FACULTE DE MEDECINE DE L'UNIVERSITE JOSEPH FOURIER

CHU DE GRENOBLE

DIPLOME INTER-UNIVERSITAIRE DE REEDUCATION ET D'APPAREILLAGE EN CHIRURGIE DE LA MAIN

PROFESSEUR FRANÇOIS MOUTET

MAIN BRULEE : QUELLE EST L'INFLUENCE DES TROUBLES DE LA SENSIBILITE CUTANEE SUR LA PREHENSION ?

DOCTEUR VALERIE CHAUVINEAU-MORTELETTE

HOPITAL LEON BERARD, HYERES

ANNEES UNIVERSITAIRES 2011-2013

SOMMAIRE

INTRODUCTION ……..……4

CADRE THEORIQUE ET OBJECTIF DE L'ETUDE…….……5

1. Troubles de la préhension et main brûlée…….5
2. Troubles sensitifs cutanés après brûlure……...8
3. Influence des troubles sensitifs cutanés de la main sur la préhension : résultats des études chez le sujet sain et en pathologie…….……..16
4. Hypothèses de travail et objectif de l'étude……....20

MATERIEL ET METHODE……...…….21

1. Sélection de la population……...…21
2. Evaluation des déficiences élémentaires et incapacités……..……21
3. Le bilan de sensibilité…….…22
   a) La sensibilité tactile : sensibilité à la pression - sensibilité discriminative……..…23
   b) La sensibilité de protection thermo-algique……25
4. Evaluation des capacités de préhension…….....25
   a) Box and Block Test…….25
   b) Test de Purdue Pegboard…….26
   c) Force de préhension……26
   d) Quick DASH……...…27
5. Analyse statistique……..……27

RESULTATS……...…28

1. Caractéristiques générales et cliniques des groupes……..……..28
2. Le bilan de sensibilité chez les témoins et les patients…….……..29
3. Les capacités de préhension chez les témoins et les patients……..…32
4. Etude de corrélation : influence des troubles de la sensibilité sur les capacités de préhension chez les patients……33

DISCUSSION……..36

1. Les troubles de la sensibilité chez les patients……36
2. Les troubles de la préhension chez les patients…….…..38
3. Le lien sensibilité cutanée de la main et préhension chez le patient brûlé…….….39
4. Limites de l'étude……42

CONCLUSION……...….43

BIBLIOGRAPHIE……45

RESUME……..……...……..…….51

INTRODUCTION

Chez le grand brûlé, la prise en charge de la main est au cœur des préoccupations des équipes de soins. La précocité de mise en œuvre du traitement chirurgical de la main brûlée est un prérequis indiscutable pour l'avenir fonctionnel. Une rééducation spécialisée post-opératoire n'en est pas moins indispensable.

Malgré les progrès thérapeutiques depuis ces vingt dernières années, l'atteinte profonde initiale de la main et ses conséquences, peuvent se révéler redoutables pour le pronostic de préhension et l'avenir du patient : rétraction cutanée, raideur articulaire, déformations et amputations des doigts sont autant de paramètres cliniques péjoratifs pour la fonction de la main, couramment observés en pratique clinique.

A côté des lésions cutanées et ostéo-articulaires, le bilan sensitif de la main est souvent négligé. La main est pourtant touchée de plein fouet dans sa fonction sensitive. La brûlure profonde est effectivement à l'origine d'une destruction du système sensoriel cutané des couches dermiques et épidermiques : mécanorécepteurs pour la sensibilité tactile, terminaisons libres des fibres nerveuses pour la sensibilité thermo-algique. Les troubles sensitifs cutanés après brûlures sont bien décrits dans la littérature, souvent associées à la présence de douleurs neuropathiques et de prurit, persistant dans le temps au-delà de la période de maturation cicatricielle.

Le retentissement des troubles sensitifs cutanés sur la fonction motrice de la main est mis en évidence dans certaines affections neurologiques périphériques ou centrales, comme dans les traumatismes des troncs nerveux périphériques ou après accident vasculaire cérébral. Qu'en est-il chez le patient brûlé ? Les troubles sensitifs cutanés pourraient-ils participer aux troubles de la préhension si redoutés chez nos patients ?

Faut-il en pratique clinique, envisager un dépistage systématique de ces troubles sensitifs ? Faut-il impérativement associer à la prise en charge conventionnelle des patients brûlés, une rééducation à visée sensitive pour améliorer ces troubles et pourquoi pas la préhension ?

CADRE THEORIQUE ET OBJECTIF

1. Troubles de la préhension et main brûlée :

Les brûlures de la main sont fréquentes. Selon les différentes enquêtes épidémiologiques en France métropolitaine dont la dernière en 2009 (Invs, données PMSI), les mains et les poignets sont les parties les plus fréquemment lésées, retrouvés chez environ 20% des patients brûlés. Chez le brûlé grave, un patient sur deux présente une atteinte des mains. Ces données épidémiologiques sont à peu près superposables aux chiffres des populations nord-américaines (Helm, 1992 ; Tredget, 2000) et asiatiques (Lin et al, 2013).

En cas de brûlures isolées de la main (3% de surface corporelle), le pronostic vital n'est pas engagé. Ces brûlures si elles sont profondes sont pourtant considérées comme graves, avec mise en jeu du pronostic fonctionnel de la main. Elles nécessitent une évaluation en milieu spécialisé et relèvent d'une prise en charge précoce et multidisciplinaire tant sur le plan chirurgical que sur le plan de la rééducation. Chez le grand brûlé chez qui les fonctions vitales sont parfois défaillantes, le retard de prise en charge de la main peut aussi nuire au pronostic fonctionnel. Limiter autant que possible les séquelles esthétiques, mais surtout fonctionnelles de la main reste l'objectif à atteindre, pour une réinsertion socioprofessionnelle réussie des patients (Mason et al, 2012). Au-delà des activités sociales et/ou professionnelles, c'est la qualité de vie des patients qui est en jeu, corrélée aux capacités fonctionnelles de la main (Anzarut et al, 2005).

Le pronostic fonctionnel de la main n'est pourtant pas facile à établir, en rapport avec plusieurs paramètres cliniques, dépendant de la brûlure elle-même, du patient ou encore du traitement mis en œuvre.

Dans leur étude évaluant 478 patients brûlés dont 786 mains, Frist et al (1985) montraient d'excellents résultats fonctionnels pour la main dans un peu plus de 90% des cas à l'issue de la prise en charge, sans différence majeure observée entre les brûlures superficielles traitées par cicatrisation dirigée et les brûlures profondes traitées par excision-greffe précoce. Plusieurs études montrent pourtant que la profondeur initiale de la brûlure est le paramètre déterminant pour le devenir fonctionnel de la main (Sheridan et al, 1998 ; Van Zuijlen et al, 1999 ; Xie et al, 2012). L'étude de Sheridan et al (1998) met effectivement en évidence chez 495 enfants (698 mains), un pronostic fonctionnel de la main intimement lié à la profondeur initiale des brûlures. Dans cette étude, la fonction de la main est considérée comme «normale» dans 97% des cas pour les brûlures superficielles traitées par cicatrisation dirigée,

dans 85% des cas pour les brûlures profondes traitées par excision-greffe et dans seulement 25% des cas pour les brûlures les plus profondes avec atteintes osseuse et articulaire associées. Pour ces dernières, la fonction de la main est jugée satisfaisante dans 50% des cas et péjorative avec dépendance majeure dans les activités de la vie quotidienne, pour un quart des patients restants.

Les brûlures profondes peuvent effectivement générer des complications locales, non seulement en rapport avec l'atteinte dermo-épidermique, mais également avec l'atteinte directe des tissus sous-cutanés : tendons, os et articulations. L'atteinte de la couche dermique favorise la rétraction cutanée et les répercussions potentielles que l'on connaît : raideur articulaire, déformations des doigts. L'atteinte des structures tendineuses, osseuses et articulaires est très péjorative pour la fonction ultérieure de la main (Frist et al, 1985), en particulier par les amputations digitales qui vont souvent s'imposer dans ce contexte (Van Zuijlen et al, 1999). Meyers-Paal et al (2000) mettent parfaitement en évidence la corrélation entre amputations des doigts longs et fonctionnalité de la main dans une étude de 41 enfants gravement brûlés sur 88% de surface corporelle totale en moyenne. On souligne que les brûlures électriques de la main sont très pourvoyeuses d'amputations digitales, associées à un pronostic fonctionnel particulièrement péjoratif lié aussi aux atteintes neurologiques périphériques fréquentes (Mazzetto-Betti et al, 2009).

En cas de brûlures profondes de la face dorsale des mains, l'étude descriptive de Holavanahalli et al (2007), au sein d'une population de 32 patients brûlés (58% de surface corporelle totale en moyenne, à 16 ans d'évolution du traumatisme), reflète bien les principales séquelles observées en pratique clinique chez l'adulte. Dans les résultats, les auteurs rapportent une fréquence élevée des amputations : 39% d'amputations d'au moins un doigt de la main dominante, 46% d'amputations d'au moins un doigt de la main non dominante et 31% d'amputations d'au moins un doigt des deux mains. Les principales déformations observées sont des boutonnières pour 22% des patients, loin devant les déformations en col de cygne (9%) ou en maillet (3%). La fragilisation de l'appareil extenseur des doigts longs est mise en cause, en particulier la bandelette médiane. Quarante pour cent des patients présentent une raideur d'au moins un rayon digital, avec une atteinte plus fréquente et plus sévère pour le pouce et le cinquième doigt. Les forces de préhension des patients sont diminuées pour la préhension globale et les pinces sélectives. Enfin la fonction de la main évaluée par le Jebsen-Taylor-Hand-Test est altérée (JTHT). Les tâches d'écriture et de manipulation d'objets de petite taille sont les plus touchées dans ce test. L'incapacité

fonctionnelle autoévaluée par le MHQ (Michigan Hand Questionnaire) est également importante, corrélée aux scores du JTHT.

Salisbury (2000) décrit les douze anomalies les plus fréquemment observées au niveau du membre supérieur après brûlures chez l'adulte, rejoignant les constats de l'étude précédente : 1)-rétraction de la première commissure, 2)-rétraction commissurale des autres espaces, 3)-rétraction cutanée globale de la face dorsale de la main, 4)-déformation en abduction du 5e doigt, 5)-déformation en hyper-extension des métacarpo-phalangiennes, 6)-adhérences des tendons extenseurs, 7)-déformations en boutonnière, 8)-flexum fixé des inter-phalangiennes proximales, 9)-lésion des nerfs médian et ulnaire, 10)-amputations des doigts longs. Les atteintes plus proximales sont également mises en cause dans le pronostic fonctionnel de préhension : 11)-brides du coude et axillaires, 12)-calcifications des articulations du coude et de l'épaule.

Concernant la profondeur initiale des brûlures, le délai de récupération de la fonction de la main est aussi plus long pour les brûlures profondes excisées et greffées que pour les brûlures superficielles traitées par cicatrisation dirigée (Williams et al, 2012).

Van Zuijlen et al (1999) mettent en évidence d'autres facteurs corrélés au devenir fonctionnel de la main en dehors de la profondeur initiale de la brûlure : âge élevé du patient, pourcentage de surface corporelle brûlée en profond, pourcentage de surface brûlée de la main en profond. Jarret et al (2008) suggèrent eux aussi dans leur étude, une relation entre l'incapacité fonctionnelle de la main évaluée par l'auto-questionnaire du Quick DASH (Disability-Arm-Shouler-Hand) et le pourcentage de surface corporelle brûlée profonde. Selon Umraw et al (2004), les atteintes de la main non dominante pourraient générer un taux de séquelles fonctionnelles plus important, que dans le cas des atteintes de la main dominante. L'influence de la localisation des brûlures (face palmaire ou face dorsale de la main) sur le pronostic fonctionnel n'est pas rapportée à notre connaissance dans la littérature.

Van Zuijlen et al (1999) abordent le rôle clé du traitement chirurgical : le nombre d'échec de prise de la greffe est corrélé au pronostic fonctionnel de la main. Cependant, contrairement aux résultats attendus, le délai d'excision-greffe n'est pas corrélé à la fonction de la main dans cette étude. L'excision-greffe précoce reste pourtant à ce jour, l'élément clé du pronostic fonctionnel de la main brûlée (Omar et al, 2011). Par ailleurs, les innovations technologiques à disposition du chirurgien, en particulier l'utilisation des dermes artificiels associée à une rééducation bien menée, n'ont fait qu'améliorer ce pronostic fonctionnel (Dantzer et al, 2003 ; Cuadra et al, 2012). L'utilisation des lambeaux pour la couverture des

éléments nobles exposés, participe également au sauvetage fonctionnel de la main (Voulliaume et al, 2005).

On souligne une grande hétérogénéité des protocoles d'évaluation de la fonction de la main brûlée dans toutes ces études, ne permettant pas de réellement comparer les résultats fonctionnels, selon les traitements proposés ou selon le type de population de patients brûlés (main isolée, grand brûlé, brûlures superficielles, brûlures profondes…). L'évaluation de la fonction de la main peut comporter des mesures cliniques standard comme le degré de mobilité articulaire des doigts longs, le score de Kapandji pour l'opposition du pouce, ou encore la force de préhension. L'évaluation peut aussi comporter des tests de performances de préhension comme le Jebsen-Taylor-Hand-Test (Van Zuijlen et al, 1999 ; Holavanahalli et al 2007 ; Omar et al, 2012), le test 400 points (Cuadra et al, 2012), le TEMPA (Test d'Evaluation des Membres supérieurs de la Personne âgée) pour Umraw et al (2004). En terme d'auto-évaluation de l'incapacité fonctionnelle de la main par le patient, trois questionnaires sont retrouvés dans la littérature pour l'étude des patients brûlés : le MHQ ou Michigan Hand Questionnaire (Umraw et al, 2004 ; Holavanahalli et al, 2007 ; Xie et al, 2012), le DASH pour Disability Arm Shoulder Hand (Mazetto-Betti et al, 2009), le Quick DASH, version abrégée du DASH (Chapman et al, 2008 ; Jarret et al, 2008). Les échelles « maison » ne sont pas exceptionnelles (Frist et al, 1985 ; Sheridan et al, 1998).

Une revue récente de la littérature rappelle cependant, qu'aucun de ces tests de préhension, ni aucune échelle d'incapacité fonctionnelle de la main, n'est validée à ce jour chez le patient brûlé (Lin et al, 2013). Il n'existe pas non plus d'échelle spécifique élaborée pour l'évaluation de la fonction de la main chez le brûlé.

Enfin, à notre connaissance, parmi les paramètres cliniques corrélés à l'avenir fonctionnel de la main brûlée, le rôle éventuel des troubles sensitifs cutanés n'a jamais été étudié.

2. Troubles sensitifs cutanés après brûlure :

❖ Description clinique des troubles sensitifs cutanés après brûlure :

La main brûlée, perturbée dans sa fonction motrice, est aussi une main moins sensible. En pratique clinique, l'évaluation et la prise en charge des troubles sensitifs de la main sont pourtant souvent négligés au profit des lésions cutanées, tendineuses, osseuses et articulaires précédemment décrites.

Même si une première étude publiée en 1960 par Ponten et al, conclut à une normalisation de la fonction sensitive cutanée après excision-greffe de brûlures profondes dans les 2 ans suivant le traumatisme, tous les travaux publiés par la suite, affirment le contraire (Hermanson, 1986 ; Ward et al, 1989 ; Ward et al, 1991 ; Malenfant et al, 1998 ; Nedelec et al, 2005 ; Holavanahalli et al, 2010 ; Hamed et al, 2011).

Les troubles sensitifs cutanés sont extrêmement fréquents, retrouvés chez environ un patient brûlé sur deux (Malenfant et al, 1996 ; Holavanahalli et al, 2010) et associés à la présence de douleurs neuropathiques ainsi qu'un prurit (Choisnière et al, 1991). Ces troubles ont un caractère irréversible, persistant effectivement au-delà de la période de maturation cicatricielle classiquement estimée entre 12 et 24 mois : troubles sensitifs évalués à 43 mois d'évolution en moyenne pour Nedelec et al (2005), dix-sept ans d'évolution pour l'équipe de Holavanahalli et al (2010).

L'intensité du déficit sensitif cutané varie avec la profondeur de la brûlure : plus la brûlure est profonde et plus les troubles sensitifs sont importants (Ward et al, 1989 ; Malenfant et al, 1998). L'évaluation des troubles sensitifs au niveau des zones brûlées profondes greffées, est d'avantage perturbée qu'au niveau des zones brûlées superficielles traitées par cicatrisation dirigée, qui ne sont toutefois pas indemnes en termes de sensibilité (Hermanson et al, 1986).

La nature des troubles sensitifs varie aussi avec la profondeur des brûlures avec une atteinte globale ou sélective selon différents modes : atteinte de la sensibilité thermo-algique, atteinte de la sensibilité à la pression, atteinte de la sensibilité discriminative.

Pour la sensibilité thermo-algique, la mise en évidence ou non de troubles sensitifs, varie selon les études. Pour les brûlures superficielles traitées par cicatrisation dirigée, Holavanahalli et al (2010) retrouvent une sensibilité sub-normale lors des tests effectués à la piqûre d'épingle alors que dans le groupe des brûlures profondes, les zones greffées sont nettement moins sensibles pour 71% des patients. Pour Malenfant et al (1998), les résultats vont dans le même sens. Au contraire, dans l'étude de Ward et al (1991), la sensibilité de protection à la douleur semble restaurée chez les patients même lorsqu'ils présentent des brûlures profondes, excisées et greffées. On souligne des tests principalement effectués au niveau de la face dorsale de la main pour cette série de patients. Nedelec et al (2005) retrouvent aussi une sensibilité à la douleur restaurée au niveau de brûlures profondes, traitées par excision-greffe. Ces discordances de résultats s'expliquent probablement par l'hétérogénéité des protocoles d'évaluation de la sensibilité dans les études.

Pour la sensibilité à la pression le plus souvent testée par la méthode des mono-filaments de Semmes-Weinstein, les résultats sont en accord dans les études : la sensibilité à la pression est diminuée non seulement pour les brûlures profondes excisées et greffés mais également pour les brûlures superficielles (Malenfant et al, 1998 ; Ward et al, 1991 ; Nedelec et al, 2005). Malenfant et al (1998) soulignent que le seuil de perception à la pression est plus élevé chez les patients présentant des douleurs neuropathiques, contrairement aux résultats de Hamed et al (2011) pour qui le niveau de sensibilité à la pression, ne diffère pas chez les patients brûlés douloureux et non douloureux.

La sensibilité discriminative (perception de la distance entre deux points appliqués simultanément au niveau cutané, en mode statique ou dynamique) est moins souvent testée dans les études. Elle est aussi nettement altérée après brûlures profondes (Malenfant et al, 1998 ; Ward et al, 1991). Elle est préservée d'après Malenfant et al (1998) pour les brûlures superficielles.

Au total, l'intensité des troubles sensitifs cutanés est principalement fonction de la profondeur initiale de la brûlure. Plus la brûlure est profonde, plus les troubles sont intenses. Alors que les brûlures profondes excisées et greffées, génèrent des troubles sensitifs diffus à tous les modes, seuls des troubles de sensibilité à la pression persistent à distance du traumatisme pour les brûlures superficielles.

En dehors de la profondeur initiale de la brûlure, d'autres facteurs pourraient influencer l'installation des troubles sensitifs cutanés : âge, délai de mise en place du traitement chirurgical, type de traitement chirurgical.

Deux études concluent à l'effet de l'âge élévé sur l'intensité des troubles de la sensibilité (Malenfant et al, 1998 ; Ward et al, 1991), en particulier pour la sensibilité à la pression. Ces troubles de la sensibilité tactile avec l'âge sont physiologiquement bien connus en dehors de la brûlure (Gescheider et al, 1994 ; Rosén, 1996). Les enfants brûlés ne sont pas épargnés comme le suggèrent les résultats de l'étude de Wollgarten-Hamadek et al (2009).

Le délai de mise en œuvre du traitement chirurgical peut-il avoir une influence sur ces troubles de la sensibilité ? L'étude de Hermanson en 1986, ne retrouve pas de différence significative sur le bilan de sensibilité entre le groupe de patients ayant bénéficié d'une excision-greffe précoce et ceux ayant été greffés plus tardivement. Malenfant et al (1998) ne retrouvent pas non plus d'influence du délai d'excision-greffe sur les troubles sensitifs. De manière anecdotique, on rapporte les résultats de l'étude expérimentale de Higashimori et al (2006) sur un modèle animal, en faveur du caractère protecteur de l'excision-greffe précoce sur le système nerveux périphérique et la fonction sensitive cutanée. Cette étude montre

qu'une excision greffe précoce (30 minutes après la brûlure provoquée chez un rat) permettrait de limiter le ralentissement des vitesses de conduction motrice et sensitive enregistrées au niveau des dermatomes lésés. Cette étude bien loin des conditions de la pratique clinique, a pour objectif principal d'apporter des éléments de compréhension sur le mécanisme des troubles sensitifs cutanés après brûlures. Nous reviendrons sur ce point ultérieurement.

Concernant le type de traitement chirurgical, il a déjà été souligné des troubles de la sensibilité plus sévères au niveau des brûlures traitées par excision-greffe que par cicatrisation dirigée : c'est la profondeur initiale de la brûlure qui est en cause. L'utilisation des dermes artificiels en complément des autogreffes de peau mince peut-elle avoir un impact sur la fonction sensitive ? C'est la question posée dans l'étude d'Anderson et al (2011) qui associe bilan de sensibilité et biopsie cutanée chez 13 patients brûlés. Un groupe de huit patients est traité par autogreffe de peau mince simple et comparé à un groupe de cinq patients traités par autogreffe, INTEGRA®. Les résultats montrent des troubles sensitifs plus sévères dans le groupe INTEGRA® alors que les caractéristiques histologiques de la ré-innervation cutanée ne diffèrent pas entre les deux groupes. La sévérité des troubles de la sensibilité des patients traités par le derme artificiel ne semble pas trouver une origine locale puisque la matrice dermique est bien perméable à la réinnervation. Un mécanisme systémique des troubles est évoqué d'autant que le groupe traité par INTEGRA® est caractérisé par un pourcentage de surface corporelle totale brûlée plus important que le groupe témoins. Enfin, une équipe chinoise (Wu et al, 2007) rapporte l'intérêt de l'utilisation locale de facteurs de croissance neurogènes en complément des autogreffes, pour améliorer la fonction sensitive cutanée dans une étude randomisée évaluant 60 greffes au total.

- **Mécanismes physiopathologiques des troubles sensitifs cutanés après brûlures :**

Le mécanisme à l'origine des troubles sensitifs cutanés après brûlure est complexe probablement multifactoriel.

Localement après la destruction initiale du système sensoriel cutané variable selon la profondeur de la brûlure, la ré-innervation des lésions cutanées est pathologique. Plusieurs travaux associant évaluation clinique de la sensibilité cutanée et étude anatomopathologique par biopsies cutanées, se sont intéressés aux modalités de la ré-innervation locale après cicatrisation dirigée et/ou greffe des lésions (Hermanson et al, 1987 ; Stella et al, 1994 ; Nedelec et al, 2005 ; Ward et al, 2004 ; Hamed et al, 2011). La première étude de ce type

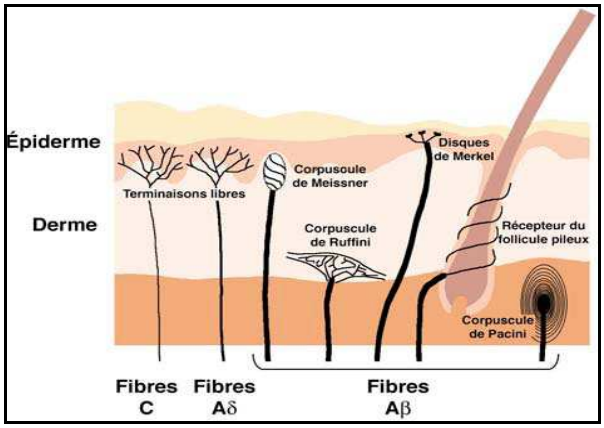
(Stella et al, 1994) inclut 21 patients brûlés (1 mois à 10 ans après le traumatisme) dont 15 patients traités par excision-autogreffe de peau mince et 6 patients traités par cicatrisation dirigée. Les biopsies montrent une densité très pauvre en termes de mécanorécepteurs et de fibres nerveuses libres épidermiques et intradermiques, sans différence significative entre les 2 groupes de patients : zones greffées et zones traitées par cicatrisation dirigée. Parmi les mécanorécepteurs, de rares cellules de Merkel sont identifiées au niveau de la membrane basale épidermique : récepteurs survivants à la lésion initiale ou nouvelles cellules différenciées ? Les auteurs ne sont pas en mesure de donner de réponses à la question. Il ne s'agit toutefois pas de véritables complexes fonctionnels de Merkel puisque les cellules ne sont pas reliées aux fibres sensitives afférentes habituelles myélinisées de type Aβ pour la transmission de l'information sensorielle. Aucun autre mécanorécepteur n'est identifié au niveau des biopsies.

Les différents types de mécanorécepteurs sensoriels habituellement identifiés au niveau cutané, ainsi que leurs principales caractéristiques physiologiques sont résumés dans le tableau 1. Leur localisation respective au niveau de la peau est rappelée sur le schéma 1.

Tableau 1 : Classification et propriétés des mécanorécepteurs de la peau (Selon Valembois et al, 2006).

	Type I (surface géographique limitée)	Type II (surface géométrique importante)
Adaptation lente Réponse durant toute la durée de stimulation	**Corpuscules de Merkel** Sensibilité à la pression Sensibilité vibratoire à 30 Hz	**Corpuscules de Ruffini** Sensibilité à l'étirement
Adaptation rapide Réponse en début et en fin de stimulation	**Corpuscules de Meissner** Sensibilité vibratoire de 200 à 300 Hz	**Corpuscules de Pacini** Sensibilité vibratoire de 150 à 400 Hz

Schéma 1 : Localisation cutanée des principaux mécanorécepteurs et des terminaisons libres des fibres nerveuses sensitives (Selon Le Bars et Willer, 2004).



Stella et al (1994) calculent un indice de ré-innervation globale des lésions, corrélé significativement au bilan de sensibilité superficielle des patients. Un index de ré-innervation élevé est associé à une meilleure sensibilité à la pression chez les patients. Ces données locales sont confirmées par l'étude de Nedelec et al (2005) qui montrent une densité de fibres nerveuses et de mécanorécepteurs effondrée en zone greffée par rapport à la peau saine. Des cellules de Merkel sont là encore identifiées principalement au niveau de la membrane basale, sans complexe fonctionnel mis en évidence. Les auteurs soulignent la répartition très irrégulière des fibres nerveuses au niveau de l'épiderme et du derme superficiel en zone greffée par rapport à la peau saine. Cependant, l'orientation des fibres sensitives n'est pas perturbée, orientées perpendiculairement par rapport à la jonction dermo-épidermique comme en peau saine (Ward et al, 2004).

Pour Nedelec et al (2005), le derme profond réticulaire est plus riche en fibres nerveuses que le derme papillaire et l'épiderme. Le derme profond semble le site de redistribution des fibres vers les couches supérieures. Ils observent également au niveau du derme profond, une réduction significative du nombre de follicules pileux et de glandes sébacées au niveau des greffes. Les auteurs montrent aussi un lien significatif entre sensibilité à la pression et densité des fibres nerveuses. Les troubles de sensibilité au froid et à la pression sont plus spécifiquement corrélés au nombre des éléments annexes (glandes sébacées et follicules pileux) du derme profond qui pourraient avoir un rôle direct dans la fonction sensitive cutanée.

Deux études s'intéressent aux caractéristiques de la ré-innervation locale chez les patients douloureux chroniques après brûlures. Chez ces patients douloureux, certaines spécificités sont mises en évidence dont une ré-innervation particulièrement dense en fibres

de type nociceptif (fibres C) dans l'étude de Hamed et al (2011). Ward et al (2004) montrent eux la présence de fibres nerveuses spécifiques pour la substance P, associées aux troubles sensitifs cutanés et aux douleurs neuropathiques chez les brûlés. Ces fibres sont surtout visualisées au niveau du derme moyen.

La plupart des études réalisées chez l'homme le sont, très à distance de la brûlure, en faveur du caractère irréversible de l'atteinte locale. Anderson et al (2010) suggèrent que cette ré-innervation locale est très rapidement mise en place dans les suites du traumatisme dès la deuxième semaine, évoluant peu avec le temps. Dans leur étude, l'équipe effectue une série de biopsies cutanées chez le rat après brûlure, analysées entre la 2e semaine et la 12e semaine post-traumatique. Dès la 2e semaine, des éléments nerveux en faveur d'une ré-innervation locale en cours sont visualisés, en très faible quantité. L'aspect des biopsies à 12 semaines est quasiment superposable à celui observé à la deuxième semaine.

Au total, au niveau lésionnel, les troubles sensitifs cutanés sont mis en rapport avec la destruction initiale des différents récepteurs sensoriels cutanés et des fibres nerveuses afférentes pour l'information sensorielle, variable avec la profondeur initiale de la brûlure. Une ré-innervation pathologique locale se met en place très rapidement avec l'épidermisation des lésions, caractérisée par une faible densité des éléments nerveux, répartis irrégulièrement au niveau de l'épiderme et du derme papillaire. La diminution du nombre d'annexes au niveau du derme profond pourrait participer aux troubles sensitifs. Une ré-innervation pathologique spécifique par des fibres nociceptifs de type C et des fibres nerveuses pour la substance P au niveau du derme moyen, pourrait participer aux douleurs résiduelles neuropathiques associées aux troubles sensitifs. Le rôle spécifique des différentes anomalies locales sur les différentes modalités de la sensibilité reste encore à préciser.

Plusieurs études suggèrent que l'origine des troubles sensitifs cutanés après brûlure, ne se limite pas au simple mécanisme local. L'installation d'une véritable neuropathie périphérique induite par l'orage inflammatoire lié à la brûlure, est évoquée (Higashimori et al, 2005 ; 2008 ; Anderson et al, 2010 ; Morellini et al, 2012).

En effet, dans l'étude de Higashimori et al (2005), la constitution d'une brûlure profonde de 20% de surface au niveau du dos d'une souris, génère dès la 6e heure post-traumatique, un ralentissement des vitesses de conductions motrices et sensitives des racines ventrale et dorsale de L5 au niveau de la moelle, ainsi qu'au niveau du nerf tibial. Par ailleurs, le caractère protecteur de l'excision-greffe précoce des lésions chez la souris, sur les vitesses de conduction motrice et sensitive des racines du dermatome lésé, conforte aussi l'hypothèse

d'une neuropathie périphérique induite (Higashimori et al, 2006). La relation entre pourcentage de surface corporelle brûlée totale et intensité des troubles de l'innervation locale, mise en évidence par Anderson et al (2010) est aussi un argument, pour le rôle de l'intensité de la réaction inflammatoire dans le développement d'une véritable neuropathie périphérique, participant aux troubles sensitifs cutanés observés chez le brûlé.

Les médiateurs inflammatoires dont le rôle est suspecté dans la genèse de cette neuropathie périphérique, sont le TNFα et le monoxyde d'azote (NO) (Higashimori et al, 2005 ; 2008). D'autres médiateurs de l'inflammation sont mis en cause (Coert, 2010) : prostaglandine E2, c-AMP, C-GMP, IgF1, IGFBP-3. Au contraire, le rôle bénéfique potentiel des neurofacteurs de croissance est rapporté (Wu et al, 2007). De nouvelles molécules sont régulièrement testées sur la repousse axonale dans le contexte pathologique de la brûlure (Morellini et al, 2012). Aucune n'est utilisée en pratique clinique.

Un mécanisme central avec retentissement spinal et cortical, secondaire à l'atteinte neurogène périphérique, pourrait aussi participer aux troubles sensitifs cutanés (Malenfant et al, 1998 ; Hendrix et al, 2008 ; Wollgarten-Hadamek et al, 2009). Plusieurs travaux déjà cités ont pour spécificité d'effectuer le bilan sensitif cutané post-brûlures en zones lésées, mais aussi en zones saines (Ward et al, 1991 ; Malenfant et al, 1998 ; Nedelec et al, 2005), voire seulement en zone saine (Wollgarten-Hamadek et al, 2009). Dans ces études, les patients brûlés présentent non seulement des troubles de la sensibilité cutanée au niveau des zones brûlées (greffées ou traitées par cicatrisation dirigée) mais également au niveau de la peau saine. Dans l'étude de Malenfant et al (1998), on rappelle que l'évaluation des troubles sensitifs porte sur 121 patients. Parmi eux, soixante-dix-neuf sont évalués au niveau de zones brûlées et de zones saines controlatérales et comparées au groupe témoins. Des troubles de la sensibilité sont authentifiés au niveau des zones saines sur les tests de sensibilité à la pression, à la douleur et au froid. Les résultats de Ward et al (1991) vont dans le même sens, avec des troubles sensitifs objectivés en zone saine par rapport aux témoins pour la sensibilité à la pression et aux vibrations. Wollgarten-Hamadek et al (2009) montrent que ces troubles de la sensibilité au niveau de la peau saine existent également chez les enfants brûlés. Dans leur étude, deux zones de peau saine sont systématiquement testées chez 48 enfants victimes de brûlures survenues entre l'âge de 6 mois et 2 ans : éminence thénar de la main non dominante et zone trigéminée au niveau de la face. Ils ont entre 9 et 16 ans à leur inclusion dans l'étude. Des troubles sensitifs sont révélés. Il est globalement constaté des troubles de sensibilité à la pression au niveau des deux zones évaluées chez les enfants brûlés par rapport aux enfants témoins. Cette hypo-sensibilité après brûlure grave en peau saine au niveau des membres et de

la face, persistante à distance du traumatisme est interprétée par les auteurs, par la participation d'un véritable mécanisme neurologique central aux troubles sensitifs cutanés. L'atteinte locale des mécanorécepteurs et des fibres afférentes pour la transmission du toucher (fibres Aβ myélinisées) ou de la douleur (fibres Aδ et fibres C), pourrait être à l'origine d'une dégénérescence plus proximale des fibres nerveuses au niveau des ganglions de la corne postérieure de la moelle épinière ainsi qu'à l'origine d'une réorganisation spinale, sous-corticale et corticale de la fonction sensitive cutanée. Cette réponse du système nerveux central aux modifications du système nerveux périphérique, c'est la plasticité cérébrale ainsi mise en œuvre chez le patient gravement brûlé en réponse aux modifications de l'enveloppe cutanée traumatisée (Duff, 2005).

Des modifications au niveau cortical des aires de représentation motrice de la main pourraient intervenir après brûlure, comme cela est observé dans les traumatismes des nerfs périphériques, des troncs ulnaire et médian par exemple (Braune et al, 1993 ; Rosén et al, 2006).

On souligne pour finir cet état des lieux, qu'aucune étude n'est dédiée exclusivement à l'évaluation spécifique des troubles sensitifs cutanés au niveau de la main chez le patient brûlé. L'étude de Ward et al (1991), évaluait quand même dix-neuf faces dorsales de main au total. Selon les résultats des études précédentes, on peut supposer que la main brûlée est le siège de troubles sensitifs cutanés marqués et persistant dans le temps, en particulier pour les brûlures profondes excisées et greffées. On ne peut pas exclure non plus la présence de troubles sensitifs de la main après brûlures superficielles, en particulier pour la sensibilité à la pression. Vu les différences d'innervation sensitive au niveau de la main en peau dorsale et en peau palmaire, le préjudice lésionnel pourrait être plus intense en cas d'atteinte de la face palmaire de la main, apanage des atteintes chez l'enfant. Cependant, l'origine multifactorielle des troubles sensitifs laisse penser qu'en cas d'atteinte de la face dorsale, les troubles sensitifs locorégionaux ne doivent pas être négligés.

3. Influence des troubles sensitifs cutanés de la main sur la préhension : résultats des études chez le sujet sain et en pathologie :

L'existence de ce lien entre sensibilité cutanée et fonction de la main est démontrée chez le sujet sain et dans certaines affections pathologiques.

❖ **Chez le sujet sain,** cette relation peut être mise en évidence de façon expérimentale, par la réalisation de blocs sensitifs du nerf médian. Nous rapportons les travaux d'Ebied et al

(2004). L'équipe analyse chez 10 sujets sains volontaires, les effets d'un bloc sensitif du nerf médian au canal carpien sur une tâche d'écriture et sur la force de pince tri-digitale avec évaluation EMG associée. L'anesthésie dans le territoire du médian induit immédiatement une perturbation de la tâche d'écriture plus longue et de qualité médiocre, alors que la force de la pince n'est pas modifiée. Inversement, les expériences de manipulation sensorielle à visée cutanée comme la stimulation électrique des territoires du nerf médian et du nerf ulnaire montrent un effet facilitateur sur la fonction motrice de la main chez le sujet sain (Mac Donnell et Ridding, 2006).

❖ **En pathologie,** Moberg en 1958, montrait que la simple évaluation de la fonction de la main dans une tâche définie, pouvait permettre de définir la présence d'un trouble sensitif : lors du « picking-up test » qu'il a mis au point, il montre que l'examen clinique du mode d'exploration et de prise des objets par le patient, peut révéler une atteinte sensitive du nerf médian ; effectivement lorsque la tâche est effectuée sans la vision, le patient présentant des troubles de sensibilité de l'index et du pouce, va plus volontiers explorer et saisir l'objet par le 4e et 5e doigts que par la prise tri-digitale habituelle.

Plusieurs études cliniques montrent le retentissement des troubles sensitifs cutanés de la main sur la fonction en pathologie : dans les atteintes du système nerveux périphérique (Chassard et al, 1993 ; Duff, 2005 ; Melchior et al, 2007 ; Taylor et al, 2010) ou dans les atteintes du système nerveux central comme l'accident vasculaire cérébral (AVC), modèle d'étude stéréotypé souvent utilisé en recherche clinique (Dannenbaum et al, 2002 ; Robertson et al, 1994).

✓ <u>Modèle d'étude clinique de l'AVC :</u>

Après AVC, les troubles de la sensibilité de la main sont fréquents (Carey et al, 2011). La sensibilité de la main est touchée à tous les modes : sensibilité tactile, mais aussi sensibilité thermo-algique et sensibilité proprioceptive. La part des troubles de la sensibilité tactile est loin d'être négligeable prédominant sur les autres troubles sensitifs (Tyson et al, 2008). Les patients hémiplégiques présentant des troubles sensitifs, ont une évolution fonctionnelle moins favorable que ceux qui présentent une atteinte motrice isolée de l'hémicorps (Sommerfeld et al, 2004 ; Tyson et al, 2008). Mais la fonction de la main est rarement étudiée isolément, plus souvent intégrée à la fonction globale du membre supérieur parétique. Deux études évaluent spécifiquement le retentissement des troubles sensitifs de la main sur la fonction de préhension chez l'hémiplégique (Dannenbaum et al, 2002 ; Robertson et al, 1994). Les résultats de ces deux études sont en désaccord.

En effet, pour Robertson et al (1994) qui testent un groupe de 10 patients après lésion hémisphérique gauche, le déficit de sensibilité à la pression et de sensibilité discriminative (pouce, index), est corrélé aux tests de reconnaissance d'objets mais pas à la préhension évaluée par le Jebsen-Taylor-Hand-Test. Au contraire, les résultats de l'étude de Dannenbaum et al (2002) montrent que la sensibilité à la pression de la main est corrélée aux capacités de préhension évaluées par le Box and Block Test et le TEMPA, (test spécifique de préhension du sujet âgé) chez l'hémiplégique, rappelant l'importance d'une information sensorielle continue à la pression durant toute la durée de l'acte de préhension. Les résultats de Dannenbaum et al (2002) sont confortés par les expériences de manipulations sensorielles après AVC, en particulier la stimulation électrique transcutanée.

Celnik et al (2007) évaluent les effets de la stimulation électrique transcutanée dans le territoire médio-cubital sur la fonction de la main mesurée par le Jebsen-Taylor-Hand-Test chez des patients victimes d'AVC. Cette évaluation est réalisée une heure et vingt-quatre heures après la stimulation, avec un enregistrement simultané de l'excitabilité du cortex moteur par stimulation magnétique transcranienne. Les auteurs montrent une très nette amélioration des performances de préhension à une heure et vingt-quatre heures après la stimulation sensorielle cutanée avec une vitesse d'exécution très améliorée chez leurs patients. Ils mettent également en évidence une diminution de l'activité GABAergique inhibitrice du cortex moteur et concluent à une facilitation motrice par le cortex moteur sous l'effet de la stimulation électrique cutanée. Les résultats de Klaiput et al (2009) vont dans le même sens : une stimulation électrique cutanée dans le territoire médio-cubital entraîne une amélioration de la force des pinces pouce-index termino-terminale et termino-latérale de la main parétique après AVC.

La prolongation dans le temps de la stimulation électrique transcutanée pourrait permettre de prolonger les effets sur la fonction de la main ; les modalités du réglage des stimulations électriques restent encore à préciser (Conforto et al, 2010). En pratique clinique, la rééducation des troubles sensitifs chez l'hémiplégique fait partie intégrante du programme de réhabilitation dans l'objectif d'améliorer le contrôle moteur de la main (Dannenbaum, 1993 ; Smania et al, 2003).

- ✓ <u>Affections neurologiques périphériques :</u>

L'étude de Chassard et al (1993) évalue à 4 ans du traumatisme, sensibilité et fonction de la main dans une série de 22 patients victimes de sections traumatiques complètes des nerfs médians et ulnaires. La sensibilité globale est évaluée selon les différents stades de

recouvrement de la sensibilité cutanée (Spicher, 2003). La sensibilité discriminative est aussi mesurée. Un score fonctionnel est établi pour la main. L'étude de corrélation montre une évolution favorable de la fonction de la main avec la sensibilité globale et la sensibilité discriminative. Melchior et al (2007) effectuent une étude de corrélation entre troubles de la sensibilité palmaire à la pression, mesurée par les mono-filaments de Semmes-Weinstein, et fonction de la main chez 27 patients lépreux appariés à 31 sujets témoins. Les tests de préhension sont au nombre de trois, dont le Jebsen-Taylor-Hand-Test. Cette étude montre un lien entre sensibilité à la pression de la face palmaire de la main et capacités de préhension. Plus la sensibilité à la pression est altérée, plus les performances des patients aux tests de préhension sont perturbées : vitesse d'exécution et qualité des prises. Le facteur de corrélation sensibilité-fonction varie avec la taille des objets manipulés lors des tests de préhension : plus la taille des objets diminue, plus le facteur de corrélation augmente. Les auteurs en concluent que la sensibilité à la pression influence plus précisément la préhension fine digitale et la dextérité. Ces résultats sont en accord avec ceux de Moberg (1958) et Dellon et al (1997) qui montraient déjà l'influence des troubles de la sensibilité cutanée à la pression sur la motricité fine de la main. Les troubles sensitifs ont un retentissement moindre sur la prise de gros objets qui reste altérée cependant avec une vitesse d'exécution diminuée.

Ce lien sensibilité et fonction de la main n'est pas toujours facile à mettre en évidence. L'étude de Cole et al (1998) chez le sujet âgé ne permet pas de mettre en évidence de lien spécifique entre sensibilité à la pression (mesurée aux mono filaments de Semmes-Weinstein) et performance motrice de la main dans une tâche de préhension globale d'une sphère de 2 cm de diamètre. L'évaluation réalisée avec et sans contrôle de la vision ne montre pas de différence chez les personnes âgées comparées à un groupe témoins alors que la sensibilité à la pression est nettement diminuée dans le groupe des personnes âgées. La taille moyenne de l'objet et la simplicité de la tâche sont peut-être en cause, dans une situation par ailleurs physiologique.

On peut donc conclure à un retentissement des troubles sensitifs cutanés en particulier à la pression, sur les capacités de préhension en pathologie : l'analyse de la préhension fine et de la dextérité semble révéler plus facilement ce lien, nécessitant l'adaptation des épreuves de préhension.

D'autres études s'intéressent aux effets des troubles sensitifs cutanés de la main sur sa fonction purement sensitive c'est-à-dire, tactile et gnosique (reconnaissance de textures et d'objets). Ces études mettent en évidence une forte corrélation entre sensibilité discriminative (statique et dynamique) et fonction gnosique de la main (Dellon et al, 1983 ; Novak et al,

1993 ; van Brakel et al, 1997). La sensibilité à la pression joue également un rôle dans cette deuxième fonction de la main mais dans une moindre mesure (Dellon et al, 1997).

Au total, sensibilité cutanée et fonction de la main sont indissociables : les troubles sensitifs locaux ont une répercussion sur la fonction motrice et sensitive de la main par des mécanismes complexes et interactifs entre le système nerveux périphérique et le système nerveux central.

4. Hypothèses de travail et objectif de l'étude :

Cette analyse de la littérature met donc en évidence plusieurs points :

1) - Les brûlures de la main génèrent des troubles de la préhension qui à ce jour, sont principalement mis en rapport avec la cicatrisation pathologique post-brûlure, en particulier la rétraction cutanée et ses conséquences ostéo-articulaires, raideur, déformations des doigts longs, sans compter le rôle des amputations digitales.

2) - Après brûlure, des troubles sensitifs cutanés sévères sont mis en évidence en particulier au niveau des lésions profondes, excisées et greffées mais aussi pour les brûlures superficielles traitées par cicatrisation dirigée. Ces troubles sensitifs, persistant dans le temps ont une origine multifactorielle : ré-innervation pathologique locale, neuropathie périphérique médiée par la réaction inflammatoire généralisée post-brûlure, retentissement au niveau du système nerveux central.

3) - Dans de nombreuses affections du système nerveux central ou périphérique, les troubles de la sensibilité sont péjoratifs pour la fonction de la main. Les études de corrélation sensibilité/fonction montrent le rôle prépondérant de la sensibilité à la pression pour le contrôle moteur de la main alors que la sensibilité discriminative intervient principalement dans la fonction tactile et gnosique.

C'est dans ce contexte que nous faisons l'hypothèse suivante : les troubles sensitifs cutanés de la main brûlée participent aux troubles de la préhension. Pour valider cette hypothèse, nous proposons de réaliser une étude de corrélation entre bilan de sensibilité cutanée et bilan de préhension dans un groupe de patients brûlés au niveau de la main. L'étude de la sensibilité à la pression et de la préhension fine devrait permettre de révéler ce lien chez les patients présentant des brûlures profondes excisées greffées, mais également superficielles traitées par cicatrisation dirigée. Nous faisons le choix d'inclure des patients présentant des brûlures de la face dorsale de la main, représentant environ 90% des lésions traitées dans notre population de patients brûlés adultes, pris en charge en soins de suite et réadaptation spécialisés.

MATERIEL ET METHODE

1. Sélection de la population :

Cette étude a été menée dans le service de réhabilitation des brûlés de l'hôpital Léon Bérard à Hyères, de septembre 2012 à février 2013. Vingt-cinq sujets ont été inclus dans cette étude au total, 12 patients brûlés et 13 témoins appariés en âge et en sexe. Tous étaient consentants.

Les patients répondaient aux critères d'inclusion suivants : brûlures thermiques de la face dorsale de la main dominante sur au moins 50% de surface, atteinte de deuxième degré superficiel, de deuxième degré profond ou de troisième degré, épidermisation des lésions acquises après traitement chirurgical ou cicatrisation dirigée. Les critères d'exclusion retenus étaient les suivants : brûlures électriques ou chimiques, brûlures de la face dorsale de la main non dominante, brûlures associées de la face palmaire de la main dominante, limitation de l'enroulement actif des doigts longs et/ou de la colonne du pouce, amputations ou déformations associées des doigts longs, limitation d'amplitudes des articulations sus jacentes du membre supérieur (poignet, coude, épaule), troubles de la compréhension ou de l'expression incompatibles avec l'évaluation, pathologie antérieure susceptible de générer des troubles de sensibilité. Les témoins étaient choisis parmi le personnel du centre de rééducation ou parmi les autres patients non brûlés, hospitalisés dans le centre de rééducation.

2. Evaluation des déficiences élémentaires et incapacités :

Les données suivantes étaient systématiquement recueillies pour chaque patient au moment de l'inclusion dans l'étude :

- âge et sexe.
- délai entre la date de survenue de la brûlure et le jour de l'évaluation.
- pourcentage de surface corporelle brûlée totale et pourcentage de surface corporelle brûlée profonde.
- profondeur initiale des brûlures de la face dorsale de la main : deuxième degré superficiel, deuxième degré profond ou troisième degré.
- traitement local mis en œuvre : cicatrisation dirigée ou traitement chirurgical. Concernant le traitement chirurgical, le type de traitement était recueilli : excision-autogreffe simple ; présence de derme artificiel sous-jacent ; notion d'embrochage intra focal des doigts longs, autre.

- douleur : douleur nociceptive mesurée sur échelle verbale numérique et douleur neuropathique par le score DN4. Un score DN4 supérieur à 4 est en faveur d'une douleur neuropathique (Bouhassira et al, 2005).
- bilan articulaire : mesure de l'écart pulpe paume (EPP) et de l'écart pulpe pli palmaire distal (EPPPD) au centimètre pour vérifier l'enroulement actif des doigts longs ainsi que le score de Kapandji pour l'opposition du pouce.
- bilan cicatriciel par l'échelle de Vancouver de 0 à 13, prenant en compte la coloration, l'élasticité, les troubles de pigmentation et l'épaisseur de la cicatrice (Sullivan et al, 1990).
- appareillage en place : le port de gants compressifs ou de silicone était noté ; le port éventuel d'orthèses était également notifié.
- enfin mesure de l'indépendance fonctionnelle ou MIF (Hamilton et al, 1987). Cette échelle évalue 18 items de la vie quotidienne. Chaque item est coté de 1 à 7 selon le niveau d'autonomie (1 : dépendance complète – 7 : indépendance complète). L'évaluation portait d'une part sur la réalisation des soins personnels (toilette, soins de l'apparence, habillage, utilisation des toilettes… soit 8 items spécifiques et un score sur 56) et d'autre part, sur l'autonomie globale (18 items au total, score sur 126).

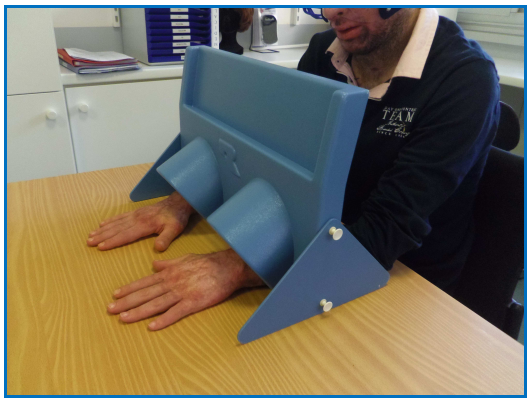
3. Le bilan de sensibilité :

Le bilan de sensibilité était effectué dans une salle à température ambiante d'environ 22°, chez un sujet au repos installé en position assise confortable, les membres supérieurs reposant sur une table de hauteur standard. Les patients devaient avoir retiré leurs gants compressifs depuis au moins quinze minutes. Le bilan sensitif était réalisé à l'aveugle grâce à un système occlusif des deux mains (photo 1). Le bilan comportait un bilan de la sensibilité tactile (sensibilité à la pression, sensibilité discriminative) et un bilan de la sensibilité thermo-algique. C'est la face dorsale de la main qui était testée. Chez les patients, afin d'homogénéiser la zone « test » du bilan de sensibilité, le bilan était systématiquement réalisé au niveau du troisième métacarpien lorsqu'il était lésé (9 patients sur 12). Les trois autres patients ont été testés au niveau du 2e métacarpien pour deux d'entre eux, et au niveau du 5e métacarpien pour le dernier. Chez les témoins, c'est la région du troisième métacarpien qui était testée. La durée des tests sensitifs était de 30 minutes en moyenne.

L'ordre de passation des tests de sensibilité à la pression et discriminative était aléatoire. Les tests pour la sensibilité thermo-algique étaient systématiquement effectués en dernier pour ne pas perturber les tests de sensibilité tactile.

Photo 1 :

Cache permettant une passation sans contrôle de la vision par le sujet, des différents tests de sensibilité.



a) Sensibilité tactile :

❖ Sensibilité à la pression :

La sensibilité à la pression était mesurée par la méthode instrumentale quantifiée de pression des mono-filaments de Semmes-Weinstein (Semmes et al, 1960 ; photo 2). Cette méthode utilise une batterie de 20 mono-filaments en nylon, calibrés pour fléchir sous une certaine pression en fonction de leur longueur (fixe) et de leur diamètre (variable) et pour une perception cutanée à la pression étalonnée de 300 à 0,008 grammes (g). La marque de chaque mono-filament correspond au Log10 de la force d'application exprimée en 10^{-4} grammes. Par exemple, le mono-filament de marque 3,22 correspond à une force d'application de 0,16 g selon la formule suivante : [0,16 g = 1600 10^{-4} g ; Log10 (1600) = 3,2]. Lors de l'application du filament sur la peau, on applique une pression jusqu'à l'apparition d'une légère courbure du filament qui doit rester presque perpendiculaire au point de contact. Seule l'extrémité du filament doit toucher la peau. La stimulation sur la peau est de 2 secondes avec environ 8 secondes entre chaque stimulation appliquée. Pour chaque filament, il faut effectuer environ 30% d'essais fictifs (Spicher, 2003).

Le mono-filament le plus gros de marque 6,65 est d'abord montré au sujet avec mise au contact de la main pour le familiariser avec la procédure. Après un essai préalable avec ce mono-filament pour s'assurer de la bonne compréhension des consignes, le test démarre avec une décroissance progressive des filaments appliqués sur la face dorsale de la main en zone brûlée jusqu'à la non perception de celui-ci. Le dernier filament correctement perçu est celui correspondant à la sensibilité à la pression de la face dorsale de la main.

Photo 2 :

Batterie test pour évaluer la sensibilité à la pression par les mono-filaments de Semmes-Weinstein.

❖ **Sensibilité discriminative :**

Elle est mesurée par le test de Weber (photo 3) évaluant en mm la distance minimale perçue entre deux points statiques appliqués simultanément à la surface de la peau du sujet. Ce test est réalisé à l'aide d'un esthésiomètre multi-pointes : la stimulation cutanée par une ou deux pointes de l'instrument ne doit pas être douloureuse avec un intervalle de 10 secondes entre chaque stimulation. Les stimulations d'une ou deux pointes sont effectuées sur la zone à tester selon un ordre aléatoire (1 pointe ou 2 pointes) avec une progression décroissante de la distance entre les deux pointes à partir de 30 mm : on effectue une décroissance rapide des distances tant que le patient répond rapidement et juste ; lorsqu'il commence à faire des erreurs, 10 stimulations sont effectuées à 1 ou 2 pointes à cette distance (12 mm par ex) ; selon Spicher (2003), on requiert au moins 7 réponses justes pour valider cette distance. Sinon, le test reprend alternant 10 stimulations à 1 ou 2 pointes à la distance supérieure (13 mm) jusqu'à validation (7 réponses justes).

Photo 3 :

Type d'esthésiomètres multi-pointes utilisés pour l'évaluation de la sensibilité discriminative.

b) <u>Sensibilité de protection thermo-algique :</u>

On évaluait la sensibilité à la douleur et la sensibilité thermique. La sensibilité à la douleur était évaluée par le test du pique-touche, c'est-à-dire l'application d'une piqûre au niveau de la face dorsale de la main (aiguille orange pour injection par voie sous-cutanée). La sensation de piqûre doit être immédiate ; la réponse devait être donnée par le patient dans les 2 secondes suivant la stimulation. La sensibilité thermique était évaluée par l'application d'un stimulus thermique chaud et froid (eau), au niveau de la face dorsale de la main. L'eau était appliquée sur la peau via un tube à essai dont la température était vérifiée par un thermomètre frontal. Pour l'eau froide, la température appliquée était de 10° et pour l'eau chaude de 45°. La sensation de chaud ou froid devait être immédiate avec une réponse là encore dans les 2 secondes suivant la stimulation thermique.

4. <u>Evaluation des capacités de préhension :</u>

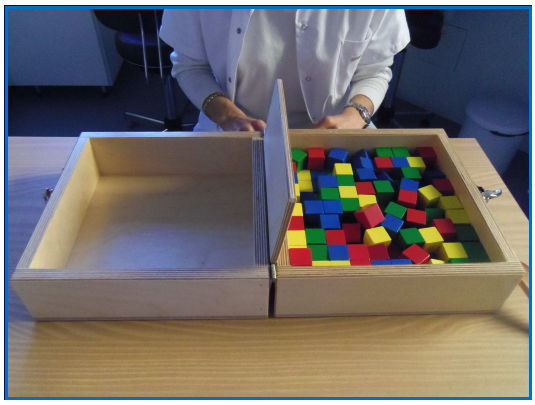
Les tests de préhension étaient réalisés après le bilan de sensibilité. Trois tests de préhension de la main dominante étaient réalisés (tests validés et reproductibles) : Box and Block Test, Test de Purdue Pegboard (épreuve de la main dominante), enfin force de préhension digitale au dynamomètre de JAMAR. A l'issue de ces 3 tests, un auto-questionnaire sur l'incapacité globale de la main (Quick DASH) était remis au patient. L'ordre de passation des tests de préhension était aléatoire. La durée moyenne de passation des tests de préhension est estimée à quinze minutes.

a) **Box and Block Test** (Mathiowetz et al, 1985 ; photo 4) : test évaluant une prise digito palmaire globale, avec déplacement et lâcher actif de cubes de 2,5 cm de côté. Le sujet était installé en position assise confortable, la boîte positionnée devant lui sur une table de hauteur adaptée à la tâche. Selon la procédure, après un essai de manipulation, le sujet devait transférer le plus de cubes possibles d'un compartiment de la boîte, à l'autre compartiment adjacent en passant au-dessus de la zone de séparation des compartiments, en une minute. Le signal de départ par voie orale était donné au patient. Le nombre de cubes déplacés était comptabilisé.

Photo 4 :

Matériel pour la réalisation du Box and Block Test chez un témoin latéralisé à gauche.

Le sujet déplaçait le maximum de cubes du compartiment gauche vers le compartiment droit pendant 1 minute.



b) **Test de Purdue Pegboard** (Tiffin et Asher, 1948 ; photo 5) : test de dextérité fine des doigts et de rapidité d'exécution. Le sujet était installé comme pour le test précédent. Ce test comporte normalement 4 épreuves. Seule la première épreuve était effectuée pour l'évaluation spécifique de la main dominante. Après une démonstration et un essai par le patient, cette épreuve consistait à mettre en place de fines tiges en rangée, sur le support, du haut vers le bas en 30 secondes, après le signal de départ. Le nombre total de tiges mises en place en 30 secondes était comptabilisé.

Photo 5 :

Test de Purdue-Pegboard chez un patient.

Le patient rangeait de fines tiges du haut vers le bas sur le support spécifique. Le nombre de tiges mises en place pendant 30 secondes était comptabilisé.

c) **Force de préhension** (photo 6) : mesure de la force de préhension digito-palmaire globale au dynamomètre manuel de JAMAR. Après réglage de la poignée pour adaptation à la taille de la main, le sujet était installé en position assise confortable, épaule en adduction, coude fléchi à 90° reposant sur la table, avant-bras et poignet en position neutre. On demandait au sujet de serrer la poignée de toutes ses forces au signal de départ. Trois

essais étaient réalisés à cinq minutes d'intervalle et la moyenne des 3 essais était calculée, en kilogrammes.

Photo 6 :

Mesure de la force de préhension digito-palmaire avec le dynamomètre de JAMAR.

La mesure de la force est standardisée, coude fléchie reposant sur la table.

d) **Quick DASH** (Fayad et al, 2009) : Remise au patient de l'auto-questionnaire du Quick DASH pour l'évaluation fonctionnelle globale du membre supérieur dominant, côté de 0 à 100, à partir de l'analyse de 11 items. Plus le score est élevé, plus l'incapacité ressentie par le patient est importante.

5. Analyse statistique :

Les calculs statistiques ont été effectués à l'aide du logiciel STATISTICA.

Les comparaisons de moyennes entre le groupe témoins et le groupe patients ont été effectuées par test T paramétrique de Student pour échantillons indépendants. Une comparaison a été effectuée dans le groupe patients sur un certain nombre de paramètres selon le niveau de gravité de la brûlure (superficielle versus profonde). Etant donné le faible nombre de sujets dans ces deux sous-groupes, la comparaison a été effectuée à l'aide d'un test non paramétrique de Mann-Whitney.

Les relations entre tests de préhension et tests de sensibilité ont été mesurées par analyse de corrélation paramétrique de Pearson. En l'absence de corrélation significative en analyse paramétrique, une analyse complémentaire non paramétrique de Spearman était réalisée.

En complément de l'analyse principale, une analyse de corrélation paramétrique était aussi effectuée chez les patients entre les tests de préhension et la douleur (EVS/DN4), entre les tests de préhension et le score de Vancouver, entre la sensibilité à la pression et le score DN4.

Le niveau de significativité choisi pour l'ensemble des tests était de 0,05.

RESULTATS

1. Caractéristiques générales et cliniques des groupes :

Les principales caractéristiques des deux groupes sont résumées dans le tableau 2. Dans le groupe témoins, on comptait 9 hommes et 4 femmes (11 droitiers et 2 gauchers), âgés en moyenne de 44,5 ans. Le groupe patients comportait 8 hommes et 4 femmes, âgés en moyenne de 46,8 ans et tous latéralisés à droite. Il n'y a pas de différence statistique significative entre les 2 groupes pour l'âge, le sexe et la latéralité (p<0,05).

Tableau 2 : Résumé des caractéristiques générales et cliniques dans les deux groupes comparés par test T de Student (* p <0,05). Les moyennes et écart-type sont rapportés pour les données quantitatives. SCT : surface corporelle totale ; SCP : surface corporelle profonde.

	Témoins (13)	Patients (12)	p
Age	44,5 +/- 15,5	46,8 +/- 18,4	0,739235
Sexe	9H/4F	8H/4F	0,896327
Latéralité	11D/2G	12D	0,762214
Délai (jours)	.	189,8 +/- 133	.
% SCT	.	23 % +/- 20,7	.
% SCP	.	19 % +/- 21,3	.
Brûlures profondes	.	8 patients	.
Traitement chirurgical	.	8 patients	.
Vancouver	0	4,1 +/- 2,1	*0,000000
Douleur sur EVS	0	0,6 +/-1,2	0,083477
DN4	0	4,1 +/-2.2	*0,000001
Gants compressifs	0	10 patients	.
Silicone	0	1 patient	.
MIF soins personnels	56 +/- 0	52,3+/-3,8	*0,001989
MIF globale	126 +/- 0	116,5 +/- 19,4	0,090079

Le délai d'inclusion des patients dans l'étude, était de 189,8 jours en moyenne +/- 133 jours, variant de 35 à 384 jours par rapport à la date initiale de la brûlure. Les patients présentaient un pourcentage de surface corporelle brûlée totale de 23% en moyenne pour un

pourcentage de surface corporelle brûlée profond de 19% en moyenne (2e degré profond et 3e degré).

Concernant les brûlures de la main, huit patients sur douze présentaient des brûlures profondes de la face dorsale de main ayant nécessité un traitement chirurgical par excision-autogreffe. Parmi ces 8 patients, un seul avait nécessité en complément l'application de derme artificiel (Hyalomatrix®) avec embrochage intra-focal des doigts longs associé.

Chez les patients, on souligne une évaluation globale de la douleur de la main sur EVS à 0,6 +/-1,2 en faveur de douleurs négligeables sans différence significative avec le groupe témoins. Le score DN4 est calculé à 4,1 +/-2.2, montrant la présence de douleurs neuropathiques chez les patients avec une différence statistique significative par rapport aux témoins.

Le score cutané de maturation cicatricielle de Vancouver est calculé en à 4,1 en moyenne +/-2,1 avec une variabilité témoignant du processus de maturation cicatricielle en cours des lésions, variable avec le délai d'inclusion des patients dans l'étude.

La MIF (score global) est calculée à 116,5 +/- 19,4 avec un score pour les soins personnels de 52,3+/-3,8, révélant un niveau d'autonomie des patients plutôt satisfaisant.

2. Le bilan de sensibilité chez les témoins et les patients :

❖ Sensibilité à la pression :

Les résultats individuels du groupe témoins et du groupe patients, sont présentés dans le schéma 2.

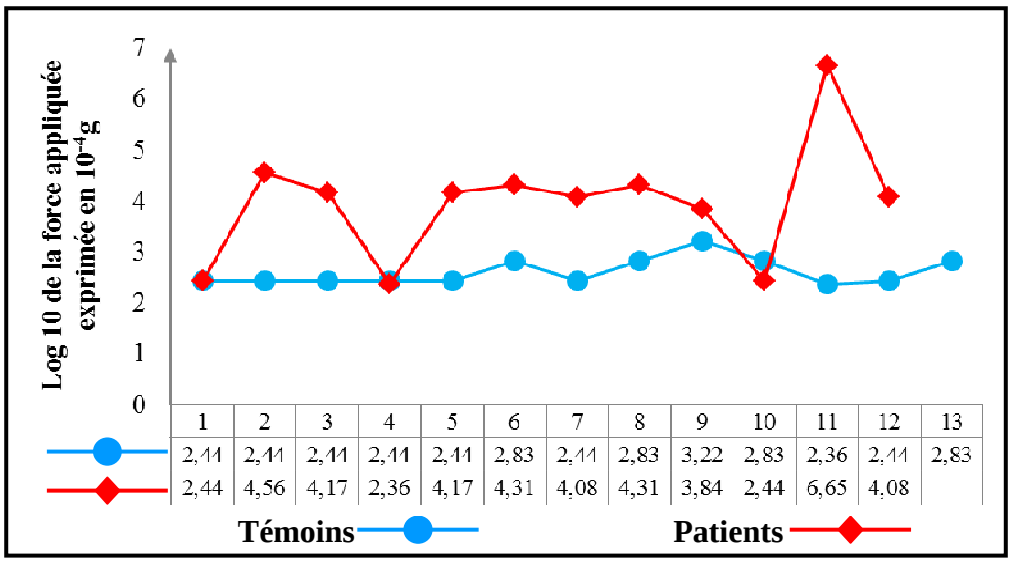
Dans le groupe témoins, les mono-filaments perçus au niveau de la face dorsale de la main étaient les suivants : 2,36 soit 0,02 g pour 1 témoin ; 2,44 soit 0,04 g pour 7 témoins ; 2,83 soit 0,07 g pour 4 témoins ; 3,22 soit 0,16 g pour 1 témoin.

Dans le groupe patients, les mono-filaments perçus au niveau de la face dorsale de la main étaient les suivants : 2,36 soit 0,02 g pour 1 patient ; 2,44 soit 0,04 g pour 2 patients ; 3,84 soit 0,6 g pour 1 patient ; 4,08 soit 1 g pour 2 patients ; 4,17 soit 1,4 g pour 2 patients ; 4,31 soit 2 g pour 2 patients ; 4,56 soit 4 g pour 1 patient et 6,65 soit 300 g pour 1 patient.

A 6 mois d'évolution des brûlures, on souligne donc une sensibilité à la pression diminuée chez les patients par rapport aux témoins ($p<0,05$).

Schéma 2 : Mono-filaments perçus dans le groupe témoins et le groupe patients

En ordonnées, on exprime la marque des mono-filaments. Chaque marque correspond au Log10 de la force d'application, elle-même exprimée en 10^{-4} grammes. La sensibilité à la pression est diminuée chez les patients par rapport aux témoins.

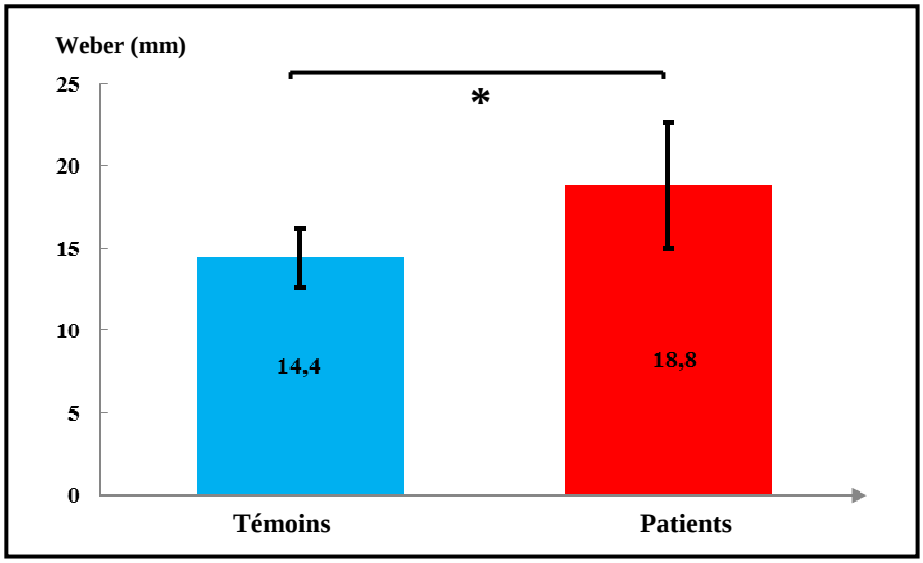


On souligne deux résultats complémentaires dans le groupe patients pour la sensibilité à la pression : 1)- La comparaison de la sensibilité à la pression pour les brûlures superficielles et pour les brûlures profondes, ne met pas en évidence de différence significative entre les deux ($p>0,05$) ; 2)- L'analyse de corrélation montre une relation statistiquement significative entre l'intensité des troubles sensitifs à la pression et l'intensité des douleurs neuropathiques évaluées par le DN4 ($r=0, 68$; $p<0,05$).

- **Sensibilité discriminative :**

La sensibilité discriminative est également diminuée significativement dans le groupe patients par rapport au groupe témoins ($p<0,05$). La valeur moyenne de perception entre 2 points statiques est effectivement augmentée chez les patients (18,8 mm +/- 7,6) par rapport aux témoins (14,4 mm +/-3,6). La comparaison des moyennes et écart-type entre les deux groupes est mise en évidence sur le schéma 3. Dans le groupe patients, la comparaison des moyennes pour les brûlures profondes et pour les brûlures superficielles ne met pas en évidence différence significative entre les deux ($p >0,05$).

Schéma 3 : Résultats de l'évaluation de la sensibilité discriminative statique dans les deux groupes (*: p <0,05).



❖ **Sensibilité thermo-algique :**

Aucun trouble de la sensibilité thermo-algique n'était objectivé dans le groupe témoins. Parmi les 12 patients, un seul présentait des troubles de la sensibilité thermo-algique (pique-touche ; sensibilité à la chaleur et au froid). Ce patient présentait des brûlures de 3e degré de la face dorsale de la main touchée en totalité, excisée et greffée pour un bilan effectué à 120 jours d'évolution. Un deuxième patient atteint de brûlures de 2e degré profond de la face dorsale de la main, présentait des perturbations isolées du test au chaud-froid sans perturbation associée de l'épreuve du pique-touche à 48 jours d'évolution. A une exception près, à 6 mois d'évolution en moyenne, les patients ont donc récupéré une sensibilité thermo-algique satisfaisante, qu'ils présentent des brûlures de la face dorsale de la main superficielles traitées par cicatrisation dirigée ou profondes (2e profond et 3e degré) excisées et greffées.

Au total, chez nos patients, alors que la sensibilité thermo-algique est globalement restaurée pour les brûlures superficielles et pour les brûlures profondes, on souligne à 6 mois d'évolution en moyenne du traumatisme, des troubles de la sensibilité tactile: la sensibilité à la pression évaluée par le test aux mono-filaments de Semmes-Weinstein et la sensibilité discriminative mesurée par le test de Weber, sont perturbées dans le cas des brûlures superficielles et des brûlures profondes.

3. Les capacités de préhension chez les témoins et les patients :

Les tests de comparaisons des échantillons montrent une différence statistiquement significative entre les 2 groupes pour l'ensemble des tests de préhension ($p<0,05$) : Box and Block test, test de Purdue Pegboard, force de préhension mesurée au dynamomètre de JAMAR.

Pour le Box and Block test, on retrouve une moyenne de 60,6 +/- 10,3 cubes déplacés dans le groupe témoins pour une moyenne de 46,5 +/-12 cubes déplacés dans le groupe patients dont les performances de préhension globale sont donc perturbées (Schéma 4). Le nombre de tiges déplacées lors du test de Purdue Pegboard, est également diminué de façon significative, dans le groupe patients (12 tiges +/-1,6) par rapport au groupe témoins (14,5 tiges +/-2,8) montrant une altération associée des capacités de préhension fine et de dextérité (Schéma 5).

Schéma 4 : Résultats du Box and Block test chez les témoins et les patients (valeur moyenne/écart-type) *: $p<0,05$

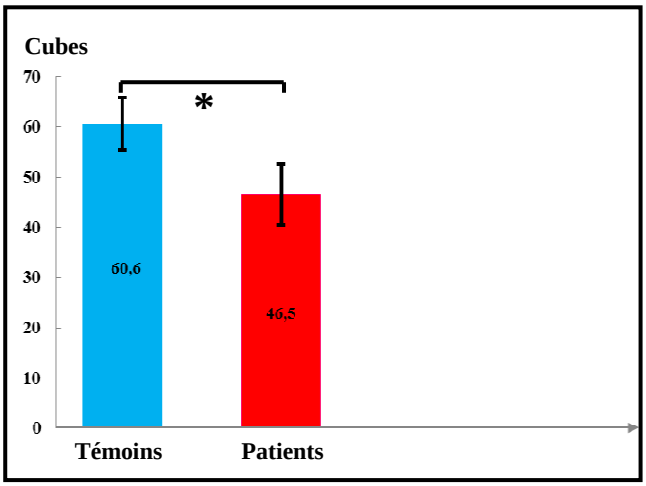
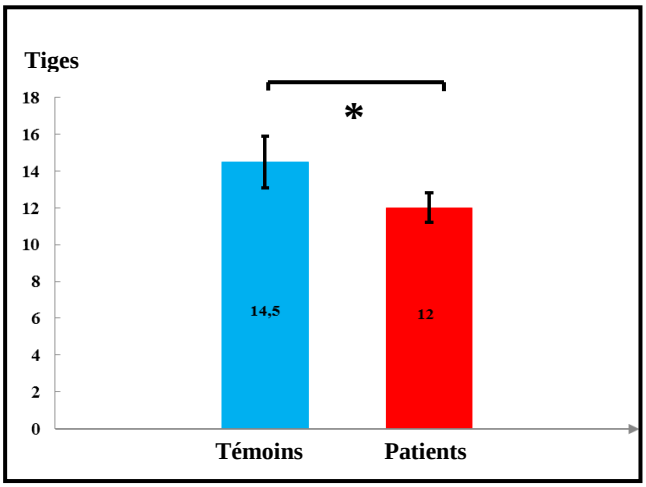


Schéma 5 : Résultats du test de Purdue Pegboard chez les témoins et les patients (valeur moyenne/écart-type) *: $p<0,05$



Les résultats retrouvent aussi une force de préhension plus faible à 26,5 kg en moyenne (+/- 11,7) chez les patients, par rapport aux témoins avec une force moyenne de 37,3 kg (+/- 10,4). Les résultats sont mis en évidence sur le schéma 6.

Enfin, la mesure de l'incapacité fonctionnelle par le Quick DASH montre un retentissement significatif des brûlures de la main sur l'utilisation du membre supérieur dans

les activités de la vie quotidienne, ressenti par le patient: le score moyen d'incapacité chez les patients est de 39,2/100 +/- 22,5 (p<0,05). On souligne une grande variabilité interindividuelle authentifiée par cette auto-évaluation (schéma 7).

Schéma 6 : Résultats de la mesure de la force de préhension en kg chez les témoins et les patients (valeur moyenne/écart-type)

*: p <0,05

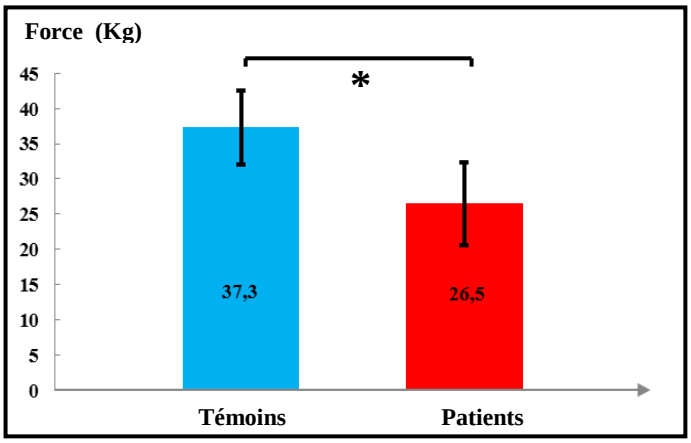
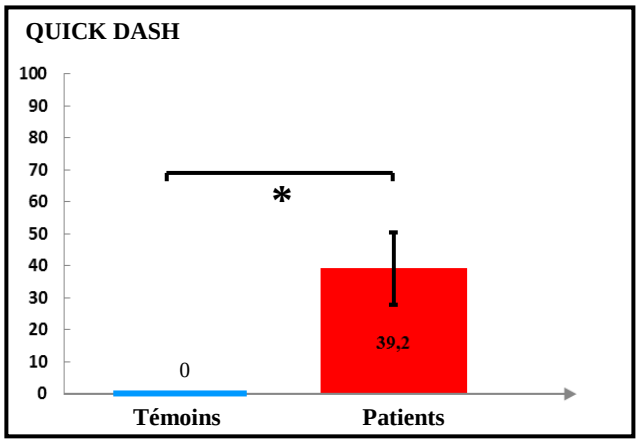


Schéma 7 : Incapacité fonctionnelle mesurée par le Quick DASH chez les témoins et les patients (valeur moyenne/écart-type)

*: p <0,05



Au total, à 6 mois d'évolution en moyenne de la brûlure, les capacités de préhension des patients sont perturbées. Différents modes de préhension sont touchés : préhension globale, préhension fine digitale et dextérité, force de préhension. L'incapacité fonctionnelle ressentie par les patients n'est pas négligeable.

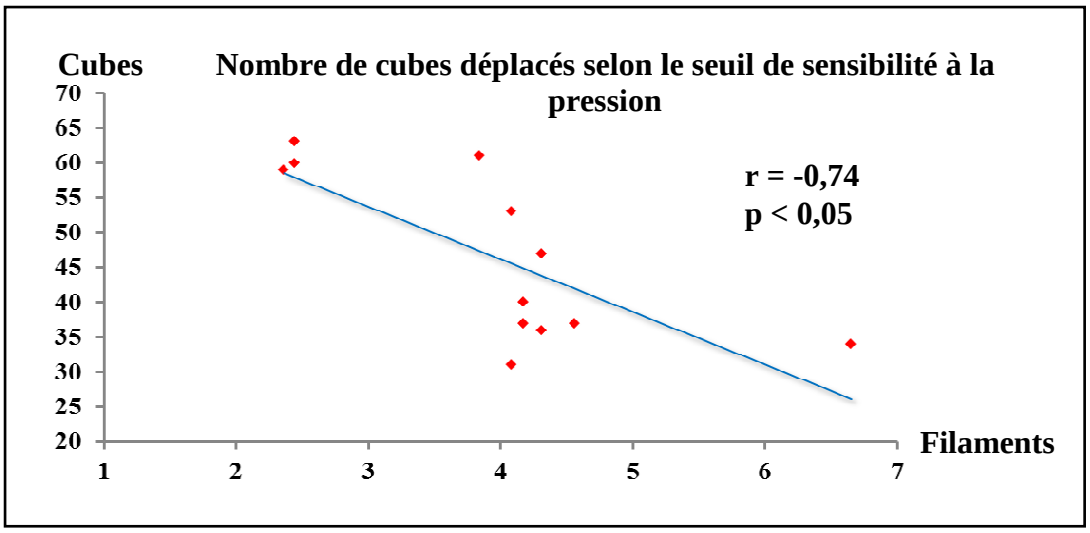
4. Etude de corrélation : influence des troubles de la sensibilité sur les capacités de préhension chez les patients

❖ Préhension et sensibilité à la pression :

Dans le groupe patients, l'analyse de corrélation paramétrique met en évidence un lien entre sensibilité à la pression et capacités de préhension évaluées par le Box and Block test ainsi que par le test de Purdue Pegboard (p<0,05).

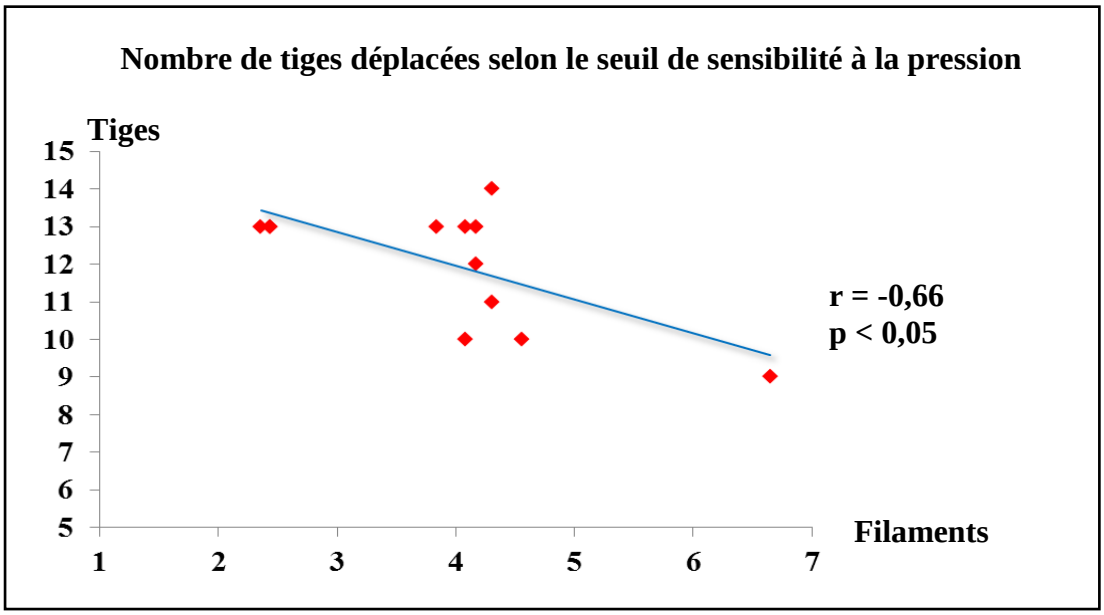
Pour le Box and Block test, le nombre de cubes déplacés par les patients diminue avec l'importance de leurs troubles sensitifs cutanés (schéma 8). Le coefficient de corrélation est ainsi calculé à – 0,74.

Schéma 8: Analyse de corrélation dans le groupe patients entre les performances de préhension évaluées par le Box and Block test et la sensibilité à la pression mesurée par les mono-filaments de Semmes-Weinstein.



L'étude de corrélation entre le test de Purdue Pegboard et la sensibilité à la pression, va dans le même sens (schéma 9). Pour ce dernier test, le coefficient de corrélation est plus faible calculé à -0,66.

Schéma 9: Analyse de corrélation dans le groupe patients entre les performances de préhension évaluées par le test de Purdue Pegboard et la sensibilité à la pression mesurée par les mono-filaments de Semmes-Weinstein.



Dans le groupe patients, aucun lien n'est trouvé entre la force de préhension mesurée au dynamomètre de JAMAR et la sensibilité à la pression (r= -0,37 ; p >0,05) ; il n'est pas non plus trouvé de lien entre l'incapacité fonctionnelle mesurée par le Quick DASH et la sensibilité à la pression (r= 0,15 ; p >0,05). Les résultats sont similaires lors de l'analyse de corrélation non paramétrique de Spearman.

- **Préhension et sensibilité discriminative :**

Aucune corrélation n'est mise en évidence entre les capacités de préhension (Box and Block test, test de Purdue Pegboard, force de préhension, Quick DASH) et la sensibilité discriminative mesurée par le test de Weber. Les résultats des analyses de corrélation paramétrique et non paramétriques sont résumés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Analyse de corrélation paramétrique* et non paramétrique** entre les tests de préhension et la sensibilité discriminative mesurée par le test de Weber chez les patients.

Analyse de corrélation	Box and Block	Purdue Pegboard	Force de préhension	Quick DASH
Sensibilité discriminative*	-0,52 p>0,05	-0,40 p>0,05	-0,05 p>0,05	-0,12 p>0,05
Sensibilité discriminative**	-0,50 p>0,05	-0,35 p>0,05	-0,18 p>0,05	-0,04 p>0,05

Au total, cette étude de corrélation confirme l'existence d'un lien entre troubles sensitifs cutanés à la pression et fonction motrice de la main évaluée aux moyens de tests de performance de préhension : préhension globale mesurée par le Box and Block test, préhension fine et dextérité mesurées par le test de Purdue Pegboard. Aucun lien n'est mis en évidence entre la sensibilité discriminative et les tests de préhension.

Aucun autre paramètre clinique n'était corrélé significativement aux résultats du Box and Block test ou du test de Purdue Pegboard en dehors de la sensibilité à la pression, en particulier douleur (EVS, DN4) et score de Vancouver.

DISCUSSION

1. Les troubles de la sensibilité chez les patients :

En accord avec les données de la littérature (Malenfant et al, 1998 ; Ward et al, 1991 ; Nedelec et al, 2005), nos patients présentaient des troubles de la sensibilité cutanée à la pression évaluée par la méthode des mono-filaments de Semmes-Weinstein. Ces troubles intéressaient les brûlures profondes excisées et greffées mais aussi les brûlures superficielles traitées par cicatrisation dirigée. On souligne une majorité d'études utilisant la méthode des mono-filaments de Semmes-Weinstein pour l'évaluation de la sensibilité à la pression chez le patient brûlé (Malenfant et al, 1998 ; Nedelec et al, 2005 ; Anderson et al, 2011 ; Hamed et al, 2011) même si d'autres auteurs ont aussi développé des techniques instrumentalisées et automatisées (Ward et al, 1991). La qualité métrologique de l'évaluation de la sensibilité à la pression par les monofilaments de Semmes-Weintein est bien documentée dans la littérature (Bell-Krotoski et al, 1987).

En accord avec les résultats de Malenfant et al (1998), malgré la petite taille de notre échantillon, notre analyse de corrélation montrait l'existence d'un lien entre l'intensité des troubles de sensibilité à la pression et la présence de douleurs neuropathique (DN4), suggérant un mécanisme commun à ces deux paramètres. On rappelle pourtant que Hamed et al (2011) ne retrouvaient pas de troubles sensitifs à la pression plus marqués chez les patients douloureux, mettant en avant le rôle d'un réinnervation locale spécifique chez les patients brûlés douloureux, plus riche en fibres nociceptives de type C et également en fibres nerveuses spécifiques pour la substance P (Ward et al, 2004).

Au total, ces discordances de résultats suggèrent l'origine multifactorielle des mécanismes de la douleur et des troubles de la sensibilité chez le brûlé : profondeur du traumatisme initial, ré-innervation pathologique locale mais aussi atteinte généralisée du système nerveux périphérique médiée par l'orage inflammatoire post-brûlure, plasticité cérébrale.

On rappelle effectivement la mise en évidence dans plusieurs travaux (Ward et al, 1991 ; Malenfant et al, 1998 ; Nedelec et al, 2005 ; Wollgarten-Hamadek et al, 2009), de troubles de sensibilité à la pression au niveau de la peau saine chez le patient brûlé, en faveur d'un mécanisme central. Nous n'avons pas étudié la sensibilité à la pression en zone saine chez nos patients. Il aurait probablement été intéressant de tester aussi chez nos patients une zone de peau saine, en particulier la face palmaire non lésée des mains de nos patients.

L'information sensorielle palmaire est effectivement prédominante pour la fonction sensitive, tactile et gnosique de la main mais aussi pour sa fonction motrice.

Dans notre étude, la sensibilité discriminative est aussi diminuée chez les patients par rapport aux témoins, pour les brûlures superficielles et pour les brûlures profondes. Pour les brûlures profondes, ces résultats sont en accord avec ceux de Malenfant et al (1998) et Ward et al (1991). Toutefois pour Malenfant et al (1998), la sensibilité discriminative après brûlures superficielles était normalisée (121 patients dont 58 patients présentant des brûlures superficielles). La taille de notre échantillon (quatre patients seulement présentant des brûlures superficielles sur douze patients au total) est probablement insuffisante pour évaluer précisément les troubles de sensibilité discriminative après brûlures superficielles.

Dans notre série, les patients brûlés ne présentaient pas de troubles de sensibilité thermo-algique de la face dorsale de la main à l'exception d'un d'entre eux. Ces résultats concernaient les mains traitées par cicatrisation dirigée pour brûlures superficielles et les mains, excisées et greffées pour brûlures profondes. Concernant la sensibilité à la douleur, nos résultats sont en accord avec ceux de l'étude de Ward et al (1991) qui on le rappelle, est celle qui incluait le plus grand nombre de face dorsale de main, ainsi que les résultats de Nedelec et al (2005). Malenfant et al (1998) ainsi que l'équipe Holavanahalli (2010) retrouvaient eux, une sensibilité thermo-algique non restaurée en particulier au niveau des séquelles de brûlures profondes excisées et greffées. Le paramètre temps (délai d'évaluation de la sensibilité cutanée par rapport à la brûlure) ne peut expliquer les variations de résultats puisque nos patients, ayant récupéré une bonne sensibilité de protection ont été testés précocement (6 mois d'évolution en moyenne) en comparaison à la plupart des travaux publiés.

D'autres éléments peuvent expliquer les discordances de résultats entre les études. On peut mettre en cause premièrement, l'hétérogénéité des localisations des lésions testées dans les études. La sensibilité cutanée et l'innervation locale varie en fonction des régions corporelles. Mais c'est probablement l'hétérogénéité des protocoles d'évaluation de la sensibilité thermo-algique qui explique ces différences de résultats. L'évaluation uniquement qualitative de la sensibilité à la douleur dans notre étude (pique/touche) et à la température (perception ou non de températures extrêmes) ne permet pas une analyse aussi fine que les techniques instrumentales et quantitatives, permettant la détermination de seuil, comme dans l'étude de Malenfant et al (1998). On rappelle la mise en évidence dans ce travail, de troubles de la sensibilité thermique à la chaleur et au froid pour les brûlures profondes mais également pour les brûlures superficielles. On rappelle que l'évaluation instrumentale de la sensibilité de

Ward et al (1991) leur permettent de mettre aussi en évidence des troubles de la sensibilité thermique chez les patients excisés et greffée, sans troubles sensitifs à la douleur.

Il faut donc rester attentif sur la persistance de troubles de la sensibilité thermo-algique après brûlures, en particulier pour les brûlures profondes excisées et greffées (1 patient dans notre série de 12 patients). Cette première conclusion suggère l'intérêt pour le patient brûlé qu'il bénéficie en pratique clinique, d'un bilan de sensibilité pour dépister ces troubles et pour la mise en œuvre des mesures de prévention habituelle en cas d'atteinte de la sensibilité de protection.

2. Les troubles de la préhension chez les patients :

L'évaluation des capacités de préhension chez les patients révèle une baisse des performances, par rapport aux témoins. Ces troubles de la préhension chez les patients sont associées à une incapacité fonctionnelle modérée, mesurée par le Quick DASH, superposable aux résultats de l'étude de Jarrett et al (2008) pour son groupe de 86 patients, évalués à 6 mois en moyenne du traumatisme initial.

Pour la préhension, toutes les modalités explorées sont touchées. En accord avec les résultats attendus, la dextérité et la préhension fine, à savoir la manipulation de fines tiges lors du test de Purdue Pegboard, sont perturbées. Ces résultats sont en accord avec ceux de l'étude de Holavanahalli et al (2007) qui soulignaient que les tâches les plus perturbées lors du JTHT après brûlure profonde de la face dorsale de la main, étaient l'épreuve d'écriture et la manipulation d'objets petits et fins. La force de préhension globale est aussi diminuée dans notre série par rapport aux témoins, toujours en accord avec les résultats de Holavanahalli et al (2007) qui retrouvaient chez leurs patients une diminution de force pour la préhension globale digito-palmaire mais aussi pour les pinces sélectives.

De façon plus surprenante, le Box and Block Test, test de performance de préhension plus grossier, puisqu'intéressant la prise de cubes de taille moyenne, est aussi perturbé chez nos patients. A notre connaissance, aucune étude ne rapporte l'utilisation du Box and Block Test jusqu'à présent pour l'évaluation de la préhension chez le patient brûlé. Il est pourtant très simple de réalisation et rapide. Sa validité et sa reproductibilité sont excellentes (Mathiowetz et al, 1985). Il est fréquemment utilisé dans d'autres pathologies, comme par exemple pour le suivi de préhension des patients dans les suites d'accident vasculaire cérébral (Dannenbaum et al, 2002 ; Seo et al, 2011).

Dans les études, les troubles de préhension des patients brûlés (Van Zuijlen et al 1999 ; Holavanahalli et al, 2007) sont souvent mis en rapport avec les complications locales ostéo-articulaires post-brûlures : raideur articulaire des doigts, déformations et/ou amputations associées fréquemment observées dans leur série. Les patients inclus dans notre étude ne présentaient aucun type de ces déficiences : le bilan de mobilité articulaire active des chaînes digitales de la main, devait être normalisé. Par ailleurs, on rappelle que les patients présentant des déformations ou amputations des doigts longs, étaient exclus de l'étude. Nos patients étaient aussi indemnes d'atteinte des articulations sus-jacentes poignet, coude et épaule afin d'éviter toute participation éventuelle des articulations proximales, aux troubles de la fonction de la main comme cela est décrit chez le brûlé (Salisbury, 2000).

Ainsi, les troubles de préhension mis en évidence chez nos patients ne pouvaient s'expliquer par la présence de troubles orthopédiques locorégionaux. Selon l'analyse de corrélation, les troubles de préhension n'étaient pas non plus en rapport avec la douleur (EVS/DN4) ou la rétraction cutanée (Vancouver).

3. Le lien sensibilité cutanée de la main et préhension chez le patient brûlé :

L'hypothèse de la participation des troubles sensitifs cutanés, aux perturbations de la fonction motrice de la main est vérifiée dans notre étude de corrélation. La sensibilité cutanée à la pression est corrélée aux capacités de préhension des patients : aux capacités de préhension digitale fine évaluée par le test de Purdue Pegboard comme cela était attendu, mais également aux capacités de préhension globale évaluée par le Box and Block Test.

Melchior et al (2007) montraient eux aussi une forte relation entre sensibilité à la pression évaluée au niveau de la face palmaire de la main et capacités de préhension mesurées par le JTHFT. Dans leur étude, ils soulignaient que le facteur de corrélation entre sensibilité cutanée à la pression et préhension variait avec la taille des objets manipulés. Plus la taille des objets manipulés était petite, plus le facteur de corrélation augmentait en faveur du rôle de la sensibilité à la pression pour la préhension fine, en accord avec les conclusions de Moberg (1958), Dellon et al (1997) et Cole et al (1998). On rappelle effectivement que dans cette dernière publication dédiée à l'étude de la préhension chez la personne âgée, les auteurs ne retrouvaient pas de lien entre sensibilité à la pression cutanée et préhension lors d'une tâche de préhension probablement trop simple avec manipulation d'une sphère de diamètre déjà relativement important (2 cm de diamètre).

Dans notre étude, nous n'observons pas le même phénomène. En effet, le facteur de corrélation le plus élevé (r=-0,74) est celui calculé pour le Box and Block Test comportant la manipulation de cubes de taille moyenne (hauteur de 2,5 cm). Le facteur de corrélation est plus petit (r=-0,66) pour le test de Purdue Pegboard comportant la manipulation de fines tiges de 2 mm de diamètre. Comment expliquer ces différences de résultats ?

Concernant le test de Purdue Pegboard, nous avons fait le choix de ne faire effectuer aux patients, que la première épreuve de ce test qui en comporte normalement quatre : 1)-épreuve de rangement de tiges par la main dominante, 2)-épreuve de rangement de tiges par la main non dominante, 3)-épreuve de rangement de tiges par les des deux mains en même temps et 4)-épreuve bi manuelle d'assemblage de tiges et rondelles. Nous avons fait ce choix, dans l'objectif de corréler exclusivement la fonction motrice de la main dominante sans participation de la main controlatérale, avec son propre bilan sensitif cutané. On rappelle que ce test mono manuel de la main dominante permettait de mettre en évidence des troubles de la préhension fine chez les patients par rapport au groupe témoins. Cependant, la réduction du test à une seule épreuve, a pu générer une perte de puissance de l'analyse de corrélation.

Le choix de la localisation des tests de sensibilité chez nos patients, à savoir la face dorsale de la main, peut être probablement aussi mise en cause dans ces différences de résultats. Dans les travaux rapportés précédemment (Moberg et al, 1958 ; Chassard et al, 1993 ; Dellon et al, 1997 ; Cole et al, 1998 ; Melchior et al, 2007), les tests de sensibilité cutanée de la main étaient toujours effectués au niveau de la face palmaire. L'innervation de la face palmaire de la main est effectivement beaucoup plus dense que celle de la peau du dorsum, en particulier au niveau de la pulpe digitale. C'est à la peau palmaire que sont dévolues non seulement les fonctions tactile et gnosique de la main intimement liées à la sensibilité discriminative, mais aussi la fonction de préhension dépendant plus particulièrement de la sensibilité à la pression.

Dans notre pratique, l'atteinte de la face dorsale des mains reste cependant la lésion la plus fréquemment observée chez l'adulte générant des troubles de préhension parfois sévères, représentant un modèle d'étude stéréotypé accessible en recherche clinique. Notre choix s'est donc porté sur cette localisation. Malgré une moindre spécialisation de la peau dorsale de la main dans la fonction de préhension, le lien entre troubles sensitifs cutanés et préhension est bien mis en évidence dans l'analyse de corrélation. Ce lien « indirect » peut expliquer un facteur de corrélation évoluant de façon plus aléatoire entre les troubles de sensibilité à la pression et la taille des objets manipulés lors des tests de préhension.

Bien que le bilan cutané sensitif ait été effectué au niveau de la face dorsale de la main et non en face palmaire, c'est aussi la sensibilité tactile à la pression et non la sensibilité discriminative, qui est corrélée aux capacités de préhension des patients, conformément à ce qui était attendu.

Par quel mécanisme peut-on expliquer cette relation entre troubles sensitifs cutanés de la face dorsale de la main et troubles de la préhension chez nos patients ?

Plusieurs études ont montré l'existence de troubles sensitifs cutanés à distance de la brûlure, en peau saine (Ward et al, 1991 ; Malenfant et al, 1998 ; Nedelec et al, 2005 ; Wollgarten-Hamadek et al, 2009). La présence de troubles sensitifs cutanés irradiés au niveau de la face palmaire chez des patients présentant une atteinte initiale de la face dorsale de la main, pourrait contribuer aux troubles de la préhension observés. La réalisation d'un bilan sensitif cutané associé de la paume de la main chez nos patients, aurait permis de confirmer ou non cette hypothèse. Une atteinte sensitive associée de la face palmaire de la main pourrait s'expliquer par la participation d'une neuropathie périphérique aux troubles sensitifs cutanés évoquée dans plusieurs études (Higashimori et al, 2006 ; Anderson et al, 2010 ; Coert, 2010).

La mise en évidence de cette relation entre troubles sensitifs cutanés à la pression du dos de la main et troubles de préhension est aussi un argument supplémentaire en faveur du retentissement central des troubles sensitifs cutanés comme cela est évoqué dans d'autres affections pathologiques, les traumatismes des nerfs périphériques (Braune et al, 1993) ou l'accident vasculaire cérébral (Celnik et al, 2007). Des perturbations des activités facilitatrices et inhibitrices du cortex moteur pour la fonction de la main sont possibles (Celnik et al, 2007) de même qu'une modification des aires de représentation motrice corticale de la main (Rosen et al, 2006). La main brûlée perturbée dans ses fonctions sensitive, motrice et aussi esthétique, est une main souvent négligée, oubliée, voire cachée par les patients. Une évaluation en imagerie cérébrale fonctionnelle, de patients victimes de brûlures de la main pourrait être particulièrement intéressante pour conforter cette dernière hypothèse.

Enfin, des expériences de manipulations sensorielles, comme la stimulation électrique cutanée de la main brûlée ou bien la mise en œuvre de programmes de rééducation spécifique de la main à visée sensitive pourraient peut-être permettre d'améliorer les capacités fonctionnelles de la main chez les patients, en faveur d'une modulation du système nerveux central par l'atteinte neurogène périphérique initiale.

4. Limites de l'étude

On souligne premièrement la petite taille de notre échantillon, douze patients et treize témoins au total. Par ailleurs, le délai d'inclusion des patients dans l'étude varie de 35 à 384 jours par rapport au traumatisme initial, à l'origine d'une hétérogénéité du degré de maturation cicatricielle des patients entre eux.

Les patients inclus dans l'étude présentaient des brûlures de la face dorsale de la main. Les patients ayant une atteinte associée de la paume de la main ou une atteinte isolée de la paume de la main ont été exclus. Le choix de la localisation des tests sensitifs au niveau la face dorsale de la main est discutable. La peau palmaire étant dédiée aux fonctions tactile, gnosique et de préhension, l'inclusion de patients lésés à ce niveau aurait peut-être permis de révéler un lien plus fort avec leurs capacités de préhension. Malgré tout, le lien troubles sensitifs cutanés et préhension a pu être mis en évidence. Une atteinte associée de la sensibilité cutanée de la paume de la main « irradiée » ne peut être exclue chez nos patients. Un bilan sensitif cutané de la paume de la main non lésée, aurait été intéressant.

Le bilan de la sensibilité thermo-algique n'a permis qu'une analyse qualitative à ce niveau et n'a pu être corrélé au bilan de préhension chez nos patients.

Le choix des tests de préhension peut aussi être remis en cause. En effet, le Box and Block Test n'a jamais été utilisé pour l'étude des capacités de préhension chez le patient brûlé. La réduction du test de Purdue Pegboard à une seule épreuve a pu aussi nuire à la puissance de l'étude de corrélation. Cependant, aucun test de préhension, ni aucune échelle d'incapacité fonctionnelle n'est validé à ce jour chez le patient brûlé. Il n'existe pas non plus de test spécifique élaboré pour l'analyse de la préhension chez le brûlé.

CONCLUSION

Les troubles sensitifs cutanés après brûlures sont bien décrits dans la littérature. Ils sont fréquents, persistant dans le temps au-delà de la période de maturation cicatricielle, souvent associés à la présence de prurit et de douleurs neuropathiques chez les patients.

Comme cela était attendu, notre étude confirme que ces troubles n'épargnent pas la main, non seulement pour les brûlures profondes excisées et greffées mais également pour les brûlures superficielles traitées par cicatrisation dirigée.

Le devenir fonctionnel de la main brûlée, est souvent mis en rapport avec la profondeur initiale de la brûlure et ses conséquences locales cutanées et ostéo-articulaires. Parmi les paramètres cliniques déterminant le pronostic de préhension, les troubles sensitifs cutanés locaux sont un facteur à prendre en compte. Dans notre étude, les troubles de sensibilité cutanée à la pression sont effectivement corrélés aux capacités de préhension des patients selon différents modes : préhension digitale fine comme l'on s'y attendait mais également performances de préhension globale.

L'importance du retentissement de ces troubles sensitifs cutanés de la main sur la préhension, s'explique probablement par le mécanisme plurifactoriel des troubles de la sensibilité qui ne se limite pas à la destruction initiale du système sensoriel cutané. Suite au traumatisme initial, la ré-innervation locale est pathologique, caractérisée par une faible densité en mécanorécepteurs non fonctionnels et en fibres nerveuses désorganisées. L'induction d'une véritable neuropathie périphérique sous l'influence de la réaction inflammatoire initiale est probable de même qu'un retentissement secondaire au niveau du système nerveux central.

La mise en évidence dans cette étude, d'un lien entre sensibilité cutanée et préhension est un argument supplémentaire en faveur d'un retentissement des troubles sensitifs cutanés de la main au niveau du système nerveux central : déséquilibre entre les activités facilitatrices et inhibitrices du cortex moteur pour la fonction de la main, modification des aires de représentation motrice de la main au niveau cortical. Ces conclusions appellent à la réalisation de nouvelles études dédiées aux troubles de la sensibilité de la main brûlée et à la compréhension des mécanismes à l'origine des troubles sensitifs : étude des effets des manipulations sensorielles comme la stimulation électrique cutanée sur les capacités de

préhension après brûlure de la main ; étude des aspects de l'imagerie cérébrale fonctionnelle après brûlures de la main…

En pratique clinique, le dépistage des troubles sensitifs cutanés après brûlure et leur prise en charge au même titre que les lésions cutanées et ostéo-articulaires, doivent être intégrés au programme de soins habituels de nos patients.

BIBLIOGRAPHIE

- Anderson JR, Zorbas JS, Phillips JK, Harrison JL, Dawson LF, Bolt SE, Rea SM, Klatte JE, Paus R, Zhu B, Giles NL, Drummond PD, Wood FM, Fear MW. Systemic decreases in cutaneous innervation after burn injury. J Invest Dermatol, 2010, 130(7): 1948-51.
- Anderson JR, Fear MW, Phillips JK, Dawson LF, Wallace H, Wood FM, Rea SM.Burns. A preliminary investigation of the reinnervation and return of sensory function in burn patients treated with INTEGRA®. Burns, 2011, 37(7): 1101-8.
- Anzarut A, Chen M, Shankowsky H, Tredget EE. Quality-of-life and outcome predictors following massive burn injury. Plast Reconstr Surg, 2005, 116(3): 791-7.
- Bell-Krotoski J, Tomancik E. The repeatability of testing with Semmes-Weinstein monofilaments. J Hand Surg Am, 1987, 12(1): 155-61.
- Bouhassira D, Attal N, Alchaar H, Boureau F, Brochet B, Bruxelle J, Cunin G, Fermanian J, Ginies P, Grun-Overdyking A, Jafari-Schluep H, Lantéri-Minet M, Laurent B, Mick G, Serrie A, Valade D, Vicaut E. Comparison of pain syndromes associated with nervous or somatic lesions and development of a new neuropathic pain diagnostic questionnaire (DN4). Pain, 2005, 114(1-2): 29-36.
- Braune S, Schady W. Changes in sensation after nerve injury or amputation: the role of central factors. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 1993, 6(4): 393-9.
- Carey LM, Matyas TA. Frequency of discriminative sensory loss in the hand after stroke in a rehabilitation setting. J Rehabil Med, 2011, 43(3): 257-63.
- Celnik P, Hummel F, Harris-Love M, Wolk R, Cohen LG. Somatosensory stimulation enhances the effects of training functional hand tasks in patients with chronic stroke. Arch Phys Med Rehabil, 2007, 88(11): 1369-76.
- Chapman TT, Richard RL, Hedman TL, Renz EM, Wolf SE, Holcomb JB. Combat casualty hand burns: evaluating impairment and disability during recovery. J Hand Ther, 2008, 21(2): 150-8.
- Chassard M, Pham E, Comtet JJ. Two-point discrimination tests versus functional sensory recovery in both median and ulnar nerve complete transections. J Hand Surg Br, 1993, 18(6): 790-6.
- Choisnière M, Melzack R and Papillon J. Pain and paresthesia in patients with healed burns: an exploratory study. J Pain Symptom Manage, 1991, 6(7): 437-444.
- Coert JH. Pathophysiology of nerve regeneration and nerve reconstruction in burned patients. Burns, 2010, 36(5): 593-8.
- Cole KJ, Rotella DL, Harper JG. Tactile impairments cannot explain the effect of age on a grasp and lift task. Exp Brain Res, 1998, 121(3): 263-9.

- Conforto AB, Ferreiro KN, Tomasi C, dos Santos RL, Moreira VL, Marie SK, Baltieri SC, Scaff M, Cohen LG. Effects of somatosensory stimulation on motor function after subacute stroke. Neurorehabil Neural Repair, 2010, 24(3): 263-72.
- Cuadra A, Correa G, Roa R, Piñeros JL, Norambuena H, Searle S, Las Heras R, Calderón W. Functional results of burned hands treated with Integra®. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2012, 65(2): 228-34.
- Dannenbaum RM, Jones LA. The assessment and treatment of patients who have sensory loss following cortical lesions. J Hand Ther, 1993, 6(2): 130-8.
- Dannenbaum RM, Michaelsen SM, Desrosiers J, Levin MF. Development and validation of two new sensory tests of the hand for patients with stroke. Clin Rehabil, 2002, 16(6): 630-9.
- Dantzer E, Queruel P, Salinier L, Palmier B, Quinot JF. Dermal regeneration template for deep hand burns: clinical utility for both early grafting and reconstructive surgery. Br J Plast Surg, 2003, 56(8): 764-74.
- Dellon AL, Kallman CH. Evaluation of functional sensation in the hand. J Hand Surg Am, 1983, 8(6): 865-70.
- Dellon ES, Keller KM, Moratz V, Dellon AL. Validation of cutaneous pressure threshold measurements for the evaluation of hand function. Ann Plast Surg, 1997, 38(5): 485-92.
- Duff SV. Impact of peripheral nerve injury on sensorimotor control. J Hand Ther, 2005, 18(2): 277-91.
- Ebied AM, Kemp GJ, Frostick SP. The role of cutaneous sensation in the motor function of the hand. J Orthop Res, 2004, 22(4): 862-6.
- Fayad F, Lefevre-Colau MM, Gautheron V, Macé Y, Fermanian J, Mayoux-Benhamou A, Roren A, Rannou F, Roby-Brami A, Revel M, Poiraudeau S. Reliability, validity and responsiveness of the French version of the questionnaire Quick Disability of the Arm, Shoulder and Hand in shoulder disorders. Man Ther, 2009, 14(2): 206-12.
- Frist W, Ackroyd F, Burke J, Bondoc C. Long-term functional results of selective treatment of hand burns. Am J Surg, 1985, 149(4): 516-21.
- Gescheider GA, Bolanowski SJ, Hall KL, Hoffman KE, Verrillo RT. The effects of aging on information-processing channels in the sense of touch: I. Absolute sensitivity. Somatosens Mot Res, 1994, 11(4): 345-57.
- Hamed K, Giles N, Anderson J, Phillips JK, Dawson LF, Drummond P, Wallace H, Wood FM, Rea SM, Fear MW. Changes in cutaneous innervation in patients with chronic pain after burns. Burns, 2011, 37(4): 631-7.
- Hamilton BB, Granger CV, Sherwin FS, Zielezny M, Tashman JS. A uniform national data system for medical rehabilitation. In: Fuhrer MJ, ed. Rehabilitation outcomes: analysis and measurement. Brooks: Baltimore (1987).

- Helm PA. Burn rehabilitation: dimensions of the problem. Clin Plast Surg, 1992, 19(3): 551-9.
- Hendrix S, Picker B, Liezmann C, Peters EM. Skin and hair follicle innervation in experimental models: a guide for the exact and reproducible evaluation of neuronal plasticity. Exp Dermatol, 2008, 7(3): 214-27.
- Hermanson A, Jonsson CE, Lindblom U. Sensibility after burn injury. Clin Physiol, 1986, 6(6): 507-21.
- Hermanson A, Dalsgaard CJ, Jonsson CE, Bjorklund H, Dahl D. A study of the cutaneous sensory reinnervation after burn injury using antibodies to neurofilament. Eur J Past Surg, 1987, 10: 115-118.
- Higashimori H, Whetzel TP, Mahmood T, Carlsen RC. Peripheral axon caliber and conduction velocity are decreased after burn injury in mice. Muscle Nerve, 2005, 31(5): 610-20.
- Higashimori H, Carlsen RC, Whetzel TP. Early excision of a full-thickness burn prevents peripheral nerve conduction deficits in mice. Plast Reconstr Surg, 2006, 117(1): 152-64.
- Higashimori H, Whetzel TP, Carlsen RC. Inhibition of inducible nitric oxide synthase reduces an acute peripheral motor neuropathy produced by dermal burn injury in mice. J Peripher Nerv Syst, 2008, 13(4): 289-98.
- Holavanahalli RK, Helm PA, Gorman AR, Kowalske KJ. Outcomes after deep full-thickness hand burns. Arch Phys Med Rehabil, 2007, 88(12 Suppl 2): S30-5.
- Holavanahalli RK, Helm PA, Kowalske KJ. Long-term outcomes in patients surviving large burns: the skin. J Burn Care Res, 2010, 31(4): 631-9.
- Invs : http://www.invs.sante.fr/Publications-et-outils/ Rapports-et-syntheses/Maladies-chroniques-et-traumatismes/2011/Hospitalisations-pour-brulures-a-partir-des-donnees-du-Programme-de-medicalisation-des-systemes-d-information-France-metropolitaine-2009.
- Jarrett M, McMahon M, Stiller K. Physical outcomes of patients with burn injuries--a 12 month follow-up. J Burn Care Res, 2008, 29(6): 975-84.
- Klaiput A, Kitisomprayoonkul W. Increased pinch strength in acute and subacute stroke patients after simultaneous median and ulnar sensory stimulation. Neurorehabil Neural Repair, 2009, 23(4): 351-6.
- Le Bars D, Willer JC. Physiologie de la douleur. Encyclopédie médicochirurgicale, Anesthésie-réanimation, 2004, 36-020-A10.
- Lin SY, Chang JK, Chen PC, Mao HF. Hand function measures for burn patients: a literature review. Burns, 2013, 39(1): 16-23.
- Malenfant A, Forget R, Papillon J, Amsel R, Frigon JY, Choinière M. Prevalence and characteristics of chronic sensory problems in burn patients. Pain, 1996, 67 (2-3): 493-50.

- Malenfant A, Forget R, Amsel R, Papillon J, Frigon JY, Choinière M. Tactile, thermal and pain sensibility in burned patients with and without chronic pain and paresthesia problems. Pain, 1998, 77(3): 241-51.
- Mason ST, Esselman P, Fraser R, Schomer K, Truitt A, Johnson K. Return to work after burn injury: a systematic review. J Burn Care Res, 2012, 33(1): 101-9.
- Mathiowetz V, Volland G, Kashman N, Weber K. Adult norms for the Box and Block Test of manual dexterity. Am J Occup Ther, 1985, 39(6): 386-91.
- Mazzetto-Betti KC, Amâncio AC, Farina JA Jr, Barros ME, Fonseca MC. High-voltage electrical burn injuries: functional upper extremity assessment. Burns, 2009, 35(5): 707-13.
- McDonnell MN, Ridding MC. Afferent stimulation facilitates performance on a novel motor task. Exp Brain Res, 2006, 170(1): 109-15.
- Melchior H, Vatine JJ, Weiss PL. Is there a relationship between light touch-pressure sensation and functional hand ability? Disabil Rehabil, 2007, 15, 29(7): 567-75.
- Meyers-Paal R, Blakeney P, Robert R, Murphy L, Chinkes D, Meyer W, Desai M, Herndon D. Physical and psychologic rehabilitation outcomes for pediatric patients who suffer 80% or more TBSA, 70% or more third degree burns. J Burn Care Rehabil, 2000, 21(1 Pt 1): 43-9.
- Moberg E. Objective methods for determining the functional value of sensibility in the hand. J Bone Joint Surg Br, 1958, 40-B(3): 454-76.
- Morellini NM, Fear MW, Rea S, West AK, Wood FM, Dunlop SA. Burn injury has a systemic effect on reinnervation of skin and restoration of nociceptive function. Wound Repair Regen, 2012, 20(3): 367-77.
- Nedelec B, Hou Q, Sohbi I, Choinière M, Beauregard G, Dykes RW. Sensory perception and neuroanatomical structures in normal and grafted skin of burn survivors. Burns, 2005, 31(7): 817-30.
- Novak CB, Mackinnon SE, Williams JI, Kelly L. Establishment of reliability in the evaluation of hand sensibility. Plast Reconstr Surg, 1993, 92(2): 311-22.
- Omar MT, Hassan AA. Evaluation of hand function after early excision and skin grafting of burns versus delayed skin grafting: a randomized clinical trial. Burns, 2011, 37(4): 707-13.
- Omar MT, Hegazy FA, Mokashi SP. Influences of purposeful activity versus rote exercise on improving pain and hand function in pediatric burn. Burns, 2012, 38(2): 261-8.
- Ponten B. Grafted skin. Acta Chir Scand, 1960, Sup, 257: 1-78.
- Robertson SL, Jones LA. Tactile sensory impairments and prehensile function in subjects with left-hemisphere cerebral lesions. Arch Phys Med Rehabil, 1994, 75(10): 1108-17.
- Rosén B. Recovery of sensory and motor function after nerve repair. A rationale for evaluation. J Hand Ther, 1996, 9(4): 315-27.

- Rosén B, Björkman A, Lundborg G. Improved sensory relearning after nerve repair induced by selective temporary anaesthesia - a new concept in hand rehabilitation. J Hand Surg Br, 2006, 31(2): 126-32.
- Salisbury RE. Reconstruction of the burned hand. Clin Plast Surg, 2000, 27(1): 65-9.
- Seo NJ, Fischer HW, Bogey RA, Rymer WZ, Kamper DG. Use of visual force feedback to improve digit force direction during pinch grip in persons with stroke: a pilot study. Arch Phys Med Rehabil, 2011, 92(1): 24-30.
- Smania N, Montagnana B, Faccioli S, Fiaschi A, Aglioti SM. Rehabilitation of somatic sensation and related deficit of motor control in patients with pure sensory stroke. Arch Phys Med Rehabil, 2003, 84(11): 1692-702.
- Semmes J, Weinstein S, Ghent L, Teuber H. Somatosensory changes after penetrating brain wounds in man. Harvard University Press, Cambridge MA, 1960: 4-11.
- Sheridan RL, Baryza MJ, Pessin MA,O'Neill KM, Cipullo HM, Donelan MB, Ryan CM, Schulz JT, Schnitzer JJ, Tompkins RG. Acute Hand Burns in Children: Management and Long-Term Outcome Based on a 10-Year Experience with 698 Injured Hands. Ann Surg, 1998, 4: 558-564.
- Sommerfeld DK, von Arbin MH. The impact of somatosensory function on activity performance and length of hospital stay in geriatric patients with stroke. Clin Rehabil. 2004, 18(2): 149-55.
- Spicher C. Manuel de rééducation sensitive du corps humain. Première partie : définitions, évaluation et rééducation des troubles de base de la sensibilité cutanée lors de lésions neurologiques : 21-89. Ed Médecine et Hygiène, 2003.
- Stella M, Calcagni M, Teich-Alasia S, Ramieri G, Cellino G, Panzica G. Sensory endings in skin grafts and scars after extensive burns. Burns, 1994, 20(6): 491-5.
- Sullivan T, Smith J, Kermode J, McIver E, Courtemanche DJ. Rating the burn scar. Burn Care Rehabil, 1990, 11(3): 256-60.
- Taylor KS, Anastakis DJ, Davis KD. Chronic pain and sensorimotor deficits following peripheral nerve injury. Pain, 2010, 151(3): 582-91.
- Tiffin J, Asher EJ. The Purdue Pegboard ; norms and studies of reliability and validity. J Appl Psychol, 1948, 32(3): 234-47.
- Tredget EE. Management of the acutely burned upper extremity. Hand Clin, 2000, 16(2): 187-203.
- Tyson SF, Hanley M, Chillala J, Selley AB, Tallis RC. Sensory loss in hospital-admitted people with stroke: characteristics, associated factors, and relationship with function. Neurorehabil Neural Repair, 2008, 22(2): 166-72.
- Umraw N, Chan Y, Gomez M, Cartotto RC, Fish JS. Effective hand function assessment after burn injuries. J Burn Care Rehabil, 2004, 25(1): 134-9.

- Valembois B, Blanchard M, Miternique B, Noel L. Rééducation des troubles de la sensibilité de la main. Encyclopédie médicochirurgicale, Kinésithérapie-Médecine Physique-Réadaptation, 2006, 26-064-A-10.
- van Boven RW, Johnson KO. A psychophysical study of the mechanisms of sensory recovery following nerve injury in humans. Brain, 1994, 117 (Pt 1): 149-67.
- van Brakel WH, Anderson AM. Comment: Sensory testing of the hands in leprosy. Lepr Rev, 1997, 68(4): 382-5
- van Zuijlen PP, Kreis RW, Vloemans AF, Groenevelt F, Mackie DP. The prognostic factors regarding long-term functional outcome of full-thickness hand burns. Burns, 1999, 25(8): 709-14.
- Voulliaume D, Mojallal A, Comparin JP, Foyatier JL. Severe hand burns and flaps: indications. Ann Chir Plast Esthet, 2005, (4): 314-9.
- Voulliaume D, Papalia I, Chichery A, Mojallal A, Foyatier JL. Traitement des séquelles de brûlures. Brûlures des mains. Encyclopédie médicochirurgicale, Techniques chirurgicales-Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique, 2005, 45-160-G.
- Ward RS, Saffle JR, Schnebly WA, Hayes-Lundy C, Reddy R. Sensory loss over grafted areas in patients with burns. J Burn Care Rehabil, 1989, 10(6): 536-8.
- Ward RS, Tuckett RP. Quantitative threshold changes in cutaneous sensation of patients with burns. J Burn Care Rehabil, 1991, 2(6): 569-75.
- Ward RS, Tuckett RP, English KB, Johansson O, Saffle JR. Substance P axons and sensory threshold increase in burn-graft human skin. J Surg Res, 2004, 118(2): 154-60.
- Williams N, Stiller K, Greenwood J, Calvert P, Masters M, Kavanagh S. Physical and quality of life outcomes of patients with isolated hand burns--a prospective audit. J Burn Care Res, 2012, 33(2): 188-98.
- Wollgarten-Hadamek I, Hohmeister J, Demirakça S, Zohsel K, Flor H, Hermann C. Do burn injuries during infancy affect pain and sensory sensitivity in later childhood? Pain, 2009, 141(1-2): 165-72.
- Wu ZH, Huang J, Gao WH, Wang AL, Jia Q, Chen B, Xu S, Gu YH. Effect of nerve growth factor on the promotion of sensory recovery of large skin graft in patients. Zhonghua Shao Shang Za Zhi, 2007, 23(6): 440-3.
- Xie B, Xiao SC, Zhu SH, Xia ZF. Evaluation of long term health-related quality of life in extensive burns: a 12-year experience in a burn center. Burns, 2012, 38(3): 348-55.

RESUME

INTRODUCTION : Les brûlures profondes de la main peuvent générer des complications locales redoutables pour le pronostic fonctionnel de préhension: rétraction cutanée, déformations ou raideurs digitales, amputations. Les brûlures de la main sont aussi à l'origine de troubles sensitifs cutanés bien décrits dans la littérature. Le mécanisme de ces troubles sensitifs est complexe, plurifactoriel : traumatisme initial, ré-innervation pathologique, neuropathie périphérique induite par la réaction inflammatoire post-brûlure, retentissement au niveau du système nerveux central. Dans d'autres affections neurologiques périphériques ou centrales, le retentissement des troubles sensitifs cutanés sur la fonction motrice de la main est démontré. Nous faisons l'hypothèse suivante : les troubles sensitifs cutanés participent aux troubles de la préhension après brûlure.

METHODOLOGIE : Etude de 25 sujets, 12 patients présentant une brûlure profonde ou superficielle de la face dorsale de la main, appariés à 13 témoins. Pour chaque sujet, il était réalisé : 1)- Un bilan sensitif lésionnel: sensibilité à la pression par les mono-filaments de Semmes-Weinstein, sensibilité discriminative par le test de Weber, sensibilité thermo-algique avec test à l'aiguille et test au chaud-froid ; 2)- Un bilan de préhension comportant 4 tests : Box and Bock Test ; Test de Purdue Pegboard ; Force de préhension globale ; évaluation de l'incapacité fonctionnelle par le Quick DASH. Après comparaisons des 2 groupes par test T de Student, une analyse de corrélation paramétrique entre bilan de sensibilité et bilan de préhension était effectuée chez les patients.

RESULTATS : Des troubles de la sensibilité à la pression et de la sensibilité discriminative étaient objectivés chez les patients par rapport aux témoins. Un seul patient présentait des troubles de la sensibilité thermo-algique. L'évaluation des capacités de préhension révélait une baisse des performances chez les patients par rapport aux témoins, à tous les modes : préhension globale (Box and Block Test), préhension fine (Test de Purdue Pegboard), force de préhension. Ces troubles de préhension étaient associées à une incapacité fonctionnelle modérée (Quick DASH). L'analyse de corrélation révélait un lien entre sensibilité à la pression et capacités de préhension mesurées par le Box and Block Test ($r= -0,74$; $p< 0.05$) et le test de Purdue Pegboard ($r=-0,66$; $p< 0,05$). Aucun lien n'était mis en évidence entre la sensibilité discriminative et l'ensemble des tests de préhension.

DISCUSSION-CONCLUSION : En accord avec les données de la littérature, le bilan sensitif révélait des troubles de la sensibilité tactile ainsi qu'une baisse des performances de préhension chez les patients. Ces troubles de la préhension n'étaient pas expliqués par la présence de lésions ostéo-articulaires, de douleurs, ou la rétraction cutanée. Le rôle des troubles sensitifs cutanés est incriminé aux vues des résultats de l'étude de corrélation qui confirme l'importance de la sensibilité à la pression pour la préhension et la spécificité de la sensibilité discriminative pour les fonctions tactiles et gnosiques de la main. La relation entre sensibilité cutanée et fonction motrice de la main mise en évidence dans notre étude est un argument supplémentaire aux données actuelles, en faveur d'un retentissement des troubles sensitifs cutanés au niveau cortical pour le contrôle moteur.

MOTS CLES : Main / Brûlure / Sensibilité cutanée / Préhension / Fonction