs extracorporelles, en tant que traitement adjuvant, pourraient diminuer considérablement l'intensité de ces symptômes.

Méthodologie : La recherche a été effectuée sur trois bases de données : Pubmed, Cochrane Library et Science directe. Six essais cliniques randomisés ont été sélectionnés pour étudier les effets des ondes de chocs extracorporelles, comparées à un placebo pour quatre d'entre eux, ou bien seulement à de la thérapie conventionnelle pour les deux autres. Les trois critères de jugement principaux étaient la diminution de la douleur, du prurit et la modification des caractéristiques des cicatrices.

Résultats et analyse : La comparaison des articles montre des résultats significatifs ($p < 0,05$) concernant la diminution de la douleur, du prurit et de l'épaisseur des cicatrices. Néanmoins ces résultats sont de faible qualité du fait du petit nombre d'études et de patients (267 au total) ainsi que du risque de biais important pour certaines études. Pour les modifications des caractéristiques, d'après la Vancouver Scar Scale (VSS), les résultats ne sont pas significatifs ni concordants entre les études.

Conclusion : Les ondes de chocs extracorporelles semblent montrer une efficacité dans la prise en charge des cicatrices de grands brûlés, notamment sur la diminution de douleur et de prurit, mais des études supplémentaires seraient nécessaires afin de confirmer scientifiquement ce résultat.

Mots clés : ondes de choc, ESWT, brûlé, brûlés, cicatrice, effet, douleur, prurit, pruritus, finesse

Abstract

Introduction: Severely burned patients are exposed to many unpleasant symptoms, such as pain, itching sensations and changes in the appearance of their scars that become dysesthetic, and this throughout their recovery, which can last for months or even years. The specialized centers offer therapies adapted to these patients such as the wearing of compressive clothing, gels, scar massages, orthotics, stretching and postures, etc.; but despite this, patients always complain of the same symptoms.

Objective: A systematic review to estimate whether extracorporeal shock waves, as an adjuvant treatment, could significantly decrease the intensity of these symptoms.

Methods: The research was conducted on three databases: Pubmed, Cochrane Library and Direct Science. Six randomized clinical trials were selected to study the effects of extracorporeal shock waves, compared to one placebo for four of them, or only conventional therapy for the other two. The three main outcomes were the reduction of pain, the reduction of pruritus and the modification of scar characteristics.

Results and analysis: The comparison of the articles shows significant results ($p < 0.05$) concerning the reduction of pain, pruritus and thickness of scars. However, these results are of low quality due to the small number of studies and patients (267 in total) and the risk of significant bias in some studies. For characteristic changes, based on the Vancouver Scar Scale (VSS), the results are not significant neither consistent between studies.

Conclusion: The extracorporeal shock waves seem to show an effectiveness in the management of scars of major burns, especially on the reduction of pain and pruritus, but additional studies would be needed to scientifically confirm this result.

Key words : shock waves, ESWT, burn, burns, scar, effect, pain, prurit, pruritus, thickness

Remerciements

Mes remerciements vont tout d'abord à Madame Rouvière, cadre de rééducation au sein de l'hôpital Leon Bérard à Hyères et directrice de mon mémoire, pour ses conseils avisés, sa disponibilité et son soutien durant cette année.

Je remercie également toute l'équipe pédagogique de l'EFMK de Marseille pour leurs enseignements et pour m'avoir guidé tout au long de mon cursus.

Je tiens aussi à remercier mes parents et ma sœur qui m'ont soutenu tout au long de ma scolarité, aussi bien sur le plan moral que financier, et m'ont permis d'accéder à ce diplôme d'Etat.

Je remercie mon fiancé, Mohamed Ait Mouloud pour sa relecture et toute l'aide qu'il m'a apportée.

Enfin je remercie mes amies, Séléna, Mouna, Nina, Justine et Marina, ainsi que mes camarades de promotion, qui ont rendus ces quatre années d'études inoubliables.

Table des matières

1	Introduction.....	1
1.1	Anatomo-physiopathologie des brûlures.....	1
1.1.1	Généralités sur les brûlures.....	1
1.1.2	Rappels anatomiques de la peau	2
1.1.2.1	L'épiderme	2
1.1.2.2	Le derme.....	3
1.1.2.3	L'hypoderme.....	3
1.1.3	Les mécanismes de brûlures et leurs conséquences lésionnelles.....	3
1.1.4	Les différents degrés de brûlures et leurs conséquences	5
1.1.4.1	1 ^{er} degré.....	5
1.1.4.2	2 nd degré.....	6
1.1.4.3	3 ^{ème} degré.....	7
1.1.5	Les autres facteurs déterminants la gravité de la brûlure	8
1.2	Cicatrisation de la peau brûlée.....	9
1.2.1	Processus de cicatrisation selon les degrés.....	9
1.2.2	Mécanisme physiopathologique de remaniements du derme : HARA	9
1.2.2.1	Hypertrophie.....	10
1.2.2.2	Adhérences.....	10
1.2.2.3	Rétractions.....	10
1.2.2.4	Attraction.....	10
1.2.3	Deux types de cicatrices pathologiques à différencier : chéloïde et hypertrophique.....	11
1.3	Prise en charge kinésithérapique : les pratiques actuelles	12
1.3.1	Bilans généraux et spécifiques aux patients brûlés	12
1.3.2	Objectifs	12
1.3.3	Principes et contre-indications	13
1.3.4	Techniques de traitement selon les phases.....	14
1.4	Les ondes de choc extracorporelles	17
1.4.1	Définition et fonctionnement.....	17
1.4.2	Applications courantes : bénéfices apportés et effets secondaires fréquents	18
1.4.3	Contre-indications formelles	18
1.5	Enjeux de cette revue.....	18
1.6	PICO	19
2	Méthodologie.....	20
2.1	Critères d'éligibilité des études sélectionnées	20

2.1.1	Schémas d'étude	20
2.1.2	Population et pathologie.....	20
2.1.3	Intervention et comparateurs.....	21
2.1.4	Critères de jugement.....	21
2.2	Méthodologie de recherche	22
2.2.1	Bases de données investiguées.....	22
2.2.2	Équation de recherche	22
2.3	Extraction et analyse des données.....	23
2.3.1	Sélection des études	23
2.3.2	Extraction des données	23
2.4	Évaluation méthodologique des études sélectionnées	24
2.5	Méthode de synthèse des résultats.....	24
3	Résultats.....	25
3.1	Description des études.....	25
3.1.1	Diagramme de flux	25
3.1.2	Etudes exclues.....	26
3.1.3	Les études incluses	26
3.2	Risques de biais des études	27
3.2.1	Grille d'analyse utilisée	27
3.2.2	Synthèse des biais retrouvés dans nos études.....	28
3.3	Effets de l'intervention sur nos critères de jugement.....	30
3.3.1	Effets sur la diminution de la douleur.....	30
3.3.2	Effets sur la diminution des pruritus.....	32
3.3.3	Effets sur la modification des caractéristiques tissulaires	32
4	Discussion	34
4.1	Analyse des principaux résultats.....	34
4.1.1	Analyse des résultats sur la diminution de la douleur	34
4.1.2	Analyse des résultats sur la diminution des sensations de démangeaisons.....	35
4.1.3	Analyse des résultats sur les modifications tissulaires des cicatrices.....	35
4.1.4	Conclusions sur l'analyse des principaux résultats	36
4.2	Applicabilité des résultats en pratique clinique	37
4.2.1	Contraintes pour le thérapeute.....	37
4.2.2	Contraintes pour les patients	38
4.3	Qualité des preuves.....	38
4.3.1	Qualité des preuves sur la diminution de la douleur	39
4.3.2	Qualité des preuves sur la diminution du prurit	40

4.3.3	Qualité des preuves sur la modification des caractéristiques des cicatrices	40
4.4	Biais potentiels de la revue	40
5	Conclusion	43
5.1	Implication pour la pratique clinique	43
5.2	Implication pour la recherche	44
6	Bibliographie.....	45

Table des tableaux :

Tableau 1	: Trois degrés de prévention des brûlures.....	1
Tableau 2	: Les différents mécanismes de brûlures	4
Tableau 3	: Conséquences sur la peau selon la température [5]	5
Tableau 4	: Les brûlures du 1er degré	5
Tableau 5	: Les brûlures du 2ème degré superficiel	6
Tableau 6	: Les brûlures du 2nd degré profond.....	7
Tableau 7	: Les brûlures du 3ème degré	7
Tableau 8	: Gravité des brûlures selon la SFETB (Société Française d'Etude et de Traitement des Brûlures) [7].....	8
Tableau 9	: Différenciation entre deux types de cicatrices pathologiques [8]	11
Tableau 10	: Les principes et contre-indications de la rééducation des grands brûlés selon les phases	14
Tableau 11	: Techniques de rééducation utilisées en 1ère phase (service de réanimation)	15
Tableau 12	: Traitement en centre de rééducation en fonction du stade de cicatrisation	16
Tableau 13	: Effets bénéfiques et indésirables des ondes de chocs extracorporelles	18
Tableau 14	: Modèle PICO de cette revue de littérature	19
Tableau 15	: Recommandation des grades selon la HAS [13].....	20
Tableau 16	: Critères d'inclusion et d'exclusion de la population	21
Tableau 17	: Affinage des équations de recherche selon la base de données	22
Tableau 18	: Etudes exclues et leurs motifs d'exclusion.....	26
Tableau 19	: Principales caractéristiques des études incluses.....	27
Tableau 20	: Scores PEDro des six études retenues	28
Tableau 21	: Comparaison inter groupe des résultats post intervention sur la douleur, mesurés par NRSP et VAS.....	31
Tableau 22	: Comparaison inter groupe des résultats post intervention sur la douleur à la pression, mesurés par le Pain Pressure Threshold (PPT).....	31
Tableau 23	: Comparaison inter groupe des résultats post intervention sur le prurit, mesurés par NRSP	32
Tableau 24	: Comparaison inter groupe des résultats post intervention sur les caractéristiques des cicatrices, mesurés par la VSS	33
Tableau 25	: Comparaison inter groupe des résultats post intervention sur l'épaisseur des cicatrices (en mm)	33
Tableau 26	: Critères de qualité des preuves selon le système GRADE [31].....	38
Tableau 27	: Biais potentiels de la revue selon la cotation de l'échelle AMSTAR 2	41

Table des figures :

Figure 1 : Les circonstances de survenue des brûlures en France [1].....	1
Figure 2 : Coupe de la peau.....	2
Figure 3 : Les couches du derme [3].....	3
Figure 4 : Mécanismes de brûlures en France en 2011 (SFB) [1].....	3
Figure 5 : Coup de soleil (https://www.futura-sciences.com/sante/).....	5
Figure 6 : Mécanisme des brûlures du 1er degré [6].....	5
Figure 7 : Brûlure du 2ème degré superficiel	6
Figure 8 : 1ere étape: dilatation des vaisseaux et sortie de liquide d'origine vasculaire [6].....	6
Figure 9 : 2ème étape: migration du liquide dans une bulle [6]	6
Figure 10 : Brûlure du 2nd degré profond.....	7
Figure 11 : Confirmation du degré profond ou superficiel des brûlures de 2nd degré [6]	7
Figure 12 : Brûlure du 3ème degré.....	7
Figure 13 : Règle des 9 de Wallace pour estimer le pourcentage de surface corporelle brûlée	8
Figure 14 : Symptômes d'hypertrophie [8].....	10
Figure 15 : Schéma des brides rétractiles prévisibles selon les zones du corps [7]	11
Figure 16 : Posture au lit d'un grand brûlé [7]	14
Figure 17 : Posture utilisant un bandage compressif [7].....	15
Figure 18 : Les deux phases de l'onde de choc [10].....	17
Figure 19 : Diagramme de flux de la revue de littérature	25
Figure 20 : Correspondance des échelles de la douleur selon la HAS [28]	30
Figure 21 : Forest plot des résultats sur la diminution de la douleur, mesurés par NRSP et VAS	31
Figure 22 : Forest plot des résultats sur la diminution du prurit, mesurés par NRSP.....	32
Figure 23 : Forest plot des résultats sur la diminution du score de la VSS.....	33
Figure 24 : Forest plot des résultats sur la diminution d'épaisseur des cicatrices (en mm).....	34
Figure 25 : Critères de niveau de confiance d'une revue de littérature selon les résultats de la grille AMSTAR 2 [32].....	42

Liste des abréviations :

SFB	S ociété F rancophone de B rulologie
SIRS	S ystemic I nflammatory R esponse S ndrome
SCT	S urface C orporelle T otale
SFETB	S ociété F rançaise d' E tude et de T raitement des B rûlures
HARA	H ypertrophie A dhérence R étraction A ttaction
PICO	P opulation I ntervention C omparateur O utcomes
HAS	H aute A utorité de S anté
NRS	N umerical R ating S cale
VAS	V isual A nalogic S cale
PPT	P ain P ressure T hreshold
VSS	V ancouver S car S cale
POSAS	P atient and O bserver S car A ssesment S cale
BSHS-B	B urn S pecific H ealth S cale - B rief
MCID	M inimal C linically I mportant D ifference
GRADE	G radings of R ecommendations A ssessment, D evelopment and E valuation
AMSTAR	A Measurement T ool to A ssess S ystematic R eviews
PEDro	P hysiotherapy E vidence D atabase S cale

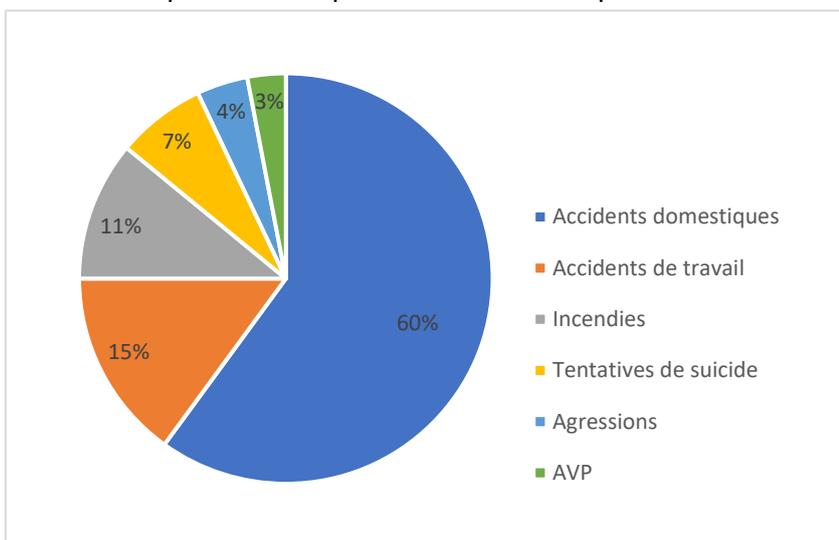
1 Introduction

1.1 Anato-mo-physiopathologie des brûlures

1.1.1 Généralités sur les brûlures

La brûlure est un traumatisme fréquent et banal de la vie courante lorsqu'elle est superficielle. En effet elle peut survenir lors de nombreux gestes de la vie courante, notamment en cuisinant, et reste sans gravité la plupart du temps.

Néanmoins s'il s'agit de brûlures graves, la mortalité est alors très élevée. Nous décomptons 8000 hospitalisations par an en France d'après la Société Francophone de Brulologie (SFB).



¾ des brûlures sont dues à des accidents domestiques et du travail.

Les incendies entraînent des lésions plus graves à cause des inhalations de fumées.

Les tentatives de suicide entraînent toujours des brûlures graves avec des séquelles esthétiques aggravants les problèmes psychologiques des patients.

Figure 1 : Les circonstances de survenue des brûlures en France [1]

La plupart des accidents entraînant des brûlures pourraient être évités, d'où l'importance de la mise en place de campagnes de prévention massives. De plus les accidents concernent trop souvent les enfants de moins de 5 ans, « près d'un tiers des hospitalisations » [1], ce qui remet en cause la vigilance parentale au domicile, notamment dans la cuisine. Les personnes de plus de 65 ans représentent également une part élevée des admissions en service de brûlologie.

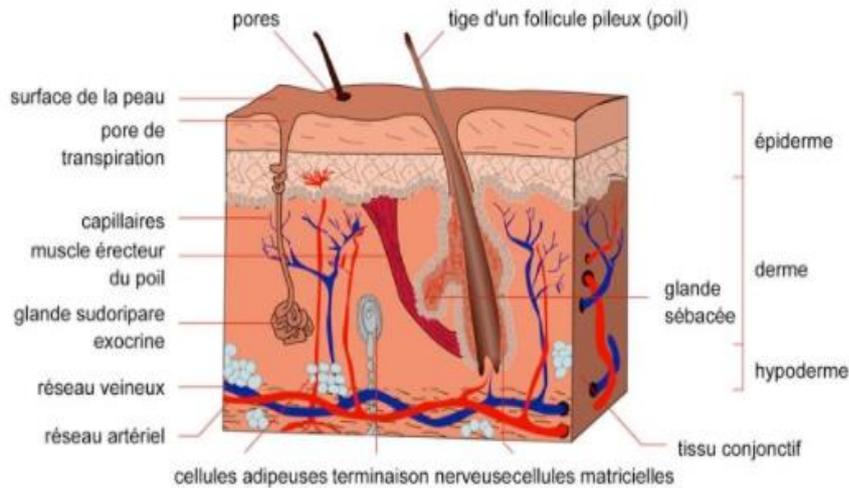
On remarque aussi une prédominance de feux en milieu rural (forêts, cheminées, jardins) surtout en été. Il est très important d'équiper son habitation afin de limiter les risques : détecteurs de fumée, entretien de la cheminée, extincteur à disposition...

Enfin les hommes sont plus exposés au risque de brûlures dans la société du fait de leurs activités : barbecue, professions, bricolage, accidents de moto et de transport en général...

Primaire	Eviter les accidents par des campagnes d'informations
Secondaire	Minimiser les conséquences à court terme (gestes de 1 ^{er} secours)
Tertiaire	Atténuer les conséquences à long terme

Tableau 1 : Trois degrés de prévention des brûlures

1.1.2 Rappels anatomiques de la peau



La peau est un organe à part entière, le plus étendu de l'organisme (2m² chez l'adulte) et le plus lourd (5kg). Il est constitué de l'épiderme, du derme et de l'hypoderme.

Figure 2 : Coupe de la peau

http://www.afrh.fr/la_maladie_de_verneuil_ou_h/structure_de_la_peau.html

Les principales fonctions de la peau sont :

- **Barrière contre l'infection** (1^{ere} cause de mortalité des brûlés)
- **Maintien d'une température centrale normale** (2^{eme} cause de mortalité)
- Barrage contre l'environnement
- Rôle immunitaire
- Activité métabolique avec la synthétisation de la vitamine D.

1.1.2.1 L'épiderme

C'est une couche fine, souple et cellulaire mesurant 1 à 4 mm selon les zones du corps. C'est la couche protectrice de la peau. Il s'agit d'un épithélium pavimenteux stratifié en 4 couches : basale, épineuse, granuleuse et la cornée. Il ne contient aucun vaisseau.

Il est constitué à 80% de kératinocytes qui se renouvellent en permanence et lui donnent sa résistance.

Les 20% restant sont constitués de :

- Mélanocytes qui synthétisent la mélanine pour protéger la peau de la lumière
- Cellules de Langerhans : rôle immunitaire en présentant les antigènes aux lymphocytes T
- Cellules de Merkel : rôle de mécanorécepteurs

1.1.2.2 Le derme

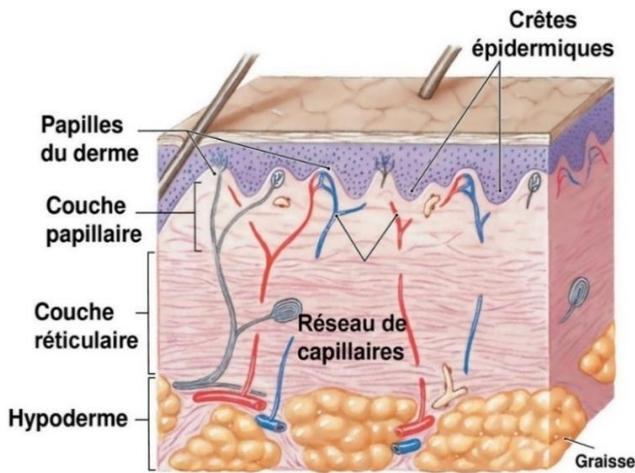


Figure 3 : Les couches du derme [3]

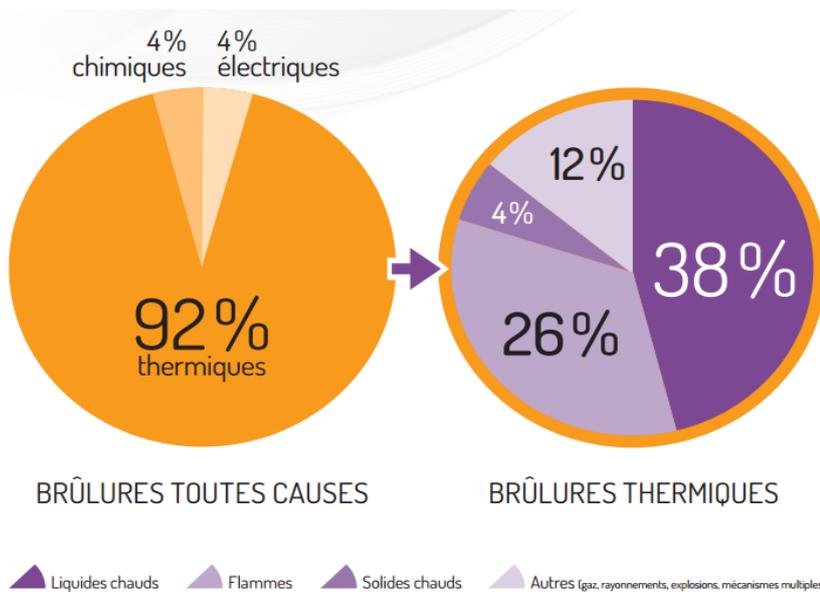
C'est une couche bien plus épaisse que l'épiderme. Elle est constituée de « cellules fixes que sont les fibroblastes et de cellules mobiles que sont les cellules sanguines » [2].

Le derme est divisé en 2 parties :
 - Vers la superficie = derme papillaire qui est riche en vaisseaux et terminaisons nerveuses
 - Vers la profondeur = derme réticulaire qui est riche en fibres de collagène solides et épaisses. Le collagène est important car il permet la régénération de la peau.

1.1.2.3 L'hypoderme

« Couche la plus profonde de la peau, elle constitue la graisse plus ou moins épaisse selon les individus. Elle est contenue dans des lobules séparés les uns des autres par des fibres identiques à celles du derme, ces fibres assurant à la fois la nutrition et la tenue de l'hypoderme. Cette couche hypodermique a essentiellement une fonction d'amortisseur des chocs et de protection du froid par isolation » [2].

1.1.3 Les mécanismes de brûlures et leurs conséquences lésionnelles



La brûlure est un traumatisme local qui entraîne dans les minutes qui suivent un phénomène général = Systemic Inflammatory Response Syndrome (SIRS).

On retrouve 3 mécanismes principaux : thermique, chimique et électrique.

Figure 4 : Mécanismes de brûlures en France en 2011 (SFB) [1]

Thermique	Ce sont les brûlures les plus fréquentes : environ 90% par an. On retrouve 2 types principaux : <ul style="list-style-type: none"> • Les brûlures par contact de liquides (accidents domestiques surtout avec des enfants de moins de 5 ans) ou de solides <ul style="list-style-type: none"> ➤ Lésions superficielles sauf si le temps d'application est long • Les brûlures par flammes (alcool, essence, explosions surtout chez les hommes) <ul style="list-style-type: none"> ➤ Lésions étendues et profondes avec des dégâts respiratoires importants à cause de l'inhalation de fumées
Chimique	Elles sont dues à des produits en vente libre pour des usages spécifiques (ménagers, industriels, agriculture) : les centres anti-poisons ont un rôle capital dans la prévention et le traitement de premier secours de ces brûlures. <ul style="list-style-type: none"> ➤ Lésions assez limitées sauf s'il s'agit d'un jet volontaire sur le visage (gravissime avec des atteintes des voies aériennes hautes, des yeux et psychologiques)
Electrique	Elles sont dues au passage du courant électrique à travers l'organisme. Elles sont toujours très profondes et nécessitent souvent un geste d'amputation. Parfois le point d'entrée et le point de sortie sont très petits mais le passage entre les deux est catastrophique : vu de l'extérieur la peau est saine mais les muscles et organes sont gravement atteints.

Tableau 2 : Les différents mécanismes de brûlures

Les témoins d'un accident de brûlure devront immédiatement appeler le SAMU et effectuer des gestes de premiers secours spécifiques s'ils les connaissent :

- Refroidissement par de l'eau froide, 15 minutes à environ 15°C, en surveillant l'hypothermie (couvertures) pour les brûlures thermiques. S'il s'agit d'une brûlure grave, le refroidissement ne s'effectue que si le blessé est valide et conscient, durant moins de 5 minutes et devra être suivi d'un séchage minutieux.
- « Décontamination des brûlures chimiques par l'eau tiède pendant au moins 30 minutes. » [4]
- Retrait des bagues et autres bijoux avant qu'un œdème ne se développe
- Recouvrement des zones brûlées par un « linge stérile et propre »[4].
- Il ne faudra pas retirer les vêtements brûlés sauf s'ils « approfondissent les brûlures par effet cataplasme » [4].
- Aucun traitement (crème ou tout autre produit) ne devra être appliqué sur la zone brûlée.

1.1.4 Les différents degrés de brûlures et leurs conséquences

Une brûlure est causée par un transfert d'énergie entre une source de chaleur et le corps humain. Selon la température et la durée d'exposition de la source de chaleur, on aura des conséquences sur les tissus de plus en plus graves.

Température	Conséquence sur la peau
Inférieur à 44°C	Pas de lésion sauf si exposition prolongée
44°C	Equilibre instable, une exposition longue (quelques heures) détruira la totalité de l'épiderme y compris la membrane basale
Entre 44°C et 51°C	L'importance des dégâts cellulaires double pour chaque degré
Supérieur à 51°C	Destruction rapide
Supérieur à 60°C	Nécrose totale et immédiate des cellules exposées

Tableau 3 : Conséquences sur la peau selon la température [5]

A l'arrivée du patient à l'hôpital les médecins devront déterminer la gravité de la brûlure afin d'adapter le traitement à court, moyen et long terme. Les brûlures sont donc classées en trois degrés détaillés ci-dessous.

1.1.4.1 1^{er} degré

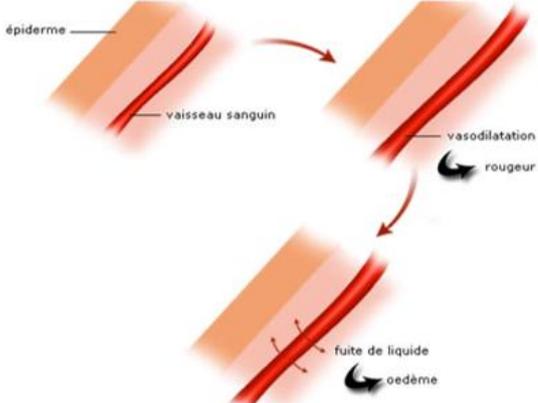
<p>Apparence</p>	 <p>« Il s'agit d'un simple érythème : la peau est rouge, sèche et douloureuse. C'est par exemple le cas du coup de soleil superficiel. La peau est physiquement intacte, il n'y a ni cloques ni arrachement » [6].</p> <p>Figure 5 : Coup de soleil (https://www.futura-sciences.com/sante/)</p>
<p>Mécanisme</p>	<p>Seul l'épiderme est touché et en dessous on aura une vasodilatation qui provoquera le passage des liquides vers les tissus entraînant un œdème local sans formation de cloques.</p> <p>Un léger prurit ainsi qu'une légère douleur pourront se faire ressentir mais disparaîtront en quelques jours.</p>  <p>Figure 6 : Mécanisme des brûlures du 1er degré [6]</p>
<p>Guérison</p>	<p>Il est conseillé d'appliquer de l'eau froide 15 minutes. La guérison complète prendra en moyenne 1 semaine et elle ne laissera aucune cicatrice visible.</p>

Tableau 4 : Les brûlures du 1er degré

1.1.4.2 2nd degré

Ce second degré doit être séparé en deux catégories selon que la jonction dermo-épidermique est atteinte ou pas : 2nd degré superficiel et 2nd degré profond.

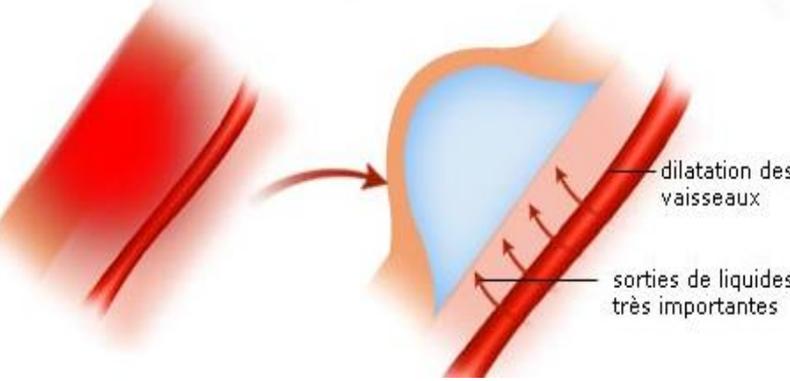
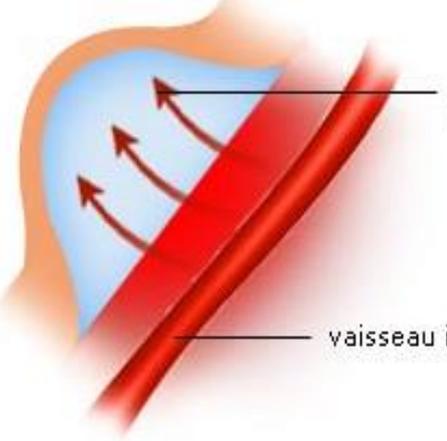
<p>Apparence</p>	<p>L'apparence est caractérisée par des cloques (ou phlyctènes) qui apparaissent soit immédiatement, soit dans les heures suivant la brûlure. Elles sont remplies d'un liquide transparent.</p> <p>Elles sont « entourées d'une zone rouge (érythème). Cette rougeur blanchit quand on appuie dessus avec le doigt (ce qui signifie que les vaisseaux sanguins fonctionnent normalement) » [6].</p>  <p>Figure 7 : Brûlure du 2ème degré superficiel https://www.brulures.be/fr</p>
<p>Mécanisme</p>	 <p>Figure 8 : 1ere étape: dilatation des vaisseaux et sortie de liquide d'origine vasculaire [6]</p> <p>Le derme est touché, d'où la dilatation des vaisseaux.</p> <p>dilatation des vaisseaux sorties de liquides très importantes</p> <p>Cette bulle se développe à l'interface épidermo-dermique car les cellules ne sont pas solidarisées. Les vaisseaux sanguins sont dilatés mais pas endommagés.</p>  <p>Figure 9 : 2ème étape: migration du liquide dans une bulle [6]</p> <p>le liquide est drainé dans la bulle</p> <p>vaisseau intact</p>
<p>Guérison</p>	<p>La guérison nécessite 2 à 3 semaines et ne laisse pas de cicatrice la plupart du temps. Pour la faciliter il faut désinfecter et hydrater la peau.</p>

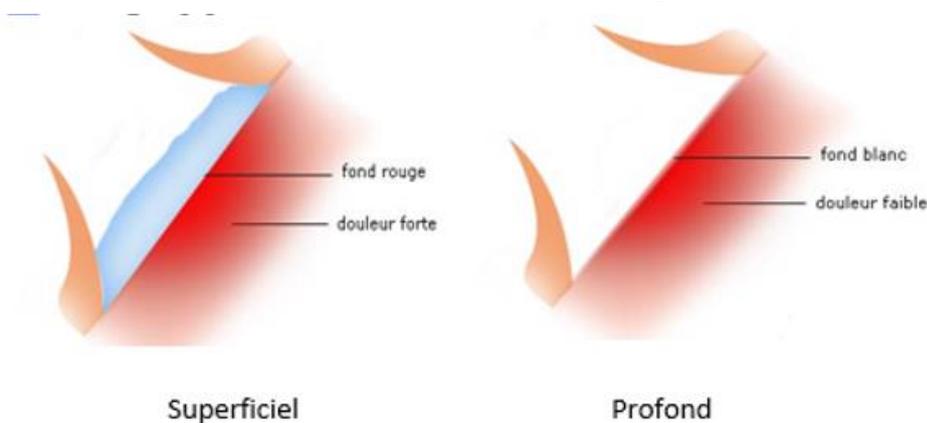
Tableau 5 : Les brûlures du 2ème degré superficiel

Apparence	 <p>Figure 10 : Brûlure du 2nd degré profond https://institut-universitaire-locomoteur.chu-nice.fr/wp-content/uploads/2016/06/Brulure-de-lenfant-et-de-ladulte-RF-2.pdf</p> <p>« Les cloques sont généralement percées. Sous ces cloques, le derme est décoloré et la douleur est faible » [6]. Alors que dans la brûlure du deuxième degré superficiel, le derme est rouge et la sensibilité est conservée.</p>
Mécanisme	Il y a eu atteinte du derme avec destruction de certains vaisseaux sanguins et de terminaisons nerveuses, d'où la diminution de la sensibilité.
Guérison	La guérison spontanée prendra 2 à 3 semaines (même si le processus de cicatrisation prendra 18 à 24 mois) et laissera une cicatrice.

Tableau 6 : Les brûlures du 2nd degré profond

- **Confirmation du degré profond ou superficiel :**

Si les vaisseaux sanguins et les terminaisons nerveuses ont été détruits, on a une douleur faible et un fond blanc : c'est une brûlure de 2nd degré profond.



Au contraire si la douleur est forte et que le derme est rouge, il n'y a pas eu cette destruction et il s'agit alors d'une brûlure du 2nd degré superficiel.

Figure 11 : Confirmation du degré profond ou superficiel des brûlures de 2nd degré [6]

1.1.4.3 3^{ème} degré

Apparence	 <p>Figure 12 : Brûlure du 3ème degré https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2211423812000880</p> <p>La peau est carbonisée, blanche ou brune, les poils sont brûlés. « Une atteinte plus profonde peut atteindre les masses musculaires profondes et entraîner des infections » [6].</p>
Mécanisme	Tous les vaisseaux sanguins et les terminaisons nerveuses sont détruits, d'où la perte de sensibilité. La périphérie reste douloureuse.
Guérison	Ces stades nécessitent une prise en charge d'urgence. Il n'y aura pas de guérison spontanée, une greffe sera nécessaire.

Tableau 7 : Les brûlures du 3ème degré

1.1.5 Les autres facteurs déterminants la gravité de la brûlure

Brûlures graves	Brûlures bénignes
<ul style="list-style-type: none"> • Brulures dont la surface dépasse 10% de la surface corporelle totale (SCT) • Brulures dont la surface est inférieure à 10% de la SCT mais associée à un des facteurs aggravant suivant : <ul style="list-style-type: none"> - Age < 3 ans ou > 60 ans - Pathologie grave associée - Existence de lésions de troisième degré - Brûlures localisées au visage, au cou, aux mains, au périnée - Brûlures survenues lors d'explosions, d'incendies en milieu clos ou d'accidents de la voie publique - Brûlures électriques ou chimiques 	<p>Brulure dont la surface est inférieure à 10% de la SCT et sans facteur de gravité associé</p>

Tableau 8 : Gravité des brûlures selon la SFETB (Société Française d'Etude et de Traitement des Brûlures) [7]

Aux mécanismes et degrés de brûlures s'ajoutent des facteurs aggravants qui impacteront très fortement la rééducation d'un patient brûlé, notamment :

- La surface corporelle touchée
- L'âge du patient (très jeune ou âgé)
- Les pathologies ou traumatismes associées
- La zone de localisation de la brûlure (visage, articulations, zones de pli)
- L'inhalation de fumées ou pas au cours de l'évènement traumatique

Le pronostic vital du patient sera calculé le plus souvent par l'indice de Baux (qui s'appuie sur la règle de Wallace) :

Surface brûlée (en pourcentage) + âge + 15 en cas de pathologie ou traumatisme associé

- Si cet indice de Baux est supérieur à 100, le pronostic vital est fortement engagé

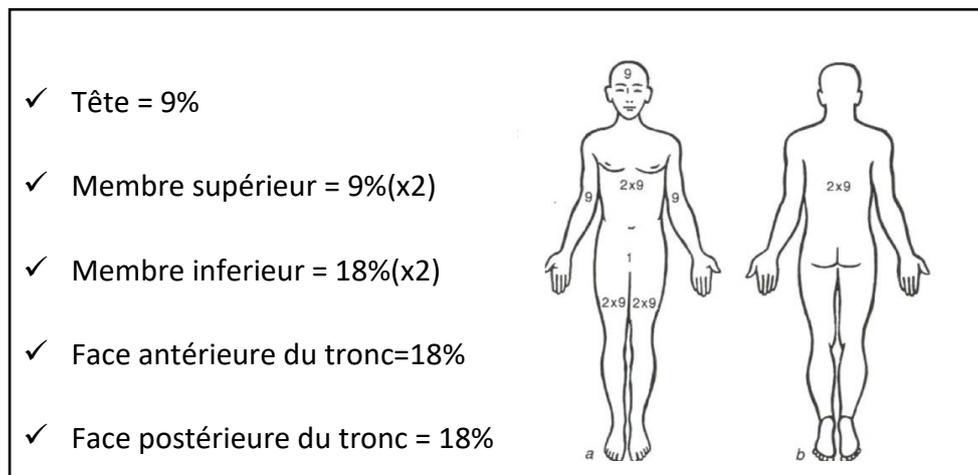


Figure 13 : Règle des 9 de Wallace pour estimer le pourcentage de surface corporelle brûlée
<https://slideplayer.fr/slide/10162096/> « Brûlures Dr. M. Desantis CCA chirurgie générale et viscérale »

1.2 Cicatrisation de la peau brûlée

1.2.1 Processus de cicatrisation selon les degrés

- 1^{er} degré : seul l'épiderme est touché donc on aura une cicatrisation complète rapide en une semaine sans remaniement cellulaire important et sans cicatrice apparente
- 2nd degré superficiel : seuls l'épiderme et le derme papillaire sont touchés et on n'a pas de lésions vasculaires ou nerveuses donc la cicatrisation complète prendra deux à trois semaines sans remaniement et laissera parfois une légère marque sur la peau.
- 2nd degré profond : le derme est en partie détruit, la guérison prend deux à trois semaines mais la cicatrisation spontanée n'est pas toujours possible (nécessité de greffe parfois) et on aura des remaniements importants soit par la régénération spontanée du derme, soit par la prise de la greffe de peau, qui pourront durer jusqu'à 18-24 mois. L'état de la cicatrice dépendra de facteurs génétiques, de l'âge du patient mais aussi de la prise en charge de la brûlure tout au long de cette période de remaniement.
- 3^{ème} degré : le derme est totalement détruit, la greffe est indispensable et la cicatrisation n'est pas garantie (rejet de greffe) selon la localisation, la provenance du greffon, des facteurs génétiques...

En conclusion : on aura la formation d'une cicatrice uniquement si le derme réticulaire (profond) est touché et la profondeur de la brûlure déterminera l'importance des remaniements. Cette cicatrisation prendra 18 à 24 mois.

Pendant le mécanisme d'inflammation qui fait suite à la brûlure (SIRS), des phénomènes d'hypertrophies, d'adhérences, de rétractions et d'attractions (HARA) se combinent entraînant un handicap plus ou moins important selon la localisation de la cicatrice.

Les résultats fonctionnels et esthétiques au terme des 24 mois d'évolution dépendent de la gestion optimale de ces éléments et de leur prévention précoce par une équipe de kinésithérapeutes et de rééducateurs spécialisés et organisés en réseaux [8].

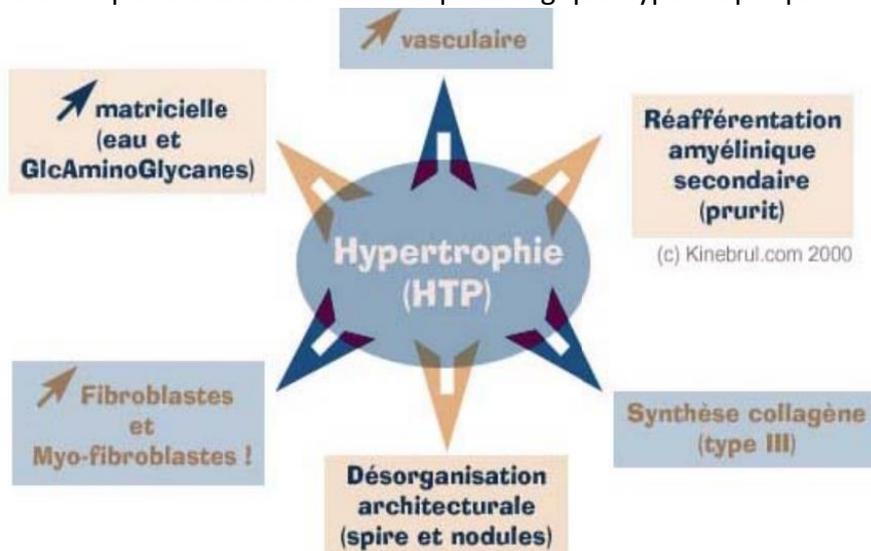
Ce n'est qu'à la fin de ce processus qu'il sera possible d'estimer les séquelles résiduelles et les réparations chirurgicales nécessaires.

1.2.2 Mécanisme physiopathologique de remaniements du derme : HARA

« Le mécanisme physiopathologique de la maturation du derme post-brûlure est un schéma global de fermeture autour du concept du H.A.R.A (Hypertrophie, Adhérence, Rétraction, Attraction). Celui-ci est l'expression clinique des adaptations de l'enveloppe cicatricielle sur-contrainte, qui doit ainsi équilibrer ses tensions internes pathologiques de façon confortable et économique » [8].

1.2.2.1 Hypertrophie

C'est un épaissement du derme par dépôt anarchique de collagène. Il s'agit du principal mode d'évolution des cicatrices post-brûlures qui est normal s'il ne se fixe pas dans le temps : on aura donc des cicatrices rouges et très gonflées au début. Si les cicatrices se figent dans cet état on parlera alors de cicatrice pathologique hypertrophique.



L'inflammation (chaleur +) est importante et les sensations de prurit (sensations de démangeaisons) ainsi que le gonflement (augmentation de la matrice entraînant une perte de mobilité) sont les symptômes les plus contraignants pour les patients.

Figure 14 : Symptômes d'hypertrophie [8]

1.2.2.2 Adhérences

Elles correspondent à des « fibroses de l'espace sous-dermique » [8] en l'absence de mobilité (lorsque le patient encore traumatisé et douloureux ne bouge pas). Ces fibroses vont réduire la mobilité de la zone : ancrage empêchant les mouvements de glissement naturels de la peau au niveau des fascias et des aponévroses. Elles sont très contraignantes selon la zone touchée (articulation) et devront être prises en charge rapidement pour freiner leur développement.

1.2.2.3 Rétractions

Il s'agit de forces de rétractions mécaniques locales. Elles sont induites par les myofibroblastes qui synthétisent des alpha-AML (alpha-actine musculaire lisse), qui elles augmentent la capacité de contraction des tissus intradermiques. Ces rétractions surviennent secondairement aux phénomènes d'hypertrophie et d'adhérence dans le temps.

1.2.2.4 Attraction

C'est l'attraction adaptatives des tissus à distance de la zone cicatricielle. Elle est toujours due aux rétractions. Elle aboutit à des pertes de longueur de la couche intra-dermique tout comme l'hypertrophie et les rétractions alors que les adhérences concernent la couche sous dermique. Cette attraction provoquera la formation de brides, de placards cicatriciels et de lignes de tensions.

A : Les brides des mains seront les plus contraignantes fonctionnellement

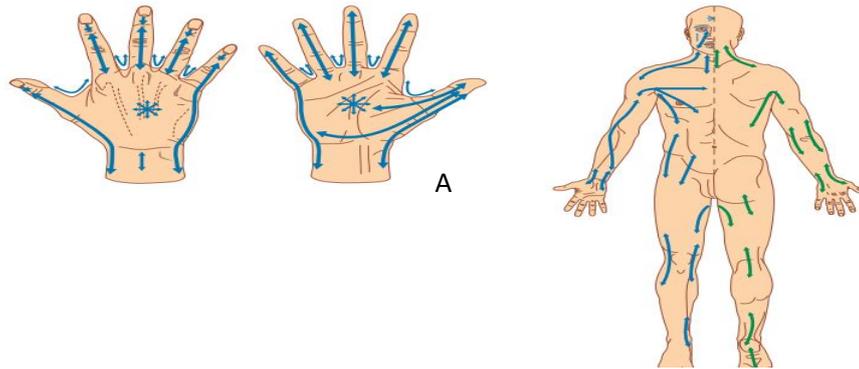


Figure 15 : Schéma des brides rétractiles prévisibles selon les zones du corps [7]

- Tous ces phénomènes sont inévitables lors du remaniement de la cicatrice mais ils doivent être pris en charge précocement afin de gérer les limitations (notamment articulaires) et le handicap qui pourrait en découler.
- Si les limitations sont trop importantes dans les trois premières semaines, un geste chirurgical d'excision et une greffe de peau mince, en général prélevée sur les cuisses du patient si elles ne sont pas atteintes, pourront être nécessaires. A la suite de cette chirurgie, le patient devra recevoir une prise en charge fonctionnelle précoce qui ne garantit pas la prise de greffe mais en augmente les chances.

1.2.3 Deux types de cicatrices pathologiques à différencier : chéloïde et hypertrophique

	Hypertrophique	Chéloïde
Durée	2 ans environ	Ne régresse pas et récidive importante après traitement chirurgical
Inflammation	Très importante, rouge et chaude	Légère inflammation, aspect plutôt luisant
Prurit	Très important, insoutenable	Pas de démangeaison ou très peu
Douleur	Plutôt importante	Plus ou moins de douleurs
Berges	Pentes douces mal délimitées	Pentes abruptes
Limites	Lésion	Débordements autour de la lésion
Trophicité	Kystes sébacés	Hyperkératose (formation de callosités)
Evolution	HARA	Hypertrophie mais pas de rétractions
Retentissement	Fonctionnels et esthétique	Esthétique seulement
Facteurs favorisants	Ethnie (peaux noires et asiatiques) Profondeur et durée de la cicatrice Hormones (grossesse, puberté) Jeune âge (croissance) Zone de contraintes mécaniques importantes (articulations)	Facteurs génétiques Facteurs hormonaux Age inférieur à 30 ans

Tableau 9 : Différenciation entre deux types de cicatrices pathologiques [8]

1.3 Prise en charge kinésithérapique : les pratiques actuelles

1.3.1 Bilans généraux et spécifiques aux patients brûlés

Les bilans classiques de kinésithérapie doivent être suivis rigoureusement et précocement pour permettre une prise en charge rapide et efficace.

L'anamnèse sera très importante notamment pour avoir des informations sur le type de brûlure, les antécédents et les facteurs génétiques de cicatrisation. Les bilans de la douleur et sensitifs nous donneront une indication importante sur la profondeur dermique lésée (les zones profondément brûlées étant indolores et insensibles).

Les bilans visuel (aspect, trophicité, inflammation...), cutané (HARA), morpho statique (attitude antalgique), articulaire (pertes d'amplitude/de mobilité), musculaire (si possible selon la douleur), respiratoire (très important en cas d'inhalation de fumées), fonctionnel et psychologique devront être rigoureux et répétés afin de surveiller l'évolution des cicatrices et les progrès du patient.

Concernant l'évaluation de certains critères spécifiques aux patients brûlés des échelles existent :

- Etat général de la cicatrice : Vancouver Scar Scale (**annexe 1**) et POSAS Scale (Patient & Observer Scar Assessment Scale, (**annexe 2**))
- Qualité de vie : Burn Specific Health Scale Brief (BSHS-B, **annexe 3**)

« La période de réalisation du pansement permet au thérapeute de mieux appréhender les causes de limitations orthopédiques, de mieux localiser les zones où il peut placer ses mains et d'effectuer des postures cutanées pour suivre l'apparition des brides » [7] (notamment au niveau des mains et des articulations).

On a 2 types de pansements qui influenceront la rééducation :

- Fermés : création d'une surface de glissement et ramollissement de la plaie ce qui favorisera la mobilisation [9].
- Ouvert : mobilisation douloureuse et peut créer des plaies

Les topiques appliqués sur les plaies sont eux aussi plus ou moins efficaces pour faciliter les mobilisations futures. « Du plus efficace au moins efficace on aura : flammazine > tulle gras > corticotulle > flammacérium » [7].

1.3.2 Objectifs

Les objectifs de rééducation pour les patients brûlés regroupent différents champs : orthopédique, fonctionnel, esthétique et psychologique. Ils évolueront au fil des phases de rééducation du patient :

- Phase 1 : unité de réanimation chirurgicale spécialisée où on distinguera une première phase pré-chirurgie et une seconde phase post chirurgie.
 - En pré chirurgie (quelques jours) les objectifs principaux seront les suivants :
 - Optimiser l'installation du patient au lit pour limiter l'œdème et l'attitude antalgique du patient (enroulement, flexum...) et prévenir les risques d'escarres
 - Limiter l'enraidissement et les rétractions dus à l'immobilisation du patient
 - Permettre au patient de retrouver une respiration normale si celle-ci a été altérée ainsi que de lutter contre les infections
 - Aspect psychologique important à intégrer au traitement
 - En post chirurgie (quelques jours à quelques semaines) : immobilisation obligatoire pour permettre la vascularisation des greffes
 - Entretenir la force musculaire en statique
 - Continuer à traiter l'œdème et l'attitude antalgique
 - Continuer la prévention des escarres

- Phase 2 : service grands brûlés (toujours à l'hôpital mais le pronostic vital n'est plus engagé)
 - Favoriser l'autonomie (récupération des amplitudes) et l'indépendance du sujet
 - Préparer le patient à la sortie de l'hôpital : vers un centre de rééducation ou à domicile pour les brûlures les moins étendues

- Phase 3 : centre de rééducation spécialisé (progression importante)
 - Intensifier la rééducation commencée en phase aigue
 - Guider la cicatrisation en luttant contre les rétractions et attractions
 - Retrouver les amplitudes fonctionnelles
 - Retrouver une force musculaire optimale

- Phase 4 : ambulatoire
 - Maintenir les progrès obtenus en centre de rééducation ou à l'hôpital

Le but est donc de rétablir un état du patient le plus proche possible de son état antérieur à l'évènement traumatique ayant entraîné la brûlure.

1.3.3 Principes et contre-indications

La prise en charge immédiate d'un grand brûlé nécessite un service de réanimation avec des chambres stériles afin d'éviter les infections responsables de nombreuses complications. Les patients sont en grande détresse physique et psychologique. Les principes de rééducation seront principalement préventifs tout au long de la rééducation avec :

- L'immobilisation de certaines zones pour favoriser les prises de greffes
- « La prévention des rétractions et de l'hypertrophie » [7] (principes de postures et de compression)
- « Acquisition de l'autonomie » et « accompagnement psychologique » [7]

Phases	Principes	Contre-indications spécifiques
Phase 1 : service de réanimation avant chirurgie	Infradouloureux ou supportable Progressive Séances courtes : 5 à 10 minutes Nombre séances : 2 à 4 par jour	Douleur Surveiller les constantes : surtout la désaturation, l'hypotension, l'hypoxie...
Phase 1 bis : service de réanimation post chirurgie	Prudence ++ Seulement du travail statique Appareillage immobilisation	Aucune mobilisation des zones concernées par les greffes ni de travail dynamique
Phase 2 : en service grands brûlés	Sevrage des orthèses diurnes Séances plus longues : 20 minutes Surveillance toujours importante Bilans pour constater l'évolution	
Phase 3 : centre de rééducation spécialisé	Intensifier les séances de façon progressive Etat psychologique à surveiller	
Phase 4 : ambulatoire	Maintenir les amplitudes retrouvées en centre	

Tableau 10 : Les principes et contre-indications de la rééducation des grands brûlés selon les phases

1.3.4 Techniques de traitement selon les phases

➤ En phase 1 :

Avant la chirurgie	 <p>• Installation au lit : lit fluidisé pour éviter les escarres, « attitude en croix avec extension du cou, chevilles à 90° de flexion, extension des genoux, hanches en légère abduction, mains et poignets dans des orthèses si brûlées, coude en extension /supination et abduction des épaules » [7].</p> <p>Figure 16 : Posture au lit d'un grand brûlé [7]</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Cette position doit être adaptée aux zones de brûlures des patients ➤ Elle n'est pas supportable longtemps donc on devra dans tous les cas alterner les positions • « Orthèses rigides statiques thermoformables ou en plâtres qui viennent améliorer le contrôle postural » [7] • Postures permettant un assouplissement
--------------------	---

<p>Avant la chirurgie (suite)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mobilisations passives : dans le sens inverse de la rétraction en première intention puis dans le sens de la rétraction, douce et lente • Etirements inspirés de ceux de Kabat pour inhiber les contractures musculaires et obtenir un assouplissement cutané. • Techniques de relaxation (côté psychologique de la rééducation)  <p style="text-align: center;"><i>Figure 17 : Posture utilisant un bandage compressif [7]</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kinésithérapie respiratoire : drainage, aspiration, spirométrie inspiratoire incitative, expiration abdominale profonde, synchronisation de la respiration
<p>Post chirurgie</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Installations posturales (par fixateurs externes si nécessaire) • Port d'orthèse spécifiques • Renforcement musculaire statique uniquement

Tableau 11 : Techniques de rééducation utilisées en 1ère phase (service de réanimation)

- En phase 2 :
 - Le patient pourra avoir un lit normal mais on continue de surveiller les points d'appui pour les escarres
 - Apprentissage des auto-postures afin de permettre le sevrage des orthèses diurnes
 - Compression des zones de greffes par bandes cohésives aérées pour laisser passer l'exsudat avec les orthèses par-dessus si nécessaire
 - Verticalisation du patient : elle est tardive car nécessite un bon état général et cicatriciel mais il faut la préparer dès le premier jour par des exercices actifs

- En phase 3 : centre de rééducation (dure plusieurs mois en général)

<p>Patient pas totalement cicatrisé (des greffes sont parfois encore nécessaires à ce stade pour les cicatrices ouvertes et les cicatrices fermées sont inflammatoires)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Postures ou auto-postures deux fois par jour jusqu'à assouplissement de la zone en respectant les douleurs cicatricielles du patient • Dès l'épidermisation on peut faire des vêtements compressifs sur mesure à porter le plus longtemps possible (24h/24 si possible selon la zone) • Orthèses statiques la nuit et dynamiques le jour • Plâtres de posture en étirement (24 à 72h d'affilée) • Tonification et rééducation posturale • Rééducation maxillofaciale si visage atteint • Mobilisations actives et renforcement musculaire dynamique si accord du chirurgien (selon greffes) • Ultrasons pulsés : action fibrolytique et analgésique sur les cicatrices
---	---

<p>Maturation cicatricielle (plus d'inflammation mais cicatrisation non achevée totalement)</p>	<p><i>Cette phase pouvant durer jusqu'à 24 mois, le suivi se fera en partie en ambulatoire</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Introduction des massages cicatriciels manuels ou mécaniques (vacuodepression) • Réentraînement à l'effort physique : renforcement musculaire fonctionnel et réadaptation cardio-vasculaire (vélo,tapis) • Activités de groupe pour l'aspect psychologique : éviter la dépression et favoriser les échanges sociaux en vue de la sortie (diminution des complexes esthétiques)
---	---

Tableau 12 : Traitement en centre de rééducation en fonction du stade de cicatrisation

Deux tests nous permettent de déterminer le niveau inflammatoire de la cicatrice :

- Le test de blanchiment dynamique qui est le « résultat d'une ischémie par mise en tension de la peau cicatricielle » [9] (le blanchiment est d'autant plus marqué est étendu que la cicatrice est inflammatoire).
- Le test de vitropression qui correspond à une « vitesse de recoloration de la peau cicatricielle après l'obtention d'un blanchiment par pression pulpaire du doigt de l'examineur » [9] (vitesse < 3 secondes = inflammation alors que vitesse > 3 secondes = pas d'inflammation).
 - En phase 4 : ambulatoire (dès lors que la prise en charge peut se limiter à 1h30 par jour) :
 - Continuité des traitements compressifs et orthèses si nécessaire (suspendu en général entre le 14^{ème} et le 18^{ème} mois)
 - Techniques de gain articulaire si certaines articulation le nécessitent encore
 - Réentraînement à l'effort
 - Education thérapeutique : encourager le patient à sortir, pratiquer des activités sportives en groupe, conseil esthétiques (maquillage, chirurgie) et de suivi de l'état psychologique
 - Proposer une cure thermale pour diminuer les démangeaisons
 - Traitement des séquelles
 - Rééducation post-chirurgie réparatrice : suivre les conseils du chirurgien, retour en centre parfois nécessaire, dure 6 mois en moyenne, cicatrice non inflammatoire
 - Orthèses d'immobilisation (quelques jours à plusieurs semaines selon l'opération)
 - Traitement de la cicatrice : massage, étirements, postures
 - Gain articulaire, renforcement musculaire, exercices fonctionnels principalement

1.4 Les ondes de choc extracorporelles

1.4.1 Définition et fonctionnement

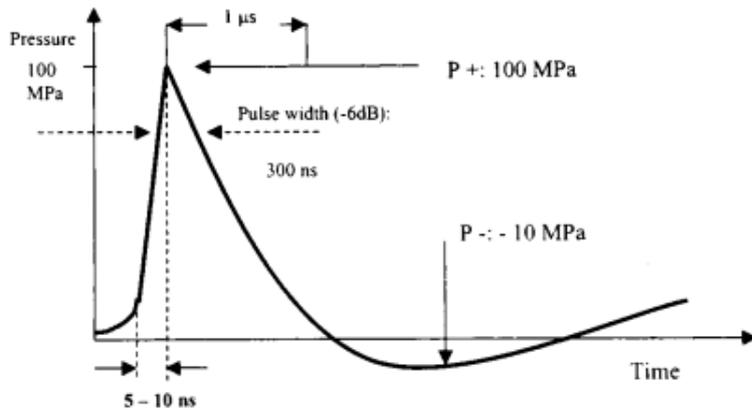


Figure 18 : Les deux phases de l'onde de choc [10]

Une onde de choc est une onde sonore acoustique comme le tonnerre par exemple.

Elle est constituée de deux phases :

1) Une phase positive de compression de durée très courte (10 nano secondes maximum) qui donnera un effet direct

2) Une phase d'amplitude plus basse (pression négative) mais de durée plus longue (quelques micro secondes) qui entraîne des phénomènes de cavitation ou effet indirect.

La cavitation consiste en une production de bulles gazeuses et de microlésions dans les tissus interstitiels qui contribueront à une partie de l'effet thérapeutique.

« Les ondes de choc sont produites par un générateur qui permet la conversion d'énergie électrique en énergie mécanique. L'impédance du corps humain et de l'eau étant très similaire, les ondes de choc sont générées dans l'eau et transmises dans le corps humain. Cette transmission est influencée par le tissu traversé et l'interface entre l'électrode et la peau. L'air étant un mauvais conducteur, une interface par un liquide ou un gel est indispensable. L'énergie de l'onde de choc est ensuite concentrée sur le site à traiter » [11].

On retrouve trois types de générateurs selon l'énergie et la focale utilisées :

- Electro-hydraulique : il a la plus grande focale et l'énergie positive la plus élevée ce qui expliquerait sa plus grande efficacité
- Electro-magnétique
- Piézo-électrique

Chaque appareil possède des paramètres réglables qui peuvent également influencer l'efficacité de traitement, dont les principaux sont :

- Profondeur de pénétration : de 0 à 80 mm
- Nombre total de coups par séance
- Fréquence des ondes
- Largeur du champ
- Energie fixée ou augmentation progressive : basse ($< 0,08 \text{ mJ/mm}^2$), moyenne ($< 0,28 \text{ mJ/mm}^2$) ou haute ($< 0,6 \text{ mJ/mm}^2$)

1.4.2 Applications courantes : bénéfices apportés et effets secondaires fréquents

On retrouve plusieurs applications aux ondes de choc extracorporelles qui ont fait leurs preuves scientifiquement : lithiase urinaire, tendinopathie, calcifications, fasciites plantaires.

Effets bénéfiques selon les structures	Effets secondaires indésirables fréquents
<ul style="list-style-type: none">• Os : stimule l'ostéogenèse, favorise la formation de cal osseux• Tissus : dissolution des calcifications• Tendons : stimule la néovascularisation, la prolifération des fibroblastes et inhibe les nocicepteurs• Général : non invasif	<ul style="list-style-type: none">• Rougeur transitoire de la peau, pétéchie (taches rouges)• Hématomes sous-cutanés• Inconfort, douleur temporaire• Lésions rénales, hépatiques, cardiaques ou neurologiques en cas d'exposition directe de ces organes

Tableau 13 : Effets bénéfiques et indésirables des ondes de chocs extracorporelles

1.4.3 Contre-indications formelles

Certaines pathologies, chirurgies ou prises médicamenteuses ainsi que la proximité de certains organes contre-indiquent formellement l'utilisation des ondes de choc extracorporelles :

- Patients à risque hémorragique : hémophile, sous anticoagulant
- Zone du thorax : proximité des poumons et du cœur
- Patients porteurs d'une prothèse valvulaire, un stent coronarien ou un stimulateur cardiaque : effets inconnus mais présumés graves
- Infections et tumeurs
- Femmes enceintes, enfants et adolescents : effet néfaste sur le cartilage de croissance prouvé chez les rats

1.5 Enjeux de cette revue

Dans la littérature actuelle la thérapie par ondes de choc extracorporelles a été étudiée dans la prise en charge de nombreuses pathologies abarticulaires et a montré de nombreux bénéfices bien qu'associés à quelques effets secondaires fréquents.

Concernant le traitement spécifique des ondes de choc sur les cicatrices de brûlure, une revue de littérature a été publiée en 2019 intitulée : « Extracorporeal shock wave therapy role in the treatment of burn patients » [12]. Elle traite de 15 articles sélectionnés jusqu'en 2018, comprenant tous types de schéma d'études, sur des patients humains mais aussi sur des animaux (4 études) et par étude in vitro (1 étude) et s'intéressant à tous types de brûlures et d'effets.

Ayant pris en charge plusieurs patients victimes de brûlures graves (2nd degré profond et 3^{ème} degré) lors de mes stages, j'ai pu me rendre compte des plaintes principales de ces patients, notamment en période post-inflammatoire en ce qui concernait leurs démangeaisons, leurs douleurs et l'aspect de leurs cicatrices.

De plus trois nouveaux essais cliniques randomisés ont été publiés entre 2019 et 2020 sur ce sujet.

Du fait de ses effets bénéfiques, notamment sur l'amélioration de la vascularisation, la prolifération des fibroblastes, la dissolution des calcifications et l'inhibition des nocicepteurs, on peut donc se demander si la thérapie par ondes de choc extracorporelles pourrait avoir un intérêt dans la prise en charge des cicatrices de brûlures graves concernant le prurit, les douleurs et la modification tissulaire de ces cicatrices (brides, épaisseur, vascularisation...).

Le but de cette revue de littérature sera donc d'étudier l'efficacité des ondes de choc extracorporelles sur tous ces paramètres, uniquement sur l'Homme, et avec des études d'un niveau de preuve satisfaisant, afin de déterminer :

- S'il serait pertinent d'utiliser cette technique dans les centres de grands brûlés
- Si des essais cliniques complémentaires sont nécessaires
- Ou bien s'il est inutile de s'intéresser à ce procédé dans la prise en charge des patients grands brûlés

Etant la seule auteure de cette revue de littérature, je déclare n'avoir aucun financement ni aucun conflit d'intérêt.

1.6 PICO

Dans l'élaboration de ce travail de recherche nous avons donc défini une problématique basée sur le modèle PICO (Population, Intervention, Comparateur et Outcomes) :

« Quelle est l'efficacité de la thérapie par ondes de choc extracorporelles sur la douleur, le prurit et les caractéristiques des cicatrices post-brûlures en sus de la thérapie conventionnelle, comparativement à la thérapie conventionnelle seule et/ou à une technique placebo ? »

P	Patients ayant subi une brûlure grave entraînant une cicatrice avec ou sans greffe de peau (2 ^{ème} degré profond et 3 ^{ème} degré)
I	Thérapie par ondes de choc extracorporelles
C	Thérapie conventionnelle OU technique placebo + thérapie conventionnelle
O	Douleur, démangeaisons (pruritus), caractéristiques tissulaires de la cicatrice

Tableau 14 : Modèle PICO de cette revue de littérature

2 Méthodologie

2.1 Critères d'éligibilité des études sélectionnées

2.1.1 Schémas d'étude

Afin d'analyser au mieux l'efficacité de la thérapie par ondes de choc extracorporelles sur les cicatrices post-brûlure grave, nous utiliserons un modèle d'étude de type thérapeutique.

Pour obtenir un niveau de preuve maximal, seuls les essais cliniques randomisés sur des patients humains seront sélectionnés dans cette revue de littérature (pas d'étude in vitro ou animale). Ce choix est motivé par les recommandations de la HAS afin d'obtenir une pratique basée sur les preuves avec une preuve scientifique établie (grade A).

Grade des recommandations	Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature
A Preuve scientifique établie	Niveau 1 - essais comparatifs randomisés de forte puissance ; - méta-analyse d'essais comparatifs randomisés ; - analyse de décision fondée sur des études bien menées.
B Présomption scientifique	Niveau 2 - essais comparatifs randomisés de faible puissance ; - études comparatives non randomisées bien menées ; - études de cohortes.
C Faible niveau de preuve scientifique	Niveau 3 - études cas-témoins.
	Niveau 4 - études comparatives comportant des biais importants ; - études rétrospectives ; - séries de cas ; - études épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale).

Tableau 15 : Recommandation des grades selon la HAS [13]

2.1.2 Population et pathologie

Pour cette revue la population cible est :

Tous les patients adultes (âge > 18 ans) brûlés graves (au 2nd degré profond ou 3^{ème} degré) et présentant les symptômes étudiés (prurit, douleur, hypertrophie...).

En fonction des études le nombre de participant varie de 40 à 48, ce qui est assez logique par rapport au nombre de patients atteints de cette pathologie que l'on peut retrouver au même endroit et au même moment.

Critères d'inclusions	Critères d'exclusion
<ul style="list-style-type: none"> • Age > ou = 18 ans • Brulure du 2nd degré profond ou 3^{ème} degré • Hommes et femmes • Cicatrisation avancée : totalement fermée 	<ul style="list-style-type: none"> • Age < 18 ans • Brulures du 1^{er} degré ou 2nd degré superficiel • Femmes enceintes • Patients ayant une pathologie dermatologique antérieure à la brulure • Phase aigüe de la brulure • Brulure avec plaie ouverte

Tableau 16 : Critères d'inclusion et d'exclusion de la population

2.1.3 Intervention et comparateurs

L'intervention consiste en l'application d'ondes de choc extracorporelles de basse énergie à l'aide d'un générateur (toutes les études utilisent le même appareil « Duolith SD-1 »). Nous avons vu plus haut que les appareils d'ondes de choc possèdent différents réglages sur lesquels le thérapeute peut agir directement afin d'améliorer l'efficacité de son traitement. Toutes les études sélectionnées ont utilisé un générateur électro-magnétique avec des réglages similaires :

- Fréquence : 4 Hz
- EFD (energy flux density) : 0,05 à 0,30 mJ/mm²
- Nombre d'impulsions pendant la séance : 1000 à 2000 (sauf une étude 2500 à 3000)
- Intensité : 100 impulsion/cm² (sauf 2 études qui ne l'ont pas précisée)

Cette intervention est toujours associée à un traitement conventionnel du patient brûlé : il s'agit d'une thérapie complémentaire qui ne peut en aucun cas traiter seule la cicatrice d'un grand brûlé comme vu plus haut.

On retrouve deux comparateurs dans les études sélectionnées :

- « Sham technic » : le thérapeute fait semblant d'appliquer les ondes de choc avec le générateur (allume l'appareil et applique la focale sur la zone à traiter) mais l'énergie est réglée à 0 ce qui permet d'étudier l'effet placebo car le patient reste en « aveugle »
- Thérapie conventionnelle seule : le patient suit sa thérapie normalement, et sait donc qu'il fait partie du groupe de contrôle puisqu'aucun traitement complémentaire ne lui est proposé

2.1.4 Critères de jugement

Les articles de cette revue ont été sélectionnés s'ils traitaient au moins d'un des critères de jugement principaux suivants :

- Réduction de la douleur
- Réduction du prurit
- Modification des caractéristiques tissulaires de la cicatrice (épaisseur, vascularisation, pigmentation...)

Ces trois critères ont été retenus car il s'agit des plaintes principales des patients et qu'ils sont présents de façon quasi-systématique.

2.2 Méthodologie de recherche

2.2.1 Bases de données investiguées

Les articles de cette revue de littérature proviennent de trois bases de données : Cochrane Library, PubMed et Science direct. Les recherches ont été effectuées en langue anglaise pour obtenir le plus d'articles possible. Aucune restriction de provenance ni de date n'a été appliquée. D'autres articles, livres et sites internet ont été investigués afin de rédiger l'introduction de cette revue. Ceux-ci ont été répertoriés dans une bibliographie à l'aide du logiciel Mendeley.

2.2.2 Équation de recherche

Les possibilités d'équations de recherche diffèrent selon les bases de données : les équations sur Cochrane Library et PubMed peuvent contenir des « OR » et « AND » alors que sur Science direct on ne peut pas utiliser le « OR » ce qui limite le nombre de termes.

Ainsi les mêmes équations de recherche ont été utilisées pour les deux premières bases de données alors qu'une équation plus simple a été utilisée pour Science Direct.

Seuls les essais cliniques randomisés (RCT) ont été sélectionnés dès le départ si possible sur la base de données.

Base	Mots clefs	Nombre de résultats
Cochrane Library	([title and abstract] shock waves OR ESWT) AND ([title and abstract] burn)	29
	([title and abstract] shock waves OR ESWT) AND ([title] burn OR burns OR scar)	24
	([title and abstract] shock waves OR ESWT) AND ([title] burn OR burns OR scar) AND ([full text] effect OR pain OR prurit OR pruritus OR thickness)	22
PubMed	([title and abstract] shock waves OR ESWT) AND ([title and abstract] burn)	30
	([title and abstract] shock waves OR ESWT) AND ([title] burn OR burns OR scar)	26
	([title and abstract] shock waves OR ESWT) AND ([title]burn OR burns OR scar) AND ([full text] effect OR pain OR prurit OR pruritus OR thickness)	20
Science direct	([title and abstract] shock wave AND [title only] burn)	12 → On ne peut pas utiliser « OR »

Tableau 17 : Affinage des équations de recherche selon la base de données

2.3 Extraction et analyse des données

2.3.1 Sélection des études

Après affinage des équations de recherche sur les différentes bases de données on se retrouve avec :

- 22 articles sur Cochrane Library
- 20 articles sur PubMed
- 12 articles sur Science Direct

Tout d'abord, notre revue de littérature ne retient que les essais cliniques randomisés pour obtenir un niveau de preuve le plus élevé possible.

Ces articles ont ensuite été triés par une seule personne afin de respecter les critères de population (âge > 18 ans, brûlure du 2nd degré profond ou 3^{ème} degré), les interventions et comparateurs évoqués plus haut, ainsi que les critères de jugements recherchés (douleur et/ou prurit et/ou changement de caractéristique de la cicatrice).

La sélection des études a été effectuée d'août à octobre 2020 et suit le plan suivant :

- 1) Au niveau du titre : recherche de critères d'exclusion (hors sujet, population non adéquate, modèle d'étude non désiré). Si aucun élément ne permet d'exclure explicitement l'article on le conservera et on passera au niveau suivant.
- 2) Au niveau de l'abstract : sur la base de ce résumé nous pourrions analyser plus en détail la méthode de l'article, l'intervention, les comparateurs et les critères de jugement afin de sélectionner l'article.
- 3) Lecture complète : elle permettra de déceler les derniers critères d'exclusions qui auraient pu être manqués dans les deux étapes précédentes.

2.3.2 Extraction des données

Notre revue de littérature contient uniquement des essais cliniques randomisés extraits par un lecteur unique. Dans un souci de clarté et d'efficacité, l'extraction des données de chaque article se fera dans un premier temps sous forme d'un tableau (**annexe 5**) précisant :

- ❖ L'auteur, le titre, l'année de publication et le financement de l'étude
- ❖ Le nombre de participants et les critères d'inclusion
- ❖ Les critères d'exclusion
- ❖ Le comparateur utilisé
- ❖ La validité interne des études (score PEDro)
- ❖ Les modalités de l'intervention (réglages des appareils d'ondes de choc)

2.4 Évaluation méthodologique des études sélectionnées

La question traitée étant de type thérapeutique, la grille PEDro (*annexe 4*) a été choisie afin d'étudier la méthodologie des différentes études. Cette échelle contient 11 items mais on obtient une note sur 10 car le premier item n'est pas retenu.

Elle permet une appréciation rapide de la qualité méthodologiques des articles sélectionnés en analysant les biais suivants :

- Les biais de sélection (items 2 à 4)
- Les biais de détection (items 5 à 7) : correspond au fait que les 3 acteurs de l'étude (patients, thérapeutes et examinateurs) soient en aveugle ou pas
- Les biais d'attrition (items 8 à 9) : différence entre les participants au début et à la fin de l'étude (perdus de vue)

Les items 10 et 11 correspondent à la validité statistique des résultats de l'étude.

Cette échelle reflète donc la validité interne d'un article et pourra nous aider à déterminer la crédibilité des résultats de chaque article.

2.5 Méthode de synthèse des résultats

Les résultats seront synthétisés sous forme de tableaux comparatifs en fonction des critères de jugement et des échelles de mesures utilisées : chaque critère de jugement sera étudié individuellement en fonction de sa significativité statistique dans chaque étude.

L'analyse des résultats sera à la fois rédigée (qualitative) et sous forme de tableaux statistiques (quantitative). Des forest plots seront établis pour présenter les résultats quand ceux-ci le permettent. Cette synthèse sera la plus claire possible et restera fidèle aux informations récoltées dans les articles sélectionnés.

L'analyse des biais de cette revue viendra nuancer les résultats présentés afin d'être le plus objectif possible quant à la validité des résultats.

3 Résultats

3.1 Description des études

3.1.1 Diagramme de flux

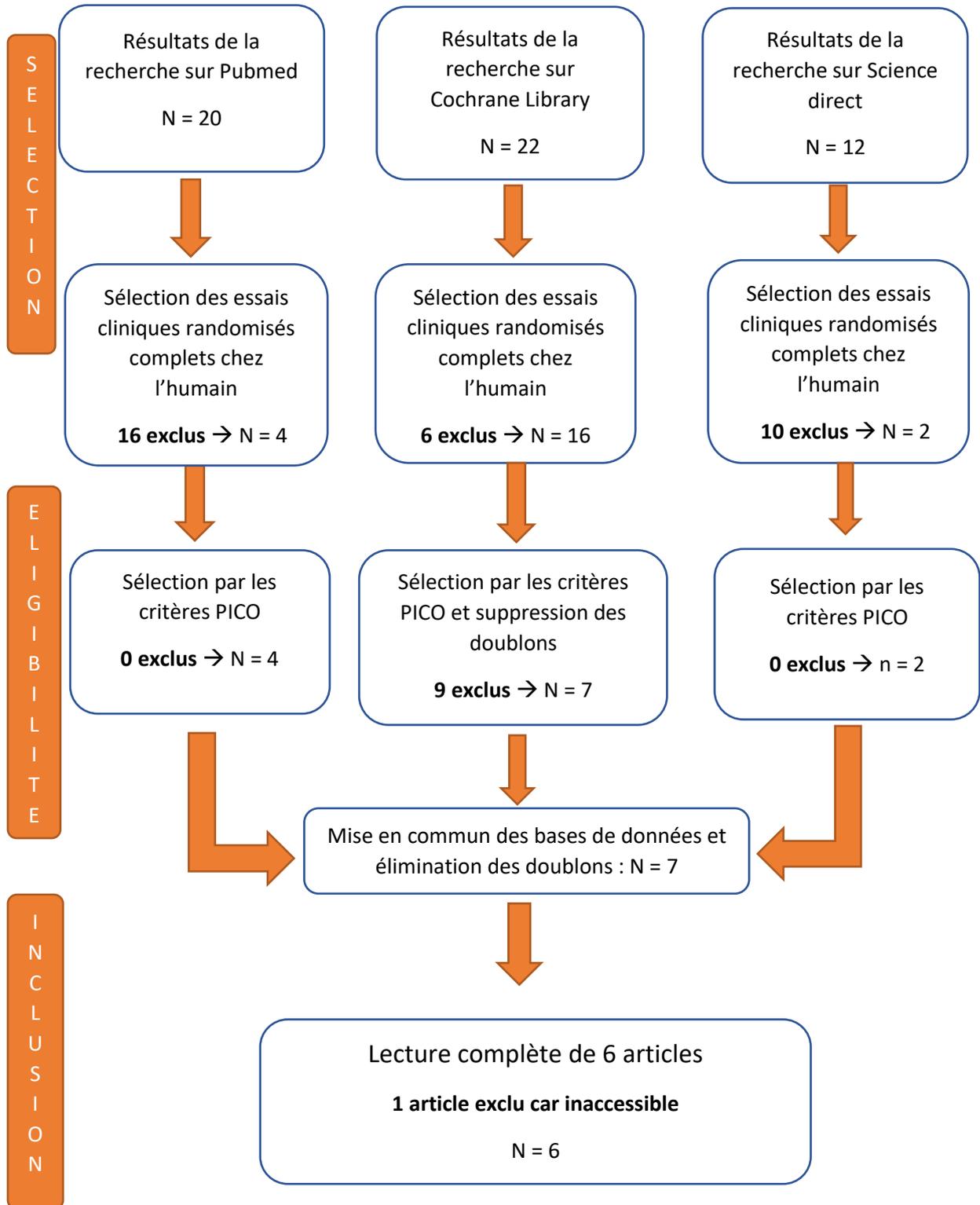


Figure 19 : Diagramme de flux de la revue de littérature

3.1.2 Etudes exclues

Après avoir sélectionné uniquement les études cliniques randomisées terminées, soit par un accès direct selon la base de données, soit en lisant le titre ou l'abstract pour certains articles, les études restantes ont été triées selon les critères d'inclusion et d'exclusion précédemment cités. Voici un tableau récapitulatif des exclusions d'articles selon ces critères :

Articles	Motifs d'exclusion
Ottoman C, « Prospective Randomized Phase II Trial of Accelerated Reepithelialization of Superficial Second-Degree Burn Wounds Using Extracorporeal Shock Wave Therapy », 2012 [14]	[Title] La population n'est pas la bonne (brûlure superficielle alors que nous étudions les effets sur les brûlures profondes seulement)
Mowafy ZME, « Efficacy of extracorporeal shock wave in the treatment of heterotopic ossification in burned patients », International journal of pharmatech research, 2016 [15]	[Title] L'article n'étudie pas un des critères de jugement de notre PICO
Wang CJ, « Extracorporeal shockwave therapy for treatment of keloid scars », Wound repair and regeneration, 2018 [16]	[Title] Les cicatrices chéloïdes ne sont pas forcément des cicatrices de brûlure, donc la population n'est pas la bonne
Elnaggar RK, « Differential effects of extracorporeal shock wave therapy and botulinum toxin-A injection on post-burn contractures and gait kinematics in burn children », Journal of burn care and research, 2019 [17]	[Title] La population ainsi que le comparateur ne sont pas les bons pour respecter notre PICO
Russe E, « Effects of Preoperative Extracorporeal Shockwave Therapy on Scar Formation-A Pilot Study on 24 Subjects Undergoing Abdominoplasty Surgery », Lasers in surgery and medicine, 2019 [18]	[Title] Le moment de l'intervention (pré-opératoire) ne nous permet pas de comparer cette étude à celles sélectionnées
Ogonovsky R, « Assessment of combined prophylaxis of pathological postoperative face skin scars according to the vacouver scar scale », Georgian medical news, 2019 [19]	[Title] Ce n'est pas la bonne population, ni la bonne intervention
Anthonissen M, « A randomised comparative trial on the effects of shockwave-therapy in burn scars », Wound repair and regeneration, 2018 [20]	Malgré nos tentatives de prise de contact avec les différents auteurs par mail, nous n'avons pas pu récupérer l'article. Son abstract sera analysé dans la discussion de cette revue.
Moortgat P, « The effect of shock wave therapy applied on hypertrophic burn scars: a randomized controlled trial », Scar burns heal, 2020 [21]	Malgré nos tentatives de prise de contact, nous n'avons pas réussi à obtenir l'article ni l'abstract (mêmes auteurs que l'article ci-dessus)

Tableau 18 : Etudes exclues et leurs motifs d'exclusion

3.1.3 Les études incluses

À la suite de la sélection, on se retrouve avec six articles finaux. Ces six essais cliniques randomisés ont été lus intégralement une première fois et validés pour notre revue de littérature. Puis, une seconde lecture complète a permis d'en ressortir les caractéristiques principales qui sont résumées dans le tableau suivant :

Auteur, année Titre	Effectif Patients	Comparateur utilisé	Critères de jugement et leurs échelles de mesure
Cho, 2016 « Effects of extracorporeal shock wave therapy on scar pain in burn patients »	40	Sham = placebo + thérapie classique	*Douleur → NRSPain, Nierschl pain phase and pain, Maudley scores *Douleur à la pression → PPT
Zaghloul, 2017 « Effect of extracorporeal shock wave therapy on post burn scars »	40	Thérapie classique	*Finesse de la cicatrice → mesure millimétrique *Analyse du tissu cicatriciel → VSS
Joo, 2018 « The clinical utility of extracorporeal shock wave therapy for burn pruritus: A prospective, randomized, single-blind study »	46	Sham = placebo + thérapie classique	*Pruritus → NRSPruritus, Leuven itch scale, 5D-itchscale *Perfusion → LDPI
Samhan, 2019 « Impacts of low-energy extracorporeal shockwave therapy on pain, pruritus, and health-related quality of life in patients with burn: A randomized placebo-controlled study »	45	Sham = placebo + thérapie classique	*Douleur → NRSP *Pruritus → NRSP et 12-PSS *Douleur à la pression → PPT *Qualité de vie → BSHS-B
Lee, 2020 « Effect of extracorporeal shock wave therapy for burn scar regeneration: A prospective, randomized, double-blinded study »	48	Thérapie classique	*Finesse → ultrasons (cm) *Taux mélanine et érythème, sébum, évaporation et élasticité
Joo, 2020 « Clinical Utility of Extracorporeal Shock Wave Therapy on Hypertrophic Scars of the Hand Caused by Burn Injury: A Prospective, Randomized, Double-Blinded Study »	48	Sham = placebo + thérapie classique	*Douleur → VAS *Douleur à la pression → PPT *Analyse du tissu cicatriciel → VSS *Finesse → ultrasons (cm) *Fonction → MHQ et JTT

Tableau 19 : Principales caractéristiques des études incluses

Vous trouverez en **annexe 5** un tableau plus détaillé, indiquant le financement de chaque étude, les modalités d'application du traitement par ondes de choc pour chaque étude ainsi que les critères d'inclusion et d'exclusion des patients.

3.2 Risques de biais des études

3.2.1 Grille d'analyse utilisée

Dans cette revue de littérature, nous avons utilisé le score PEDro pour évaluer les biais des études sélectionnées. Ce score comprend 11 items, mais le premier n'est pas pris en compte dans l'évaluation car il traite la validité externe de l'étude.

Les items 2 à 9 traitent de la validité interne et les items 10 et 11 nous renseignent sur les informations statistiques de l'étude permettant l'interprétation des résultats. Vous trouverez ci-dessous un tableau récapitulatif des scores PEDro de chaque article retenu pour cette revue de littérature.

Auteur et année	Cho 2016	Zaghloul 2017	Joo 2018	Samhan 2019	Lee 2020	Joo 2020
Item 2	-	✓	✓	✓	✓	✓
Item 3	✓	-	✓	-	✓	✓
Item 4	✓	-	✓	✓	✓	✓
Item 5	-	-	✓	✓	✓	✓
Item 6	-	-	-	-	-	-
Item 7	✓	-	-	✓	✓	✓
Item 8	✓	-	✓	✓	✓	✓
Item 9	-	-	✓	-	✓	✓
Item 10	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Item 11	✓	✓	✓	✓	-	-
Score final	6/10	3/10	8/10	7/10	8/10	8/10

Tableau 20 : Scores PEDro des six études retenues

On peut constater qu'une étude a un mauvais score PEDro (3/10), donc une validité interne médiocre. Les cinq autres études ont des scores corrects à satisfaisants (entre 6 et 8) indiquant une validité interne plutôt bonne.

3.2.2 Synthèse des biais retrouvés dans nos études

L'échelle PEDro (*annexe 4*) permet de mettre en évidence les biais de sélection (items 2 à 4), de détection (items 5 à 7), d'attrition (items 8 et 9) et la quantité d'informations statistiques interprétables (items 10 et 11).

Tout d'abord nous pouvons remarquer que tous les articles sélectionnés ne respectent pas l'item 6 du score PEDro, soit « tous les thérapeutes ayant administré le traitement étaient en aveugle » : on peut donc dire qu'il y a un **biais de détection** dans cette revue de littérature. Néanmoins, l'action principale provenant de l'appareil d'ondes de choc, il était impossible de respecter ce critère, car les thérapeutes devaient savoir quand et comment régler les paramètres. Ce biais aura donc peu d'impact sur notre étude.

Ensuite voici l'analyse des biais de chaque article (items PEDro non respectés à part le 6) :

- Article Cho 2016 [22] :

Item 2	Les sujets ont été répartis dans l'ordre d'arrivée et non aléatoirement : on a donc un biais de sélection
Item 5	Dans le groupe contrôle, les patients reçoivent un traitement avec le même appareil d'ondes de choc que le groupe test mais avec un réglage sur 0 énergie. Ils sont donc « en aveugle », excepté les patients ayant déjà eu recours au traitement ondes de choc dans leur passé, et qui se rendront donc compte de la supercherie. Ainsi on a un biais de détection mineur
Item 9	Il n'y a pas eu d'intention de traiter pour les 3 patients perdus de vue : on a donc un biais d'attrition

- Article Zaghoul 2017 [23] :

Item 3	Les patients ont été répartis au hasard ? mais il n'est pas précisé que cela a été fait secrètement : on a donc un biais de sélection qui peut être conséquent
Item 4	Il n'a pas été vérifié au préalable que les deux groupes étaient similaires ou pas, il est juste écrit « two equal groups » : on a un second biais de sélection
Item 5	Le comparateur n'étant pas une technique faisant semblant d'appliquer les ondes de chocs, les patients ne sont pas « en aveugle » : biais de détection
Item 7	Il n'est pas précisé si les évaluateurs sont « en aveugle » ou pas et nous pouvons supposer que les évaluateurs de cette étude sont les thérapeutes : on a donc 3 biais de détection dans cette étude, car personne n'est « en aveugle »
Item 8	Le nombre de patients exclus ou perdus de vue n'est pas précisé : biais d'attrition
Item 9	Il n'y a pas de données en intention de traiter : second biais d'attrition

Cet article détient le plus mauvais score PEDro de notre étude avec sept biais détectables. Sa validité interne sera donc mauvaise et ses résultats peu exploitables.

- Article Joo 2017 [24] :

Seul l'item 7 n'a pas été respecté (en plus de l'item 6 qui n'a été respecté dans aucun article) car il n'est pas précisé si les évaluateurs sont « en aveugle » ou pas. Nous avons donc un second **biais de détection**.

- Article Samhan 2019 [25] :

Item 3	Les patients ont été assignés dans les groupes test et contrôle en utilisant l'outil SPSS. Ainsi l'assignation n'est pas secrète et nous avons un biais de sélection .
Item 9	Il n'y a pas de données en intention de traiter pour les 3 patients exclus au cours de l'étude du groupe test et les 2 patients perdus de vue : biais d'attrition .

- Article Lee 2020 [26]

En plus de l'item 6, seul l'item 9 n'a pas été respecté : en effet, il n'y a pas de données en intention de traiter alors qu'il y a 8 patients perdus de vue dans cet article (3 dans le groupe test et 5 dans le groupe contrôle), ce qui ajoute un **biais d'attrition**.

- Article Joo 2020 [27] :

En plus de l'item 6, seul l'item 9 n'a pas été respecté. En effet, il n'y a pas de données en intention de traiter alors qu'il y a eu 2 perdus de vue dans le groupe test : on a donc un **biais d'attrition**.

On peut donc conclure que de nombreux biais sont présents dans nos articles, mettant en doute leur validité interne. Néanmoins, on constate que trois études sur six ont un score PEDro égal à 8/10 et une étude a un score de 7/10. Ainsi, nous avons au moins quatre études sur six avec une bonne validité.

3.3 Effets de l'intervention sur nos critères de jugement

Les trois critères de jugement principaux de notre étude sont :

- La diminution de la douleur
- La diminution des pruritus (sensations de démangeaison)
- La modification des caractéristiques tissulaires des cicatrices

3.3.1 Effets sur la diminution de la douleur

Ce critère de jugement a été étudié dans deux de nos six articles, à chaque fois de deux manières différentes :

- La douleur évaluée par l'échelle NRSP (Numeric Rating Scale of Pain) équivalente de l'échelle numérique en français (**annexe 6**)
- La douleur à la pression évaluée par la PPT (Pain Pressure Threshold)

Dans le troisième article traitant de la douleur, l'échelle utilisée est la VAS (Visual Analogic Scale, **annexe 6**).

L'échelle numérique (NRS) est moins sensible et précise que l'EVA (VAS) mais ces deux échelles peuvent être comparées d'après le tableau suivant issu d'un rapport de mai 2020 de la Haute Autorité de Santé [28] :

Tableau de correspondance des niveaux de douleur pour l'indicateur « Evaluation et prise en charge de la douleur »						
Modalité à cocher	Score	Pas de douleur	Douleur faible	Douleur modérée	Douleur intense	Douleur insupportable
Echelle Verbale Simple	0 - 4	0	1	2	3	4
EN ou EVA (en mm)	0 - 100	0	1 - 39	40 - 59	60 - 79	80 -100
ENS ou EVA (en cm)	0 - 10	0	1 - 3	4 - 5	6 - 7	8 -10
Autres échelles acceptées		Pas de douleur	Faible	Modérée	Forte	Insupportable

Figure 20 : Correspondance des échelles de la douleur selon la HAS [28]

Les résultats sur la diminution de la douleur et l'augmentation du seuil de la douleur à la pression seront présentés dans les deux tableaux suivants, accompagnés de représentations graphiques par forest plot.

Article, échelle	Groupe contrôle			Groupe test			Valeur p	Taille d'effet et intervalle de confiance
	Moyenne	SD	Nb	Moyenne	SD	Nb		
Cho 2016 [22], NRSP	5,55	1,5	20	3,80	2,35	20	<0,001	-1,75[-3,01 ; -0,49]
Samhan 2019 [25], NRSP	6	4,6	23	2	4,5	22	0,012	-4[-7,09 ; -0,91]
Joo 2020 [27], VAS	6,44	0,77	25	5,52	1,04	23	0,001	-0,92[-1,49 ; -0,39]

Tableau 21 : Comparaison inter groupe des résultats post intervention sur la douleur, mesurés par NRSP et VAS

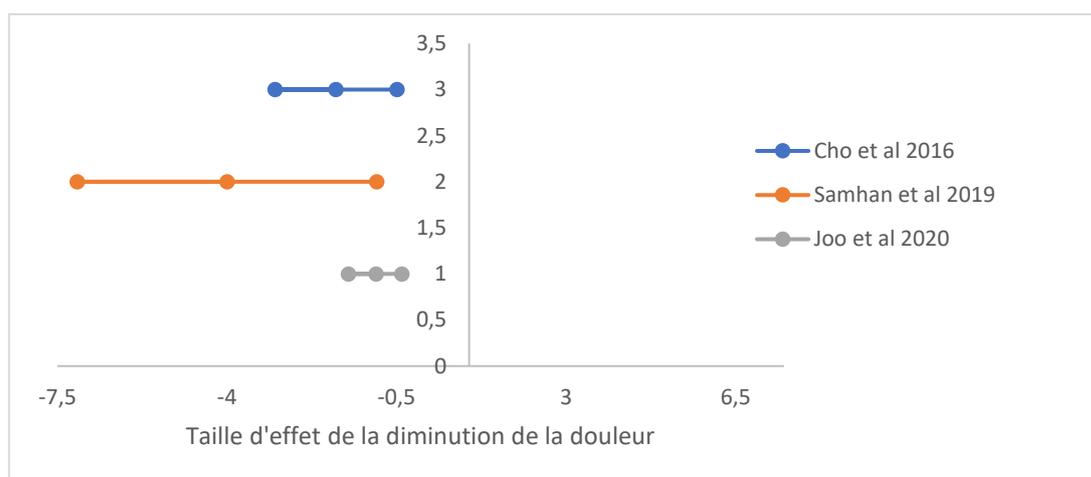


Figure 21 : Forest plot des résultats sur la diminution de la douleur, mesurés par NRSP et VAS

Article, échelle	Groupe contrôle			Groupe test			Valeur p	Taille d'effet et intervalle de confiance
	Moyenne	SD	Nb	Moyenne	SD	Nb		
Cho 2016 [22], PPT en lb/cm ²	2,03	0,72	20	2,60	0,54	20	<0,001	0,57[0,11 ; 1,03]
Samhan 2019 [25], PPT en pounds	4,87	1,31	23	7,83	2,57	22	<0,001	2,96[1,63 ; 4,29]

Tableau 22 : Comparaison inter groupe des résultats post intervention sur la douleur à la pression, mesurés par le Pain Pressure Threshold (PPT)

On ne peut pas établir de forest plot pour présenter les résultats de la douleur à la pression, car les unités utilisées sont différentes (lb/cm² VS pounds), donc les valeurs ne sont pas comparables.

Concernant le critère de jugement de la douleur, on constate que les trois articles retrouvent une diminution significative ($p < 0,05$) de la douleur dans les groupes tests par rapport aux groupes contrôles. Les deux articles traitant de la douleur à la pression retrouvent une augmentation du seuil de douleur également significative.

3.3.2 Effets sur la diminution des pruritus

Deux articles sur six traitent de ce critère de jugement : à chaque fois la diminution des sensations de pruritus est significative pour le groupe test par rapport au groupe contrôle.

Article, échelle	Groupe contrôle			Groupe test			Valeur p	Taille d'effet et intervalle de confiance
	Moyenne	SD	Nb	Moyenne	SD	Nb		
Joo 2018 [24], NRSP	5,35	2,31	23	3,57	2,09	23	0,009	-1,78[-3,09 ; -0,47]
Samhan 2019 [25], NRSP	6	2,31	23	3	5,64	22	<0,001	-3[-5,57 ; -0,43]

Tableau 23 : Comparaison inter groupe des résultats post intervention sur le prurit, mesurés par NRSP

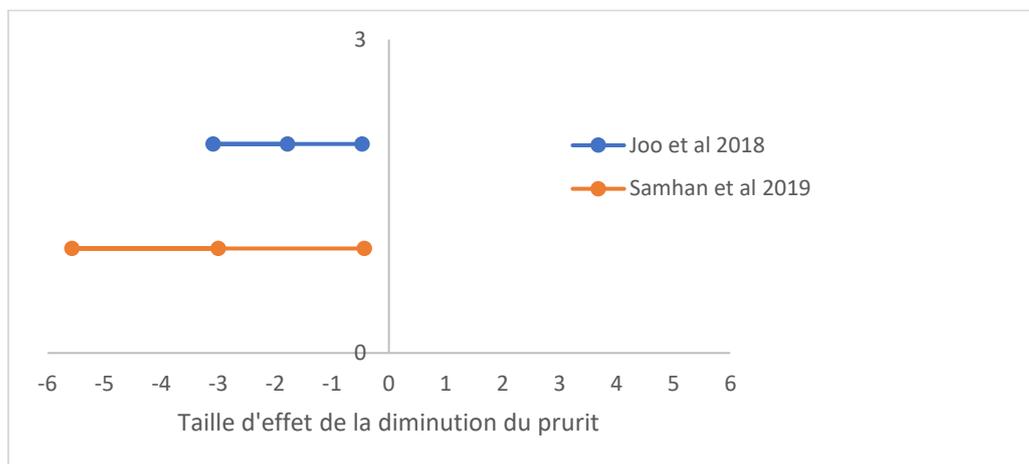


Figure 22 : Forest plot des résultats sur la diminution du prurit, mesurés par NRSP

3.3.3 Effets sur la modification des caractéristiques tissulaires

Les caractéristiques tissulaires des cicatrices sont évaluées dans nos articles par différentes échelles. Nous retiendrons la Vancouver Scar Scale (VSS *annexe 1*) et la mesure millimétrique de l'épaisseur de la cicatrice qui sont utilisés dans plusieurs articles et permettent une comparaison.

Concernant l'épaisseur de la cicatrice, nous constatons que les trois études qui l'ont étudié retrouvent une diminution significative chez les sujets des groupes tests comparés à ceux des tests contrôles. Lorsque les résultats sont donnés en centimètre, une conversion millimétrique permettra la comparaison entre les études. En ce qui concerne la VSS, seule une étude sur deux obtient des résultats statistiquement significatifs.

Les tableaux suivants présentent les résultats de ces deux critères de jugement :

Article, échelle	Groupe contrôle			Groupe test			Valeur p	Taille d'effet et intervalle de confiance
	Moyenne	SD	Nb	Moyenne	SD	Nb		
Zaghloul 2017 [23], VSS	7,65	1,78	20	4,5	1,73	20	0,001	-3,15[-4,27 ; -2,03]
Joo 2020 [27], VSS	9,32	1,75	25	8,13	1,61	23	0,19	-1,19[-2,17 ; 0,21]

Tableau 24 : Comparaison inter groupe des résultats post intervention sur les caractéristiques des cicatrices, mesurés par la VSS

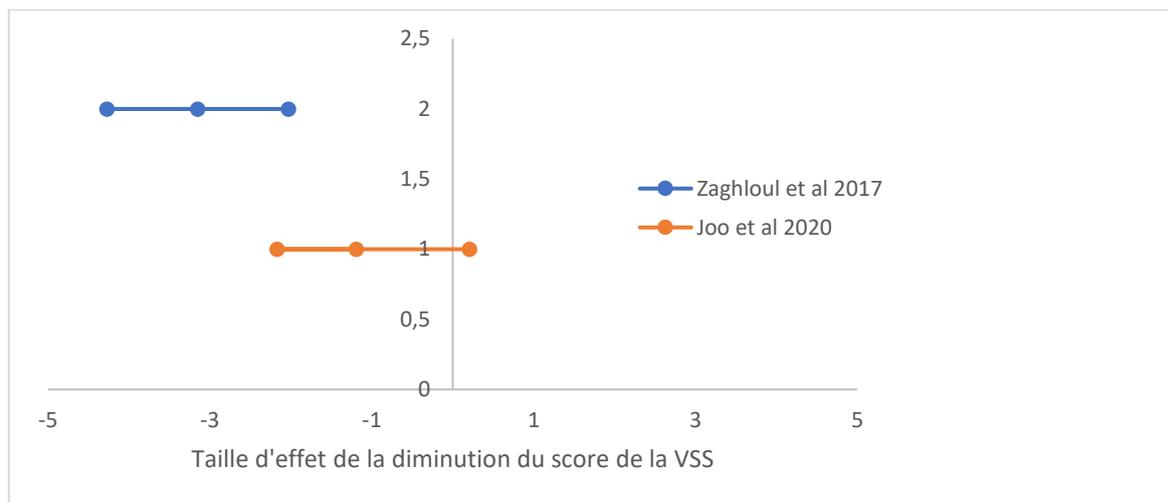


Figure 23 : Forest plot des résultats sur la diminution du score de la VSS

NB : La figure 22 ne sera pas interprétable car les résultats sont non significatifs ($p=0,19$) pour une des études, ce qui ne permet aucune comparaison ni conclusion sur l'effet.

Article, échelle	Groupe contrôle			Groupe test			Valeur p	Taille d'effet et intervalle de confiance
	Moyenne	SD	Nb	Moyenne	SD	Nb		
Zaghloul 2017 [23], mm	5,78	1,17	20	3,86	0,73	20	0,001	-1,92 [-2,54 ; -1,3]
Joo 2020 [27], mm	2,6	0,7	25	2,2	0,7	23	0,018	-0,4 [-0,81 ; -0,01]
Lee 2020 [26], mm	2,4	0,9	23	1,9	0,1	25	0,03	-0,5 [-0,86 ; -0,14]

Tableau 25 : Comparaison inter groupe des résultats post intervention sur l'épaisseur des cicatrices (en mm)

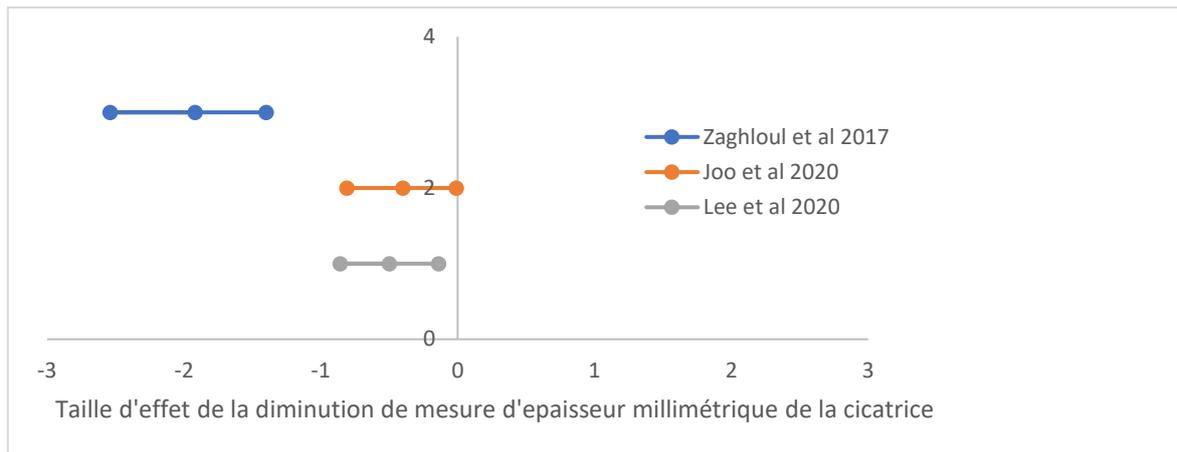


Figure 24 : Forest plot des résultats sur la diminution d'épaisseur des cicatrices (en mm)

4 Discussion

4.1 Analyse des principaux résultats

L'objectif de cette revue de littérature est de détecter l'existence ou non d'un effet thérapeutique de l'application d'ondes de choc sur les cicatrices de grands brûlés en complément du traitement thérapeutique classique.

Nos critères de jugement principaux sont la réduction de la douleur, la diminution des sensations de démangeaison (pruritus) et les modifications tissulaires des cicatrices (diminution de l'épaisseur et du score de la VSS).

4.1.1 Analyse des résultats sur la diminution de la douleur

Concernant ce critère de jugement, nos études étudient deux types de douleur : la douleur de la zone et le seuil de douleur à la pression.

Pour la douleur de la zone, les résultats présentés plus haut (**tableau 21**) montrent une diminution statistiquement significative dans le groupe test par rapport au groupe contrôle ne recevant pas le traitement par ondes de choc pour les trois articles.

Néanmoins, nous pouvons remarquer que les représentations graphiques des résultats de chaque article du forest plot (**figure 20**) ne sont pas superposées, ce qui montre une différence des tailles d'effets et des intervalles de confiance. En effet, le MCID (différence minimale cliniquement pertinente) n'étant pas fourni dans ces trois articles, nous nous sommes basés sur les MCID donnés dans l'article de Bahreini 2020 [29], qui sont de -1,65 pour les deux échelles utilisées (VAS et NRS), pour affirmer que la taille d'effet de l'article Joo 2020 (-0,92 points) n'est pas cliniquement pertinente contrairement à celles des deux autres articles (-1,75 et -4). Et pour l'étude présentant la plus grande taille d'effet, on constate que l'intervalle de confiance est très large (-7,09 à -0,91), ce qui montre une incertitude et une hétérogénéité des résultats pour les patients.

On peut donc dire que, concernant le critère de jugement de la douleur de la zone, des études supplémentaires seraient nécessaires pour établir une réelle comparaison et percevoir une homogénéité ou hétérogénéité exploitable des résultats.

En ce qui concerne l'augmentation du seuil de douleur à la pression, on a des résultats significatifs pour les deux études qui l'évaluent par l'échelle PPT (**tableau 22**). De plus, pour chaque taille d'effet, on constate que les intervalles de confiance sont assez restreints, donc on a une petite zone d'incertitude et les effets sont plus fiables. Néanmoins, ces deux articles utilisant des unités de mesure différentes, les tailles d'effets retrouvées ne sont pas comparables entre elles. Ainsi, on peut conclure que malgré la fiabilité des résultats retrouvés, des études utilisant la même unité de mesure seraient nécessaires pour permettre une réelle comparaison.

En conclusion, on constate un effet significatif des ondes de choc sur la douleur, mais l'exploitation des résultats est difficile à cause du faible nombre de participants et du faible nombre d'études.

4.1.2 Analyse des résultats sur la diminution des sensations de démangeaisons

A propos de la diminution des sensations de pruritus, on constate dans les résultats (**tableau 23**) que les tailles d'effets retrouvées sont significatives statistiquement. Sur le forest plot (**figure 21**) on voit que les représentations graphiques sont plutôt superposées, mais avec un décalage de la taille d'effet d'un point (ce qui est conséquent sur une échelle de 1 à 10 points).

De plus, d'après l'article de Reich 2016 [30], le MCID est compris entre -2 et -3 points. Or ici, nous avons une taille d'effet de -1,78 et une de -3, donc un seul article montre une différence cliniquement pertinente.

Enfin, dans l'étude qui obtient la meilleure taille d'effet (-3 point, Samhan 2019), on a un intervalle de confiance plus large (5 points de différence), ce qui indique une plus grande hétérogénéité des résultats pour les patients et un effet moins fiable.

On peut en conclure que l'évaluation des effets sur la diminution des sensations de démangeaisons semble montrer de bons résultats, mais nécessiterait plus de participants et d'études.

4.1.3 Analyse des résultats sur les modifications tissulaires des cicatrices

Concernant la diminution du score de la VSS évaluant la vascularisation, la pigmentation, la souplesse et l'épaisseur de la cicatrice, nous avons une étude avec un résultat significatif ($p < 0,05$) et une étude avec un résultat non significatif ($p = 0,19 > 0,05$), donc nous ne pouvons pas comparer les effets (**tableau 24**).

Nous pouvons commenter le résultat de l'étude où nous retrouvons un p significatif (Zaghloul 2017) : nous retrouvons une taille d'effet conséquente (-3 points environ sur un score de 13 points) avec un intervalle de confiance assez réduit (environ 2 points de différence), ce qui montre une bonne fiabilité. Néanmoins, nous ne pouvons pas conclure d'un effet sur ce score

avec cette unique étude, d'autant plus que l'étude ne portait que sur 40 patients et présente un fort risque de biais.

A propos des mesures millimétriques de l'épaisseur des cicatrices, nous avons trois études avec des résultats significatifs statistiquement (**tableau 25**). En comparant les représentations graphiques sur le forest plot (**figure 23**), on constate que seulement deux études ont des tailles d'effets (-0,4 et -0,5 mm) et des intervalles de confiance similaires car elles se superposent. La troisième étude présente une taille d'effet (-1,92) et un intervalle de confiance meilleurs (courbe décalée à gauche). Malheureusement, l'unique article ayant une taille d'effet conséquente semble fortement biaisé, car il a un score PEDro de 3/10.

Cela ne nous permet pas de conclure précisément sur l'effet des ondes de choc sur la diminution d'épaisseur de la cicatrice, mais de confirmer qu'on a bien une diminution significative dans toutes les études. Des études complémentaires seraient nécessaires pour constater si la tendance à la diminution d'épaisseur est bien concrète, ou si on a plutôt une stagnation de l'épaisseur de la cicatrice. Quel que soit la réponse à cette question, la diminution ou la stagnation de l'épaisseur de la cicatrice sont des effets bénéfiques pour les patients brûlés graves.

4.1.4 Conclusions sur l'analyse des principaux résultats

A la suite de l'analyse des résultats, nous pouvons conclure que les ondes de choc extracorporelles semblent avoir un effet positif sur la diminution de douleur et de prurit ainsi que sur la diminution d'épaisseur de la cicatrice, même si ce dernier effet semble très limité. En revanche, sur la diminution du score VSS, on peut dire que les résultats sont contradictoires et ne nous permettent pas de conclure d'une efficacité quelconque sur la modification des caractéristiques des cicatrices.

De plus, voici l'analyse de l'abstract de l'étude (**annexe 7**, [20]) que nous n'avons pas réussi à obtenir malgré nos tentatives de prise de contact avec les auteurs : cette étude portait sur une comparaison entre les ondes de choc de faible intensité et celles de haute intensité et leurs effets sur les modifications des caractéristiques de cicatrices (utilisant l'échelle POSAS et non la VSS) de patients brûlés depuis longtemps. Nous ne pouvons pas comparer cet article à nos études incluses (pas les mêmes comparateurs ni échelles), mais nous relevons que cet article conclut sur une efficacité des ondes de choc de faible intensité. Or, dans nos six études incluses, ce sont les ondes de choc de faible intensité qui sont utilisées également.

On peut donc conclure de cette analyse que les ondes de choc extracorporelles de faible intensité semblent bien avoir un effet positif pour le traitement des cicatrices des grands brûlés. Néanmoins, des études plus importantes en termes de nombre de patient, et comparables aux nôtres, devraient être menées pour confirmer ou infirmer les effets que nous avons retrouvés, notamment sur la diminution de douleur, de prurit et d'épaisseur des cicatrices.

En testant de nouveau notre équation de recherche dans les bases de données, nous nous sommes rendus compte qu'un article que nous n'arrivions pas à obtenir depuis octobre 2020 (Moortgat 2020 [21]) a été publié gratuitement le 2 décembre 2020.

En voici donc une brève analyse : l'étude portait sur 40 patients présentant des cicatrices hypertrophiques post-brûlures qui ont été répartis en groupe test et groupe placebo.

Le score PEDro de cette étude est de 8/10, avec un biais d'attrition et un léger biais de détection, donc il semble présenter une bonne validité interne. L'intervention utilise le même appareil à ondes de choc avec sensiblement les mêmes réglages des paramètres que dans nos articles. Les modifications des caractéristiques tissulaires des cicatrices ont été mesurées par l'échelle POSAS (*annexe 2*), mais aucune différence de score entre les deux groupes n'a été statistiquement démontrée. La seule différence significative, concerne l'élasticité de la cicatrice ($p = 0,011$). Les résultats indiquent que les ondes de choc extracorporelles auraient peu d'effets sur les modifications cicatricielles, mais on ne peut pas les comparer à nos articles, car les échelles utilisées ne sont pas les mêmes.

4.2 Applicabilité des résultats en pratique clinique

Compte tenu des résultats qui montrent une certaine efficacité des ondes de choc sur les cicatrices des grands brûlés, bien que des études complémentaires seraient nécessaires pour compléter et valider le peu d'études disponibles, nous devons nous poser la question de l'applicabilité des résultats en pratique clinique tout au long du parcours de soin de nos patients, notamment par rapport au coût de l'appareil à ondes de choc et au rapport bénéfiques/risques pour les patients.

4.2.1 Contraintes pour le thérapeute

Nous avons vu dans l'introduction que les patients grands brûlés, bien que peu nombreux, se retrouvaient dans plusieurs types d'établissements tout au long de leur parcours de soin : tout d'abord à l'hôpital en urgence, puis en centre de rééducation spécialisé, et enfin en cabinet libéral de masso-kinésithérapie.

Notre traitement étudié ne pouvant intervenir que sur une cicatrice fermée, on devra donc l'introduire en centre de rééducation et/ou en cabinet libéral.

On constate dans toutes nos études incluses que l'appareil utilisé est le Duolith SD-1 de StorzMedical (Suisse). Mais quel est le coût de cet appareil ?

Cet appareil existe en deux versions : T-Top et Ultra. L'appareil T-Top coûte 24 092 euros en moyenne d'après le site Bimédis de vente de matériel médical (<https://fr.bimedis.com/karl-storz-duolith-sd1-t-top-m44892>) alors que la version Ultra coûte 36 500 euros. La principale différence entre ces deux appareils, est que la version Ultra est un appareil sur roulettes avec plus de fonctionnalités (possibilité de réaliser des échographies par exemple pour affiner le diagnostic) et un écran tactile de visualisation.

Outre le coût de l'appareil, une formation à cet outil serait nécessaire pour le thérapeute, même si une initiation est souvent dispensée par l'entreprise vendant ce matériel médical.

Ainsi, le coût et la formation sont les seules contraintes pour le thérapeute, mais elles sont plutôt importantes et peuvent représenter un frein à cette intervention thérapeutique.

Néanmoins, comme indiqué plus haut, les ondes de choc ont des effets avérés dans plusieurs autres pathologies (lithiase urinaire, tendinopathie, calcifications, fasciites plantaires...) donc l'achat de l'appareil peut représenter un bon investissement.

4.2.2 Contraintes pour les patients

Concernant les patients, les effets indésirables fréquents des ondes de choc sont :

- Rougeur transitoire de la peau, pétéchie (taches rouges)
- Hématomes sous-cutanés
- Inconfort et/ou douleur temporaire
- Lésions rénales, hépatiques, cardiaques ou neurologiques en cas d'exposition directe de ces organes

En règle générale, ces effets indésirables sont plutôt rares et faibles, donc la balance bénéfiques/risques est positive pour les patients.

Néanmoins, il sera important d'informer les patients sur les effets secondaires possibles afin d'obtenir leur consentement, et de respecter toutes les contre-indications formelles indiquées au paragraphe 1.4.3 (patients sous anti-coagulants ou porteur de matériel cardiaque, femmes enceintes, enfants et adolescents).

4.3 Qualité des preuves

À la suite de l'analyse de nos résultats, nous devons maintenant analyser la qualité des preuves que nous avons obtenu pour chacun de nos critères de jugement. Pour cela, nous utiliserons le système GRADE reconnu dans la littérature scientifique. Nos articles étant des essais cliniques randomisés, ils partent du plus haut niveau de preuve, qui sera nuancé selon les critères suivant :

Study Design	Quality of Evidence	Lower if	Higher if
Randomized trial →	High	Risk of bias -1 Serious -2 Very serious	Large effect +1 Large +2 Very large
	Moderate	Inconsistency -1 Serious -2 Very serious	Dose response +1 Evidence of a gradient
Observational study →	Low	Indirectness -1 Serious -2 Very serious	All plausible confounding +1 Would reduce a demonstrated effect or
	Very low	Imprecision -1 Serious -2 Very serious Publication bias -1 Likely -2 Very likely	+1 Would suggest a spurious effect when results show no effect

Tableau 26 : Critères de qualité des preuves selon le système GRADE [31]

Nous considérerons les seuils des critères de qualité comme suit :

- Risque de biais : sérieux si le score PEDro est compris entre 4 et 6, très sérieux si le score PEDro est inférieur à 4
- Inconstance : sérieux si au moins un article montre un résultat différent, très sérieux si la moitié des articles sont pour et l'autre moitié contre
- Effet indirect : différences importantes entre les interventions et les comparateurs des différents articles
- Imprécision : dépend de la largeur de l'intervalle de confiance de la taille d'effet
- Biais de publication : le fait que les chercheurs ont plus tendance à publier des études ayant des résultats positifs que des études ayant des résultats négatifs
- Largeur de l'effet : dépend de la grandeur de la taille d'effet par rapport à l'échelle utilisée et du MCID si disponible.
- Réponse à la dose : proportionnalité de la réponse si précisée dans l'étude
- Toute confusion possible

4.3.1 Qualité des preuves sur la diminution de la douleur

- Concernant la diminution de douleur :

Au niveau des critères diminuant la qualité, un article sur les trois traitant de ce critère a un sérieux risque de biais avec un score PEDro de 6/10 (Cho 2016), ce qui réduit d'un point la qualité des preuves.

De plus, on a une imprécision sérieuse avec des intervalles de confiance larges, comme constaté dans l'analyse des résultats plus haut, ce qui diminue encore d'un point la qualité des preuves. Enfin, un biais de publication est probable du fait que notre recherche s'est cantonnée à trois bases de données, et que des articles montrant des effets négatifs aient pu être négligés, ce qui enlève de nouveau un point. Néanmoins, il n'y pas d'inconstance des résultats dans ces articles, ni d'effets indirects car les interventions et comparateurs sont sensiblement les mêmes.

Pour ce qui est des critères augmentant la qualité, on a deux articles sur trois qui ont une taille d'effet satisfaisante, donc une bonne largeur d'effet, ce qui ajoute un point à la qualité des preuves. On peut conclure que la qualité des preuves sur ce critère est **faible**.

- Concernant l'augmentation du seuil de douleur à la pression :

Pour les critères diminuant le niveau de qualité, on peut dire qu'on a un risque de biais sérieux, avec un article ayant un score PEDro de 6/10 et un effet indirect sérieux, car les échelles de mesure utilisées sont incomparables : cela empêche donc l'exploitation des résultats et on a deux points en moins. Le biais de publication est également probable, ce qui diminue encore d'un point la qualité des preuves. Les autres critères diminuant ou augmentant la qualité des preuves ne concernent pas ces articles. On en conclut que la qualité des résultats sur ce critère est **très faible**.

4.3.2 Qualité des preuves sur la diminution du prurit

Concernant la diminution du prurit, nous avons deux études présentant des résultats significatifs avec un taille d'effet satisfaisante à chaque fois, ce qui ajoute un point à la qualité.

Néanmoins, une des deux études a un score PEDro de 6/10, donc un risque de biais sérieux et les intervalles de confiances de nos résultats sont plutôt larges, donc avec un degré d'imprécision sérieux : par conséquent on perd deux points de qualité. De plus, on perd également un point supplémentaire pour le biais de publication.

On peut en conclure que le niveau de preuve concernant ce critère de jugement est **faible**.

4.3.3 Qualité des preuves sur la modification des caractéristiques des cicatrices

- Concernant la diminution du score de la VSS pour les caractéristiques des cicatrices :

L'étude Zaghoul 2017 a un score PEDro de 3/10, induisant un très fort risque de biais diminuant la qualité des preuves de deux points. De plus, les études ne sont pas d'accord : en effet, celle de Zaghoul 2017 retrouve un résultat significatif, alors que celle de Joo 2020 (score PEDro à 8/10) ne retrouve pas d'effet significatif. On a donc une inconstance très sérieuse diminuant encore de deux points la qualité des preuves. Aucun critère ne permet d'augmenter la qualité des preuves. Ainsi, on peut dire que la qualité des preuves est **très faible** concernant la modification des caractéristiques des cicatrice sur le score de la VSS.

- Concernant la diminution d'épaisseur des cicatrices :

Sur les trois articles relevant des mesures, le seul ayant une taille d'effet importante a un très fort risque de biais (score PEDro = 3/10) diminuant de deux points la qualité des résultats. On ne constate pas d'inconstance, d'imprécision ni d'effet indirect, mais un biais de publication probable diminuant d'un point supplémentaire le score. Aucun critère ne permet d'augmenter la qualité des preuves. On peut en conclure que la qualité des preuves est **très faible** concernant la diminution d'épaisseur des cicatrices en millimètres.

Ainsi, on constate que la qualité des preuves dans notre revue de littérature varie de très faible à faible selon nos critères de jugement. On relève que les effets sont à approfondir par des études supplémentaires, notamment les effets sur la diminution de douleur et de prurit qui ont tout de même la meilleure qualité de preuves.

4.4 Biais potentiels de la revue

Afin d'avoir une analyse critique de notre revue de littérature, nous allons évaluer les biais potentiels de celle-ci. Ainsi, nous utiliserons la grille AMSTAR 2 (**annexe 8**) reconnue pour évaluer la validité interne des revues systématiques d'essais cliniques [32] : elle est composée de 16 items qui sont des questions auxquelles nous pouvons répondre par « oui », « oui partiel » ou « non ».

Items	Cotation		
	Oui	Oui partiel	Non
Item 1	✓		
Item 2		X	
Item 3	✓		
Item 4			X
Item 5			X
Item 6			X
Item 7	✓		
Item 8	✓		
Item 9	✓		
Item 10		X	
Item 11	-	-	-
Item 12	-	-	-
Item 13	✓		
Item 14	✓		
Item 15	-	-	-
Item 16	✓		

Tableau 27 : Biais potentiels de la revue selon la cotation de l'échelle AMSTAR 2

En se basant sur la définition des items de la grille AMSTAR 2 [32], voici l'analyse des items qui n'ont pas été respectés, ou que partiellement, dans notre revue de littérature :

- L'item 2 : notre revue de littérature expose bien un protocole (dans la partie méthodologie) concernant la recherche et la sélection des études, ainsi que l'analyse des résultats. Néanmoins, ce protocole a été élaboré par un seul auteur et n'a été validé par personne. Par exemple, pour la détermination des scores PEDro de chaque étude, un biais d'évaluation est possible, car il s'agit de l'interprétation d'un seul auteur.
- L'item 4 : nous ne pouvons pas dire que la stratégie de recherche de notre revue est à 100% exhaustive, car nous n'avons étudié que trois bases de données. De plus, nous n'avons sélectionné que les essais cliniques randomisés pour avoir un meilleur niveau de preuve et nous n'avons pas contacté les auteurs en cas de données manquantes.
- Les items 5 et 6 ne sont pas validés car ni la sélection des études, ni l'extraction des données n'ont été réalisées « en double ».
- L'item 10 : le financement des études incluses a bien été précisé dans le tableau en **annexe 5**. Néanmoins, deux études sur six ne précisent pas leur financement.
- Les items 11, 12 et 15 ne sont pas évaluables, car il ne s'agit pas d'une méta analyse.

Ces items sont divisés dans la grille AMSTAR 2 en deux catégories :

- Les « critical flaw » (items 2,4,7,9,11,13 et 15), qui sont des items avec des failles critiques
- Les « non critical weakness » (tous les autres items), qui sont considérés moins faibles

La figure suivante nous indique alors la classification des revues de littératures :

- **High**
 - *No or one non-critical weakness: the systematic review provides an accurate and comprehensive summary of the results of the available studies that address the question of interest*
 - **Moderate**
 - *More than one non-critical weakness*: the systematic review has more than one weakness but no critical flaws. It may provide an accurate summary of the results of the available studies that were included in the review*
 - **Low**
 - *One critical flaw with or without non-critical weaknesses: the review has a critical flaw and may not provide an accurate and comprehensive summary of the available studies that address the question of interest*
 - **Critically low**
 - *More than one critical flaw with or without non-critical weaknesses: the review has more than one critical flaw and should not be relied on to provide an accurate and comprehensive summary of the available studies*
- *Multiple non-critical weaknesses may diminish confidence in the review and it may be appropriate to move the overall appraisal down from moderate to low confidence.*

Figure 25 : Critères de niveau de confiance d'une revue de littérature selon les résultats de la grille AMSTAR 2 [32]

Ainsi, dans notre revue de littérature, nous nous retrouvons avec les items manquants ou partiellement manquant suivants : 2, 4, 5, 6 et 10. Les items 2 et 4 sont des « critical flaw ». Notre revue de littérature a donc un niveau de confiance « critically low », soit très faible.

Mis à part la grille AMSTAR 2, nous pouvons également relever le fait que les études incluses dans notre revue de littérature ont des populations comprises entre 40 et 50 personnes et que nous n'en avons que six au total, ce qui fait une population de 267 personnes. De ce fait, la validité de notre revue de littérature est également très faible.

Enfin, les six articles sélectionnés sont tous en langue anglaise et seules trois bases de données ont été investiguées : ainsi, nous avons un biais de publication important car nous n'avons pas étudié toute la littérature internationale.

Nous pouvons en conclure que les biais potentiels de notre revue de littérature sont importants.

5 Conclusion

5.1 Implication pour la pratique clinique

Nous avons émis l'hypothèse que les ondes de choc extracorporelles pourraient, en complément de la thérapie conventionnelle, apporter un bénéfice aux patients brûlés graves (2^{ème} degré profond et 3^{ème} degré), notamment concernant leurs douleurs, leurs prurit et l'aspect de leurs cicatrices.

Notre revue de littérature a tenté de faire un état de l'art sur ce sujet, en ne sélectionnant que des essais cliniques randomisés afin d'obtenir le meilleur niveau de preuve possible.

Nous avons constaté à l'analyse des résultats de nos six articles inclus qu'il semblait y avoir un effet plutôt satisfaisant sur la diminution de douleur et de prurit, mais un effet plutôt faible sur la diminution d'épaisseur des cicatrices (moins d'1 mm), et inexistant sur la modification des autres caractéristiques des cicatrices (pigmentation, vascularisation, extensibilité selon le score VSS). Néanmoins, les tailles d'effets et intervalles de confiance diffèrent beaucoup selon les études, comme nous l'avons vu sur nos représentations graphiques par forest plot. Ceci peut être dû, par exemple, au faible nombre d'études comparées ainsi qu'au faible nombre de participants au total : 267 patients au total dont environ la moitié ont été affectés à des groupes contrôles, donc seulement 130 patients environ qui ont reçu le traitement par ondes de choc extracorporelles.

Au vu des résultats, on peut se demander si les résultats plutôt positifs sur deux facteurs primordiaux dans la prise en charge des patients grands brûlés (la douleur et le prurit) ne suffiraient pas à préconiser cette technique adjuvante dans les protocoles de rééducation des centres spécialisés.

En effet, la douleur et le prurit sont les plaintes principales des patients grand brûlés en centre et, malgré les techniques déjà prouvées et utilisées (crèmes, vêtements compressifs...), les patients en souffrent toujours et ce sur une longue période (plusieurs mois voire années).

De plus, la technique étudiée présente un bon rapport bénéfices/risques pour les patients car les effets secondaires les plus souvent rencontrés ne sont pas graves.

Enfin, nous pouvons relever que les études analysées ont utilisé le même appareil, avec à peu près les mêmes réglages et les mêmes protocoles d'intervention, ce qui donne un guide sur la façon d'appliquer ce traitement aux patients : 1 session par semaine d'environ 15 min avec 1000 à 2000 impulsions d'une fréquence de 4Hz et de faible intensité (0,05 à 0,30 mJ/cm²).

Les seuls inconvénients pour la pratique clinique restent le prix de l'appareil (entre 24 mille et 37 mille euros à l'état neuf) et la formation, qui représentent un investissement conséquent pour les structures, bien que l'utilité de ce traitement soit prouvée dans d'autres pathologies, et donc que son usage ne serait pas cantonné aux patients brûlés graves.

5.2 Implication pour la recherche

Notre revue de littérature a montré plusieurs limites :

- Le faible nombre d'études sur le sujet et de ce fait le faible nombre de patients
- La qualité des études : certaines études comportent des biais importants diminuant considérablement la qualité des résultats obtenus
- La provenance des études : en effet, quatre de nos six études proviennent de Corée du Sud et les deux autres d'Egypte. Ces pays n'ayant pas les mêmes principes en termes de pratiques rééducatives que les pays occidentaux, il serait donc intéressant que le sujet soit étudié ailleurs afin de voir si les effets divergent.
- Les biais potentiels de cette revue sont importants

Du fait de toutes ces limites, l'exploitation des résultats est difficile et ne permet pas de tirer de conclusions suffisantes pour la recherche.

Nous pouvons donc conclure qu'il serait souhaitable que la littérature se développe sur le sujet étudié afin d'obtenir des résultats de meilleure qualité et plus homogènes.

6 Bibliographie

- [1] Société Francophone de brulologie. Livre blanc: Prévention des brûlures, soins aux brûlés. 2019.
- [2] Dréno B. Anatomy and physiology of skin and cutaneous annexes. *Ann Dermatol Venerol* 2009;136:S247–51. [https://doi.org/10.1016/S0151-9638\(09\)72527-X](https://doi.org/10.1016/S0151-9638(09)72527-X).
- [3] ERPI (équipe de recherche sur les processus innovatifs). Chapitre 5, Le système tégumentaire. 2013.
- [4] Gueugniaud PY. Prise en charge des brules graves pendant les 72 premieres heures. *Ann Fr Anesth Reanim* 1997;16:354–69. [https://doi.org/10.1016/S0750-7658\(97\)81462-1](https://doi.org/10.1016/S0750-7658(97)81462-1).
- [5] Pellet, W. Raffoul L. Planète santé.ch/Maladie/Brulures 2011.
- [6] <https://www.brulure.fr/generalites/differents-degres/> n.d.:Charte HIC.
- [7] Rochet JM, Birraux D. Rééducation et réadaptation de l'adulte brûlé 1998.
- [8] Jaudoin D. La kinésithérapie de la cicatrice après une brûlure grave : connaître les données fondamentales, évaluer, traiter et guider le remaniement du derme. *KineBrulCom* 2000:80.
- [9] Rochet JM, Hareb F. *Brûlure et rééducation* 2002;8114:137–49.
- [10] Ogden JA, Tóth-Kischkat A SR. Principles of shock wave therapy. *Clin Orthop* 2001, 38e 2001:8–17.
- [11] J.DUDLER IC. Les ondes de choc extracorporelles en pathologie abarticulaire. *Rev Med Suisse* 2004.
- [12] Aguilera-Sáez J, Muñoz P, Serracanta J, Monte A, Barret JP. Extracorporeal shock wave therapy role in the treatment of burn patients. A systematic literature review. *Burns* 2020;46:1525–32. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2019.07.023>.
- [13] Haute Autorité de santé. Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique. *Etat Des Lieux* 2013:192.
- [14] Ottomann C, Stojadinovic A, Lavin PT, Gannon FH, Heggeness MH, Thiele R, et al. Prospective randomized phase II trial of accelerated reepithelialization of superficial second-degree burn wounds using extracorporeal shock wave therapy. *Ann Surg* 2012;255:23–9. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e318227b3c0>.
- [15] Mowafy ZME. Efficacy of extracorporeal shock wave in the treatment of heterotopic ossification in burned patients. *Int J PharmTech Res* 2016.
- [16] Wang CJ. Extracorporeal shockwave therapy for treatment of keloid scars. *Wound Repair Regen* 2018.
- [17] RK Elnaggar. Differential effects of extracorporeal shock wave therapy and botulinum toxin-A injection on post-burn contractures and gait kinematics in burn children. *J Burn Care Res* 2019.
- [18] E Russe. Effects of Preoperative Extracorporeal Shockwave Therapy on Scar Formation-A Pilot Study on 24 Subjects Undergoing Abdominoplasty Surgery. *Lasers Surg Med* 2019.
- [19] Ogonovsky R. Assessment of combined prophylaxis of pathological postoperative face skin scars according to the vacouver scar scale. *Georgian Med News* 2019.

- [20] Anthonissen M. A randomised comparative trial on the effects of shockwave-therapy in burn scars. *Wound Repair Regen* 2018.
- [21] Moortgat P, Anthonissen M, Van Daele U, Vanhullebusch T, Maertens K, De Cuyper L, et al. The effects of shock wave therapy applied on hypertrophic burn scars: a randomised controlled trial. *Scars, Burn Heal* 2020;6:205951312097562. <https://doi.org/10.1177/2059513120975624>.
- [22] Cho YS, Joo SY, Cui H, Cho SR, Yim H, Seo CH. Effect of extracorporeal shock wave therapy on scar pain in burn patients: A prospective, randomized, single-blind, placebo-controlled study. *Med (United States)* 2016;95:1–7. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000004575>.
- [23] Zaghoul MS, Khalaf MM, Thabet WN, Asham HN. Effect of extracorporeal shock wave therapy on post burn scars. *Int J PharmTech Res* 2016;9:78–85.
- [24] Joo SY, Cho YS, Seo CH. The clinical utility of extracorporeal shock wave therapy for burn pruritus: A prospective, randomized, single-blind study. *Burns* 2018;44:612–9. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2017.09.014>.
- [25] Samhan AF, Abdelhalim NM. Impacts of low-energy extracorporeal shockwave therapy on pain, pruritus, and health-related quality of life in patients with burn: A randomized placebo-controlled study. *Burns* 2019;45:1094–101. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2019.02.007>.
- [26] Lee SY, Joo SY, Cho YS, Hur GY, Seo CH. Effect of extracorporeal shock wave therapy for burn scar regeneration: A prospective, randomized, double-blinded study. *Burns* 2020:1–7. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2020.08.009>.
- [27] Joo SY, Lee SY, Cho YS, Seo CH. Clinical Utility of Extracorporeal Shock Wave Therapy on Hypertrophic Scars of the Hand Caused by Burn Injury: A Prospective, Randomized, Double-Blinded Study. *J Clin Med* 2020;9:1376. <https://doi.org/10.3390/jcm9051376>.
- [28] Haute Autorité de santé. Liste des échelles acceptées pour mesurer la douleur. *Dir l'Amélioration La Qual La Sécurité Des Soins Serv Évaluation Outil Pour La Qual La Sécurité Des Soins* 2020.
- [29] Maryam Bahreini, Arash Safaie, Hadi Mirfazaelian MJ. How much change in pain score does really matter to patients? *Am J Emerg Med* 2020;38:164161646.
- [30] Reich A, Riepe C, Anastasiadou Z, Medrek K, Augustin M, Szepietowski JC, et al. Itch assessment with visual analogue scale and numerical rating scale: Determination of minimal clinically important difference in chronic itch. *Acta Derm Venereol* 2016;96:978–80. <https://doi.org/10.2340/00015555-2433>.
- [31] Guyatt G, Oxman AD, Akl EA, Kunz R, Vist G, Brozek J, et al. GRADE guidelines: 1. Introduction - GRADE evidence profiles and summary of findings tables. *J Clin Epidemiol* 2011;64:383–94. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2010.04.026>.
- [32] Shea BJ, Reeves BC, Wells G, Thuku M, Hamel C, Moran J, et al. AMSTAR 2: A critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ* 2017;358:1–9. <https://doi.org/10.1136/bmj.j4008>.

Table des annexes

Annexe 1: Vancouver Scar Scale (VSS)	1
Annexe 2 : POSAS patient scale	2
Annexe 3 : Version française de la Burn Specific Health Scale-Brief (BSHS-B)	3
Annexe 4 : Score PEDro	4
Annexe 5 : Tableau détaillé d'extraction des données des articles inclus	5
Annexe 6 : Echelle visuelle analogique (EVA) pour la mesure de la douleur	6
Annexe 7 : Abstract de l'article Anthonissen 2018 (non obtenu) [20]	6
Annexe 8 : Traduction française de l'échelle AMSTAR 2	7

ANNEXES

Annexe 1: Vancouver Scar Scale (VSS)

Scar characteristic	Score
Vascularity	
Normal	0
Pink	1
Red	2
Purple	3
Pigmentation	
Normal	0
Hypopigmentation	1
Hyperpigmentation	2
Pliability	
Normal	0
Supple	1
Yielding	2
Firm	3
Ropes	4
Contracture	5
Height (mm)	
Flat	0
<2	1
2~5	2
>5	3
Total score	13

Annexe 3 : Version française de la Burn Specific Health Scale-Brief (BSHS-B)

<u>Avez-vous des difficultés à?</u>	
1.	À vous laver de façon autonome? Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Aucune (Absolument pas) = 4
2.	À vous habiller vous-même? Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Aucune (Absolument pas) = 4
3.	À vous asseoir et à vous lever d'une chaise? Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Aucune (Absolument pas) = 4
4.	À signer? Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Aucune (Absolument pas) = 4
5.	À manger avec des couverts? Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Aucune (Absolument pas) = 4
6.	À lacer vos chaussures? Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Aucune (Absolument pas) = 4
7.	À attraper des pièces de monnaie au sol? Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Aucune (Absolument pas) = 4
8.	À déverrouiller une serrure? Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Aucune (Absolument pas) = 4
9.	À effectuer votre ancien métier? Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Aucune (Absolument pas) = 4
<u>Dans quelle mesure chacun des énoncés suivants vous correspond?</u>	
10.	Je suis envahi par un sentiment de solitude Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Jamais (Absolument pas) = 4
11.	Souvent je me sens triste ou avec une humeur dépressive Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Jamais (Absolument pas) = 4
12.	A certains moments, j'ai des problèmes émotionnels Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Jamais (Absolument pas) = 4
13.	Je n'ai pas envie de faire des activités avec mes amis Jamais envie = 0; rarement envie = 1; Modéré (ment) envie = 2; assez souvent envie = 3; très souvent envie = 4
14.	Je n'aime plus rendre visite à mes connaissances Plus du tout = 0; beaucoup moins = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu moins = 3; Si, comme avant = 4
15.	Je n'ai personne avec qui parler de mes problèmes Absolument personne = 0; de rares personnes = 1; Quelques personnes = 2; Beaucoup de personnes = 3 Enormément de personnes = 4
16.	J'ai l'impression d'être piégé ou la sensation d'être emprisonné Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Aucune (Absolument pas) = 4
17.	Mes brûlures m'ont éloigné de ma famille Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Absolument pas = 4
18.	Je préfère être seul qu'avec ma famille Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Absolument pas = 4
19.	Je n'aime pas la façon dont ma famille agit autour de moi Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Absolument pas = 4
20.	Ma famille serait mieux sans moi Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Absolument pas = 4
21.	Je me sens frustré parce que je n'ai pas retrouvé ma libido d'avant Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Absolument pas = 4
22.	Clairement, je ne suis plus intéressé par le sexe comme avant Plus du tout = 0; beaucoup moins = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu moins = 3; Si, comme avant = 4
23.	Je n'embrasse plus, ou je n'étreins plus comme avant Plus du tout = 0; beaucoup moins = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu moins = 3; Si, comme avant = 4
24.	Parfois, je souhaiterais oublier avoir changé d'aspect Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Absolument pas = 4
25.	Je sens que ma brûlure dérange les autres Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Absolument pas = 4
26.	Mon aspect en général m'est désagréable Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Absolument pas = 4
27.	L'aspect des mes cicatrices me gêne Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Absolument pas = 4
28.	Etre au soleil me dérange Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Absolument pas = 4
29.	Les chaudes conditions climatiques me dérangent Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Absolument pas = 4

35.	Je préférerais n'avoir rien à faire pour le soin des mes brûlures Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Absolument pas = 4
36.	J'ai du mal à faire toutes les choses conseillées pour le soin des mes brûlures Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Absolument pas = 4
37.	En prenant soin de mes brûlures, il m'est difficile de faire d'autres choses importantes pour moi Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Absolument pas = 4
38.	Ma brûlures interfère avec mon travail Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Absolument pas = 4
39.	Etre brulé a affecté ma capacité à travailler Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Absolument pas = 4
40.	Ma brûlures a engendré des problèmes dans mon travail Extrême(ment) = 0; Beaucoup = 1; Modéré (ment) = 2; Un peu = 3; Absolument pas = 4

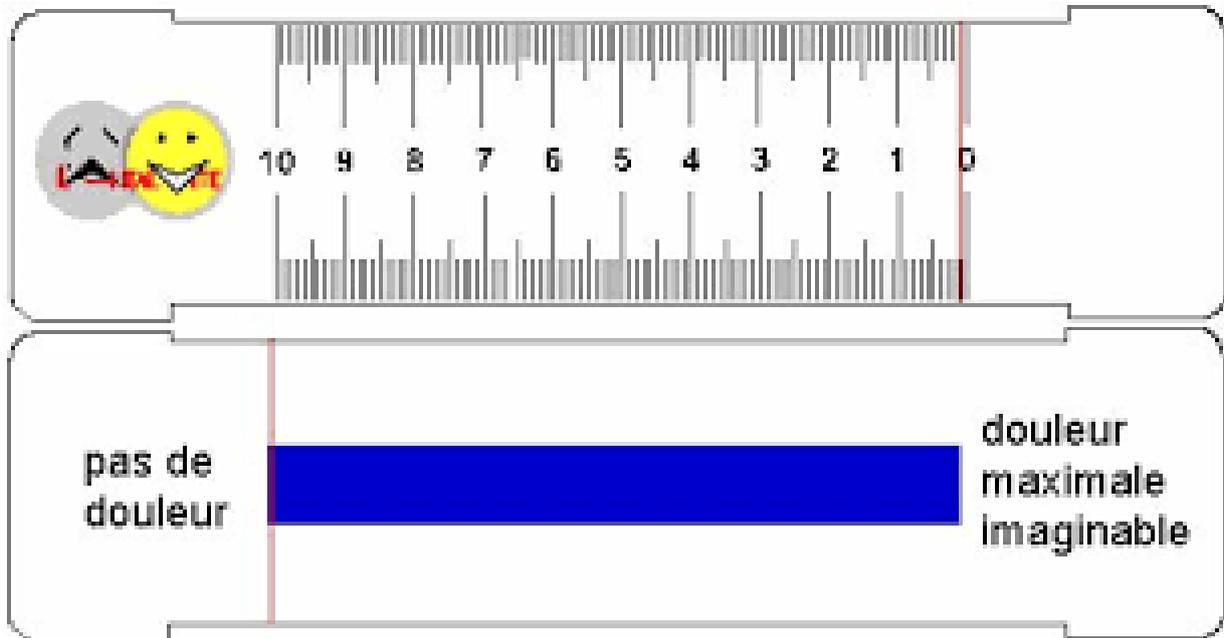
Annexe 4 : Score PEDro

-
- | | | |
|---|---|-----|
| 1. les critères d'éligibilité ont été précisés | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 2. les sujets ont été répartis aléatoirement dans les groupes (pour un essai croisé, l'ordre des traitements reçus par les sujets a été attribué aléatoirement) | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 3. la répartition a respecté une assignation secrète | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 4. les groupes étaient similaires au début de l'étude au regard des indicateurs pronostiques les plus importants | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 5. tous les sujets étaient "en aveugle" | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 6. tous les thérapeutes ayant administré le traitement étaient "en aveugle" | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 7. tous les examinateurs étaient "en aveugle" pour au moins un des critères de jugement essentiels | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 8. les mesures, pour au moins un des critères de jugement essentiels, ont été obtenues pour plus de 85% des sujets initialement répartis dans les groupes | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 9. tous les sujets pour lesquels les résultats étaient disponibles ont reçu le traitement ou ont suivi l'intervention contrôle conformément à leur répartition ou, quand cela n'a pas été le cas, les données d'au moins un des critères de jugement essentiels ont été analysées "en intention de traiter" | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 10. les résultats des comparaisons statistiques intergroupes sont indiqués pour au moins un des critères de jugement essentiels | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 11. pour au moins un des critères de jugement essentiels, l'étude indique à la fois l'estimation des effets et l'estimation de leur variabilité | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> | où: |
-

Annexe 5 : Tableau détaillé d'extraction des données des articles inclus

Auteur, année, titre et source de financement	Nb de patients et critères d'inclusions	Patients exclus	Comparateur utilisé et score PEDro	Modalités d'interventions
Cho, 2016, « Effects of extracorporeal shock wave therapy on scar pain in burn patients », "National Research Foundation of Korea" (NRF) et le KHIDI (Korean Health Industry Development Institute) finance par le gouvernement	40 *Brulure ou greffe refermée complètement *NRSP > 5 sans traitement depuis plus d'une semaine *Greffe ou guérison spontanée	*Douleurs d'origine psychiatrique *Symptômes de fracture autour de la cicatrice *Problème ou trt anti-coagulant *Infection de la zone *Risque de cloque *Hyperventilation *Femme enceinte	Sham = placebo + thérapie classique 6/10	*Machine : Duolith SD-1 *100 impulsions par cm ² *EFD : 0,05 à 0,15 mJ/mm ² *Fréquence : 4Hz *3 sessions de 1000 à 2000 impulsions à 1 semaine d'intervalle *Zone la plus douloureuse
Zaghloul, 2017, « Effect of extracorporeal shock wave therapy on post burn scars », financement non précisé	40 *Cicatrices limitées fonctionnelles et hypertrophiques *Greffe ou guérison spontanée *20 à 45 ans *Homme ou femme	*Maladies de la peau *Patients avec immunodéficience *Femmes enceintes *Cicatrice hypertrophique mature (ancienne)	Thérapie classique : MTP et exercices d'étirement 3/10	*2 sessions par semaines pendant 6 semaines *2500 à 3000 impulsions pendant 10 à 15 min *Zone la plus douloureuse
Joo, 2018, « The clinical utility of extracorporeal shock wave therapy for burn pruritus: A prospective, randomized, single-blind study », KHIDI et une subvention de l'université Hallym	46 *Pruritus sévère > 5 à l'échelle NRS depuis plus d'une semaine *Pas de traitement (médicament ou thérapie) *18 à 75 ans *Homme ou femme *Greffe ou guérison spontanée	*Cancer *Fracture *Brulure localisée sur les parties génitales *Femmes enceintes *Risque d'effet secondaire à cause des ondes de choc	Sham = placebo + thérapie classique 8/10	*Zone avec le plus de démangeaison *Machine : Duolith SD-1 *100 impulsions par cm ² *EFD : 0,05 à 0,20 mJ/mm ² *Fréquence : 4Hz *3 sessions de 1000 à 2000 impulsions à 1 semaine d'intervalle
Samhan, 2019, « Impacts of low-energy extracorporeal shockwave therapy on pain, pruritus, and health-related quality of life in patients with burn: A randomized placebo-controlled study », financement non précisé	45 *18 à 55 ans *Brulure de + de 10% du corps *Douleur et pruritus > 5 sur l'échelle NRS *Greffe ou guérison spontanée	*Brulures aux mains et aux pieds *Cancer/diabète *Femmes enceintes *Troubles psychiatriques et tentative de suicide *Problème ou trt anti-coagulant *Risque de cloques	Sham = placebo + thérapie classique 7/10	*Machine : Duolith SD-1 *100 impulsions par cm ² *EFD : 0,05 à 0,20 mJ/mm ² *Fréquence : 4 Hz *4 sessions (une par semaine) de 1000 à 2000 impulsions
Lee, 2020, « Effect of extracorporeal shock wave therapy for burn scar regeneration: A prospective, randomized, double-blinded study », NRF of Korea et une subvention de l'université Soonchunhyang	48 *Patients greffés seulement par STMG Matriderm	*Autres types de greffes ou guérison spontanée *Pb musculo squelettique *Femme enceinte *Médicaments stéroïdes ou rétinoïdes	Thérapie classique : exercices d'étirement, médicaments antidouleur et démangeaisons, gel silicone, crème hydratante, rééducation des 4 membres 8/10	*Machine : Duolith SD-1 *100 impulsions par cm ² *EFD : 0,05 à 0,30 mJ/mm ² *Fréquence : 4 Hz *6 sessions à 1 semaine d'intervalle de 1000 à 2000 impulsions
Joo, 2020, « Clinical Utility of Extracorporeal Shock Wave Therapy on Hypertrophic Scars of the Hand Caused by Burn Injury: A Prospective, Randomized, Double-Blinded Study », NRF of Korea et une subvention de l'université Soonchunhyang	48 *Age ≥ 18 ans *Zone : main droite *Greffe de moins de 6 mois	*Gaucher *Pb musculo squelettique au niveau de la main droite *Femme enceinte *Risques d'effets secondaires accrus	Sham = placebo + thérapie classique 8/10	*Machine : Duolith SD-1 *100 impulsions par cm ² *EFD : 0,05 to 0,30 mJ/mm ² *Fréquence : 4 Hz *4 sessions à 1 semaine d'intervalle de 1000 à 2000 impulsions

Annexe 6 : Echelle visuelle analogique (EVA) pour la mesure de la douleur



Annexe 7 : Abstract de l'article Anthonissen 2018 (non obtenu) [20]

Introduction: A variety of physical treatments exists to manage hypertrophic scarring. One of these treatments is extracorporeal shockwave therapy (ESWT). Although the application of ESWT in scar management is still in its exploration phase, there are some interesting findings in the literature. The aim of this randomized, placebo controlled, single blinded trial was to investigate the effects of low and high intensity shockwave therapy in patients with older burn scars.

Methods: Patients were randomly assigned to one of three groups and treated with pressure garments, silicone and moisturizers. Patients of intervention group A and group B were additionally treated with respectively low intensity ESWT (0.25 mJ/6Hz) and high-intensity ESWT (0.76 mJ/4Hz) once a week during 10 weeks. Patients of group C were treated with a placebo shockwave probe. The assessment methods were the Patient and Observer Scar Assessment Scale (POSAS) for clinical assessment, tristimulus colorimetry for redness, and cutometry for elasticity. Patients were tested at baseline, after one month, three months and six months. For the statistical analysis, a mixed-design ANOVA was carried out, with the intervention being the betweensubjects factor and time being the within-subjects factor.

Results: Preliminary results after six months on 24 patients are presented. Mean scar age varied between 7,5 months and 13 months. A trend towards a better performance of the low-intensity ESWT group was observed, although only statistically significant for pliability ($p=.047$, $\eta^2p=.238$) and global opinion ($p=.048$, $\eta^2p=.227$) subjectively assessed by the patient. The low-intensity ESWT group was also the only group that showed significant improvements over time for objective measurements of scar brightness ($p=.043$, $\eta^2p=.316$), scar redness ($p=.029$, $\eta^2p=.343$) and scar extensibility ($p=.016$, $\eta^2p=.383$).

Conclusions: Low-intensity ESWT seems to have a benefit in the treatment of hypertrophic burn scars with an improvement of scar colour and extensibility.

Annexe 8 : Traduction française de l'échelle AMSTAR 2

1. Les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue comprenaient-ils les critères PICO ?
2. Le rapport de la revue contenait-il un énoncé explicite selon lequel les méthodes de la revue ont été établies avant sa réalisation, et le rapport justifiait-il tout écart important par rapport au protocole ?
3. Les auteurs de la revue ont-ils expliqué leur choix des modèles d'étude inclus dans la revue ?
4. Les auteurs de la revue ont-ils eu recours à une stratégie exhaustive pour leur recherche de littérature ?
5. Les auteurs de la revue ont-ils réalisé la sélection des études en double ?

6. Les auteurs de la revue ont-ils effectué l'extraction des données en double ?
7. Les auteurs de la revue ont-ils fourni une liste des études exclues et une justification de leur exclusion ?
8. Les auteurs de la revue ont-ils décrit suffisamment en détail les études incluses ?
9. Les auteurs de la revue ont-ils employé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ?
10. Les auteurs de la revue ont-ils mentionné les sources de financement des études incluses ?
11. Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs de la revue ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour réaliser une combinaison statistique des résultats ?
12. Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs de la revue ont-ils évalué les effets potentiels du risque de biais des études individuelles sur les résultats de la méta-analyse ou d'autres synthèses des données probantes ?
13. Les auteurs de la revue ont-ils tenu compte du risque de biais dans les études primaires au moment d'interpréter ou de discuter des résultats de la revue ?
14. Les auteurs de la revue ont-ils expliqué et analysé de façon satisfaisante toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue ?
15. S'ils ont réalisé une synthèse quantitative, les auteurs de la revue ont-ils effectué un examen adéquat du biais de publication (biais de petite étude) et abordé ses effets probables sur les résultats de la revue ?
16. Les auteurs de la revue ont-ils déclaré toutes les sources potentielles de conflits d'intérêts, y compris le financement reçu pour réaliser la revue ?