



Corrélat comportementaux et neuronaux de l'exposition répétée à la douleur d'autrui dans une perspective de douleur chronique

Thèse

Mathieu Grégoire

Doctorat en psychologie
Philosophiae doctor (Ph.D.)

Québec, Canada

© Mathieu Grégoire, 2016

Corrélat comportementaux et neuronaux de l'exposition répétée à la douleur d'autrui dans une perspective de douleur chronique

Thèse

Mathieu Grégoire

Sous la direction de :

Philip Jackson, directeur de recherche

Résumé

L'estimation de la douleur chez autrui peut être influencée par différents facteurs liés à la personne en douleur, à l'observateur ou bien à l'interaction entre ces derniers. Parmi ces facteurs, l'exposition répétée à la douleur d'autrui, dans les milieux de soins ou dans une relation dans laquelle un des deux conjoints souffre de douleur chronique, a souvent été liée à une sous-estimation de la douleur d'autrui. L'objectif de cette thèse visait à mesurer les impacts de l'exposition répétée à la douleur d'autrui sur l'estimation subséquente de la douleur des autres, mais aussi sur l'activité cérébrale lors de l'observation de la douleur d'autrui et finalement, sur l'estimation de la douleur chez les conjoints de patients atteints de douleur chronique. La première étude expérimentale a permis d'isoler le facteur d'exposition répétée à la douleur d'autrui des autres facteurs confondants pouvant moduler l'estimation de la douleur d'autrui. Ainsi, il a été démontré que l'exposition répétée à la douleur d'autrui diminuait l'évaluation subséquente de la douleur des autres. Dans la seconde étude, il a été démontré en imagerie par résonance magnétique fonctionnelle que l'exposition répétée à la douleur d'autrui entraînait des changements dans l'activité cérébrale de certaines régions associées au traitement affectif (l'insula bilatérale), mais aussi cognitif de la douleur (sulcus temporal supérieur ; précunéus), lors de l'observation de la douleur d'autrui. Finalement, la troisième étude expérimentale, celle-ci proposant une visée plus clinique, a permis de démontrer que les conjoints de patients atteints de douleur chronique ne surestiment pas la douleur de leur conjoint, mais qu'ils perçoivent de la douleur même dans des expressions faciales neutres. L'ensemble de ces résultats suggère que chez les sujets sains, l'exposition répétée à la douleur d'autrui entraîne une sous-estimation de la douleur chez l'autre et des changements dans le réseau de la matrice de la douleur lors de l'observation de la douleur des autres. En définitive, ces résultats démontrent que l'exposition répétée à la douleur d'autrui, dans un contexte expérimental, a des impacts majeurs sur l'observateur et son jugement de l'intensité de la douleur.

Abstract

The estimation of pain in others can be influenced by various factors related to the person in pain, to the observer or the interaction between them. Of these factors, the repeated exposure to the pain of others has often been suggested as one of the factors that could lead to the underestimation of others' pain, for example in healthcare settings. This thesis aimed to measure the impacts of repeated exposure to the pain of others on the subsequent estimation of others' pain, but also on the brain activity when observing the pain of others and finally, on the estimation of pain by spouses of chronic pain patients, daily exposed to others pain. The first experimental study isolated the factor of repeated exposure to others' pain from other confounding factors that may modulate the estimation of the pain in others. Thus, it has been shown that repeated exposure to other people's pain decreased the subsequent estimation of the pain in others. In the second study, it was demonstrated by functional magnetic resonance imaging that repeated exposure to the pain of others led to changes in brain activity in certain regions associated with affective processing (namely the bilateral insula), but also cognitive dimensions of pain (Superior temporal sulcus; precuneus) during the observation of another's pain. Finally, the third experimental study, this one with a more clinical objective, has demonstrated that spouses of chronic pain patients do not underestimate the pain of their spouse, but they do estimate pain when exposed to neutral facial expressions of their loved one. Taken together, these results suggest that repeated exposure to the pain of others leads to an underestimation of others' pain and changes in the pain matrix network during observation of pain in others. Ultimately, these results demonstrate that repeated exposure to other people's pain, in an experimental setting, has a major impact on the observer and his judgment of the intensity of pain.

Table des matières

RESUME	III
ABSTRACT	IV
TABLE DES MATIERES	V
LISTE DES TABLEAUX	VII
LISTE DES FIGURES	VIII
LISTE DES ANNEXES	IX
REMERCIEMENTS	X
AVANT-PROPOS	XII
CHAPITRE 1 : INTRODUCTION GENERALE	1
1.1 LES CARACTÉRISTIQUES DE L'EXPÉRIENCE DOULOUREUSE	4
1.2 LES NEUROSCIENCES DANS LA CONCEPTION DE LA DOULEUR	5
1.3 LA COMMUNICATION DE LA DOULEUR	11
1.4 VERS UNE SIGNATURE DE LA DOULEUR	25
1.5 LA DOULEUR CHRONIQUE	26
1.6 PROBLÉMATIQUE	31
CHAPITRE 2 : UNE REVUE DES DIFFERENTS FACTEURS POUVANT MODULER L'ESTIMATION DE LA DOULEUR CHEZ AUTRUI	35
ABSTRACT.....	38
FAITES LE POINT.....	39
INTRODUCTION.....	40
FACTEURS INFLUENÇANT L'ÉVALUATION DE LA DOULEUR CHEZ AUTRUI.....	44
CONCLUSION ET IMPLICATIONS	52
RÉFÉRENCES	54
CHAPITRE 3 : L'IMPACT DE L'EXPOSITION REPETEE A LA DOULEUR DES AUTRES SUR L'ESTIMATION SUBSEQUENTE DE LA DOULEUR D'AUTRUI	55
RÉSUMÉ.....	57
SUMMARY	60
GENERAL INTRODUCTION.....	61
EXPERIMENT 1: OBJECTIVES AND HYPOTHESES	62
METHODS	62
PROCEDURE.....	65
STATISTICAL ANALYSES.....	65
RESULTS.....	66
EXPERIMENT 2A	67
EXPERIMENT 2B: METHODS.....	69
STATISTICAL ANALYSIS.....	70
RESULTS.....	71
GENERAL DISCUSSION	71
CONCLUSION	75
REFERENCES	77
FIGURE LEGENDS.....	80

CHAPITRE 4 : MESURE DES CORRELATS NEURONAUX QUI SOUS-TENDENT LA SOUS-ESTIMATION DE LA DOULEUR D'AUTRUI A LA SUITE D'UNE EXPOSITION REPETEE A LA DOULEUR DE L'AUTRE.....	84
RÉSUMÉ.....	86
ABSTRACT.....	87
GENERAL INTRODUCTION.....	88
METHODS.....	91
PROCEDURE.....	94
ANALYSES.....	95
RESULTS.....	97
DISCUSSION.....	100
CONCLUSION.....	105
ACKNOWLEDGMENTS.....	105
REFERENCES.....	107
CHAPITRE 5: COMMUNICATION DE LA DOULEUR DANS LES COUPLES DONT UN DES CONJOINTS SOUFFRE DE DOULEUR CHRONIQUE: IMPLICATIONS SUR L'ESTIMATION DE LA DOULEUR ET LE SUPPORT À CELLE-CI.....	117
RÉSUMÉ.....	119
ABSTRACT.....	120
INTRODUCTION.....	121
OBJECTIVES AND HYPOTHESIS.....	123
METHODS.....	124
PROCEDURE.....	129
ANALYSES.....	129
RESULTS.....	131
DISCUSSION.....	134
CONCLUSION.....	139
ACKNOWLEDGMENTS.....	139
REFERENCES.....	141
FIGURES AND TABLES LEGENDS.....	145
CHAPITRE 6: DISCUSSION GÉNÉRALE.....	153
6.1 RÉSUMÉ DES RÉSULTATS.....	154
6.2 CONTRIBUTIONS DE LA THÈSE.....	158
6.2.1 <i>Les contributions dans le domaine de la communication de la douleur et de l'évaluation de la douleur d'autrui.....</i>	<i>158</i>
6.2.2 <i>Les contributions à l'avancement des connaissances sur les corrélats neuronaux liés à l'observation de la douleur d'autrui.....</i>	<i>166</i>
6.2.3 <i>Les contributions aux connaissances sur les comportements prosociaux.....</i>	<i>170</i>
6.3 LIMITES ET PERSPECTIVES FUTURES.....	173
CHAPITRE 7. CONCLUSION GÉNÉRALE.....	177
RÉFÉRENCES.....	178
ANNEXE A :.....	198

Liste des tableaux

Chapitre 3.

TABLE 3.1. MEANS AND RESULTS OF T-TESTS BETWEEN EACH EMOTION AND PAIN FOR THE VALIDATION TASK.....	69
--	----

Chapitre 4.

TABLE 4.1. COORDINATES, CLUSTER SIZE AND PEAK Z VALUE OF THE SIGNIFICANT CLUSTERS OF EACH CONTRAST.....	116
---	-----

Chapitre 5.

TABLE 5.1. DESCRIPTION OF THE CHRONIC PAIN PATIENTS' SAMPLE	150
---	-----

TABLE 5.1. T-TEST RESULTS FOR THE QUESTIONNAIRES BETWEEN PATIENTS', CPSS' AND CONTROLS' SCORES	151
--	-----

Liste des figures

Chapitre 1

FIGURE 1.1. MODELE DE COMMUNICATION DE LA DOULEUR	12
---	----

Chapitre 3

FIGURE 3.1. SCHEMATIC REPRESENTATION OF THE EXPERIMENTAL TASK	81
---	----

FIGURE 3.2. RESULTS OF THE PAIN ESTIMATION TASK OF THE EXPERIMENT 1 FOR BOTH GROUPS CONTROLS AND PAIN EXPOSED	82
---	----

FIGURE 3.3. RESULTS OF THE PAIN ESTIMATION TASK OF THE EXPERIMENT 3 FOR THE THREE GROUPS CONTROLS, FEAR EXPOSED AND PAIN EXPOSED.	83
--	----

Chapitre 4

FIGURE 4.1. SCHEMATIC REPRESENTATION OF THE EXPERIMENTAL TASK	111
---	-----

FIGURE 4.2. RESULTS OF THE PAIN ESTIMATION TASK OF THE EXPERIMENT 1 FOR BOTH GROUPS CONTROLS AND PAIN EXPOSED	112
---	-----

FIGURE 4.3. ONE-SAMPLE T-TEST RESULTING ACTIVITY FOR THE CONTRAST PAIN VS. NO PAIN CONDITIONS FOR THE WHOLE SAMPLE	113
--	-----

FIGURE 4.4. ACTIVATION MAP OF THE BETWEEN GROUP INTERACTION PAIN VS. NO PAIN	126
--	-----

FIGURE 4.5. ACTIVATION MAP OF THE BETWEEN GROUP CONTRAST OVER PAIN AND NEUTRAL CONDITION SEPARATELY	114
---	-----

Chapitre 5

FIGURE 5.1. SCHEMATIC REPRESENTATION OF BOTH PAIN AND SUPPORT ESTIMATION TASKS.....	146
---	-----

FIGURE 5.2. RESULTS OF THE PAIN ESTIMATION TASK	147
---	-----

FIGURE 5.3. RESULTS OF THE SUPPORT ESTIMATION TASK.....	148
---	-----

FIGURE 5.4. RESULTS OF THE GALVANIC SKIN RESPONSE MEASURE DURNING PAIN ESTIMATION	149
---	-----

Liste des annexes

ANNEXE A : THE DIFFERENCE BETWEEN SELF-REPORT AND PARENT-REPORT OF EMPATHY.....	198
--	------------

Remerciements

Mes premiers remerciements vont à mon directeur de thèse, le Dr. Philip Jackson. Il y a maintenant presque 8 ans que j'ai fait mes premiers pas en recherche avec toi. Si on se ramenait tous les deux à ce moment où je mettais en pièces ton bureau à l'université à notre première rencontre, nous n'aurions ni l'un ni l'autre parié sur le parcours qui m'a conduit jusqu'ici. Ce parcours de thèse n'aurait pas été aussi riche sans ton apport. Ta passion pour la recherche, pour le travail bien fait, pour le mot juste, m'auront très certainement poussé à performer au-delà de ce que je me croyais capable. Merci de m'avoir fait confiance, merci de m'avoir insufflé cette passion. Merci de m'avoir accompagné dans ma sortie, d'avoir partagé mes craintes et mes ambitions. Je n'aurais pu mieux tomber que dans ton équipe.

Je tiens à remercier le comité de thèse qui m'a suivi au cours des dernières années. Dr. Philippe Goffaux, Dre. Sonia Goulet, merci de m'avoir offert votre temps et votre support dans ce projet. Vos impressions et commentaires toujours constructifs auront été salutaires à cette thèse. Un remerciement spécial au Dr. Simon Grondin qui s'est plus d'une fois retrouvé sur la route de mon doctorat pour m'offrir des expériences exceptionnelles et de sages conseils.

Ce parcours doctoral n'aurait pas été le même sans une équipe de recherche hors du commun. Mes trois mentors, Sébastien Héту, Pierre-Emmanuel Michon et Fanny Eugène, j'aimerais ça être comme vous quand je vais être grand. À mon fidèle collaborateur et ami Michel-Pierre Coll, on a fait du chemin depuis ce premier été, merci d'avoir été là, je suis fier de nous. À Béatrice Tousignant, avec un peu de recul j'ai de la difficulté à imaginer ce qu'auraient été les dernières années sans une coloc comme toi. Merci d'avoir partagé ces moments et mon désordre. Aux gars du labo, Vincent Taschereau-Dumouchel, Louis-Alexandre Marcoux, Jérémy Kenoby, ma porte et ma jarre à scotch seront toujours ouvertes pour vous. Aux grandes dames du labo Marie-Audrey Lavoie, Elsa Massicotte, Marie-Pier B-Tremblay, vous êtes à mes yeux beaucoup plus que des collègues.

À mes boyz, Marc-André Lemieux, Marc-André Morency, Marc-André Cyr (oui je sais... 1988 oblige), Lawrence Laliberté-Roy, vous ne pouvez pas imaginer à quel point je vous dois une partie de ce doctorat. Du souper tranquille à la partie de pêche, c'est grâce à ces échappatoires et à votre amitié indéfectible et inconditionnelle depuis plus de 15 ans, ou depuis le début de nos vie mon roux, que j'ai trouvé bien souvent l'énergie de continuer sur ce long chemin.

À mon frère, Michaël. J'ai énormément d'admiration pour l'homme que tu deviens. On sera toujours là l'un pour l'autre et cette certitude est un cadeau inestimable à mes yeux. Merci de m'accompagner dans chacun des tournants de ma vie. Je t'aime.

À mes parents. Papa, maman, merci du support, des petits plats, des bonnes bouteilles, des changements de pneus, des courriels d'encouragement, des étreintes en arrivant fatigué à la maison le dimanche soir. Tous ces petits gestes auront adouci tout ce parcours. Merci de m'avoir soutenu dans des études d'une si grande ampleur. Merci d'avoir cru en moi avec une conviction si grande que j'allais réussir qu'il n'y avait aucune place dans mon esprit pour que ça n'arrive pas. Merci de m'avoir donné toutes les chances de réussir dans la vie. Je vous aime.

Finalement, mes derniers mots vont à ma cocotte, à ma plus proche complice. Rosée, après avoir fini ton propre doctorat, tu viens d'en compléter un autre. Merci pour ton amour, ta compréhension, ta vivacité d'esprit que j'admire. Je n'aurais pas pu avoir meilleure partenaire pour réaliser ce défi. Un bien plus grand nous attend, mais je n'ai aucun doute que nous continuerons d'être une équipe formidable, une famille formidable. J'ai hâte que nous soyons 3. Je t'aime ma blonde.

Avant-propos

La présente thèse comporte sept chapitres et une annexe. Le premier chapitre est une introduction générale, le second est un article de revue de la littérature sur un thème de la thèse, les trois chapitres suivants sont les articles expérimentaux des travaux réalisés pendant la thèse et finalement les deux derniers chapitres sont une discussion générale ainsi qu'une conclusion générale. Un article de validation d'un questionnaire utilisé dans la thèse est présenté en annexe. L'article au chapitre 2 a été publié dans la revue *Douleurs* en 2012. L'article au chapitre 3 est accepté et en attente de publication dans la revue *European Journal of Pain*. Les deux autres articles seront soumis à l'été 2016. Ces articles se retrouvent dans la thèse en version intégrale.

Tous les travaux de la thèse ont été effectués sous la supervision du Dr. Philip Jackson et en étroite collaboration avec Michel-Pierre Coll qui a participé à la création des devis, à la collecte des données et en partie à l'écriture des articles de toutes les expériences de cette thèse.

Pour les articles expérimentaux, j'ai conçu les devis, collecté et analysé les données et rédigé les articles en tant que premier auteur. Dans chacun des articles, des collaborateurs ont participé aux différentes étapes du processus. Ken Prkachin et Fanny Eugène ont collaboré à la conception des tâches expérimentales et à la révision des textes, alors que Marie-Pier B.-Tremblay et René Quirion ont participé à la collecte et au recrutement en plus de s'impliquer dans la révision des manuscrits. Merci à chacun d'entre vous.

Chapitre 1 :

Introduction Générale

Chapitre 1. INTRODUCTION GÉNÉRALE

La douleur est comme un étau invisible.

(Choinière, M.)

La douleur est un phénomène inhérent à la vie humaine, expérimenté par tous à divers moments. Selon la définition officielle de l'Association internationale pour l'étude de la douleur (IASP), "*la douleur est une expérience sensorielle et émotionnelle désagréable associée à une lésion tissulaire réelle ou potentielle ou décrite dans ces termes*". Il s'agit d'une expérience universelle, mais que chaque individu conçoit de manière personnelle et subjective. La douleur comprend un aspect quantitatif et un aspect qualitatif, qui dépendent de différents facteurs liés à l'individu en douleur, à l'observateur ou au contexte.

Sur le plan de la survie, la douleur a une fonction de protection importante en permettant à celui qui l'expérimente, ainsi qu'aux observateurs, d'identifier et d'éviter une source de danger. Lorsque l'intégrité physique d'une personne est menacée, la douleur est le premier signal d'alarme déclenché automatiquement. De nos jours, c'est aussi la première raison pour laquelle les gens se rendent dans un milieu de soin (Lacasse, 2015: 80% des consultations médicales). D'ailleurs, l'absence d'expérience de douleur, telle que vécue par les personnes atteintes d'insensibilité congénitale à la douleur, réduit significativement l'espérance de vie (Williams, 2002).

Par contre, lorsque la douleur devient chronique, elle perd cette fonction de signal d'alarme et devient très handicapante pour la personne qui en souffre. La douleur chronique, définie comme une douleur persistante quasi-quotidienne qui perdure plus de 3 mois sans cause biologique apparente, est un problème touchant l'ensemble des classes de la société (Selon l'International Association for the Study of Pain; IASP). D'ailleurs, des données démographiques récentes montrent l'ampleur du problème au Canada. En 2011, une étude pour statistiques Canada,

réalisée par Shopflocher et ses collègues (2011), rapportait des taux de prévalence de douleur chronique de 18,9% pour l'ensemble de la population, et 9% de ces personnes souffraient de douleur chronique depuis plus de 10 ans (Schopflocher, Taenzer, & Jovey, 2011). Les coûts associés à cette problématique en 2008 étaient supérieurs à 10 milliards de dollars au Canada, et ce chiffre tend à augmenter avec les années. Ces coûts s'expliquent, entre autres, par la prise en charge complexe de cette problématique et par les nombreuses réponses réfractaires aux traitements (McMahon & Koltzenburg, 2005). Ainsi, une compréhension approfondie du phénomène de la douleur chronique, sur les plans biologique, sensoriel, communicatif, psychologique et interpersonnel, est essentielle pour permettre un traitement adéquat de celle-ci. Ces connaissances sont importantes pour les gens qui en souffrent, pour leurs proches et aussi pour les professionnels de la santé qui les prennent en charge (Craig, 2009).

Le domaine de la psychologie cognitive et sociale s'intéresse au phénomène de la douleur et propose différentes méthodologies pour la comprendre. Le développement des méthodes d'imagerie, qui permettent d'explorer les réponses cérébrales lors du vécu douloureux ou lors de l'observation de la douleur chez autrui, a notamment permis de mieux documenter les mécanismes neurologiques qui sous-tendent la douleur. Cette thèse s'intéresse particulièrement à la fonction sociale de la douleur physique et vise à étudier la communication de la douleur, ainsi que l'évaluation de la douleur exprimée par autrui, dans une perspective de neurosciences. Certains auteurs ont proposé que la douleur puisse prendre différentes formes, notamment la douleur sociale, par exemple l'exclusion d'un individu par ses pairs (Eisenberger, Lieberman, & Williams, 2003; Williams, 2009; Yanagisawa et al., 2011), mais il est de plus en plus reconnu que la douleur physique et sociale sont deux construits qui se distinguent sur plusieurs plans (Wager et al., 2013). Ainsi, seule la douleur physique fera l'objet de la thèse.

1.1 Les caractéristiques de l'expérience douloureuse

Lors d'un événement douloureux, les nocicepteurs, cellules neuronales qui se trouvent entre-autre sous la peau, dans les muscles ou les articulations, envoient l'information sensorielle douloureuse par les nerfs jusqu'aux centres de relais vers l'encéphale (Perl, 2011). Cette information peut être interprétée comme étant de la douleur et l'organisme y répondra en fonction du contexte (Apkarian, Bushnell, & Schweinhardt, 2013). La nociception représente souvent la cause de l'expérience de la douleur physique (Loeser & Melzack, 1999). La douleur réfère donc à un phénomène d'abord perceptif, dont la signification est ensuite modulée en fonction des émotions, de l'apprentissage et de plusieurs autres facteurs de l'environnement (Gatchel & Okifuji, 2006).

Historiquement, la compréhension de la douleur se basait sur un modèle strictement biomédical (dualisme cartésien) et les mécanismes de nociception de la douleur n'étaient pas considérés comme agissant en interaction avec des mécanismes affectifs et cognitifs liés à l'expérience de douleur (défini comme l'âme dans le modèle de Descartes) (Loeser & Fordyce, 1983; Hadjistavropoulos et al., 2011). Désormais, le modèle biopsychosocial est la référence pour comprendre l'expérience de la douleur. Proposé par Engel en 1989, le modèle biopsychosocial propose une approche théorique appliquée qui consiste à prendre en compte les facteurs psychologiques, sociaux, biologiques et communicationnels de différentes pathologies (Engel, 1989). Dans une revue exhaustive des écrits, Hadjistavropoulos et ses collaborateurs (2011) l'appliquent à la compréhension de la douleur pour en ressortir les composantes majeures et développer le modèle biopsychosocial de la douleur.

Dans ce modèle, la composante sensori-discriminative (localisation sur le corps et quantification de douleur) est toujours centrale, mais elle est combinée à des composantes affectives et cognitives. Il est maintenant accepté et largement documenté, que la douleur comporte des composantes affectives tel le

désagrément (Price, 2000). Ce sentiment de désagrément est connu pour mener à des comportements visant à mettre fin à la douleur. Différentes émotions comme la peur ou la détresse peuvent aussi exacerber le désagrément associé à la douleur, de même que certains mécanismes affectifs secondaires telle la notion de souffrance associée aux implications à long-terme de la douleur (Price, 2000).

La composante cognitive a aussi été intégrée à la plupart des conceptualisations biopsychosociales de la douleur (Craig, 2009; Hadjistavropoulos et al., 2011). Cette composante regroupe, entre autres, l'anticipation et l'attention portée à la douleur (Tracey & Bushnell, 2009). Différentes études ont démontré que l'anticipation d'une forte douleur ou à l'inverse une diminution de cette dernière menait à un changement significatif dans l'estimation de l'intensité la douleur (Ploghaus et al., 1999; Wager et al., 2004). De façon similaire, le fait de porter une attention accrue à la douleur augmente son estimation alors que la distraction tend à la diminuer (voir Villemure & Bushnell, 2002 pour une revue). Certains auteurs ont aussi étudié la tendance à la dramatisation de la douleur (*pain catastrophising*) et la rumination d'évènements désagréables associés à la douleur, qui auraient un effet sur la perception de la douleur (Sullivan et al., 2001). La dramatisation de la douleur réfère à un processus cognitif négatif, lié à une grande anticipation de la douleur ou encore à l'amplification d'une douleur présente (Sullivan, Bishop, & Pivik, 1995). Il a entre autres été démontré que cette caractéristique cognitive diminue la probabilité d'un retour au fonctionnement normal chez les patients en douleur chronique (Drahovzal, Stewart, & Sullivan, 2006).

1.2 Les neurosciences dans la conception de la douleur

Le développement et l'amélioration de l'accès à des systèmes d'imagerie à la fine pointe de la technologie ont permis de faire progresser les connaissances sur les corrélats neuronaux qui sous-tendent plusieurs phénomènes comportementaux, comme la douleur. L'intérêt grandissant pour les neurosciences au sein de la communauté scientifique a permis plusieurs avancées dans le domaine de la

douleur, telles que la proposition d'explications neurologiques et neurophysiologiques de certains troubles douloureux chroniques comme la fibromyalgie (Cook et al., 2004; Gracely, Petzke, Wolf, & Clauw, 2002; Julien, Goffaux, Arsenault, & Marchand, 2005), l'arthrite rhumatoïde (Hodgson, O'Connor, & Moots, 2008) et les douleurs lombaires chroniques (Langevin & Sherman, 2007). Dès le début des années 90 avec l'avènement de la tomographie par émission de positons, certains auteurs ont commencé à définir les régions cérébrales impliquées dans le traitement de la composante sensorielle de la douleur (Talbot et al., 1991). En premier lieu, afin de bien exposer l'activité du système nerveux central dans le traitement de l'information douloureuse, il est important d'avoir une idée générale du parcours de l'influx nerveux depuis l'événement qui le cause.

L'information douloureuse provenant des récepteurs sensoriels cutanés est d'abord relayée par les nerfs sensitifs jusqu'à la corne dorsale de la moelle épinière. Puis, de la corne dorsale, l'information est retransmise aux centres supérieurs par différentes voies ascendantes, pour finalement activer les aires cérébrales associées au traitement de l'information nociceptive. Le thalamus, centre de relais sensoriel important du système nerveux central, est le centre d'intégration des indices nociceptifs et joue un rôle important la modulation de la douleur (Craig, 2003; Millan, 2002; Peyron, Laurent, & Garcia-Larrea, 2000). D'ailleurs la stimulation thalamique dans les cas de douleur complexes, qui ne peuvent être soulagés par les méthodes médicales conventionnelles, a démontré une bonne efficacité à produire une analgésie chez la personne en douleur (Hosobuchi, Adams, & Linchitz, 1977; Hosobuchi, Adams, & Rutkin, 1973; Marchand, Kupers, Bushnell, & Duncan, 2003). À l'inverse, la stimulation thalamique chez des personnes qui n'ont plus de douleur depuis longtemps, peut faire revivre les sensations des composantes émotionnelles et sensorielles de la douleur déjà vécue chez ces patients (Lenz et al., 1995). Ces résultats montrent bien le rôle du thalamus dans l'expérience douloureuse.

Plusieurs approches ont permis de démontrer l'existence d'un système neuronal central sous-tendant la perception de notre propre douleur. C'est le cas notamment de l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) et de l'électroencéphalographie (EEG). Plus précisément, l'IRMf, une technique complexe qui sera utilisée dans la thèse, permet de mesurer indirectement l'activité hémodynamique du cerveau. La concentration d'oxygène dans le sang est un marqueur de l'activité cérébrale (Logothetis, 2002). L'IRMf utilise donc un contraste mesurant la concentration relative entre l'hémoglobine et la désoxyhémoglobine dans le sang, l'hémoglobine contenant de l'oxygène (Ogawa, Lee, Nayak, & Glynn, 1990). Ce contraste est nommé BOLD (blood level oxygen dependant). Ainsi, une diminution de la désoxyhémoglobine dans une région est le signe d'une plus grande activité cérébrale puisque pendant une période déterminée, la concentration d'hémoglobine dans une région donnée sera plus grande, cette région nécessitant une plus grande quantité d'oxygène (Kim & Ogawa, 2012). L'analyse de données d'imagerie par résonance magnétique se fait majoritairement sous forme de contraste. C'est-à-dire que la condition d'intérêt, l'activité cérébrale que l'on souhaite mesurer dans une tâche définie, est contrastée à un niveau de base, une tâche contrôle qui se distingue de la condition d'intérêt seulement par l'élément d'intérêt. Ainsi, il est assumé que l'activité résiduelle est associée à notre mesure d'intérêt. Un autre des avantages de l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle est sa résolution spatiale de l'ordre du millimètre. Alors que d'autres techniques comme la tomographie par émission de positrons (TEP) ont une résolution qui varie entre 3 et 5 millimètres, celle de l'IRMf est un avantage dans les protocoles visant à déterminer les régions impliquées dans divers processus. Toutefois, comme cette technique est basée sur des processus hémodynamiques qui sont relativement lents, sa résolution temporelle est plutôt faible en comparaison à des techniques telle l'EEG.

Un très grand nombre d'études se sont intéressées à la réponse cérébrale suivant la stimulation physique des différents types de douleur, soit mécanique, thermique, cutanée ou viscérale (Apkarian, Bushnell, Treede, & Zubieta, 2005). Ces études

ont été menées dans la lignée de travaux découlant de la *Neuromatrix* (Melzack, 1999, 2001), traduit en français comme la matrice de la douleur. Cette matrice de la douleur est un réseau de régions cérébrales impliquées dans le traitement des différentes composantes de la douleur qui ont été présentées dans la section précédente (sensorielles, affectives et cognitives). Ces régions cérébrales sont donc reconnues pour avoir des sous-fonctions spécialisées dans le traitement de l'information de la douleur (Ingvar, 1999). Ainsi, chacune des composantes du modèle biopsychosocial de la douleur sont sous-tendues par l'activité de différentes régions cérébrales. Plus spécifiquement, la matrice de la douleur regroupe des régions impliquées dans le traitement de la composante somatosensorielle. Ainsi, S1 et S2 constitue ce que Mouraux et ses collaborateurs (2011) définissent comme le nœud somatosensoriel de la matrice de la douleur. Une lésion à ces structures induit des difficultés, voir une incapacité à déterminer la localisation et l'intensité des stimulations nociceptives (Casey et al., 2000). D'autres régions sont aussi impliquées dans le traitement de l'activité sensorielle d'un point de vue intégratif, telles que, le cortex somatosensoriel, le thalamus, l'aire motrice secondaire, l'insula postérieure, la jonction temporo-pariétale (TPJ), ainsi que le cortex cingulaire postérieur (Apkarian, Hashmi, & Baliki, 2011).

Le traitement cognitif de la douleur, notamment l'attention ou le détournement de celle-ci, peut avoir des impacts sur l'activité des cortex somatosensoriel (S1, S2 ; (Bantick et al., 2002). Toutefois, des processus cognitifs de plus haut niveau comme les attentes ou la réévaluation de la douleur d'autrui, sont réalisés par le cortex préfrontal. Par exemple, Koyama et ses collaborateurs (2005), ont démontré que les participants présentaient plus d'activité dans le cortex préfrontal ventro-médian lorsqu'ils devaient se désengager de la douleur observée ou bien utiliser une méthode de réévaluation de la douleur en fonction du niveau de danger (*reappraisal*). Le traitement affectif se situe plutôt au niveau de certaines régions associées au système limbique soit l'amygdale (Price, 2000), l'insula antérieure et le cortex cingulaire antérieur (ACC) (Jackson, Meltzoff, & Decety, 2005, 2006). D'ailleurs, plusieurs études ont fait ressortir l'importance du cortex cingulaire

antérieur et du cortex insulaire dans la composante affective de la douleur (Botvinick, Jha, Bylsma, & Fabian, 2005; Jackson et al., 2006; Singer et al., 2004). Notamment, une étude de Rainville et ses collaborateurs (1997) a pu démontrer l'implication de ces régions en utilisant l'hypnose afin de moduler la composante affective de la douleur (c.-à-d. le désagrément) indépendamment de la composante sensori-discriminative.

Toutefois, bien que ces processus soient souvent décrits séparément, il est nécessaire de les considérer comme étant inter-reliés, puisque l'activité de chacune des structures mentionnées a potentiellement un impact sur les autres. Par exemple, le cortex cingulaire a des projections vers S1 et S2 (Devinsky, Morrell, & Vogt, 1995). Ces projections vers les aires somato-sensorielles ont ainsi un effet sur la perception d'intensité de la douleur (Price, 2000). Malgré que ces régions ne soient pas uniquement impliquées dans le traitement de la douleur, il a été maintes fois démontré que l'activité des régions qui forment la matrice de la douleur est corrélée avec l'intensité de douleur perçue (Baliki, Geha, & Apkarian, 2009; Coghill, Sang, Maisog, & Ladarola, 1999; Derbyshire et al., 1997).

L'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle ainsi que l'électroencéphalographie ont pris beaucoup de place dans la littérature sur la neurophysiologie et la neuroimagerie de la douleur au cours des dernières années. Ces méthodes ont permis de d'identifier un système impliqué dans la perception de la douleur en étudiant le système nerveux central. Toutefois, des méthodes plus simples et beaucoup moins dispendieuses permettent aussi d'étudier la douleur, notamment en investiguant le système nerveux périphérique. Les réponses physiologiques, telles la conductance galvanique (niveau de sudation de la peau), la respiration, la dilatation pupillaire ou le rythme cardiaque, souvent décrites comme des indicateurs de l'état du système nerveux autonome (Rainville, 2002), peuvent être utilisés dans l'étude de la douleur. Le système nerveux autonome est une composante du système nerveux qui veille au contrôle de

l'homéostasie interne de l'organisme. Le système nerveux autonome se divise en trois parties soit le système nerveux sympathique, le parasympathique et le système entérique. Le système entérique régule l'activité digestive alors que les deux autres ont comme responsabilité de sécréter certains neurotransmetteurs tels l'adrénaline (sympathique) ou l'acétylcholine (parasympathique). Ces derniers fonctionnent donc de façon antagoniste et gèrent l'activité du cœur, des poumons et de la pupille pour ne nommer que ceux-là. L'étude des réponses physiologiques sert donc d'indicateur de l'état de ces systèmes, souvent décrit en termes d'alerte. Par exemple, lorsqu'une personne est en douleur, on observe une augmentation du rythme cardiaque (Appelhans & Luecken, 2008), une accélération de la respiration (Willer, 1975), une augmentation de la réponse galvanique (Storm, 2008) et une plus grande dilatation pupillaire (Chapman, Oka, Bradshaw, Jacobson, & Donaldson, 1999). Toutefois, la spécificité de ces réactions associées à la douleur est souvent questionnée (Neumann, Seibt, & Strack, 2001; Zajonc & McIntosh, 1992). En effet, toutes ces réactions seraient aussi présentes lorsqu'un individu ressent de la peur, de la colère ou possiblement une autre émotion négative. Les chercheurs tentent donc de trouver une signature neurophysiologique spécifique à la douleur, qui permettrait d'identifier l'activité des différentes émotions.

Jusqu'à présent dans ce chapitre, la douleur a été abordée dans une perspective individuelle en présentant les composantes sensori-discriminatives, affectives et cognitives liées à l'individu en douleur. Toutefois, l'expérience de la douleur comporte aussi une dimension regroupant des facteurs contextuels et sociaux, tels que définis dans le modèle biopsychosocial. Ces facteurs peuvent avoir un impact sur l'expérience de douleur indépendamment des composantes sensorielles, affectives et cognitives (Fishman, 2012). Par exemple, il est démontré que les patients qui expérimentent de la douleur vont l'exprimer plus intensément lorsqu'ils se trouvent en présence d'un conjoint soucieux de soulager cette douleur (Paulsen & Altmaier, 1995). Le modèle de la communication de la douleur rend compte de la manière dont l'information est transmise entre l'émetteur (personne

en douleur) et le récepteur (observateur de la douleur). Cette communication de la douleur a généralement pour objectif de diminuer la douleur de la personne qui souffre (Craig, 2009).

1.3 La communication de la douleur

Afin de parvenir à bien traiter la douleur, la première étape consiste à la mesurer de façon précise. La précision de l'estimation de la douleur chez autrui est un thème souvent mis de l'avant dans les congrès et les articles portant sur la douleur (International Association for the Study of Pain, 2014, Buenos Aires ; Société québécoise de la douleur ; Montréal, 2013). Dans les milieux de soins cliniques, l'absence de méthode directe pour mesurer la douleur est un problème souvent énoncé (Melzack & Katz, 2001). Les observateurs doivent se fier à différents indices communicationnels, notamment le rapport verbal et les expressions faciales de la personne en douleur, pour pouvoir faire une estimation juste.

Une estimation concordante de la douleur entre le patient et son professionnel traitant, résultant d'une communication adéquate de la douleur, est l'un des prédictEUR de meilleurs résultats à la fin du traitement en termes de réduction de douleur (p.ex. Cedraschi et al., 1996). Par contre, certains travaux suggèrent qu'une moins bonne concordance puisse traduire une vision optimiste du soignant qui aurait aussi un impact positif sur le patient (Perreault & Dionne, 2006). Afin de mieux décrire le phénomène d'interaction entre une personne en douleur et un observateur, un modèle qui inclut la composante sociale de la douleur a été développé. Le modèle de communication de la douleur de Craig (*Social Communication Model of Pain* ; 2009) présente de façon schématique l'ensemble du processus de communication de la douleur, de l'expérience de la douleur, jusqu'au moment où un comportement en réponse à cette douleur est posé par l'observateur. Ce modèle comprend quatre grandes composantes qui sont la stimulation douloureuse, l'encodage de la douleur (qui réfère à la façon dont la douleur est communiquée par la personne en douleur), le décodage de la douleur

(qui réfère à la façon dont la douleur est perçue par l'observateur) et finalement la réponse à cette dyade de communication, par exemple, par un comportement d'aide ou de fuite. La version adaptée du modèle (Craig, 2009) est illustrée à la figure 1.1. La prochaine section définit les étapes d'encodage et de décodage de la douleur ainsi que les facteurs pouvant les moduler.

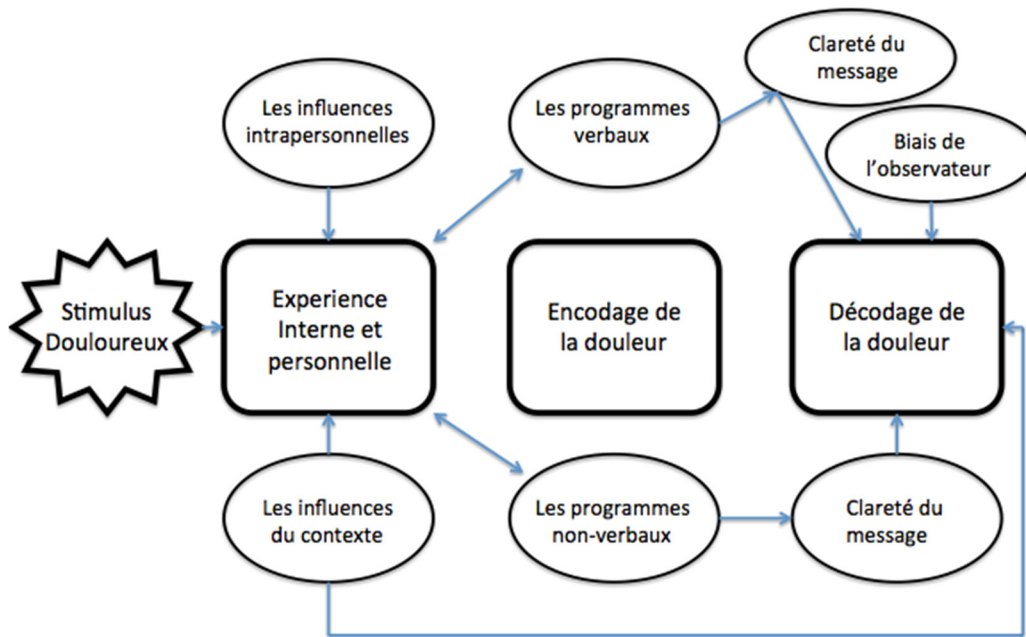


Figure 1. Modèle de la communication de la douleur traduit de Gélinas et Arbour (2015). Veuillez noter que les programmes verbaux et non-verbaux se divisent en 2 catégories, soit des processus automatiques et des processus contrôlés. La proportion de processus automatiques est plus grande dans les programmes non-verbaux alors que la proportion de processus contrôlés est plus grande pour les programmes verbaux.

1.3.1 L'encodage

Tel que mentionné précédemment, la douleur est une expérience subjective. La personne qui communique sa douleur a généralement comme objectif d'être soulagée par la personne qui l'observe (Craig, 2009). Les individus qui ressentent de la douleur peuvent l'exprimer de plusieurs façons. L'expression de la douleur comprend le rapport verbal et différents modes paralinguistiques tels des bruits, des mouvements de douleur et des expressions faciales. Le rapport verbal est

catégorisé comme une mesure auto-rapportée alors que les indices paralinguistiques (i.e. communication qui n'implique pas de rapport verbal) impliquent un jugement subjectif de l'observateur sur l'état de douleur, qui pourrait être facilité par le contexte (Turk & Melzack, 2011).

1.3.1.1 L'évaluation auto-rapportée de la douleur

Comme la douleur ne peut être mesurée directement, l'évaluation auto-rapportée du patient est souvent le point de départ utilisé par l'observateur lors de l'évaluation de la douleur chez autrui (Jensen & Karoly, 1992). Cette évaluation peut se faire sur au moins quatre différentes dimensions; l'intensité de la douleur (à quel point ça fait mal), l'affect de la douleur (désagréable, épouvantable), la qualité de la douleur (brûlure, picotement) ou sa localisation (l'endroit où ça fait mal) (Turk & Melzack, 2011). À ceux-ci pourraient s'ajouter la durée et la fréquence à laquelle le patient vit de la douleur (Gracely, McGrath, & Dubner, 1978). Dans la majorité des modèles, cette évaluation de la douleur est considérée comme la mesure étalon (*gold standard*) (Katz & Melzack, 1999). Il existe différentes échelles qui permettent une mesure auto-rapportée de la douleur. Le rapport verbal se fait habituellement sur une échelle numérique en 11, 21 ou 101 points. D'autres mesures, telles que des échelles visuelles analogues ou des échelles de visages, peuvent être utilisées lorsqu'il n'est pas possible d'obtenir un rapport verbal (pour une discussion plus étayée, voir: Williamson & Hoggart, 2005). La majorité des échelles disponibles pour la recherche et pour la clinique ont démontré une bonne validité et une bonne fidélité (Jensen & Karoly, 1992). Toutefois, l'évaluation auto-rapportée implique aussi certains problèmes, notamment la présence de biais sociaux ou encore d'autres difficultés liées à la mémoire des événements douloureux (Pauli & Alpers, 2002; Pincus & Morley, 2001). Effectivement, il semble que les patients ne rapportent pas la douleur telle qu'elle est vécue, mais qu'ils sont influencés par leurs caractéristiques personnelles et leurs expériences passées. De plus, l'estimation auto-rapportée de la douleur pourrait être influencée par des éléments contextuels, dont la présence de certaines personnes, le besoin

d'être compris ou encore, les bénéfices associés à exprimer ou réprimer l'expression de sa douleur (Jensen & Karoly, 1992). Dans les cas de douleur chronique, où la douleur peut varier d'une journée à l'autre, des auteurs ont développé des méthodes d'évaluation pour obtenir une évaluation auto-rapportée la plus précise possible, tout en tenant compte de tous ces facteurs. Par exemple, les journaux quotidiens de mesures auto-rapportées de la douleur permettent un suivi de l'évolution de la douleur plus rapproché et répétitif qu'une unique question sur une échelle de 0 à 10, en plus de tenir compte des activités du patient (Jensen & Karoly, 1992; Jensen, Turner, Romano, & Karoly, 1991).

Par contre, les chercheurs et les professionnels de la santé de plusieurs domaines se sont aussi intéressés au développement de procédures visant à évaluer la douleur à partir d'autres éléments que l'évaluation auto-rapportée (Fordyce et al., 1984). Dans certains cas, il est impossible pour le patient de rapporter sa douleur et il importe que les professionnels de la santé ou bien les proches soient en mesure de juger de celle-ci (Hadjistavropoulos et al., 2011). De plus, l'estimation auto-rapportée de la douleur s'appuie sur des fonctions cognitives de haut-niveaux dont la performance peut varier d'un individu à l'autre (Chibnall & Tait, 2001; Nisbett & Wilson, 1977). Ainsi, certainement en raison de la présence de biais possibles dans l'évaluation auto-rapportée, différents travaux ont démontré que les professionnels de la santé, dans les contextes hospitaliers, par exemple, ont tendance à se fier majoritairement à leurs propres observations plutôt qu'au rapport de la personne en douleur. Notamment, il a été soulevé qu'ils se basent plus sur l'expression faciale des patients que sur tout autre indice douloureux pour juger de la douleur (Kappesser & Williams, 2002). À la lumière de ces résultats, il devient donc important de bien comprendre la relation entre l'expression non-verbale de la douleur et l'observation menant au le jugement de celle-ci.

1.3.1.2 Les comportements douloureux

Les comportements douloureux réfèrent aux réactions d'un individu à sa douleur, qu'elles soient volontaires ou non, et qui peuvent être détectées par l'observation

d'une personne en douleur (Turk & Flor, 1987). Ces comportements peuvent être des indices importants pour les observateurs, quant à l'intensité, la localisation et la cause de la douleur (Prkachin, Hughes, Schultz, Joy, & Hunt, 2002). Ces comportements visent à communiquer aux individus de l'environnement l'expérience de la douleur et ils ont deux caractéristiques majeures : ils sont audibles/visibles et ils ont un caractère affectif-comportemental (Fordyce, 1976). Fordyce divise les comportements douloureux en quatre catégories distinctes : les plaintes verbales (qui réfèrent à l'évaluation auto-rapportée de la douleur, mais sans valeur quantitative, p.ex. « J'ai mal ! », les sons (soupirs, gémissements), les démonstrations de limitations fonctionnelles et les postures douloureuses (dont les expressions faciales). Les expressions faciales sont particulièrement importantes dans la communication de la douleur et feront l'objet d'une section ultérieure de l'introduction.

Différents comportements douloureux sont involontaires et ont lieu avant même que l'information arrive au cerveau. Par exemple, le fait de retirer sa main d'un rond de poêle brûlant est le résultat d'un réflexe spinal et peut avoir lieu avant même que l'information nociceptive n'arrive à la conscience (Morrison, Perini, & Dunham, 2013, pour une revue). De ce fait, les comportements douloureux ont une fonction importante de protection de l'individu. Par exemple, après une blessure à un pied, boiter permet de limiter la pression sur la région douloureuse et permet ainsi sa guérison. Toutefois, sur le plan de la communication de la douleur, ce genre de comportement est aussi un signe important à l'entourage. Sullivan et ses collaborateurs (2006) ont demandé à des sujets souffrant de douleurs musculo-squelettiques de soulever plusieurs objets de poids différents. Dans un premier temps, on demandait aux sujets atteints de douleurs de juger du poids des différents objets. Lors d'une seconde tâche, il leur était demandé de soulever ces mêmes objets, mais cette fois ils devaient déterminer la douleur qu'ils ressentaient. Dans les deux conditions, les comportements douloureux communicatifs (verbalisation de la douleur, indices paralinguistiques) et les comportements douloureux de protection des sujets (tenir le membre douloureux,

frotter l'endroit douloureux) étaient mesurés. Les auteurs ont démontrés que les participants produisaient plus de comportements douloureux communicatifs dans la tâche où il leur était demandé de juger leur douleur comparativement à celle pendant laquelle ils devaient juger le poids des objets, mais pas plus de comportements de protection. Les comportements de protection sont aussi des indices de la douleur de l'individu, mais ils semblent moins influencés par le contexte communicationnel et pourraient donc être des indices plus « fiables » de la douleur des patients. D'ailleurs, certains auteurs suggèrent que l'intensité de la douleur ne compte que pour 10 à 15% de la variance de l'expression des comportements douloureux (Keefe & Block, 1982; Labus, Keefe, & Jensen, 2003). Il semble donc que certains comportements comme les expressions faciales servent surtout à communiquer une forme de détresse, sans pour autant avoir une fonction protectrice (Sullivan, Martel, Tripp, Savard, & Crombez, 2006).

1.3.1.3 Les expressions faciales

Les expressions faciales seraient, selon Sullivan, les comportements douloureux ayant la plus grande portée communicative (Sullivan, Martel, Tripp, Savard, & Crombez, 2006). Elles sont automatiques et sont l'expression non-verbale de douleur la plus spécifique (Hadjistavropoulos et al., 2011; Williams, 2002). Elles sont similaires et constantes tout au long de la vie, tant chez les nouveau-nés que chez les adultes, de même que chez les personnes avec des troubles cognitifs (Prkachin, 1992). Les expressions faciales de douleur sont donc biologiquement déterminées et elles se distinguent des autres émotions négatives telles que la peur, la colère ou le dégoût de par les unités d'actions faciales qui les composent (Simon, Craig, Gosselin, Belin, & Rainville, 2008). De plus, elles ne sont que partiellement soumises au contrôle volontaire, c'est-à-dire qu'elles ne peuvent être entièrement dissimulées ou produites sur demande (Craig, Hyde, & Patrick, 1991).

En se basant sur le système de notation de Ekman (FACS) (Ekman & Friesen, 1972), Prkachin et ses collaborateurs ont développé une échelle pour évaluer l'intensité de la douleur : l'*Index des expressions faciales de douleur* (IFPE ; Index

of Facial Pain Expressions) (Prkachin & Solomon, 2008). Le FACS est un outil de catégorisation de l'intensité des expressions faciales qui utilise les micro-mouvements des muscles du visage (unités d'action). Il se base sur le postulat voulant que les émotions soient innées et exprimées sensiblement de la même façon par tous les individus. La recherche a démontré que la magnitude des expressions faciales des émotions de base serait corrélée ou en lien direct avec l'intensité de l'émotion ressentie par la personne produisant l'expression faciale (Hess, Banse, & Kappas, 1995). Le IFPE utilise quatre unités d'action différentes, c'est-à-dire quatre micro-mouvements du visage, et permet d'attribuer une cote de douleur aux expressions faciales qui varie entre 0 (aucune douleur) et 16 (pire douleur imaginable). Pour la douleur, ces unités d'action sont: la contraction des muscles autour des yeux, le soulèvement ou plissement du nez, l'abaissement des sourcils, le soulèvement de la lèvre supérieur (rictus) et la fermeture des yeux (Craig, Versloot, Goubert, Vervoort, & Crombez, 2010; Prkachin & Solomon, 2008; Prkachin, 1992). Ce type d'échelle nécessite une analyse complexe du visage image par image et son utilisation est généralement réservée au domaine de la recherche. L'IFPE permet une quantification précise des niveaux de douleur dans les expressions faciales pour, par exemple, uniformiser les stimuli de tâches expérimentales. De plus, plusieurs études ont démontré que cet outil était robuste autant pour la douleur aiguë, que pour la douleur chronique (Kunz, Mylius, Schepelmann, & Lautenbacher, 2008; Prkachin, 2009).

En clinique, l'estimation de la douleur à partir des expressions faciales fournit aussi d'importantes informations en raison de la corrélation existante entre l'ampleur de l'expression faciale de douleur et l'intensité de la douleur vécue par la personne en douleur (Prkachin & Solomon, 2008). D'ailleurs, la magnitude des expressions faciales de douleur diminue lors de l'administration d'analgésique (Guinsburg et al., 1998; Scott et al., 1999). Ces résultats démontrent la sensibilité des expressions faciales à refléter l'expérience douloureuse (Simon, Craig, Miltner, & Rainville, 2006).

1.3.1.4 Les mécanismes cérébraux de l'encodage de la douleur

Malgré l'ampleur de la littérature sur les processus automatiques non-verbaux complémentaires à l'expression verbale de la douleur, il y a encore peu d'informations connues sur les processus neuronaux qui sous-tendent de telles réponses. Récemment, des chercheurs de l'Université de Montréal ont réalisé une étude visant à explorer les corrélats neuronaux qui sous-tendent la production d'expressions faciales de douleur en utilisant une caméra vidéo compatible avec l'IRMf pour filmer les expressions faciales de personnes en douleur pendant l'enregistrement des réponses cérébrales (Kunz, Chen, Lautenbacher, Vachon-Presseau, & Rainville, 2011). Au début des années 2000, il était suggéré que les expressions faciales volontaires étaient gérées par les ganglions de la base ainsi que par des régions corticales motrices notamment M1 et le SMA (Blair, 2003). Les travaux de Kunz et ses collaborateurs, en plus de corroborer l'activité dans les régions motrices associées à la douleur, ont démontré une activité cérébrale dans les aires associées à la régulation émotionnelle (cortex préfrontal median, système fronto-striatal), négativement corrélée à l'intensité des expressions faciales de douleur. Les personnes les plus stoïques (donc les moins expressives), présentaient plus d'activité dans ces réseaux. Ce résultat était interprété comme reflétant une plus grande activité des processus inhibiteurs de la réponse douloureuse (Kunz et al., 2011).

La majorité des comportements douloureux sont évalués par l'observateur simplement par observation. Toutefois, dans les dernières années, des logiciels ont été développés pour permettre de mesurer les expressions faciales à l'aide d'une caméra ou d'une webcam (*Face Reader ; Noldus*). Les algorithmes sous-tendant ces logiciels ont été ajustés afin de pouvoir détecter les expressions faciales de douleur chez autrui (Jackson, Michon, Geslin, Carignan, & Beaudoin, 2015). Le développement de ces outils est particulièrement intéressant si l'on pense aux possibles applications médicales, par exemple au triage dans le milieu hospitalier. Éventuellement, des technologies telles que Face Reader pourraient

prendre de plus en plus de place dans les contextes cliniques d'évaluation de la douleur. Actuellement, même sans l'utilisation de la technologie, les comportements douloureux et les expressions faciales de douleur sont, selon plusieurs professionnels de la santé, les indices les plus précis de la mesure du message douloureux, lorsque le rapport verbal ne peut être obtenu. Toutefois, les biais d'interprétation appartenant à l'observateur demeurent grands.

1.3.2 Le décodage

Le décodage de la douleur d'autrui est un phénomène complexe qui a un impact important sur la qualité des soins prodigués aux personnes en douleur. De par son caractère subjectif, l'évaluation de la douleur par un observateur est une tâche particulièrement difficile (Hadjistavropoulos & Craig, 2002). L'observateur doit donc se fier au rapport verbal de la personne en douleur, ainsi qu'aux indices paralinguistiques présents (Jacobson & Mariano, 2001). À l'instar de plusieurs autres types de communication, la communication de la douleur implique l'utilisation de symboles (expressions faciales, comportements douloureux) particuliers au-delà des mots, tels que défini précédemment. Le chapitre 2 y fera référence en présentant les différents facteurs liés à la personne en douleur, à l'observateur et au contexte qui peuvent moduler l'estimation de la douleur. Toutefois, deux facteurs sont particulièrement importants en regard de l'expérience douloureuse chez les patients atteints de douleurs chronique et chez les personnes qui leur viennent en aide, soit l'exposition répétée à la douleur et l'empathie pour la douleur d'autrui.

1.3.2.1 L'exposition répétée à la douleur d'autrui

L'exposition répétée à la douleur d'autrui a été proposée dans certaines études, comme étant un des facteurs pouvant mener à une sous-estimation de la douleur (Cheng et al., 2007; Prkachin, Mass, & Mercer, 2004; Prkachin & Rocha, 2010). Toutefois, aucune étude n'a pour le moment pu démontrer expérimentalement cette proposition, bien que plusieurs travaux suggèrent des

pistes de réflexions importantes. Entre autres, l'équipe du professeur Prkachin a réalisé deux études visant à déterminer l'impact de l'exposition répétée à la douleur d'autrui sur la détection subséquente de la douleur. Dans un devis quasi-expérimental deux groupes étaient à l'étude. Dans le premier, les sujets étaient exposés à de courts vidéos présentant des personnes en douleur (10 secondes) avant de juger s'il y avait de la douleur ou non dans une autre image, ambiguë en terme de niveau de douleur. Le second groupe était exposé à un écran noir pendant la phase d'exposition avant de faire le même jugement. Les résultats de cette étude démontraient qu'à la suite d'une exposition à la douleur d'autrui, un biais apparaissait chez le groupe exposé à la douleur comparativement au groupe non-exposé. En effet, dans cette étude, le groupe exposé avait moins tendance à juger les stimuli ambigus comme présentant de la douleur que ceux n'ayant pas été exposés précédemment. Tel que suggéré dans la discussion de l'article de Prkachin en 2010, il est donc possible qu'une exposition à long terme à la douleur de l'autre puisse avoir un impact sur le jugement de la douleur pour autrui au-delà de la simple détection.

Cette hypothèse est aussi soutenue par divers résultats au sein de la population des professionnels de la santé. Ces professionnels qui sont exposés de manière répétée à la douleur d'autrui dans le cadre de leur travail présentent une sous-estimation de la douleur des autres, comparativement à l'évaluation auto-rapportée de la personne en douleur, mais aussi comparativement à un groupe contrôle qui n'est pas quotidiennement exposé à la douleur d'autrui (voir Coll, Grégoire, Latimer, Eugène et Jackson, 2011 pour une revue de la littérature). Cette sous-estimation de la douleur se traduit aussi par une différence d'activité cérébrale entre les professionnels de la santé et des sujets contrôles lors de l'observation de la douleur. En effet, des travaux menés auprès d'acuponcteurs ont démontré que, comparativement à un groupe contrôle, ils présentaient une activité cérébrale plus grande dans les régions qui sous-tendent la régulation émotionnelle et la prise de perspective, soit la capacité à se mettre à la place de quelqu'un d'autre (cortex préfrontal médian et la jonction temporo-pariétale

supérieure) lors de l'observation d'une aiguille appliquée sur la peau du visage d'autrui. Au contraire, le groupe contrôle présentait une activité cérébrale plus grande dans les régions affectives du traitement de la douleur (cortex cingulaire antérieur dorsal et l'insula) pendant la même tâche (Cheng et al., 2007). Ces résultats étaient aussi corrélés à l'évaluation de la douleur et du désagrément rapporté par les participants ; les acuponcteurs présentant des évaluations du désagrément et de la douleur moins fortes que le groupe contrôle. Dans le même ordre d'idées, une étude en ERP (*event-related potentials*) de Decety et ses collaborateurs (2010) a démontré qu'il n'y avait aucune différence dans les ERP, plus spécifiquement dans les composantes N110 au niveau frontal et P3 en centro-pariétal, entre l'observation de douleur ou d'une situation neutre chez un groupe de professionnels de la santé, alors qu'il y a une différence entre ces deux conditions chez un groupe contrôle. Les résultats de ces études suggèrent que l'exposition répétée à la douleur d'autrui soit, au moins partiellement, responsable de cette sous-estimation de la douleur et des changements cérébraux notés entre les deux groupes à l'étude. Pourtant aucune étude n'a pour l'instant pu isoler la composante « exposition répétée » puisque cette dernière est associée à l'expérience des professionnels de la santé. Ces résultats pourraient aussi être influencés par une autre caractéristique personnelle des individus, telle que la propension à l'empathie pour la douleur d'autrui.

1.3.2.2 L'empathie pour la douleur

Au milieu des années 90, un engouement pour la découverte des neurones miroirs a mené à l'expansion d'un nouveau domaine de recherche. Une suite d'études sur le macaque utilisant l'enregistrement unicellulaire, a permis de démontrer qu'un certain nombre de neurones de la région F5, homologue du cortex-prémoteur ventro-latéral (BA 44) chez l'homme, étaient activés lors de l'observation et lors de l'exécution d'un mouvement (Gallese, Fadiga, Fogassi, & Rizzolatti, 1996; Rizzolatti, Fadiga, Gallese, & Fogassi, 1996). Chez l'homme, le concept des neurones miroirs a depuis été abondamment étudié et critiqué. Les recherches actuelles utilisent le terme système miroir puisqu'il s'avère que ce ne sont pas tous,

mais seulement certains neurones à l'intérieur d'une région qui présentent des caractéristiques miroirs (Decety, 2011a; 2011b). De plus, les techniques d'imagerie chez l'humain ne permettent pas actuellement de voir les neurones en fonction individuellement comme c'est le cas chez l'animal (Gallese, Gernsbacher, Heyes, Hickok, & Iacoboni, 2011) sans une manipulation très invasive. Nonobstant le débat sur le fondement des neurones miroirs, plusieurs recherches portant sur l'empathie pour la douleur d'autrui utilisent le concept des représentations partagées, développé en parallèle à la théorie des systèmes miroirs (Decety & Sommerville, 2003; Jeannerod & Frak, 1999). La théorie des représentations partagées (perception-action coupling) stipule que la perception d'un comportement chez un autre individu active automatiquement nos propres représentations de ce comportement (Preston & de Waal, 2002). Par ce partage neuronal, l'observateur peut alors interpréter directement l'action, en retrouvant une trace mnésique des résultats de cette action. Certains chercheurs ont étendu le concept des représentations partagées de la perception du mouvement au partage des états affectifs d'autrui (Jackson et al., 2005; Keysers & Gazzola, 2009; Singer et al., 2004). Ce partage de l'état affectif implique, chez l'observateur, l'activation de représentations motrices, sensorielles et affectives liées à cet état (Gallese & Goldman, 1998; Gallese & Lakoff, 2005). Par exemple, l'observation d'une personne triste active automatiquement une partie des régions cérébrales impliquées dans l'expérience de cette émotion.

Plusieurs études récentes utilisant l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) ont observé des similitudes entre l'activation cérébrale lors de l'expérience de la douleur et lors de l'observation ou l'évaluation de la douleur chez autrui (Jackson et al., 2005, 2006; Lloyd, Di Pellegrino, & Roberts, 2004), de même que lorsqu'il est demandé d'imaginer un partenaire dans une situation douloureuse (Singer et al., 2004). Notamment, les régions affectives du traitement de l'information douloureuse (ACC, insula antérieure) seraient impliquées à la fois dans l'expérience, l'observation et l'imagination de la douleur. Ces résultats ont été obtenus par le biais de tâches expérimentales présentant des expressions

faciales de douleur (Botvinick et al., 2005; Saarela et al., 2007; Simon et al., 2006) ou encore des membres du corps dans des situations douloureuses (Jackson et al., 2005). D'autres études plus récentes ont démontré une représentation somatosensorielle de la douleur chez un observateur (Marcoux et al., 2013), de même qu'une modulation de cette dernière en fonction de la perspective de la douleur, ce qui indique un partage sensoriel au-delà du partage affectif établi quelques années plus tôt.

Ces résultats permettent de mieux expliquer comment les humains se comprennent entre eux, en partageant leurs expériences émotionnelles. D'ailleurs, l'empathie, qui peut être définie comme la capacité à partager, à percevoir et à comprendre l'expérience subjective d'autrui, rend compte de ce phénomène social complexe. Decety et Jackson (2004) ont développé un modèle explicatif de l'empathie pour la douleur d'autrui. Selon ce modèle, l'empathie regroupe trois grandes composantes inter-reliées, soit la résonance affective, la prise de perspective et la régulation émotionnelle. Ce modèle propose une conception de l'empathie qui va au-delà du partage affectif et émotionnel automatique des représentations partagées, et il inclut des processus cognitifs qui modulent la compréhension des états mentaux de l'autre. La résonance affective, qui est une composante automatique, interagit avec d'autres composantes plus contrôlées, telles que la capacité à adopter la perspective d'autrui (Shamay-Tsoory et al., 2007). La prise de perspective représente la capacité des individus à se mettre à la place des autres. Finalement, la régulation émotionnelle, un mécanisme essentiel au concept d'empathie permet une modulation de l'état affectif partagé, sans toutefois sombrer dans la même détresse émotionnelle que l'observateur. La combinaison des processus automatiques et contrôlés aide l'observateur à comprendre précisément l'état affectif de l'autre, selon le contexte et en demeurant capable d'apporter de l'aide et du support à cette personne.

Une méta-analyse de Fan et ses collaborateurs (2011) porte sur les régions cérébrales impliquées dans l'empathie. Ces chercheurs ont démontré que les processus automatiques de l'empathie sont sous-tendus par un réseau cérébral

qui comprend la partie dorsale du cortex cingulaire antérieur droit, l'insula antérieure droite, le mésencéphale et le thalamus médiodorsal droit. En ce qui a trait aux processus contrôlés de l'empathie, les régions cérébrales qui sont généralement impliquées incluent le cortex orbitofrontal gauche, le cortex cingulaire médian gauche, ainsi que le thalamus médiodorsal gauche. Ainsi, il existe des réseaux neuronaux spécifiques à l'empathie, plus larges que ceux généralement liés aux neurones miroirs, et qui sont partagés par les diverses émotions (Fan, Duncan, de Greck, & Northoff, 2011).

La perception de la douleur d'autrui peut être influencée par l'empathie (Loggia, Mogil, & Bushnell, 2008). Il a d'ailleurs été démontré qu'un score plus fort sur les échelles affectives d'un questionnaire mesurant les traits empathiques (*Interpersonal reactivity index*), est associé à une plus forte évaluation de la douleur d'autrui (Green, Tripp, Sullivan, & Davidson, 2009). Avec le même questionnaire, un score plus fort sur les échelles mesurant les aspects cognitifs de l'empathie est associé à une augmentation de la réponse sensori-motrice à l'observation de la douleur d'autrui (Avenanti, Minio-Paluello, Bufalari, & Aglioti, 2009). De plus, il semble que les professionnels de la santé plus proches de leurs patients et plus accessibles, évaluent de façon plus juste la douleur chez ces derniers (Frantsve & Kerns, 2007). Finalement, il semble que la relation empathique entre deux personnes puisse avoir des effets sur l'empathie pour la douleur d'autrui. La qualité de la relation empathique entre deux individus, souvent mesurée auprès des cliniciens et de leur patient, créerait un effet analgésique, diminuant ainsi la douleur de la personne souffrante (Schupp, Berbaum, Berbaum, & Lang, 2005). Au quotidien, il est donc possible que la nature de la relation entre la personne qui exprime de la douleur et celle qui l'observe, par exemple dans une relation conjugale où l'un des deux partenaires souffre de douleur, puisse avoir un impact important sur la perception de la douleur, mais aucune étude n'a pour l'instant étudié ce rapport.

1.4 Vers une signature de la douleur

Tel qu'illustré précédemment, la communication de la douleur est un phénomène complexe, modulé par différents facteurs liés au contexte, à l'observateur ou encore aux caractéristiques de la personne en douleur. Son évaluation est donc tributaire de l'ensemble de ces influences et ne peut être parfaitement objective. Dans l'objectif de trouver une mesure fiable pouvant déterminer la douleur d'un individu, en évitant les biais liés au rapport verbal et à l'inférence par un observateur, certains chercheurs se sont intéressés à cibler une signature biologique de la douleur, basée sur des marqueurs cérébraux. L'article de Wager et ses collaborateurs (2013) démontre la possibilité d'identifier, à l'aide de l'IRMf, une signature neurologique de la douleur induite expérimentalement. Les résultats rapportent une sensibilité et une spécificité de l'algorithme de détection de 95% (Wager et al., 2013). Cet article, dont les résultats ont été repris par différents journaux populaires, a fait sursauter plusieurs cliniciens dans le domaine qui croyaient que la détection et l'estimation de la douleur chez autrui allaient au-delà de la réactivité corporelle associée à la nociception. De plus, il était jusqu'alors communément accepté que la communication de la douleur à un observateur était aussi le signe d'une recherche de soutien, de réconfort par la personne en douleur, et ce, même si cette douleur n'était pas directement observable par autrui. Les auteurs ont rétorqué que cette mesure, même si elle ne prend pas en compte toute la complexité du phénomène pourrait être particulièrement efficace chez des personnes qui sont incapables de communiquer adéquatement leur douleur et qui risquent de ne pas être soulagés convenablement. De plus, cette méthode pourrait améliorer le contrôle des abus de substances aux opioïdes, en permettant de cibler les gens qui en ont vraiment besoin. Toutefois, bien que ce « biomarqueur » cérébral soit connu pour la douleur aiguë, celui de la douleur chronique reste indéterminé. L'idée de signature de la douleur est un concept intéressant et sera abordé à nouveau en discussion de cette thèse à la lumière des résultats obtenus dans celle-ci.

1.5 La douleur chronique

La douleur chronique est un exemple de l'échec de la conception de la douleur dans un modèle basé sur le dualisme cartésien et nécessitant une approche biopsychosociale (Bouckenaere, 2007). Au-delà des connaissances médicales sur la douleur, plusieurs variables psychologiques, contextuelles ou sociales peuvent mener vers la pérennisation de la douleur et la douleur chronique. En dépit du caractère protecteur de la douleur qui a joué un rôle non négligeable dans l'évolution de l'espèce, la douleur devient problématique lorsque celle-ci se chronicise et cause des difficultés dans différentes sphères de la vie des individus affectés par cette réalité (Blyth et al., 2001; Sessle, 2012). Dans la douleur chronique, la douleur a perdu ses caractéristiques de signal d'alarme et les signaux de douleur traités par le cerveau sont constants sans qu'il n'y ait de causes physiques identifiables. Il est désormais bien clair que la douleur chronique ne remplit aucune fonction utile et doit être considérée comme une pathologie à part entière.

En clinique, la douleur chronique représente un réel casse-tête pour les cliniciens qui n'ont pas toujours la formation nécessaire pour répondre à ce type de problématique mais aussi, en raison de leur propre vision biaisée de ce que représente la maladie. Beaucoup de travail reste à faire dans le soulagement de la douleur chronique et, tout comme pour la douleur aiguë, cela commence par une bonne compréhension de ce que représente la douleur chronique.

1.5.1 La chronicisation de la douleur et ses impacts

La douleur aiguë est une douleur ponctuelle qui ne perdure pas au-delà d'un certain temps et qui, à long terme, n'est pas incapacitante pour la personne souffrante (Turk & Melzack, 2010). Dans le cas de la douleur chronique, les notions de déficits et d'incapacités sont centrales puisque la vie de l'individu qui

en souffre est souvent limitée au plan de l'emploi, du fonctionnement social et de la famille (Closs, Staples, Reid, Bennett, & Briggs, 2009; Harris, Morley, & Barton, 2003; Hummel, Lu, Cummons, & Whiteside, 2008). Pour être considéré comme souffrant de douleur chronique selon les critères de l'International Association for the Study of Pain (IASP), l'individu doit avoir des douleurs quasi quotidiennes, depuis au moins trois mois, sans période de répit. Tous les groupes d'âge de la société sont touchés par cette problématique, tant les enfants (Perquin et al., 2000; Petersen, Brulin, & Bergstrom, 2006), les adultes (Crombie, Croft, Linton, LeResche, & Von Korff, 1999), que les personnes âgées (Jones & Macfarlane, 2005; Proctor & Hirdes, 2000). La douleur chronique peut être occasionnée par diverses causes (blessure musculo-squelettique, atteinte nerveuse, troubles métaboliques tels que le diabète, cancer, etc.). Au Canada, le mal de dos est surnommé « le mal du siècle » puisqu'il constitue la première cause d'invalidité chez les moins de 45 ans et représente 25% de toutes les indemnités versées par les compagnies d'assurance.

Lorsqu'une problématique de douleur chronique est investiguée chez une personne souffrante, les facteurs psychosociaux pouvant pérenniser la douleur doivent être pris en compte. En effet, plusieurs études démontrent des comorbidités fréquentes avec certains troubles de l'humeur (Dersh, Gatchel, Polatin, & Mayer, 2002), dont l'anxiété et la dépression (McWilliams, Cox, & Enns, 2003). Certains facteurs psychologiques peuvent être des facteurs de maintien ou d'amplification du processus douloureux (Asmundson & Katz, 2009; Bruehl & Chung, 2006). Entre autres, il a été démontré que la cooccurrence de douleur chronique et de pathologies psychiatriques était associée à de moins bons résultats dans le traitement et à un handicap plus sévère chez la personne en douleur (Burns, Johnson, Devine, Mahoney, & Pawl, 1998; Holzberg, Robinson, Geisser, & Gremillion, 1996). À mesure que la douleur se chronicise, ces facteurs psychologiques apparaissent au premier plan, en comparaison aux causes organiques de la douleur (Jacobson & Mariano, 2001).

Dans un échantillon représentatif de la population américaine en 2003, McWilliams et ses collaborateurs ont démontré que 20% des personnes atteintes de douleur chronique rencontraient aussi les critères diagnostiques de la dépression (McWilliams et al., 2003). La relation entre douleur chronique et dépression n'est pas encore tout à fait claire. Il a toutefois été démontré que celle-ci a un impact non seulement sur le portrait clinique de la douleur chronique, mais aussi sur le traitement de la douleur (Haythornthwaite, Sieber, & Kerns, 1991). Sur ce dernier aspect, il semble entre autres que les patients en douleur chronique et souffrant de dépression, reçoivent plus de médication de toutes sortes pour soulager la douleur (sédatifs, hypnotiques, narcotiques), en plus des anti-dépresseurs et des anxiolytiques. Certaines études ont aussi démontré une association positive entre l'intensité de la douleur rapportée par les patients et la dépression (Doan & Wadden, 1989; Haythornthwaite et al., 1991; Keefe, Wilkins, Cook Jr, Crisson, & Muhlbaier, 1986), alors que d'autres études n'ont pu trouver cette relation (Parker, Doerfler, Tatten, & Hewett, 1983; Timmermans & Sternbach, 1976). Avec l'utilisation de modèles prédictifs, Keefe et collaborateurs ont pu démontrer que l'état dépressif pouvait prédire certains comportements douloureux (Keefe, Dunsmore, & Burnett, 1992).

Comparativement à la dépression, les troubles anxieux ont reçu moins d'attention scientifique dans le domaine de la douleur chronique. Par contre, une étude a démontré que dans 35% des cas de douleur chronique, il y avait eu un épisode de trouble anxieux dans l'année qui avait précédé les débuts de la douleur chronique (McWilliams et al., 2003). Certaines études qui se sont intéressées aux troubles anxieux dans la douleur chronique ont, entre autres, démontré qu'une grande anxiété chez les sujets qui souffrent de douleur chronique mène généralement à une moins bonne habileté à traiter avec la douleur (McCracken, Gross, Sorg, & Edmands, 1993). Toutefois, au même titre que pour la dépression, les impacts de l'anxiété sur le développement ou la pérennisation de la douleur chronique présentent une grande hétérogénéité d'un sujet à l'autre et plusieurs études n'ont pas pu confirmer cette association (voir Katon, Lin, & Kroenke, 2007 pour une revue).

D'autres éléments plus comportementaux pouvant avoir un impact sur la douleur chronique sont bien définis dans la littérature, mais ne seront pas abordés dans le cadre de cette thèse. Par exemple, il est bien connu que l'activité physique, une bonne hygiène de sommeil, ainsi qu'une alimentation saine sont souvent les points de départ vers une meilleure évolution de la douleur chronique. Toutefois, ces comportements ont aussi un impact majeur sur les composantes psychologiques, telles la dépression et l'anxiété, et ainsi, il devient difficile d'isoler les impacts respectifs de ces facteurs.

1.5.2 Les conjoints souffrent aussi

La douleur chronique a un effet très étendu, et l'ensemble de la famille et des proches de la personne qui en souffre sont concernés (Palermo, 2000). Il est clair que la douleur d'un patient affecte son entourage et qu'en retour, les effets sur les proches peuvent affecter l'individu en douleur. Par exemple, le niveau de support offert peut être sous-optimal et même, la détresse vécue augmentée (voir Leonard, Cano, & Johansen, 2007 pour une revue). Le fardeau de l'aidant, traduction du *caregiver burden* ou *caregiver exhaustion* qui représente l'ensemble des impacts néfastes avec lesquels vivent les aidants (De Souza & Oliver Frank, 2010), est une conséquence de l'exposition chronique à la douleur d'un proche.

Au début de la section, les problématiques psychologiques notamment de dépression et d'anxiété chez les patients atteints de douleur chronique ont été abordées. Plusieurs travaux se sont aussi intéressés à ces mêmes problématiques chez les conjoints de patients atteints de douleur chronique. Ces études démontrent que les conjoints de patients atteints de douleur chronique présentent, eux aussi, plus de dépression que la population normale, vivent plus d'anxiété, et développent plus de maladies cardiovasculaires associées à des situations stressantes répétées (Martire, Lustig, Schulz, Miller, & Helgeson, 2004).

En plus de devoir composer avec de nombreuses difficultés psychologiques, vivre avec la douleur d'un conjoint implique de juger très régulièrement de la douleur de ce dernier, dans l'optique de déterminer l'aide nécessaire. Certains travaux se sont intéressés à l'évaluation de la douleur par les conjoints de patients atteints de douleur chronique afin de déterminer si leur perception de la douleur était biaisée par l'exposition répétée (Block, 1981; Monin et al., 2010; Redinbaugh, Baum, DeMoss, Fello, & Arnold, 2002). Ces travaux visaient majoritairement à comparer l'estimation de la douleur faite par les proches, à l'estimation du patient. Ainsi, il a été démontré que les conjoints de patients atteints de douleur chronique surestiment la douleur de leur partenaire, comparativement à l'évaluation que leur partenaire fait de sa propre douleur. Également, lors de l'observation de stimuli douloureux, les conjoints de patients atteints de douleur chronique présentaient une plus grande réaction physiologique en terme de réponse galvanique et de rythme cardiaque que lorsqu'ils observaient des stimuli neutres (Block, 1981). Dans une autre étude avec un devis intergroupe, il a été démontré que les conjoints de patients atteints de douleur chronique présentaient une réponse cardiovasculaire plus grande à l'observation de leur conjoint en douleur qu'un groupe contrôle, ce qui selon les auteurs étaient un risque de maladies cardiovasculaires associées (Monin et al., 2010).

On pourrait croire que la surestimation de la douleur du conjoint n'a aucun impact néfaste puisque l'aide apportée est alors augmentée et bénéfique au patient, mais il semble au contraire que ce biais d'évaluation entraîne plusieurs conséquences négatives tant sur le patient que son partenaire. Tout d'abord, selon Goubert et ses collaborateurs (2005), le fait de voir sa douleur surestimée par son conjoint, peut mener le patient à réévaluer à la hausse sa propre estimation de la douleur. Cette réévaluation à la hausse, pourrait amener le patient à percevoir les traitements contre la douleur comme étant inutiles. Ces traitements contre la douleur ayant souvent des effets secondaires indésirables associés, il est alors plus probable que le patient abandonne le traitement s'il juge qu'il ne le soulage pas. Toujours selon Goubert, l'autonomie de la personne en douleur peut être

affectée par le renforcement des comportements douloureux en réponse à des comportements surprotecteurs de la part des conjoints. Donc, bien que la surestimation de la douleur puisse mener à une plus grande attention envers la douleur d'un proche, cette dernière peut avoir des effets néfastes sur le conjoint et sur le patient.

Toutefois, il n'est pas clair pour l'instant si cette surestimation de la douleur des conjoints est spécifique à la relation entre les deux partenaires du couple ou bien si elle est due à une modification des perceptions plus globales de la douleur. Une étude dans laquelle les conjoints de patients auraient à estimer la douleur d'un proche et la douleur d'étrangers permettrait de répondre à cette question. De plus, comme dans les études portant sur la sous-estimation de la douleur par les professionnels de la santé, il n'est pas clair quel impact une mauvaise estimation de la douleur d'autrui peut avoir sur le support apporté en réponse à cette estimation. L'étude présentée au chapitre 5 portera sur ce thème.

1.6 Problématique

À la lumière des connaissances sur la communication de la douleur qui ont été exposées ici, cette thèse vise à répondre à certaines lacunes de la littérature actuelle. Au prochain chapitre, seront abordés les facteurs qui peuvent notamment moduler le décodage de la douleur chez autrui. Il sera, entre autres, soulevé que l'exposition répétée à la douleur d'autrui est un facteur souvent proposé comme pouvant diminuer l'évaluation de la douleur d'autrui et que ce facteur est difficilement dissociable de celui de l'expérience face à la douleur d'autrui. Certains travaux ont permis de mesurer l'impact de l'exposition répétée à la douleur d'autrui sur la *détection* de la douleur (Prkachin & Rocha, 2010; Prkachin, Solomon, & Ross, 2007), mais à notre connaissance, ce facteur n'a jamais été isolé afin de tester ses conséquences sur l'*estimation* de la douleur. En comparaison à la détection, l'estimation de la douleur nécessite des processus cognitifs de plus haut niveau et ainsi, il serait intéressant de savoir si l'exposition répétée à la douleur

entraîne une modulation seulement des processus de bas niveaux ou bien si l'estimation de la douleur peut aussi être affectée.

Une étude du laboratoire qui a été soumise pour publication récemment a étudié l'impact de l'exposition répétée sur les réponses cérébrales lors de la détection de la douleur en électroencéphalographie (Coll, Grégoire, Prkachin & Jackson, 2016). L'objectif était de tester les corrélats neuronaux qui sous-tendent une diminution de la *détection* de la douleur chez autrui à la suite d'une exposition répétée à la douleur de l'autre. Toutefois, tel que mentionné précédemment, les corrélats neuronaux qui sous-tendent une diminution de l'*estimation* de la douleur des autres à la suite d'une exposition répétée à la douleur d'autrui n'ont pas encore été étudiés. L'investigation de ce phénomène permettra de mieux comprendre les systèmes neuronaux qui sont impliqués dans la modulation de la réponse d'estimation de la douleur chez l'autre à la suite d'une exposition aiguë et répétée.

Il y a des différences importantes entre la douleur répétée expérimentalement et l'exposition chronique et quotidienne à la douleur d'autrui. Certes, d'exposer des sujets à la douleur d'autrui pendant quelques heures ne permettrait pas d'obtenir une réponse similaire à celles, par exemple, de professionnels de la santé qui sont exposés à la douleur de leur patient de façon quotidienne et chronique. Il semble donc important dans le cadre de cette thèse, de mener une étude auprès d'une population clinique afin de tester les impacts de l'exposition répétée à la douleur sur l'estimation de la douleur d'autrui, dans ce cas-ci les proches de patients atteints de douleur chronique. Il est bien démontré dans la littérature que les conjoints de patients atteints de douleur chronique ont tendance à surestimer la douleur de leur conjoint, mais la généralisation de cette surestimation à des étrangers n'a pas été testée. Aussi, il semble important, dans un contexte de relation conjugale, de se questionner sur l'impact de l'exposition répétée à la douleur d'un proche sur l'aide qu'il est ensuite possible d'apporter à la personne souffrante.

1.7 Objectifs de la thèse

Le premier objectif de cette thèse est d'étudier l'impact de l'exposition répétée à la douleur d'autrui sur l'estimation subséquente de la douleur d'autrui. L'exposition répétée à la douleur a souvent été proposée comme un facteur important de la sous-estimation de la douleur, toutefois, aucun paradigme n'avait pour l'instant isolé ce facteur. Le chapitre 3 de la thèse présentera les résultats d'une étude visant à répondre à cette question à l'aide d'un paradigme d'adaptation sélective adapté des travaux de Prkachin et ses collaborateurs (Prkachin & Rocha, 2010; Prkachin et al., 2007), qui avait été utilisé pour tester l'impact de l'exposition répétée à la douleur d'autrui sur la *détection* de la douleur. Cette première étude propose donc d'utiliser un paradigme similaire afin de tester l'*estimation* de la douleur d'autrui, un processus plus réfléchi et délibéré que la détection. Il était attendu que l'exposition répétée à la douleur d'autrui mène à une diminution de l'estimation subséquente de la douleur des autres.

Le second objectif vise à déterminer les corrélats neuronaux de la sous-estimation de la douleur d'autrui à la suite d'une exposition répétée à la douleur d'autrui. L'étude présentée au chapitre 3 a donc été répliquée après que le paradigme ait été adapté pour une étude d'imagerie en résonance magnétique fonctionnelle (IRMf). Le chapitre 4 présente les résultats de cette étude d'IRMf. Il était attendu que l'exposition répétée à la douleur d'autrui entraîne une diminution de l'activité cérébrale dans les régions associées au traitement de la composante affective de la douleur (ACC, insula antérieure) lors de l'observation de la douleur d'autrui.

Finalement, le troisième objectif de cette thèse est d'étudier l'impact de l'exposition répétée à la douleur d'autrui sur l'estimation de la douleur des autres, mais aussi sur le comportement prosocial dans une population clinique. Ainsi, l'étude décrite au chapitre 5 présente les résultats d'une tâche d'évaluation de la douleur et du soutien pour la personne en douleur chez des conjoints de patients atteints de douleur chronique. Ces derniers sont exposés quotidiennement à la douleur

d'autrui, sans avoir de formation médicale et les impacts de l'exposition dans cette population est encore méconnu. Il était attendu que les conjoints de patients atteints de douleur chronique surestiment la douleur de leur partenaire, mais aussi la douleur d'étrangers en comparaison à un groupe contrôle. De plus, il était attendu que les conjoints de patients atteints de douleur chronique offrent moins de support à leur partenaire comparativement à des sujets contrôles.

Chapitre 2 :

**Une revue des différents facteurs pouvant moduler l'estimation de la douleur
chez autrui.**

Running head: Les réponses à la douleur d'autrui

Revue des facteurs qui modulent les réponses cérébrales et comportementales à la douleur d'autrui

Mathieu Grégoire^{1,2,3}, Michel-Pierre Coll^{1,2,3}, Fanny Eugène^{2,3} & Philip L. Jackson^{*1,2,3}

¹ École de psychologie, Faculté des sciences sociales, Université Laval, Québec, QC, Canada

²Centre interdisciplinaire de recherche en réadaptation et intégration sociale, Québec, QC, Canada

³Centre de recherche de l'Institut universitaire en santé mentale de Québec, Québec, QC, Canada

***Correspondance:**

Philip L. Jackson, Ph.D.,
Professor
École de psychologie,
Pavillon Félix-Antoine-Savard,
2325, rue des Bibliothèques
Université Laval, Québec (Québec) G1V 0A6
philip.jackson@psy.ulaval.ca
Tel: 418-656-2131 ext. 5151
Fax: 418-656-3646

Référence complète: Grégoire, M., Coll, M.-P., Eugène, F., & Jackson, P. L. (2012). Revue des facteurs qui modulent les réponses cérébrale et comportementale à la douleur d'autrui. *Doleurs : Evaluation - Diagnostic - Traitement*, 13(5), 212–218.

Résumé

La douleur est une expérience subjective propre à chaque individu qui l'expérimente. Un observateur ne peut donc qu'inférer la douleur de la personne souffrante puisqu'il ne peut pas la mesurer directement. Une évaluation adéquate de la douleur dans un contexte de soins, notamment par les professionnels de la santé ou par les aidants naturels, est essentielle à une prise en charge appropriée de celle-ci. Cet article présente différents facteurs qui peuvent influencer les réponses comportementale et cérébrale face à la douleur d'autrui. Ces facteurs seront présentés en trois catégories, soient ceux liés à l'observateur, ceux liés à la personne en douleur et ceux liés au contexte ou à la relation entre l'observateur et la personne en douleur. L'impact de ces facteurs en contexte d'intervention et de traitement de la douleur est discuté. Nous proposons que la perception optimale de la douleur d'autrui, ou du moins la connaissance des différents facteurs pouvant moduler l'évaluation de cette douleur, représente une première étape vers une meilleure prise en charge de la douleur par les intervenants concernés.

Mots clés

Douleur, évaluation, communication, neuroimagerie, empathie

Abstract

Pain is a subjective experience that is directly accessible only to the person experiencing it. The private nature of pain means that observers can only infer the level of pain in others. An accurate evaluation of pain in a clinical context (p. ex., by health care professionals or informal caregivers) is essential to optimize pain management. Here, we present factors that can influence the behavioral and cerebral responses to the pain of others. These factors are divided into three categories: factors related to the observer, factors related to the person in pain, and contextual and relational factors. We discuss the impact of these factors within the clinical context of pain management. We propose that for professional and informal caregivers, accurately evaluating pain in others, or at least being aware of the factors that can affect this evaluation, is a first step toward providing optimal care to patients.

Faites le point

1. L'observation de la douleur d'autrui active en partie le même réseau neuronal que la douleur ressentie et ce partage neuronal contribue à la représentation de la douleur observée.
2. L'évaluation de la douleur d'autrui ainsi que les réponses cérébrales face à cette douleur peuvent être influencées par différents facteurs : ceux liés à l'observateur, ceux liés à la personne en douleur et ceux liés au contexte ou à la relation.
3. Les facteurs liés à l'observateur incluent entre autres l'empathie, les expériences de douleur et l'exposition antérieure à la douleur.
4. Les facteurs liés à la personne en douleur incluent entre autres son âge, certains traits de personnalité et le fait qu'elle soit un homme ou une femme.
5. Les facteurs liés au contexte et à la relation entre la personne en douleur et l'évaluateur incluent, par exemple, l'environnement dans lequel est faite l'évaluation, le fait d'appartenir au même ou à un différent groupe ethnique, le fait de connaître ou non la personne, et la qualité des interactions entretenues avec cette personne.
6. Pour les professionnels de la santé et les aidants naturels, une bonne connaissance des facteurs pouvant moduler la façon dont ils évaluent la douleur chez l'autre pourrait sans doute contribuer à améliorer cette évaluation.
7. Une meilleure évaluation de la douleur d'autrui pourrait mener à une réponse plus empathique à cette douleur et ainsi favoriser le mieux-être de la personne souffrante.

Introduction

La douleur est une expérience subjective et personnelle que seule la personne qui en souffre peut évaluer de façon précise. Un observateur ne peut quant à lui qu'inférer le niveau de douleur chez l'autre à partir de différents indices visuels, auditifs et contextuels. Malgré cette subjectivité inhérente à l'expérience de la douleur, sa communication possède une fonction sociale importante permettant de signaler à autrui sa détresse et la présence d'un danger potentiel dans l'environnement. Par conséquent, une communication et une évaluation adéquates de la douleur chez autrui peuvent entraîner des comportements visant à soulager la personne en douleur ou des comportements de retrait visant à éviter le danger ou la détresse perçue chez l'autre.

La douleur est un construit multidimensionnel comportant à la fois des composantes sensori-discriminatives (localisation, intensité), cognitives (processus mentaux influençant la perception), sociales (modulation de l'expérience par la présence d'autrui) et une composante affective qui confère à la douleur sa teneur désagréable. La mesure de corrélats comportementaux, physiologiques et neurophysiologiques de ces différentes dimensions permet de dresser un portrait plus complet de l'expression de la douleur. L'avancement des techniques de neuroimagerie a d'ailleurs permis d'identifier les régions et mécanismes cérébraux impliqués dans les différentes composantes de la douleur. De plus, ces techniques ont permis d'examiner la façon dont le cerveau répond à la douleur d'autrui. Cet article a pour objectif de résumer les récents travaux examinant les facteurs qui peuvent influencer la communication de la douleur (expression et perception) dans un contexte clinique, en insistant particulièrement sur les nouvelles avenues de recherche émanant du domaine des neurosciences cognitives et sociales.

La communication de la douleur

La communication entre deux individus peut être illustrée en utilisant l'analogie d'une partie de tennis, c'est-à-dire qu'un message est envoyé à un récepteur et que ce dernier renvoie une réponse à son interlocuteur et ainsi de

suite (Hadjistavropoulos et al., 2011). Lorsque le message envoyé est l'expression de douleur, l'observateur peut répondre de diverses façons, par exemple par un comportement d'aide, par de l'indifférence, ou même par un comportement d'évitement. Cependant, la communication de la douleur est influencée par une série de facteurs complexes (p. ex., personnels ou sociaux) pouvant déformer le message à différents niveaux et changer la réponse de l'observateur. Au cours des dernières années, des efforts visant à intégrer les visions de différentes disciplines (sociologie, psychologie, physiologie) ont permis de créer des modèles multidisciplinaires de la douleur et de sa communication. Un de ceux fréquemment utilisés en recherche est le modèle biopsychosocial de la communication de la douleur de Craig (Craig, 2009). Ce modèle est formé de quatre composantes, soit l'expérience de la douleur, l'encodage des signaux de douleur, le décodage de ceux-ci et le traitement.

La communication de la douleur doit nécessairement débiter avec une expérience douloureuse. Celle-ci sera exprimée de façon verbale ou non-verbale, c'est-à-dire par l'utilisation du paralangage (bruits, pleurs), d'expressions faciales de douleur ou de postures de douleur. L'envoi de ces signaux par la personne en douleur représente la phase d'encodage. Ensuite, les comportements douloureux seront décodés par l'observateur, c'est-à-dire que ce dernier prendra connaissance des stimuli douloureux qui lui sont envoyés. L'observateur fera ainsi l'évaluation des différents comportements douloureux, ce qui mènera au choix de la réponse, en fonction de leur sévérité, leur intensité et de la détresse qu'ils causent chez l'observateur. La phase de traitement correspond à la réponse à la douleur d'autrui et peut prendre différentes formes, que ce soit une réponse d'évitement afin de protéger son intégrité biologique ou réduire sa propre détresse, ou une réponse d'approche visant à réduire la douleur d'autrui (réponse pro-sociale). Le choix de cette réponse dépend entre autres des sentiments que la douleur d'autrui évoque chez l'observateur; des sentiments de détresse ou d'anxiété favoriseront l'évitement de la personne en douleur, alors que l'empathie favorisera une réponse pro-sociale (Goubert et al., 2005). L'étude des mécanismes cérébraux associés à la perception de douleur chez autrui permet de

mieux comprendre les différents mécanismes impliqués dans la communication de la douleur ainsi que les facteurs pouvant l'influencer.

Réponses cérébrales à la douleur d'autrui

Plusieurs études récentes utilisant des techniques de neuroimagerie telles que l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) ou l'électroencéphalographie (EEG) ont observé des similitudes entre l'activation cérébrale lors de la perception de la douleur chez soi et lors de l'imagination, l'observation ou l'évaluation de la douleur chez autrui, notamment dans les régions du cerveau associées au traitement affectif de l'information douloureuse (cortex cingulaire antérieur, insula antérieure; p. ex. (Jackson, Meltzoff & Decety, 2005)). Ces résultats ont été obtenus en mesurant l'activité cérébrale de participants lorsqu'on leur présentait des signaux indiquant qu'une douleur était infligée à autrui, des images ou vidéos d'expressions faciales de douleur ou de membres du corps dans des situations douloureuses, ou encore lorsqu'on leur demandait d'imaginer quelqu'un en douleur. De plus, une méta-analyse récente a démontré que dans le cas des études où les participants observaient des membres du corps dans des situations douloureuses, on notait systématiquement, en plus des régions associées au traitement affectif, une activation des régions cérébrales liées aux composantes sensori-discriminatives de la douleur, notamment les cortex somatosensoriels primaire (SI) et secondaire (SII) (Lamm, Decety & Singer, 2011). Cette activation somatosensorielle a également été confirmée par une série d'études, dont une récente de notre laboratoire utilisant l'électroencéphalographie (Voisin, Mercier, Canizales, Marcoux & Jackson, 2011). Cette étude a démontré que la réponse somatosensorielle cérébrale à une stimulation mécanique constante de la main était modulée spécifiquement par l'observation d'une main en douleur. En somme, ces résultats suggèrent que l'évaluation, l'imagination ou l'observation de personnes en douleur activent les représentations sensorielles et affectives spécifiques à l'expérience de la douleur.

Ce partage au niveau neuronal entre la réponse à sa propre douleur et la réponse à la douleur d'autrui est souvent interprété dans le cadre du concept des

représentations partagées. Formulé à la suite de travaux sur les représentations motrices et l'imagination d'actions, notamment par le professeur Marc Jeannerod, le concept des représentations partagées stipule que la perception et l'exécution d'un mouvement possèdent des codes neuronaux et cognitifs communs (*perception-action coupling*). Ce concept a rapidement été généralisé à la perception d'autres phénomènes que le mouvement. Plusieurs études suggèrent que les représentations partagées ne jouent pas seulement un rôle dans la perception du mouvement, mais également dans la perception des émotions et de la douleur d'autrui, et ce, par l'activation chez l'observateur des représentations affectives et somatosensorielles de l'état observé. De nombreux auteurs ont suggéré que ce phénomène était supporté par des neurones spécialisés dits « miroirs » déchargeant à la fois lors de l'observation et lors de l'exécution d'un comportement. Ce type de neurones a été découvert dans le laboratoire du professeur Giacomo Rizzolatti, à l'aide d'enregistrement unicellulaire chez le singe alors que l'animal exécutait ou observait une action. Toutefois, plusieurs remettent en question la contribution des neurones miroirs aux représentations partagées, particulièrement dans le cas de comportements sociaux complexes et suggèrent plutôt que les représentations partagées seraient issues d'un apprentissage associatif permettant de lier l'observation et l'expérience d'un comportement ou d'un état affectif (Heyes, 2010).

Dans le contexte de la douleur, l'observation de la souffrance chez autrui mène à une réponse cérébrale similaire à celle produite lors d'une véritable expérience de douleur. Ces représentations partagées face à la douleur d'autrui équivalent, pour plusieurs, à une réponse empathique, ou du moins à un précurseur de celle-ci, permettant de partager l'expérience affective de la personne en douleur et de comprendre son expérience. Appuyant cette idée, certaines études ont démontré que l'intensité de l'activation dans les régions associées au traitement de la dimension affective lors de l'observation de douleur chez autrui était positivement corrélée à des mesures auto-rapportées d'empathie ainsi qu'au comportement d'aide offert à la personne en douleur. Cependant, il serait réducteur d'établir une correspondance exacte entre la réponse cérébrale à

la douleur d'autrui et une réaction empathique. L'empathie est généralement considérée comme un concept multidimensionnel, consistant en la capacité d'un individu à utiliser ses connaissances, sa mémoire et l'observation de son environnement afin d'interpréter les pensées et les émotions des personnes avec qui il interagit (Decety & Jackson, 2004). Un modèle neuropsychologique de l'empathie pour la douleur, basé sur des études empiriques en neuroscience, a été proposé par Decety et Jackson (Decety & Jackson, 2004). Il comprend trois composantes interreliées, soit la résonance affective, la prise de perspective et la régulation émotionnelle. Ce modèle va au-delà de la conception de l'empathie comme un partage affectif et émotionnel automatique (tel que défini par les représentations partagées), en intégrant des composantes cognitives, comme la capacité à adopter la perspective d'autrui, qui interagissent avec la composante automatique de résonance. Ce modèle décrit également l'importance d'un mécanisme de régulation émotionnelle dans l'empathie, qui permet à l'individu de partager un état affectif sans toutefois éprouver soi-même des sentiments de détresse trop intenses. Ainsi, bien que les représentations partagées jouent probablement un rôle important dans l'empathie pour la douleur, elles ne sont pas suffisantes pour expliquer l'intégralité du phénomène. La réponse cérébrale face à la douleur d'autrui, qui peut être modulée par de nombreux facteurs, offre néanmoins une information précieuse quant aux mécanismes impliqués dans la communication de la douleur.

Facteurs influençant l'évaluation de la douleur chez autrui

Différents facteurs sont à même de moduler la façon dont un individu évalue la douleur chez autrui, ainsi que la réponse cérébrale associée à cette douleur. Entre autres, des facteurs individuels liés à l'observateur et à la personne en souffrance, de même que le contexte relationnel entre les deux individus peuvent moduler les réponses à la douleur chez autrui.

Les facteurs liés à l'observateur

Les hommes et les femmes n'évaluent pas la douleur chez autrui de la même façon. Certains travaux montrent que les hommes qui sont prestataires de soins (professionnels de la santé ou aidants naturels) tendent à sous-estimer la douleur d'autrui comparativement aux femmes. Cette différence pourrait être liée à des croyances divergentes, par rapport à la douleur, entretenues par les hommes et les femmes. Au plan cérébral, les études en neuroimagerie suggèrent que les hommes et les femmes ont des réponses similaires lors de l'observation de la douleur d'autrui. Cependant, les réponses cérébrale et comportementale à la douleur d'autrui peuvent varier en fonction du sexe de la personne en douleur (voir les facteurs liés à la personne en douleur, section suivante).

Le degré d'exposition antérieure à la douleur d'autrui est un autre facteur important lié à l'observateur, pouvant moduler l'évaluation de la douleur d'autrui. Les travaux du Dr Kenneth Prkachin à University of Northern British-Columbia montrent qu'une exposition même rapide à des personnes en douleur intense chez un observateur naïf peut altérer la tendance à juger qu'un autre individu est en douleur. Il est donc probable qu'une exposition régulière et à long terme à la douleur des autres, telle que vécue par les professionnels de la santé, puisse avoir un impact important sur l'évaluation de la douleur d'autrui. En effet, cette exposition chronique est souvent évoquée pour expliquer le phénomène bien documenté de la sous-estimation de la douleur par les professionnels de la santé, soit une tendance robuste chez les cliniciens à fournir une évaluation de la douleur des patients inférieure à celle faite par les patients eux-mêmes ou par des observateurs naïfs. De plus, cette sous-estimation persiste même lorsque le clinicien a accès à plusieurs sources d'informations, comme le rapport verbal du patient, son expression faciale, etc. Des travaux récents ont également démontré qu'en plus de sous-évaluer la douleur d'autrui et le désagrément qui y est associé, les cliniciens présentent une activité cérébrale différente à l'observation d'images douloureuses comparativement à un groupe contrôle (Cheng et al., 2007). Cheng et ses collaborateurs (Cheng et al., 2007). ont recruté un groupe d'acupuncteurs et un groupe contrôle n'ayant pas d'expérience avec l'acupuncture auxquels ils ont

présenté des stimuli d'individus se faisant toucher dans le visage par la pointe d'une aiguille (condition douleur) ou d'un coton-tige (*Q-Tip*). L'analyse d'interaction entre les contrastes (contrôle (aiguille vs. coton) vs. acupuncteurs (aiguille vs. coton) a permis de déterminer que les acupuncteurs présentaient une réponse cérébrale plus grande dans les régions qui sous-tendent la régulation émotionnelle (cortex préfrontal médian) et la prise de perspective (capacité à adopter la perspective d'un autre sur le plan cognitif; jonction temporo-pariétale supérieure), alors que le groupe contrôle présentait une activité cérébrale plus grande dans les régions associées au traitement affectif de la douleur (cortex cingulaire antérieur et insula). De plus, l'évaluation de la douleur observée par les participants était corrélée négativement à l'activation du cortex préfrontal médian, et positivement à l'activation du cortex cingulaire antérieur et de l'insula, supportant l'idée que ces régions contribuent de manière distincte à la réponse à la douleur d'autrui. De plus, des questionnaires autorapportés mesurant l'empathie, la contagion émotionnelle et la sensibilité à la douleur ont permis aux auteurs de conclure que les résultats observés n'étaient pas dus à des différences sur ces variables.

L'état de douleur de l'observateur et ses propres expériences antérieures de douleur peuvent également influencer son évaluation de la douleur d'autrui. De récents travaux, dont certains de notre laboratoire, montrent que le fait de ressentir de la douleur lorsque l'on observe de la douleur chez autrui peut augmenter ou diminuer l'évaluation que l'on fait de cette dernière. En laboratoire, il a été démontré que l'expérience d'une douleur aiguë infligée pendant l'observation de la douleur d'autrui peut moduler la réponse somatosensorielle à l'expérience de la douleur, en plus de moduler l'évaluation de la douleur d'autrui. Ces résultats sont interprétés comme un biais d'inférence centré sur soi, c'est-à-dire que l'observateur utilise son propre état comme point de comparaison afin d'évaluer la douleur des autres. Il semble également que les expériences passées de douleur jouent un rôle dans l'évaluation de la douleur d'autrui. À l'aide d'un devis expérimental particulièrement original, le Dr Nicolas Danziger et ses collaborateurs ont comparé les réponses cérébrales et les évaluations de la douleur d'autrui faites par un groupe de patients présentant une insensibilité

congénitale à la douleur et celles d'un groupe contrôle. Leurs résultats montrent que malgré leur incapacité à ressentir de la douleur physique, les patients présentaient des réponses cérébrales similaires à celles du groupe contrôle face à la douleur observée et sous-évaluaient son intensité seulement lorsque les scénarios de douleur observés comportaient des indices physiques de douleur, et non lorsque des expressions faciales de douleur devaient être évaluées. Les auteurs ont interprété ces résultats en suggérant que les capacités empathiques des patients peuvent aider à pallier au manque d'expérience antérieure avec la douleur.

Cette capacité à être empathique à la douleur de l'autre semble en effet jouer un rôle important dans l'évaluation de cette douleur. Certaines études ont rapporté des corrélations entre l'évaluation de la douleur d'autrui, les réponses cérébrales à cette douleur dans les aires sensori-motrices et affectives et les scores obtenus à différentes échelles d'un questionnaire d'empathie. Ainsi, les personnes rapportant davantage d'empathie ont des réponses cérébrales plus intenses face à la douleur d'autrui et l'évaluent comme étant plus intense. Au contraire, les personnes souffrant de conditions psychiatriques caractérisées par un déficit empathique, comme les troubles du spectre autistique, ont des réponses cérébrales somatosensorielles réduites ou absentes lors de la perception de la douleur d'autrui. Ces individus évaluent toutefois généralement la douleur des autres de façon similaire à des individus en santé. En clinique, les médecins se décrivant comme étant plus empathiques à l'aide d'un questionnaire d'empathie auto-rapporté (*Jefferson Scale of Physician Empathy*), ont tendance à poser des évaluations de la douleur plus proches de celles rapportées par les patients eux-mêmes, comparativement aux médecins se décrivant comme moins empathiques. Certaines études suggèrent même que cette relation de proximité avec le soignant pourrait aussi avoir un effet analgésique dans certains cas.

Les facteurs liés à la personne en douleur

Certains facteurs inhérents à la personne en douleur peuvent aussi moduler l'évaluation qui est faite de sa douleur par un observateur. Par exemple, les observateurs ont tendance à sous-estimer davantage la douleur des femmes que

celle des hommes. De plus, l'équipe du Dr Pierre Rainville, à l'Université de Montréal, a montré que les hommes et les femmes ont des réponses cérébrales plus grandes lors de l'observation d'hommes en douleur que de femmes en douleur, et ce malgré des niveaux de douleur observée équivalents. De plus, la présentation d'expressions de douleur d'hommes mène à une activation significativement plus élevée des structures cérébrales impliquées dans la détection de stimuli menaçants, comme l'amygdale, que lors de la présentation d'expressions de douleur de femmes. Comme les hommes expriment généralement plus rarement et moins intensément leur douleur, il est possible que leurs expressions soient plus facilement associées à un danger dans l'environnement et estimées comme plus intenses.

Des caractéristiques psychologiques de la personne en douleur, telles que la dramatisation de la douleur (*pain catastrophizing*), ont été associées à une surévaluation de la douleur d'autrui. Examiné par le Dr Michael Sullivan de l'Université McGill, le concept de la dramatisation est défini comme un ensemble de pensées négatives présentes pendant l'expérience ou l'observation de la douleur (p. ex., « la douleur ne cessera jamais », « je ne peux m'empêcher de penser à la douleur »). Ces pensées négatives mèneront l'individu et son entourage à surévaluer sa douleur. Cela s'explique en partie par le fait qu'un patient qui dramatise davantage aura tendance à produire plus de comportements douloureux et donc à offrir plus d'indices de sa douleur à son entourage.

L'âge des personnes en douleur a aussi un impact sur la façon dont la douleur est jugée. Les enfants et les personnes âgées sont plus à risque de voir leur douleur être sous-estimée par un observateur. Ce phénomène peut être expliqué par des croyances répandues selon lesquelles ces groupes ont souvent tendance à exagérer leurs expressions de douleur. Aussi, comme certains individus de ces groupes peuvent parfois difficilement offrir un rapport verbal de leur douleur (p. ex., nouveau-nés, personnes âgées atteintes de démence) il est plus difficile pour l'observateur d'être précis dans son évaluation. D'ailleurs, une étude menée par la docteure Margot Latimer de notre groupe de recherche a montré que les professionnels de la santé qui ne sont pas régulièrement exposés

à des nouveau-nés en douleur évaluent moins fortement cette douleur que les infirmières qui travaillent en soins intensifs néonataux. Ces résultats, à l'opposé de ce qu'on observe pour les patients adultes, suggèrent qu'à moins d'avoir développé une expertise dans l'évaluation de la douleur chez les nouveau-nés, les individus ont tendance à sous-estimer cette douleur.

La façon dont la douleur est exprimée influence donc aussi grandement l'évaluation de cette dernière. L'expression faciale est certainement l'indice de douleur le plus largement utilisé pour poser un jugement sur la douleur d'autrui et permet d'obtenir des évaluations relativement précises de la douleur des patients. Les professionnels de la santé se fient même davantage à l'expression faciale qu'au rapport verbal. Des travaux menés avec le *Facial Action Coding System* (FACS), un système de codage des mimiques faciales basé sur un registre « d'unités d'action » anatomiques développé par Ekman et collaborateurs, proposent que certains mouvements faciaux se retrouvent dans toutes les expressions de douleur aiguë (p. ex., froncement des sourcils et soulèvement de la lèvre supérieure) et que les expressions faciales de douleur véhiculent à la fois de l'information sur les composantes affectives et sensorielles de la douleur vécue. Les expressions faciales de douleur reflèteraient également des aspects précis du traitement de l'information dans les réseaux de la douleur qui ne sont pas capturés par les rapports verbaux de douleur. Aussi, des travaux effectués par la Dre Miriam Kunz avec des personnes non-voyantes depuis la naissance suggèrent que les expressions faciales de douleurs seraient innées, mais que la modulation de leur intensité dépendrait de l'apprentissage. L'expression faciale n'est toutefois pas toujours représentative de la douleur ressentie. Par exemple, chez les personnes souffrant de douleur chronique, les expressions faciales de douleur sont souvent inhibées ou moins fortement exprimées. Dans ces cas, une évaluation de la douleur qui se baserait seulement sur l'expression faciale serait biaisée. Ainsi, même si l'expression faciale de douleur véhicule beaucoup d'information sur l'état de la personne en souffrance, le plus d'indices possible (rapport verbal, comportements de douleur, etc.) devraient être pris en compte pour poser un jugement précis sur la douleur observée.

Le contexte et les facteurs relationnels

Les informations qui entourent le contexte d'évaluation de la douleur peuvent influencer cette dernière. Par exemple, certains chercheurs ont proposé qu'en milieu hospitalier ou dans un environnement où des scènes de douleur sont fréquentes, la douleur perçue chez autrui sera évaluée comme étant plus intense (Goubert et al., 2005). Dans une autre étude par le groupe du professeur Jean Decety, le Dr Claus Lamm et ses collaborateurs ont modulé le contexte d'une douleur observée en mentionnant à certains participants qu'ils observaient un patient en rémission et à d'autres participants qu'ils observaient un patient chez qui le traitement était inefficace. Pour une même expression de douleur, les participants croyant que le patient était en rémission ont évalué la douleur comme moins intense et moins déplaisante et présentaient des réponses cérébrales moindres dans les régions associées au traitement affectif de la douleur d'autrui, soit le cortex cingulaire antérieur et l'insula.

Le groupe d'appartenance, notamment le groupe ethnique, peut aussi avoir un impact sur la façon dont on évalue la douleur d'autrui. Dans une étude récente, l'équipe du Dr Prkachin a démontré, chez un groupe d'infirmières et chez un groupe d'étudiants (en majorité caucasiens), que la douleur des patients afro-américains était sous-estimée par rapport à la douleur des patients caucasiens. Ce biais racial était fortement corrélé à l'empathie pour la douleur mesurée à l'aide d'un questionnaire. En effet, en plus de présenter une évaluation plus faible de la douleur pour les patients afro-américains, les évaluateurs présentaient aussi moins d'empathie pour leur douleur. Les résultats suggèrent donc que l'évaluation de la douleur d'autrui est influencée par le groupe ethnique de l'individu observé, et que cette évaluation est sous-tendue par une empathie plus faible pour la douleur des patients afro-américains. Toutefois, l'équipe du Dr Prkachin a également démontré que ce biais racial pouvait être atténué par de simples interventions auprès des participants les incitant à prendre la perspective du patient, en les encourageant à s'imaginer les sentiments du patient face à sa douleur et les difficultés quotidiennes liées à sa douleur. D'autres travaux ont avancé que lorsque des individus évaluent la douleur de personnes d'une ethnie

autre que la leur, l'activité cérébrale dans les régions associées à la dimension affective de la douleur est moins grande que lorsqu'ils évaluent la douleur de membres de leur propre groupe ethnique (Xu, Zuo, Wang & Han, 2009). Toutefois, malgré ces différences dans la réponse cérébrale face à la douleur en fonction de l'ethnicité, l'évaluation de l'intensité de la douleur observée était la même. Ainsi, alors que les réponses physiologiques variaient en fonction de l'ethnicité de la personne observée, le comportement explicite d'évaluation ne variait pas. Ceci pourrait être expliqué par un effort conscient des participants pour éviter de considérer différemment des personnes d'ethnies différentes, étant donné qu'un tel comportement est socialement non désirable. Bien que l'influence précise de l'ethnicité sur la perception de la douleur d'autrui reste à clarifier, les résultats actuels suggèrent que l'appartenance ethnique de la personne en douleur est susceptible de moduler l'évaluation faite par autrui de cette douleur.

La qualité de l'interaction entre l'évaluateur et la personne en douleur peut également influencer l'évaluation. L'évaluateur s'appuie notamment sur l'impression d'honnêteté attribuée à la personne en douleur, et ce surtout lorsque de possibles motivations externes sont considérées dans l'évaluation de la douleur, telles que l'obtention d'un traitement pharmacologique ou d'un congé de maladie rémunéré. En d'autres termes, lorsque la douleur d'autrui est perçue comme étant exagérée ou feinte, l'évaluateur aura tendance à l'évaluer moins fortement. En plus de l'impression d'honnêteté, l'appréciation globale que l'observateur peut avoir de la personne en douleur peut influencer son évaluation. D'ailleurs, certaines études auprès de professionnels de la santé proposent que ceux-ci évaluent plus fortement la douleur des patients lorsqu'ils ont une impression favorable, particulièrement lorsqu'il n'y a aucune évidence médicale pouvant expliquer la douleur. Des résultats d'imagerie cérébrale appuient aussi cette idée. En effet, l'équipe de la Dre Tania Singer a démontré que les réponses cérébrales à la douleur d'autrui sont moins grandes lorsque la douleur d'un compétiteur malhonnête ou d'un partisan d'une équipe de football adverse est observée, et ce, particulièrement chez les participants masculins. D'ailleurs, l'observation de la douleur de ces personnes peu appréciées entraîne même

l'activation de structures cérébrales associées à l'obtention de récompenses, comme le noyau accumbens.

L'exposition chronique à la douleur d'autrui a un impact différent chez les proches de patients atteints de douleur chronique comparativement aux professionnels de la santé, chez qui une sous-estimation de la douleur pour autrui a été dénotée à plusieurs reprises. De récents travaux de la Dre Ellen Redinbaugh ont démontré que les conjoints de patients atteints de douleur chronique (majoritairement des patients souffrant d'un cancer en phase terminale) surévaluaient la douleur de leur conjoint comparativement à l'évaluation que ce dernier faisait de sa propre douleur. Une autre étude, celle-ci auprès de patients souffrant de douleur chronique non reliée au cancer, a démontré une augmentation de la pression sanguine et des battements cardiaques chez les conjoints de patients, lors de l'observation de leur conjoint en douleur. Ces mesures physiologiques sont notamment associées à davantage de stress et d'anxiété et pourraient suggérer une plus grande réactivité tant comportementale que cérébrale à la douleur d'un proche. Il est donc probable qu'au-delà des différentes composantes inhérentes à la maladie, dont le fait que la vie du patient soit potentiellement en danger chez les personnes atteintes d'un cancer, la relation qui unit deux individus puisse moduler la façon dont la douleur est évaluée et la façon dont cette évaluation est affectée par l'exposition chronique à cette douleur.

Conclusion et implications

L'évaluation de la douleur d'autrui est influencée par une multitude de variables. Plusieurs études utilisant des indices comportementaux, physiologiques et neurophysiologiques ont permis de documenter les différents facteurs individuels, relationnels et contextuels pouvant être à l'origine d'altérations dans la façon dont cette douleur est évaluée.

Il semble évident que chacun de ces facteurs joue un rôle important dans les contextes cliniques où une évaluation précise et optimale de la douleur des patients est la base d'une prise en charge adéquate de celle-ci. La connaissance de ces facteurs par les différents cliniciens impliqués représente un premier pas

important vers une conscientisation quant aux mécanismes susceptibles d'influencer l'évaluation de la douleur des patients rencontrés. Cette conscientisation peut non seulement permettre d'évaluer plus précisément la douleur des patients, mais également permettre une meilleure compréhension de la douleur vécue et ainsi faciliter une réponse empathique envers celle-ci. Une telle réponse empathique peut à son tour avoir un impact important sur le bien-être du patient et même favoriser sa guérison.

Plusieurs chercheurs et éthiciens font le constat que malgré la disponibilité de moyens pour prendre en charge efficacement la plupart des douleurs présentées en clinique, une tendance à sous-traiter certains types de douleur persiste. La sous-évaluation de la douleur chez autrui n'est qu'un des nombreux facteurs pouvant expliquer ce phénomène. Les chercheurs du domaine ont identifié plusieurs autres obstacles à une prise en charge optimale des patients en douleur, dont des attitudes négatives envers les opiacés, un manque de formation sur l'évaluation et le soulagement de la douleur, ainsi qu'une fausse croyance chez les cliniciens et les patients selon laquelle la souffrance devrait être endurée. Néanmoins, les facteurs influençant l'évaluation de la douleur chez autrui devraient être pris en compte afin de tenter d'offrir aux patients les soins les plus compréhensifs et humains possible. Les recherches dans ce domaine, dont des recherches prometteuses en neurosciences cognitive et sociale, permettront de mieux comprendre le lien entre l'évaluation et le traitement de la douleur et pourront mener au développement de nouveaux outils, tels que des programmes de formation ou des interventions auprès des soignants, pour favoriser une évaluation précise de la douleur des patients et donc un traitement optimal de celle-ci.

Déclaration de conflits d'intérêts

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts.

Références

1. Hadjistavropoulos, T., Craig, K.D., Duck, S., Cano, A., Goubert, L., Jackson, P. L., Mogil, J. S., Rainville, P., Sullivan, M. J. L., de C. Williams, A. C., Vervoort, T., & Fitzgerald, T. D. (2011). A biopsychosocial formulation of pain communication. *Psychological Bulletin*, 137 (6), 910-939.
2. Craig, K.D. (2009). The social communication model of pain. *Canadian Psychology / Psychologie Canadienne*, 50(1), 22-32.
3. Goubert, L., Craig, K.D., Vervoort, T., Morley, S., Sullivan, M.J., de C Williams, A.C., Cano, A. & Crombez, G. (2005). Facing others in pain: the effects of empathy. *Pain*, 118(3), 285-8.
4. Jackson, P.L., Meltzoff, A.N. & Decety, J. (2005). How do we perceive the pain of others? A window into the neural processes involved in empathy. *NeuroImage*, 24(3), 771-9.
5. Lamm, C., Decety, J. & Singer, T. (2011). Meta-analytic evidence for common and distinct neural networks associated with directly experienced pain and empathy for pain. *NeuroImage*, 54, 2492-2502.
6. Voisin, J.I.A., Mercier, C., Canizales, D.L., Marcoux, L.-A. & Jackson, P.L. (2011). I am touched by your pain: Limb-specific modulation of the cortical response to a tactile stimulation during pain observation. *The Journal of Pain*, 12(11), 1182-1189.
7. Heyes, C. (2010). Mesmerising Mirror Neurons. *Neuroimage*, 51(2), 789-789.
8. Decety, J. & Jackson, P.L. (2004). The functional architecture of human empathy. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 3, 71-100.
9. Cheng Y, Lin CP, Liu HL, Hsu, Y.Y., Lim, K.E., Hung, D., & Decety, J. (2007). Expertise modulates the perception of pain in others. *Current Biology*, 17(19), 1708-1713.
10. Xu, X., Zuo, X., Wang, X., & Han, S. (2009). Do you feel my pain? Racial group membership modulates empathic neural responses. *The Journal of Neuroscience*, 29, 8525–8529.

Chapitre 3 :

L'impact de l'exposition répétée à la douleur des autres sur l'estimation subséquente de la douleur d'autrui

Repeated exposure to others' pain reduces vicarious pain intensity estimation

GRÉGOIRE, M.^{1,2,3}, COLL, M.P.^{1,2,3}, B. TREMBLAY, M.P.^{1,2,3}, PRKACHIN, K.M.⁴, &
JACKSON, P.L.^{1,2,3}

¹ École de psychologie, Faculté des sciences sociales, Université Laval, Québec,
QC, Canada

²Centre interdisciplinaire de recherche en réadaptation et intégration sociale,
Québec, QC, Canada

³Centre de recherche de l'Institut universitaire en santé mentale de Québec,
Québec, QC, Canada

⁴University of Northern British Columbia, Prince George, BC, Canada

***Correspondance:**

Philip L. Jackson, Ph.D.,
Professor
École de psychologie,
Pavillon Félix-Antoine-Savard,
2325, rue des Bibliothèques
Université Laval, Québec (Québec) G1V 0A6
philip.jackson@pys.ulaval.ca
Tel: 418-656-2131 ext. 5151
Fax: 418-529-3548

Keywords : Pain, Facial Expression, Fear, Repeated Exposure, Face Adaptation,
Pain Estimation

Référence complète: Grégoire, M. Coll, M.-P., B-Tremblay, M.-P., Prkachin, K. &
Jackson, P.L. (In press). Repeated exposure to others' pain reduces
vicarious pain intensity estimation. European Journal of Pain.

Résumé

La perception de la douleur chez autrui peut être influencée par différents facteurs contextuels. Dans les milieux cliniques, l'exposition répétée à la douleur d'autrui a été proposée comme un facteur qui pourrait expliquer la sous-estimation de la douleur des patients par le personnel soignant. Une recherche antérieure a appuyé cette idée en montrant que l'exposition répétée à des personnes en douleur biaise la détection subséquente de la douleur. Cependant, aucune étude n'avait testé l'impact d'une exposition répétée à la douleur d'autrui, sur des processus délibérés d'estimation de la douleur d'autrui.

Dans une première expérience, des adultes en bonne santé (30) ont été soit exposés à des clips d'expressions faciales de douleur intense ou des expressions neutres avant d'estimer l'intensité des expressions faciales de douleur d'autres individus. Pour tester la spécificité de cet effet en ce qui concerne le contenu de la douleur, une seconde étude a été menée avec des adultes en bonne santé (60), qui a comparé les effets de l'exposition à la peur, ainsi qu'à la douleur et à des vidéos neutres sur l'évaluation subséquente de la douleur chez autrui.

Les résultats de la première expérience indiquent que l'exposition répétée à la douleur des autres diminue l'estimation subséquente de l'intensité de la douleur d'autrui. Les résultats de la deuxième expérience suggèrent que l'exposition à la peur pourrait biaiser l'estimation de la douleur d'autrui de façon similaire. Cependant, l'absence de différence de cotes de douleur entre l'exposition à la peur et l'exposition à des stimuli neutres impose une certaine prudence dans l'interprétation des résultats.

En démontrant que l'exposition répétée à la douleur des autres diminue l'estimation subséquente de la douleur d'autrui, cette étude ajoute aux connaissances sur les facteurs qui pourraient contribuer à une sous-estimation de la douleur chez les professionnels de la santé.

Funding sources

This study was funded by grants to Philip L. Jackson from the Canadian Institutes of Health Research (CIHR) and from Canadian Foundation for Innovation Leaders Opportunity Fund. Philip. L. Jackson received salary grants from CIHR and Fonds de Recherche du Québec - Santé (FRQ-S). Mathieu Grégoire was funded by a doctoral scholarship from FRQ-S, Michel-Pierre Coll was funded by a CIHR doctoral scholarship and Marie-Pier B. Tremblay by a CIHR master's scholarship. The authors declare having no conflicts of interest. All the authors discussed the results and commented the manuscript.

What is already known about this topic? :

- Healthcare professionals sometimes underestimate the pain of their patients compared to the patients' own estimation, but also compared to naïve controls. This underestimation is often attributed to repeated exposure to others' pain.
- In an experimental context, during a pain detection task, naïve observers are less willing to impute pain in others after repeated exposure to others' intense pain.
- No study to date has isolated the effect of repeated exposure to pain in others on pain estimation.

What does this study add? :

- Repeated exposure to facial expressions of intense pain not only biases pain detection, but also pain estimation in others.
- Prior exposure to facial expressions of pain compared to exposure to neutral ones leads to a reduced estimation of others' pain. This effect is not

specific to pain as exposure to another negative emotion (fear) also bias subsequent pain estimation.

- These results support the interpretation that the underestimation of patients' pain by healthcare professionals could be related to repeated exposure to other's pain.

Summary

Pain perception in others can be influenced by different contextual factors. In clinical settings, the repeated exposure to others' pain has been proposed as a factor that could explain underestimation of patients' pain by healthcare providers. Previous research supported this idea by showing that repeated exposure to persons in pain biases the subsequent willingness to impute pain in others. However, it remains unclear if the effect of repeated exposure on the detection of pain extends to deliberate pain estimation of stimuli presented for a longer period.

Therefore, in a first experiment, healthy participants were either exposed to clips of facial expressions of intense pain or neutral expressions before estimating the intensity of other individuals' pain expressions. To test the specificity of this effect with regards to the pain content, a second study was conducted with healthy adults, which compared the effect of exposure to fear, pain and neutral videos on subsequent pain assessment in others.

Results from the first experiment indicated that repeated exposure to others' pain diminished the subsequent estimation of the intensity of pain in others. Results from the second experiment suggested that exposure to fear could bias pain estimation in a similar manner. However, the absence of difference in ratings between the exposure to fear and neutral groups warrants caution in the interpretation of these findings.

By demonstrating that repeated exposure to others' pain diminished subsequent pain estimation in others, this study adds relevant information on the factors that could contribute to pain underestimation in healthcare professionals.

General Introduction

Many individuals are exposed to the pain of others on a daily basis. For healthcare professionals or spouses of chronic pain patients, accurate perception and estimation of pain in others is often necessary to produce optimal responses to this pain. Pain can be communicated through verbalization, body movement or facial expressions, the latter being known to convey the majority of information necessary for others to estimate one's pain (Kenneth D. Craig, 2009). However, pain is a subjective state and its perception in others can be modulated by many factors (Coll, Grégoire, Latimer, & Eugène, 2011; Craig, Versloot, Goubert, Vervoort, & Crombez, 2010; Grégoire, Coll, Eugène, & Jackson, 2012; Hadjistavropoulos et al., 2011; Prkachin, Kaseweter & Browne, 2015)

Among these factors, repeated exposure to the pain of others has been proposed as an important variable that could modulate pain assessment in clinical settings (Prkachin et al., 2004, 2007; Prkachin & Rocha, 2010). Indeed, it has been demonstrated that healthcare professionals tend to underestimate pain in patients, compared to the patients' own evaluations or to those of a naive comparison group (Decety, Yang, & Cheng, 2010; Cheng et al., 2007; Kapesser et al., 2010; Prkachin et al., 2007). One explanation for those findings is the fact that health care professionals are regularly exposed to patients in pain and that this reduces their assessment of this pain. This interpretation is supported by findings showing that the underestimation of patients' pain increases with clinical experience and thus with the amount of exposure (Choinière, Melzack, Girard, Rondeau, & Paquin, 1990; Perry & Heidrich, 1982; Solomon, 2001). However, individual and contextual factors could influence this phenomenon since other studies have found no association (Dudley & Holm, 1984; Everett et al., 1994; Hamers, van den Hout, Halfens, Abu-Saad, & Heijltjes, 1997; Obsert, 1978) or a non-linear association (Halfens, Evers, & Abu-Saad, 1990) between clinical experience and pain underestimation.

In order to isolate the effect of repeated exposure to others' pain on subsequent perception of pain in others, Prkachin and collaborators (2004; 2010) used an

experimental design in which participants were either exposed to intense displays of pain or to a blank screen before performing a pain detection task. Results from these studies showed that brief exposure to intense displays of pain could bias subsequent ratings of pain expressions by diminishing them (Prkachin et al., 2004; 2010). While these results showed that repeated exposure to others in pain could bias processes of pain detection in others, no study to date has isolated the effect of exposure to pain in others on deliberate pain judgments, such as pain intensity estimation of expressions presented for a longer duration. Indeed, it could be the case that quick decisions on the state of others such as pain detection are influenced by the amount of vicarious exposure while the deliberate and thoughtful processes of pain perception such as pain intensity estimation remain unaffected. Furthermore, it remains unclear if these effects are due to the specific effect of vicarious pain exposure on subsequent pain perception or if the exposure to displays of other emotions with negative valence and high arousal could bias vicarious pain perception in the same way. Describing the precise effects of various displays of emotions on pain intensity evaluation is needed in order to better understand the various factors contributing to pain assessment biases in clinical settings.

Experiment 1: Objectives and hypotheses

The aim of this first experiment was to test whether repeated exposure to facial expressions of intense pain modulates the subsequent estimation of pain intensity in others. It was hypothesized that participants repeatedly exposed to others' pain would show diminished evaluation of the intensity of pain in others compared to the pain evaluation of participants exposed to neutral expressions.

Methods

Participants

Thirty healthy adult participants (16 women) were recruited for this experiment via e-mails sent to the staff and students of Laval University. This planned sample size

(15 participants/ group) was based on an a priori power calculation carried out using the G-Power 3.1 software (Faul, Erdfelder, Buchner, & Lang, 2009). Using a similar design, Prkachin & Rocha (2010) found a large group effect (Cohen's $d = 1.07$) of repeated vicarious exposure to intense pain on the response bias to subsequent pain expressions. It was therefore determined, that with this effect size, a significance threshold of 0.05 and power of 0.80, a sample size of 30 participants was sufficient to detect a significant group effect using a two-tailed t-test. Exclusion criteria included being a healthcare professional, having a family member suffering from chronic pain and any history of neurological or psychiatric disorder. The participants were pseudo-randomly assigned to the pain exposed or control group, taking into consideration the number of men and women in each group. Two outlier participants (one woman in each group) were removed from the analyses as their mean pain intensity ratings were across the two pain levels more than 2.5 SD under the sample mean. The final sample was therefore composed of 14 participants (8 women) in each group and age did not differ significantly across groups $t(26) = -0.868, p = .393$ (Pain exposed: $M = 26.1$ years $SD = 6.7$; Controls: $M = 29.2$ years, $SD = 11.7$). The ethics board of the *Institut de réadaptation en déficience physique de Québec* (IRD PQ) approved the experiment. Participants provided written informed consent and received monetary compensation of 10 Canadian dollars for their participation.

Stimuli

All stimuli were selected from the UNBC McMaster Shoulder Pain Archive (Prkachin & Solomon, 2008) and consisted of color videoclips of actual patients performing painful or non-painful shoulder range-of-motion tests in a supine position.

Exposure clips: Participants assigned to the pain exposed group were exposed to short video clips of patients expressing intense pain as defined by a score of 10 or more on the Index of Facial Pain Expression (IFPE; Prkachin & Rash, 2014). This scale uses the Facial Action Coding System (FACS; Ekman, Friesen & Hager, 2002) to determine the presence and intensity of each facial action unit associated

with pain expressions. The action units used are brow lowering (AU4), orbital tightening (AU6-7), levator contraction (AU9-10) and eye closure (AU43) (Prkachin & Solomon, 2008). The resulting score varies between 0 and 16; a score of 0 indicates that none of the facial action units associated with pain are present in the facial expression while a score of 16 indicates that all units associated with pain are present at maximum intensity. Twelve different stimuli depicting twelve patients (six men and six women) expressing high levels of pain while doing shoulder exercises were used. Participants assigned to the control group were exposed to neutral stimuli created using the same patients, but doing shoulder exercises with the healthy side resulting in no pain facial expressions (IFPE score of zero). The clips were composed of 24 color frames of facial expressions presented at a rate of 30 frames per second and the same clip was repeated 6 times to create a 4800 ms exposure clip.

Test frames:

Eighteen patients (nine women) from the UNBC McMaster shoulder pain database and different from those selected for the exposure clips were chosen to create the test frames. For each of those patients, three still frames depicting one of three levels of pain were chosen: Neutral (IFPE score of 0), Low pain (IFPE score of five or six), and High pain (IFPE score of 10 or more). Two independent observers who underwent FACS coding training codified IFPE scores for each frame. This allowed for the selection of 54 individual test frames (18 patients x 3 pain intensity levels).

Task

E-Prime 2.0 (Psychology Software Tools Inc., Sharpsburg, PA) was used for the presentation of the task on a 17-inch computer monitor located at approximately 60 cm from the participant. The task consisted of three blocks of 36 trials each. Each trial began with a fixation cross-centered on the screen and of variable duration (geometrical distribution from 1000 to 6000ms with a mean of 2800ms), followed by a 4800ms pain exposure clip for the group exposed to pain or by a

4800ms neutral exposure clip for the control group. Then, for all participants a second fixation cross was presented (same variable duration), followed by a 2000ms test frame depicting a neutral, low pain or high pain facial expression. The presentation order of the different pain levels of the test frames was fully randomized. These test frames were the same for both groups (pain exposed and control), and were followed by a visual analog scale (VAS) on which participants were asked to evaluate the intensity of the pain perceived in the facial expression, using two adjacent keys of the keyboard to move the cursor. The left extremity of the VAS was labeled “no pain” [French: “aucune douleur”] and the other end was labeled “worst imaginable pain” [French: “pire douleur imaginable”]. The VAS was displayed for 4000ms. Participants were explicitly warned to move the cursor on the vas within the 4000 ms event if the random position of the cursor was representative of their estimation. A schematic representation of the task is shown in Figure 1.

- Insert Figure 1 about here -

Procedure

After giving informed consent, participants were instructed to carefully pay attention to all expressions presented, but reminded that only the 2000 ms test frame should be considered for their decision. They then completed four practice trials in order to ensure they understood the task and that they estimated pain based on the still test frames and not the exposure clips. After the practice trials, they completed the task. The session lasted about 45 minutes.

Statistical analyses

All statistical analyses presented in this article were performed using IBM SPSS statistics for Macintosh version 21 (IBM corp., Amonk, NY) with a significance threshold of $p < 0.05$. A Greenhouse-Geisser correction was used when the sphericity assumption was violated in repeated-measures analyses.

Pain intensity ratings were obtained by transposing the cursor position in pixels on the VAS on a 0 to 100 scale. If the cursor was not moved on the VAS during the 4000 ms allowed to answer, the trial was removed from the analysis. 2.8% of the trials of the Control group and 3,4% of the trials of the pain-exposed group were then removed from the analysis. As the interest of this study was to test the impact of pain exposure on pain intensity ratings, only the ratings for the pain tests frames were taken into account in the analyses. However, pain intensity ratings for the neutral test frames were used to confirm that participants understood and paid attention to the task by confirming that these ratings were lower than those provided for the pain test frames. Furthermore, there was no statistical difference between groups for pain intensity ratings for the neutral pain level $t(26) = 1.043$, $p = .377$ (M controls = 12.56, $SD = 9.0Q$; M pain exposed = 9.37, $SD = 7.05$). A mixed design ANOVA with the between-subjects factor Group (Pain exposed, Control) and the within-subject factor Pain level (Low, High) was then carried out on pain intensity ratings.

Results

The mixed design ANOVA carried out on the pain intensity ratings revealed a significant main effect of Group [$F(1,26) = 6.115$, $p = .020$, partial eta squared = .190] (M Pain exposed group = 46.6, $SD = 10.1$; M Control group = 59.08, $SD = 12.5$), indicating that the pain-exposed group provided significantly lower pain intensity ratings than the control group ($d = 1.098$). There was also a significant main effect of Pain levels confirming that high pain frames were evaluated as more painful than low pain frames [$F(1,26) = 114.69$, $p < .05$, partial eta squared = .815]. There was no interaction between Group and Pain levels [$F(1,26) = .300$, $p = .588$].

- Insert Figure 2 about here -

The main objective of the first experiment was to examine the impact of repeated exposure to high pain facial expressions on subsequent estimation of pain in others. As it was hypothesized, results from the first experiment revealed a lower estimation of others' pain after repeated exposure to high pain facial expressions, compared to the estimation of participants exposed to neutral facial expressions. This lower estimation of pain intensity was present for low pain and high pain expressions classified as similarly or less intense than the ones presented during the exposure phase on the basis of their respective facial action units. In light of the results of this experiment, it was not clear if the bias in estimation of pain in others results from a specific effect of pain exposure or if repeated exposure to another negative emotion could affect subsequent pain estimation.

Experiment 2

This experiment was conducted in order to assess the effects of displays of another negative emotion on subsequent pain estimation. 60 new participants were recruited and divided into three groups; Pain exposure, Fear exposure and Controls. It was hypothesized that when evaluating pain in others, repeated exposure to pain, but not to another negative emotion or to neutral expression, would diminish the estimation of pain in others. This study also aimed to replicate the effects of repeated exposure to vicarious pain on subsequent pain perception demonstrated in Study 1.

Experiment 2a

Validation experiment to choose the contrasting exposure emotion to pain

As mentioned previously, the objective of the second experiment was to compare the effect of exposure to pain expressions with the effect of exposure to expressions of another emotion. To attain this objective, it was necessary to determine the closest emotion to pain in terms of intensity, as it was the metric of importance in the experiment. Therefore, the clips of this emotion needed to be equivalent to those of pain in terms of intensity level. The unpleasantness induced

by each emotion was also measured as it has been demonstrated previously that this characteristic is not totally equivalent to the intensity of an emotion and relies mostly on the affective value of the emotion in comparison to its sensory dimension (Rainville et al., 1997).

As the pain stimuli used in Experiment 1 were chosen from the UNBC McMaster Archive (Prkachin & Solomon, 2008) and that this database does not contain any other emotions, it was then necessary to use different stimuli for the exposure phase of this experiment. Therefore, all stimuli for Experiment 2 were selected from a set of stimuli developed by Gosselin and collaborators (Simon et al., 2008). This database comprises facial expressions of pain and other negative emotions such as fear, anger, sadness and disgust, produced by the same actors. It was previously shown that observers can reliably discriminate between these facial expressions (Simon et al., 2008) and these stimuli have been used in a number of studies on pain observation (Coll, Budell, Rainville, Decety, & Jackson, 2012; Mailhot, Vachon-Preseu, Jackson, & Rainville, 2012; Yamada & Decety, 2009). In the current experiment, clips of four types of emotions were selected; Pain, Fear, Anger and Sadness. Twenty-one adult participants (11 women; $M = 23.9$, $SD = 4.1$) were asked to assess the intensity and unpleasantness of still frames depicting facial expressions presented for two seconds. These frames portrayed 10 actors (five women). The presentation order of the 50 stimuli (10 actors x 4 emotions) was fully randomized. After the presentation of each stimulus, the participants had 4 seconds to rate the intensity level on a VAS going from “not intense at all” [French: “pas intense du tout”] to “extremely intense” [French: “extrêmement intense”]. Finally, after the intensity VAS, an unpleasantness level VAS was presented and the subjects had 4 seconds to judge the unpleasantness of the picture from “neutral” [French: “neutre”] to “extremely unpleasant” [French: “extrêmement déplaisant”]. For both scale, the initial position of the cursor on the VAS was randomized and all ratings were reported on a 0 to 100 scale according to the final cursor position on the VAS.

Means and standard deviation of intensity and unpleasantness ratings for each emotion are presented in Table 1. A repeated-measures MANOVA performed on the intensity and unpleasantness of the four emotions followed by simple t-tests between each emotions, showed that pain was evaluated as significantly more intense and unpleasant than anger and sadness, but was not significantly different from fear. Therefore, fear was chosen to contrast with pain in the following experiment. Statistics are also shown in Table 1. A Bonferonni correction was applied to the analysis.

Emotion	Estimated Intensity	Intensity T-test with pain (<i>p</i>)	Estimated Unpleasantness	Unpleasantness T-test with pain (<i>p</i>)
Pain	68.93	-	67.14	-
Fear	63.94	.443	60.93	.327
Sadness	53.05	.018	51.42	.016
Anger	55.02	.037	53.08	.030

Table 1. Means and results of T-tests between each emotion and pain for the validation task. Estimated intensity is an average of the VAS reported score (0-100).

Table 1. Means and results of T-test between each emotion and pain for the validation task.

Experiment 2b: Methods

Participants

Sixty adults (30 women) different from those in Experiment 1 and 2a were recruited for this experiment. This number of subjects was chosen after performing a power analysis with G-Power showing that this sample size gave us sufficient power (≈ 0.80) to detect a relatively large effect ($f \approx 0.41$) using a one-way between-groups ANOVA with 20 subjects per group. The same inclusion and exclusion criteria as in Experiment 1 were used. Participants were pseudo-randomly assigned to one of three groups (Pain, Fear, Control), in order to have the same number of men and women in all groups. Ten participants (3 in the Control, 4 in the Pain, 3 in the Fear group) were excluded from the analyses. Nine of these participants either

perceived intense pain in neutral stimuli or perceived little or no pain in painful expressions and were considered outliers (Mean intensity ratings more than 2.5 standard deviation in either direction from the sample mean of each pain level). The other excluded participant reported personally knowing the actors depicted in the stimuli, after performing the task. Although this rejection rate seems high for a behavioral task (15%), it is not explained by changes in the experimenter, as the same person always administrated the experiment, nor by the instructions, as the task instructions were read verbatim by the participant. The final sample included in the analysis was 50 participants (Pain ($N = 17$): M age = 26.6, $SD = 3.4$; Fear ($N = 16$): M age = 24.6, $SD = 2.7$; Controls ($N = 17$): M age = 25.1, $SD = 2.5$). Age did not differ significantly between groups [$F(2,47) = .164$, $p = .849$]. The ethics board of the Institut de réadaptation en déficience physique de Québec (IRD PQ) approved the experiment. Each participant received a monetary compensation of 10 Canadian dollars for their participation.

Stimuli

The set of exposure stimuli consisted of videoclips of 10 actors (five women) showing fear, pain or neutral facial expressions (Simon et al., 2008) depending on the participants' group. The test frames were the same as in Experiment 1 and so was the timing of the exposure clips and still frames presentation during the task. The entire procedure, settings and total duration were also exactly the same as in the Experiment 1.

Statistical analysis

A mixed-design ANOVA with the between-subjects factor Group (Pain exposed, Fear exposed and Controls) and the within-subject factor Pain level (Low, High)

was carried out on pain intensity ratings. Post-hoc pairwise comparisons were corrected using the Bonferroni procedure. The significance threshold was set at $p < .05$. As in the previous experiment, the interest was to test the impact of pain exposure on pain estimation, so the ratings for the neutral test frames were not taken into account in the analysis. However, there was no statistical difference between groups for pain intensity ratings for the neutral test frames [$F(2,49) = 2.030, p = .143$].

Results

The mixed-design ANOVA revealed a significant main effect of Group [$(2,47) = 4.127, p = .022, \text{partial eta squared} = .149$]. Bonferroni corrected pairwise comparisons showed that the group exposed to pain estimated pain in others as significantly lower than the control group ($p = .020; d = 1.028$) but was not significantly different from the Fear group ($p = 1$). There was no difference between the Fear and Control group ($p = .230$). See Figure 3 for group means. There was also a significant main effect of Pain level; High pain was evaluated as more painful than Low pain ($M_{\text{low}} = 33.02; M_{\text{high}} = 49.66$). There was no interaction between Groups and Pain level [$F(2,47) = 1.134, p = .330$].

- Insert Figure 3 about here -

General Discussion

The first experiment of this study demonstrated that repeated exposure to others' pain diminished subsequent pain estimation in others. These results are in line with previous studies describing the effect of repeated exposure to different stimuli. Specifically, Prkachin and collaborators (2004, 2010) asked participants exposed to intense pain expressions or to neutral expressions to detect pain in very short video clips of moderate pain. Their results indicated that repeated exposure to facial expressions of pain could make participants less willing to impute pain to

patients, even if their sensitivity to others' pain was unchanged. The authors suggested that this effect was due to a change in the adaptation level of observers, according to which moderate pain displays come to be judged as non-painful due to their relative weakness compared to the intense pain expressions shown during exposure. Here, we extend these results by showing that this exposure can also bias the more thoughtful and deliberate process of pain intensity estimation (Prkachin & Craig, 1995), when it is asked to the participant to evaluate the intensity of others' pain. Also, these results indicate that such an adaptation paradigm can impact on a more complex task than categorization (pain or no pain) that is pain estimation. Indeed, in this study, participants were asked to estimate the intensity of the pain expressed by patients and the test stimulus was presented for a longer duration than in previous studies and therefore allowed a thoughtful evaluation of the pain expression. Altogether, these results are of particular importance for assessing the influence of repeated exposure on perception of others' pain in clinical settings, where a careful estimation of patients' pain can be an important step for choosing optimal treatment (Choinière et al., 1990; Prkachin et al., 2007). Indeed, while a slight mismatch in pain estimation between patients and healthcare providers probably has limited consequences on treatment and outcomes, large discrepancies can lead to the inadequate treatment of pain (Larue, Colleau, Brasseur, & Cleeland, 1995; Larue, Fontaine, & Colleau, 1997).

Our results therefore provide additional support for the idea that repeated exposure to the pain of patients in clinical settings is one of the factors contributing to pain underestimation in healthcare providers (Cheng et al., 2007; Jean Decety et al., 2010; Kappesser, Williams, & Prkachin, 2006; Prkachin et al., 2007). Studies measuring brain responses during observation of pain in others found that, compared to control participants, healthcare providers showed increased activity in prefrontal regions that have been associated with self-regulation of negative affective arousal (Cheng, et al., 2007; Decety et al., 2010). Furthermore, activity in these regions was negatively correlated with pain intensity ratings, suggesting that self-regulation was linked with pain underestimation. It might be the case that

clinical experience leads to increased exposure to others in suffering and makes healthcare providers more effective and prone to self-regulate their responses to patients in pain, which might in turn explain increases in pain underestimation. While this remains to be tested explicitly, a possible explanation for the finding that repeated exposure to vicarious pain can bias subsequent pain estimation is the idea that similar changes in self-regulation towards pain in others as those found in healthcare providers occurred here in participants repeatedly exposed to intense pain. Certainly, other factors such as empathic abilities, experience with pain, suspicion about the authenticity of the pain expression and the relationship between the person in pain and the observer could modulate this effect of repeated exposure (J T Chibnall, Tait, & Ross, 1997; Miaskowski, Kragness, Dibble, & Wallhagen, 1997; Redinbaugh et al., 2002; Tait & Chibnall, 1997) and should be taken into account in future studies.

Results from the second experiment can also support this idea of changes in self-regulation processes. The objective of the second experiment was to determinate if the underestimation of others' pain after repeated exposure to facial expression of pain was specific to pain exposure or could also be produced with repeated exposure to another negative emotion, here facial expressions of fear. The results from the first experiment were replicated with a different sample and different stimuli, as it was shown again that repeated exposure to pain in others leads to a decrease in pain intensity ratings compared to the exposure to neutral expressions. However, pain intensity ratings following exposure to pain were similar to those following repeated exposure to fear expressions. However, the ratings of people exposed to fear were not statistically different from those of people exposed to neutral expressions. Nevertheless, these results indicate that exposure to pain and fear have, at least partly, similar consequences on subsequent pain intensity estimation. This suggests that the effects of repeated exposure to pain on the subsequent perception of pain in others are not entirely due to a specific effect of pain exposure on vicarious pain estimation, but that some characteristics shared by pain and fear expressions are responsible for this

change. Moreover, it has been demonstrated that pain and fear are easily discriminable from one another, which suggests that the results are not attributable to the confusion of the two emotions during the experiment (Lautenbacher et al., 2013; Simon et al., 2008) neither to the genuineness of the facial expressions of pain as effect size for pain estimation after pain exposure are similar across both experiment. Exposure to negative and aversive expressions might therefore be sufficient to trigger changes in self-regulation in participants. This finding may also stem from the similar threat value of pain and fear expressions. Indeed, the perception of pain in others has been suggested to rely on a threat detection system that processes pain in others as a menacing signal for the self and assigns priority to stimuli that show enhanced and immediate threat (Coll et al., 2012; Ibáñez et al., 2011; Yamada & Decety, 2009). Both pain and fear, have a prioritized processing in the sensory environment in order to protect the integrity of the organism (Vervoort, Trost, Prkachin, & Mueller, 2013). Being exposed to threatening signals has been found to interfere with performance in different basic tasks (Pichon, de Gelder, & Grezes, 2012). It has also been shown that exposure to threat signals leads people to be more aware of threatening information (LeDoux, 1998). However, here, it seems to dampen the response to threat as defined by lower pain estimation compared to a control group. Exposure to intense pain and fear expressions could therefore make the following expressions less threatening to the observer and therefore diminish the perceived intensity of these expressions.

Previous exposure to pain displays is one of the many factors biasing the complex process of pain communication in clinical settings. However, this task was realized in experimental settings and the generalization of the findings to clinical practice should be done cautiously. Indeed, in clinical settings, numerous cues and parameters have to be taken into account by healthcare providers in order to adequately evaluate and treat pain (Kappesser et al., 2006). On the other hand, the high internal validity of our experimental design allowed us to isolate the effects of repeated exposure to negative expressions on the perception of pain in others

from many confounding factors, usually present in cross-sectional studies comparing pain perception in others' in healthcare providers and control participants. With this rigorous control and replication of the experimental effects in two independent samples, we can propose with confidence that repeated exposure to pain in others is a factor influencing pain estimation in clinical settings, although it is certainly not the only one. Nevertheless, one limitation to generalization also comes from another study proposing that pain underestimation could be caused by a narrower internal pain scale in healthcare professionals (Idvall & Brudin, 2005). Here, in this experimental context, it is possible that part of the results could be explained by a change in the use of the pain scale after repeated exposure, but it would remain to be tested on a larger sample. Finally, in future studies, it would be interesting to test the impact of repeated exposure to others' fear and pain on fear estimation in others. The lack of fearful expression in the same patients made this impossible for the current study, but this would be interesting to test.

Conclusion

The results of these two experiments reveal, for the first time in a controlled task, that exposure to others' high pain facial expressions leads to a subsequent diminished estimation of pain in others. This diminished estimation, is equivalent after pain exposure or another negative emotion with similar valence and unpleasantness. However, the global impact of repeated exposure to negative emotions has to be nuanced by the absence of difference on pain estimation after repeated exposure to other's facial expressions of fear and neutral facial expression exposure. The diminished pain estimation for others resulting from brief exposure to pain has potentially important implications for healthcare workers. It has often been proposed that repeated exposure to pain could be an important factor that could modulate the evaluation of the pain of others and this study confirmed this allegation. It would be interesting for future studies to describe the

impacts of such underestimation of the pain of others in healthcare professionals on the management of the pain of the patients.

Acknowledgment

The authors would like to thank Fanny Eugène for her contribution on the manuscript, and Sophie Blais-Michaud and Pierre-Emmanuel Michon for their technical contribution to the experimentation. This study was funded by grants to Philip L. Jackson from the Canadian Institutes of Health Research (CIHR) and from Canadian Foundation for Innovation Leaders Opportunity Fund. Philip. L. Jackson received salary grants from CIHR and Fonds de Recherche du Québec - Santé (FRQ-S). Mathieu Grégoire was funded by a doctoral scholarship from FRQ-S, Michel-Pierre Coll was funded by a CIHR doctoral scholarship and Marie-Pier B. Tremblay by a CIHR master's scholarship.

References

- Cheng, Y., Lin, C.-P., Liu, H.-L., Hsu, Y.-Y., Lim, K.-E., Hung, D., & Decety, J. (2007). Expertise modulates the perception of pain in others. *Curr Biol*.
- Chibnall, J. T., Tait, R. C., & Ross, L. R. (1997). The effects of medical evidence and pain intensity on medical student judgments of chronic pain patients. *Journal of Behavioral Medicine*, 20(3), 257–71.
- Choinière, M., Melzack, R., Girard, N., Rondeau, J., & Paquin, M.-J. (1990). Comparisons between patients' and nurses' assessment of pain and medication efficacy in severe burn injuries. *Pain*, 40(2), 143–152.
- Coll, M., Grégoire, M., Latimer, M., & Eugène, F. (2011). Perception of pain in others : implication for caregivers. *Pain*, 1, 257–265.
- Coll, M.-P., Budell, L., Rainville, P., Decety, J., & Jackson, P. L. (2012). The Role of Gender in the Interaction Between Self-Pain and the Perception of Pain in Others. *The Journal of Pain*, 13(7), 695–703.
- Craig, K. D. (2009). The social communication model of pain. *Canadian Psychology/Psychologie Canadienne*, 50(1), 22–32.
- Craig, K. D., Versloot, J., Goubert, L., Vervoort, T., & Crombez, G. (2010). Perceiving pain in others: automatic and controlled mechanisms. *The Journal of Pain : Official Journal of the American Pain Society*, 11(2), 101–8.
- Decety, J., Yang, C.-Y., & Cheng, Y. (2010). Physicians down-regulate their pain empathy response: an event-related brain potential study. *NeuroImage*, 50(4), 1676–82.
- Dudley, S. R., & Holm, K. (1984). Assessment of the pain experience in relation to selected nurse characteristics. *Pain*, 18(2), 179–186.
- Ekman, P., & En, V. F. (1972). Movements PAUL EKMAN, 22(December), 353–374.
- Everett, J. J., Patterson, D. R., Marvin, J. A., Montgomery, B., Ordonez, N., & Campbell, K. (1994). Pain assessment from patients with burns and their nurses. *Journal of Burn Care & Research*, 15(2), 193–198.
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A.-G. (2009). Statistical power analyses using G* Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41(4), 1149–1160.
- Grégoire, M., Coll, M.-P., Eugène, F., & Jackson, P. L. (2012). Revue des facteurs qui modulent les réponses cérébrale et comportementale à la douleur d'autrui. *Douleurs : Evaluation - Diagnostic - Traitement*, 13(5), 212–218.
- Hadjistavropoulos, T., Craig, K. D., Duck, S., Cano, A., Goubert, L., Jackson, P. L., ... Fitzgerald, T. D. (2011). A biopsychosocial formulation of pain communication. *Psychological Bulletin*.
- Halfens, R., Evers, G., & Abu-Saad, H. (1990). Determinants of pain assessment by nurses. *International Journal of Nursing Studies*, 27(1), 43–49.

- Hamers, J. P. H., van den Hout, M. A., Halfens, R. J. G., Abu-Saad, H. H., & Heijltjes, A. E. G. (1997). Differences in pain assessment and decisions regarding the administration of analgesics between novices, intermediates and experts in pediatric nursing. *International Journal of Nursing Studies*, 34(5), 325–334.
- Ibáñez, A., Hurtado, E., Lobos, A., Escobar, J., Trujillo, N., Baez, S., ... Decety, J. (2011). Subliminal presentation of other faces (but not own face) primes behavioral and evoked cortical processing of empathy for pain. *Brain Research*, 1398, 72–85.
- Idvall, E., & Brudin, L. (2005). Do health care professionals underestimate severe pain more often than mild pain? Statistical pitfalls using a data simulation model. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 11(5), 438–443.
- Kappesser, J., Williams, A. C. D. C., & Prkachin, K. M. (2006). Testing two accounts of pain underestimation. *Pain*, 124(1-2), 109–116.
- Larue, F., Colleau, S. M., Brasseur, L., & Cleeland, C. S. (1995). Multicentre study of cancer pain and its treatment in France. *Bmj*, 310(6986), 1034–1037.
- Larue, F., Fontaine, A., & Colleau, S. M. (1997). Underestimation and undertreatment of pain in HIV disease: multicentre study. *Bmj*, 314(7073), 23.
- Lautenbacher, S., Dittmar, O., Baum, C., Schneider, R., Keogh, E., & Kunz, M. (2013). Vigilance for pain-related faces in a primary task paradigm: An ERP study. *Journal of Pain Research*, 6, 437–447.
- LeDoux, J. (1998). Fear and the brain: where have we been, and where are we going? *Biological Psychiatry*, 44(12), 1229–1238.
- Mailhot, J.-P., Vachon-Preseu, E., Jackson, P. L., & Rainville, P. (2012). Dispositional empathy modulates vicarious effects of dynamic pain expressions on spinal nociception, facial responses and acute pain. *The European Journal of Neuroscience*, 35(2), 271–8.
- Miaskowski, C., Kragness, L., Dibble, S., & Wallhagen, M. (1997). Differences in mood states, health status, and caregiver strain between family caregivers of oncology outpatients with and without cancer-related pain. *Journal of Pain and Symptom Management*, 13(3), 138–147.
- Oberst, M. T. (1978). Priorities in cancer nursing research. *Cancer Nursing*, 1(4).
- Perry, S., & Heidrich, G. (1982). Management of pain during debridement: a survey of US burn units. *Pain*, 13(3), 267–280.
- Pichon, S., de Gelder, B., & Grezes, J. (2012). Threat Prompts Defensive Brain Responses Independently of Attentional Control. *Cerebral Cortex*, 22(2), 274–285.
- Prkachin, K. M., Mass, H., & Mercer, S. R. (2004). Effects of exposure on perception of pain expression. *Pain*, 111(1-2), 8–12.
- Prkachin, K. M., & Rocha, E. M. (2010). High levels of vicarious exposure bias pain

- judgments. *The Journal of Pain : Official Journal of the American Pain Society*, 11(9), 904–9.
- Prkachin, K. M., & Solomon, P. E. (2008). The structure, reliability and validity of pain expression: evidence from patients with shoulder pain. *Pain*, 139(2), 267–74.
- Prkachin, K. M., Solomon, P. E., & Ross, J. (2007). par les prestataires de soins : vers la conception d ' un modèle d ' inférence pour évaluer la douleur chez autrui Underestimation of Pain by Health-Care Providers : Towards a Model of the Process of Inferring Pain in Others, 39, 88 –106.
- Rainville, P., Duncan, G. H., Price, D. D., Carrier, B., & Bushnell, M. C. (1997). Pain affect encoded in human anterior cingulate but not somatosensory cortex. *Science (New York, N.Y.)*, 277(5328), 968–971.
- Redinbaugh, E. M., Baum, A., DeMoss, C., Fello, M., & Arnold, R. (2002). Factors associated with the accuracy of family caregiver estimates of patient pain. *Journal of Pain and Symptom Management*, 23(1), 31–8.
- Simon, D., Craig, K. D., Gosselin, F., Belin, P., & Rainville, P. (2008). Recognition and discrimination of prototypical dynamic expressions of pain and emotions. *Pain*, 135(1), 55–64.
- Solomon, P. (2001). Congruence between health professionals' and patients' pain ratings: A review of the literature. *Scandinavian Journal of Caring Sciences*, 15(2), 174–180.
- Tait, R. C., & Chibnall, J. T. (1997). Physician judgments of chronic pain patients. *Social Science & Medicine*, 45(8), 1199–1205.
- Vervoort, T., Trost, Z., Prkachin, K. M., & Mueller, S. C. (2013). Attentional processing of other's facial display of pain: An eye tracking study. *Pain*, 154(6), 836–844.
- Yamada, M., & Decety, J. (2009). Unconscious affective processing and empathy: An investigation of subliminal priming on the detection of painful facial expressions. *Pain*, 143(1-2), 71–75.

Figure Legends

Figure 1. Schematic representation of the experimental task. Participant first saw a fixation cross (variable duration; jittered 1000 ms to 6000 ms) followed by the exposure clip (800 ms) that was repeated 6 times, showing a neutral facial expression for the control group or high pain for the experimental group. Then, there was another fixation cross (variable duration; jittered 1000 ms to 6000 ms), a test frame (2000 ms), showing a neutral facial expression, low pain or high pain, and a visual analog scale to evaluate the pain they perceive in the test frame (4000 ms).

Figure 2. Results of the pain estimation task of the Experiment 1 for both groups Controls and Pain exposed. Error bars represent standard error. The * represents a significant difference between Controls and Pain exposed on pain estimation.

Figure 3. Results of the pain estimation task of the experiment 3 for the three groups Controls, Fear exposed and Pain exposed. Error bars represent standard error. The * represents a significant difference between groups on pain estimation.

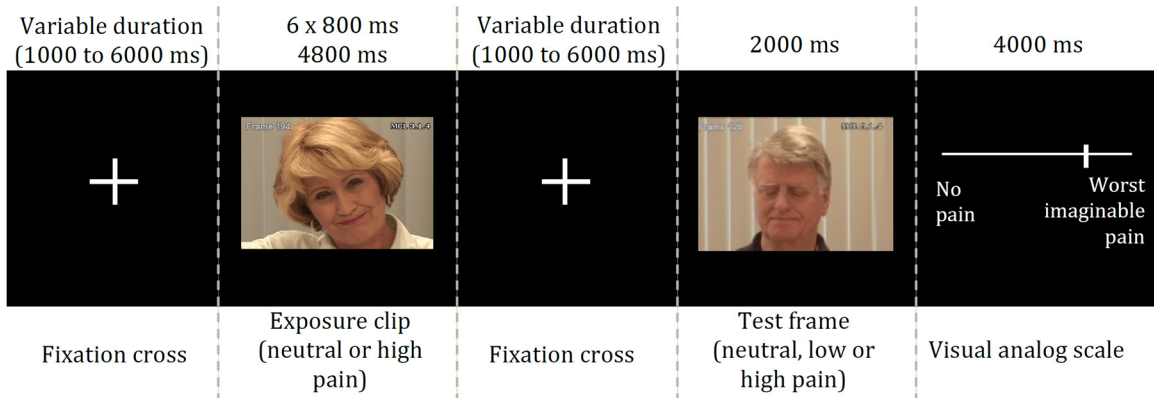


Figure 1. Schematic representation of the experimental task. Participant first saw a fixation cross (variable duration ; jittered 1000 ms to 6000 ms) followed by the exposure clip (800 ms) that was repeated 6 times, showing a neutral facial expression for the control group or high pain for the experimental group. Then, there was another fixation cross, a test frame (2000 ms), showing a neutral facial expression, low pain or high pain, and a visual analog scale to evaluate the pain they perceive in the test frame (4000 ms).

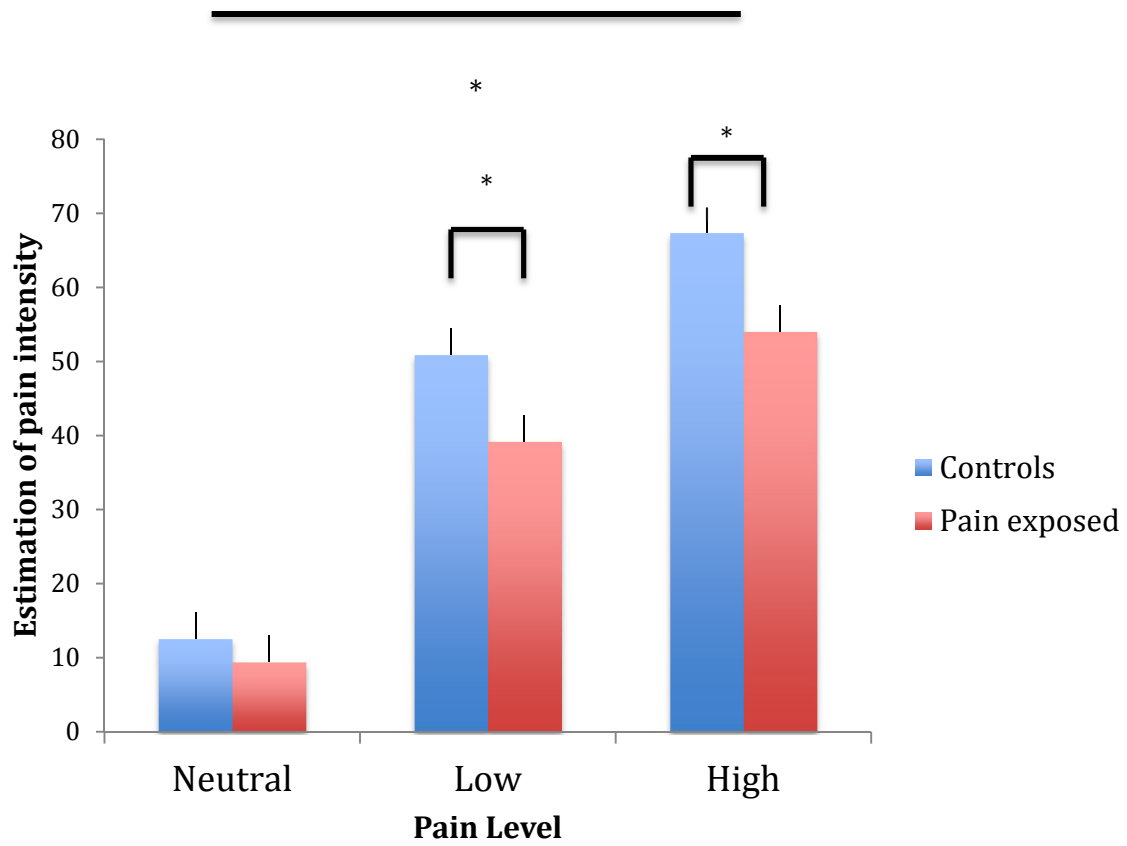


Figure 2. Results of the pain estimation task of the Experiment 1 for both groups Controls and Pain exposed. Error bars represent standard error. The * represents a significant difference between Controls and Pain exposed on pain estimation.

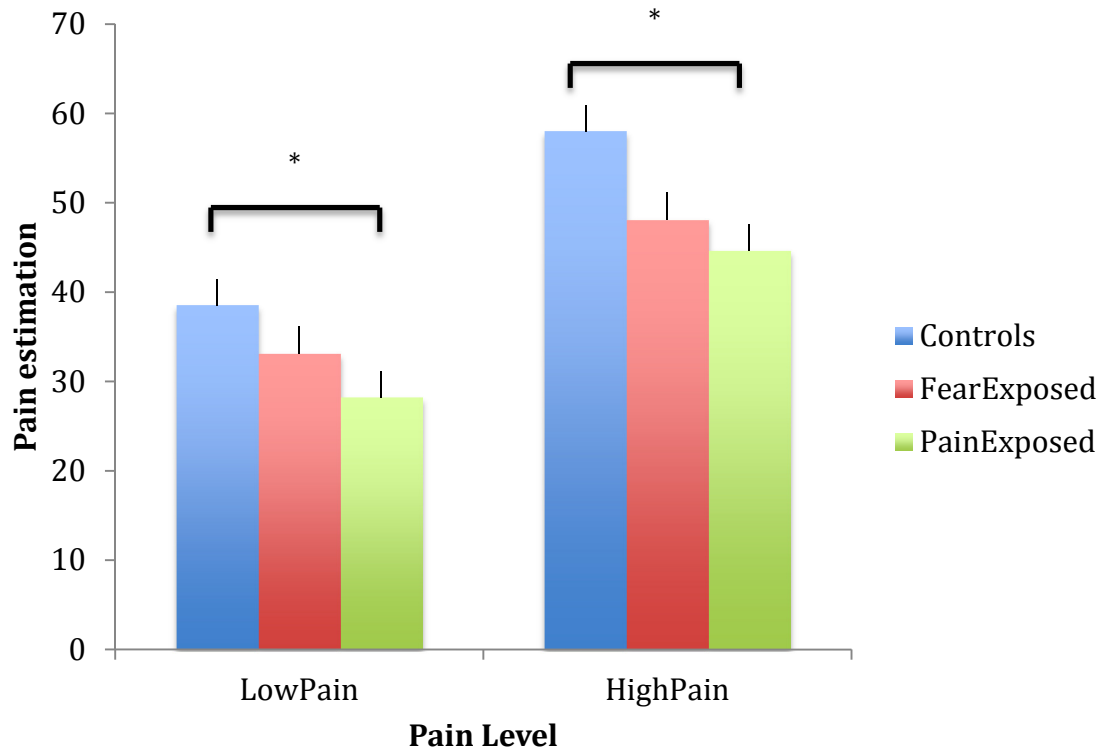


Figure 3. Results of the pain estimation task of the experiment 3 for the three groups ; Controls, Fear exposed and Pain exposed. Error bars represent standard error. The * represents a significant difference between groups on pain estimation.

Chapitre 4 :

Mesure des corrélats neuronaux qui sous-tendent la sous-estimation de la douleur d'autrui à la suite d'une exposition répétée à la douleur de l'autre

Running head: Brain reactivity to pain observation

Neural correlates of pain observation after repeated exposure to intense facial expressions of pain

Mathieu Grégoire^{1,2,3}, Michel-Pierre Coll^{1,2,3}, Fanny Eugène^{2,3}, Kenneth M. Prkachin⁴ & Philip L. Jackson*^{1,2,3}

¹ École de psychologie, Faculté des sciences sociales, Université Laval, Québec, QC, Canada

²Centre interdisciplinaire de recherche en réadaptation et intégration sociale, Québec, QC, Canada

³Centre de recherche de l'Institut universitaire en santé mentale de Québec, Québec, QC, Canada

⁴University of Northern British Columbia, Department of Psychology, Prince George, BC, Canada

***Correspondance:**

Philip L. Jackson, Ph.D.,

Professor

École de psychologie,

Pavillon Félix-Antoine-Savard,

2325, rue des Bibliothèques

Université Laval, Québec (Québec) G1V 0A6

philip.jackson@psy.ulaval.ca

Tel: 418-656-2131 ext. 5151

Fax: 418-656-3646

Résumé

L'exposition répétée à la douleur d'autrui a souvent été suggérée comme un facteur impliqué dans la sous-estimation de la douleur des patients par les professionnels de la santé. Récemment, il a été démontré chez des participants contrôles, dans un cadre expérimental, qu'une exposition répétée à des expressions faciales de douleur intense diminue l'estimation subséquente de la douleur d'autrui. L'activité cérébrale lors de l'observation de la douleur des autres est bien définie, mais l'objectif de la présente étude était de déterminer les corrélats cérébraux qui sous-tendent la sous-estimation de la douleur pour autrui après une exposition répétée à des expressions faciales de douleur. 30 participants adultes sans formation de gestion de la douleur ont été recrutés et assignés au hasard au groupe exposé à la douleur ou au groupe contrôle exposé à des stimuli non-douloureux. Les participants devaient estimer la douleur pour autrui après avoir été exposé à une série d'image représentant des expressions faciales de douleur (faible ou élevé) ou des expressions faciales neutres (groupe contrôle). Le groupe exposé à la douleur a produit des évaluations plus faibles de l'intensité de la douleur observée que le groupe contrôle et a présenté moins d'activité dans l'insula antérieure bilatérale, le précunéus, le gyrus fusiforme, le sillon temporal supérieur et l'amygdale en réponse à la douleur des autres, par rapport au groupe exposé à la douleur. Ces résultats suggèrent que la sous-estimation de la douleur des autres observée immédiatement après une exposition répétée à la douleur d'autrui est associée à une diminution de l'activité dans les régions impliquées dans le traitement affectif de la douleur (insula bilatérale antérieure), mais aussi dans certaines régions associées au traitement cognitive de la douleur (STS, précunéus). Ces changements dans l'activité cérébrale pourrait être interprété comme une moins grande demande cognitive afin d'estimer la douleur des autres après une exposition répétée ou comme une habitude dans les réseaux neuronaux associés au traitement de la douleur des autres.

Mots clés: Exposition répétée à la douleur; Imagerie par résonance magnétique; système de la saillance; Sous-estimation de la douleur; Expressions faciales

Abstract

Recurrent exposure to others' pain has often been suggested as one factor implicated in the underestimation of pain in clinical contexts. It has been demonstrated experimentally, in non-healthcare workers, that repeated exposure to facial expressions of pain diminishes subsequent pain estimation in others. The pattern of cerebral response to the observation of pain in others is generally well defined but whether repeated exposure to pain changes this pattern has not been investigated. The objective of the present study was to determine using fMRI the changes in cerebral responses associated with the underestimation of pain in others, after repeated exposure to facial expressions of pain. 30 adults without pain management training were recruited and randomly assigned to a Pain-exposed or a Control group. Participants had to estimate pain in others after being exposed to a series of picture representing either others' pain facial expressions (low or high pain) or to no pain ones, both expressed by real patients. The Pain-exposed group provided lower estimates of observed pain intensity than controls. Pain-exposed group also showed less activation in the bilateral anterior insula, the precuneus, the fusiform gyrus, the superior temporal sulcus and the amygdala in response to others' pain compared to the controls group. These results suggest that the underestimation of pain in others observed immediately after repeated exposure to vicarious pain is associated with decreased activity in regions involved in the affective processing of pain (bilateral insula), but also in regions typically associated with cognitive processing of others' pain (precuneus, STS). These changes in cerebral activity after repeated exposure could be interpreted as a reduced cognitive demand to estimate others' pain after repeated exposure or as an habituation in the neural networks associated with others' pain processing.

Pain exposure; Functional magnetic resonance imaging; Threat signal; Pain underestimation; Facial Expression

General introduction

The perception of facial expressions plays an important role in social interactions (Haxby, Hoffman, & Gobbini, 2000) and communication (Ekman, 1999). In a pain communication context, facial expressions convey the majority of the information necessary for the observer to assess the intensity of the pain experienced by another person (Craig, 2009). The subjective nature of the pain experience makes its estimation by an observer difficult and this process can be biased. Multiple factors can modulate the expressiveness of individuals in pain, as well as the perception and estimation of pain by others (Craig, 2009). These factors include characteristics of the person in pain and of the observer, such as age and gender, and context-related variables, such as the nature of their relationship (Coll, Grégoire, Latimer, & Eugène, 2011; Grégoire, Coll, Eugène, & Jackson, 2012).

Several studies have shown that healthcare professionals tend to underestimate patients' pain, compared both to the patients' own estimates (see Prkachin et al., 2007 for a review) and to estimates made by individuals without clinical experience (Cheng et al., 2007). As healthcare professionals interact with many patients in pain on a daily basis, repeated exposure to others' pain has been suggested to play a role in pain underestimation in clinical settings (Jean Decety et al., 2010). This formulation is supported by studies showing that even brief exposure to displays of intense pain can bias subsequent detection and estimation of others' pain (Prkachin, Mass, & Mercer, 2004; Prkachin & Rocha, 2010; Grégoire et al., 2016). It was first demonstrated that repeated exposure to facial expressions of intense pain could diminish the subsequent detection of pain in rapidly presented facial expressions (Prkachin, Mass, & Mercer, 2004; Prkachin & Rocha, 2010). While this demonstrates an effect of exposure on the *detection* of pain, it does not provide a direct link between exposure and *estimation*, which involves possibly more complex and thoughtful processes, if only because of the timeline of stimuli presentation. To examine this link more specifically, a recent study used a similar paradigm in which participants were first exposed to facial

expressions of intense pain, and then asked to estimate the intensity of pain displayed in other facial expressions using a visual analogue scale (VAS) (Grégoire et al., accepted). The findings confirmed that repeated exposure to others' pain could lead to a diminution of others' pain estimation, compared to repeated exposure to neutral facial expressions.

Only a few studies have examined the neural processes that could explain clinician's underestimation of patients' pain (Cheng et al., 2007; Jean Decety et al., 2010). In one study (Cheng et al., 2007), physicians with experience in acupuncture and a group of participants with no medical experience were shown images of individuals receiving painful needle pricks. In addition to rating the observed pain as less intense than the control group participants, physicians showed less activity, during the observation of pain stimuli, in the anterior insula and the anterior cingulate cortex (ACC), two regions strongly associated with processing the affective dimension of pain (Lamm, Decety, & Singer, 2011). Also, they presented higher activation in regions associated with cognitive control and emotion inhibition such as medial prefrontal cortex (mPFC), superior prefrontal cortex (sPFC) and temporo-parietal junction (TPJ). The last structure is known to be more associated with mentalizing. As pain intensity ratings were found to correlate positively with anterior insula and ACC activity, and negatively with mPFC activity, these results suggest that underestimation of pain in others could reflect increased regulatory processes in physicians, which could decrease their affective response to others' pain. It is possible that the differences observed by Cheng et al (2007) between the neural response of physicians and control to others' pain, result from the physicians repeated exposure to pain. However, this study did not allow isolating the impact of repeated exposure from other variables such as experience in pain management.

A recent experimental study demonstrated that repeated exposure to stimuli showing limbs in painful situations was associated with a decrease in the neural response to this type of stimuli in regions associated with pain processing

(subgenual anterior insula, dorsal posterior cingulate cortex, inferior parietal lobule, cerebellum and supplementary motor area), which was interpreted as a form of neural habituation to others' pain (Preis, Kröner-Herwig, Schmidt-Samoa, Dechent, & Barke, 2015). However, this study did not use facial expressions of pain, but only limbs. Limbs in pain mostly represent pain-inducing events in comparison to pain expression and this distinction could have an impact on the effect of repeated exposure "neural habituation". Indeed, observation of limbs in pain and facial expressions of pain lead to partly different brain activity in the observer (Vachon-Preseu et al., 2012). Facial expressions of pain compared to hands or foot in pain elicited more BOLD activation in mPFC, precuneus and superior temporal sulcus (STS). These regions are also known to be involved in mentalizing, which refers to the ability to infer mental state in somebody else (Achim, Ouellet, Roy, & Jackson, 2012). It is thus possible that, compared to repeated exposure to limbs in pain, repeated exposure to facial expressions of pain produce habituation in regions associated with the processing of socio-affective cues (e.g., anterior instead of posterior insula). This could have modulate pain estimation but also empathy for pain in others. Different works also found activation in the amygdala during vicarious pain perception, this region being notably associated to the processing of threatening stimuli, including pain (Singer et al., 2008; Vachon-Preseu et al., 2012). As mentioned earlier, facial expressions convey the majority of the information necessary for the observer to assess the intensity of the pain experienced by another person (Craig, 2009) and for this reason, it is important to understand the neural mechanisms underlying its underestimation after repeated exposure.

This study had two aims. The first one was to replicate behavioral results from Grégoire and collaborators (in press), which demonstrated the repeated exposure to others' intense facial expressions of pain led to subsequent underestimation of others' pain. The second one was to explore the impact of repeated exposure to others' pain conveyed through facial expressions, on the cerebral response to others' facial expressions of pain. It was hypothesized that,

after repeated exposure to others' pain, participants would show diminished activity in regions associated to the affective processing of pain, i.e. dorsal anterior cingulate cortex (dACC) and anterior insula cortex compared to a group not exposed to pain. It was also proposed to examine whether this neural habituation was associated with the reduced estimation of others' pain previously observed after repeated exposure. It was hypothesized that subjects exposed to facial expressions of intense pain would subsequently provide diminished estimations of others' pain intensity, and that these pain intensity estimates would be positively correlated with activity in the dACC and anterior insula.

Methods

Participants

30 participants (15 females) aged between 20 and 42 years old ($M = 27.6$, $SD = 4.2$) were recruited from the Laval University students and employee mailing lists, and pseudo-randomly assigned to one of two groups: a Control group (CT) and a Pain-Exposed (PE) group. The proportion of men and women in each group was controlled for (50% in each group). Participants had never participated in an experiment on pain, did not report any health or mental health problems and had no contraindication related to the Magnetic Resonance Imaging (MRI) setting. To ensure a certain control over previous exposure to others' pain, participants were excluded if they had any experience as a healthcare professional, or if their partner or children suffered from chronic pain. The ethics board of the *Institut de réadaptation en déficience physique de Québec* approved this study and participants provided written informed consent. Participants received a monetary compensation for their participation (50 Can\$).

Stimuli

Exposure stimuli:

Two sets of short video clips (800 ms; 24 frames presented at 30 frames/s) were used in this experiment, one for the pain-exposed group and one for the control group. The first one was composed of facial expressions of high levels of pain. All clips were selected from the UNBC-McMaster Shoulder Pain Expression Archive Database (Lucey, Cohn, Prkachin, Solomon, & Matthews, 2011). Twelve different video clips were used, depicting twelve adult shoulder-pain patients (six men and six women) expressing high levels of pain while doing shoulder exercises. Each clip looped six times to create a 4800 ms exposure stimulus. High-pain was defined as a score of 10 or more on the Index of Facial Pain Expression (IFPE; Prkachin & Solomon, 2008). This scale of intensity for painful facial expressions is based on the Facial Action Coding System (FACS) developed by Ekman and Friesen (1972) and varies between 0 and 16. A score of 0 indicates that none of the facial action units associated with pain are present in the facial expression while a score of 16 indicates that all units are present at maximum intensity. The second set was composed of neutral facial expressions' clips (IFPE score of zero) depicting the same patients, using the same timing parameters.

Test frames:

Test frames were selected from the same database (Lucey, Cohn, Prkachin, Solomon, & Matthews, 2011), using images from 20 different patients (10 males and 10 females). Two levels of pain were used for the test frames in order to induce variability in the estimation of pain: Low (IFPE score of 5 or 6) and High (IFPE score of 10 or more). Neutral frames showed facial expressions with an IFPE score of 0. There were 18 stimuli in each test frames' condition (neutral, low and high pain).

Pain Evaluation Task

The task consisted of three blocks of 36 trials each. Each trial began with a fixation cross with a jittered duration of 1000 to 6000 ms (mean = 2800 ms),

followed by a 4800 ms exposure pain clip for the experimental group or by a 4800 ms exposure neutral clip for the control group. Then, for all participants a second fixation cross was presented (variable duration; geometric distribution), followed by a 2000 ms test frame depicting a Neutral, Low pain, or High pain facial expression. Conditions were presented in a fully randomized order for each participant. Test frames were each followed by a visual analog scale (VAS) on which participants were asked to evaluate the intensity of the pain perceived in the facial expression, using two keys of the keyboard to move the cursor on the VAS. The cursor appeared randomly on the scale for each trial. The left extremity of the VAS was labeled “no pain” [French: *aucune douleur*] and the other end was labeled “worst imaginable pain” [French: *pire douleur imaginable*]. The VAS was displayed for 4000 ms. A schematic representation of the task is shown in Figure 1. E-Prime 2.0 (Psychology Software Tools Inc.) was used for the presentation of the task.

- Insert Figure 1 about here -

functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI) parameters

Imaging data were acquired using a 3T Philips Achieva with a standard 8-channel head coil. At the beginning of the session, a seven-minute anatomical scan was acquired. This T1-weighted structural MRI was acquired using a MPRAGE sequence (TR = 8.2 ms, TE = 3.7 ms, FoV= 250 mm, flip angle = 8 degrees, 256×256 matrix, 180 slices/volume, slice thickness = 1mm, no gap). The pain evaluation task was performed during functional MRI acquisition, which consisted of three runs. Changes in blood oxygenation level-dependent (BOLD) T2* weighted MR signal were measured using a gradient echo-planar imaging (EPI) sequence (repetition time TR = 3000 ms, echo time TE = 35 ms, FoV= 230 mm, flip angle = 90 degrees, 96×96 matrix). During each run, a total of 210 volumes were acquired along the AC–PC plane, each consisting of 45 interleaved axial slices of 3.00 mm (no gap, voxel size = 2.4 mm×2.4 mm×3 mm).

Questionnaires

Interpersonal Reactivity Index

The French translation (Gilet, Mella, Studer, Grünh, & Labouvie-Vief, 2013) of the *Interpersonal Reactivity Index* (IRI; Davis, 1980) was used in this study. This is a questionnaire of trait empathy comprising 28 items divided in four subscales: *Fantasy*, *Perspective Taking*, *Empathic Concern* and *Personal Distress*. Participants provided their answers to the different items using a numerical scale that ranged from A (*Does not describe me well [Ne me décrit pas du tout]*) to E (*Describes me very well [Me décrit très bien]*).

Pain Catastrophizing Scale

The PCS (Michael J. L. Sullivan et al., 1995) is a self-reported questionnaire of 13 items measuring pain catastrophizing; i.e. tendency to exaggerate the threat value of pain (Chaves & Brown, 1978), in diverse situations. Items are sorted under three categories: *rumination* (“*I can’t stop thinking about how much it hurts*”), *magnification* (“*I worry that something serious may happen*”), and *helplessness* (“*It’s awful and I feel that it overwhelms me*”) (definition from PCS user manual, Sullivan, 1995). For each item, the participant must indicate, on a scale from 0 (*not at all, [Pas du tout]*) to 4 (*all the time, [Tout le temps]*), how often or to what degree they experience the emotion or thought described when they are in pain. The maximum score is 52 and a higher score represents a higher catastrophization of pain.

Procedure

First, the participants gave their written informed consent. Before entering the scanner, participants completed a training block of four trials on a computer,

which were different from the trials of the task inside the scanner, and they were asked to answer on a keyboard instead of using a response glove. Once the participants completed the training trials, they were invited to lie on their back on the scanner table, and were instructed to remain still during the whole experiment. Their head was stabilized with a band over their forehead and earplugs were given to reduce the loud noise produced by the scanner. The response glove was installed on their right hand. Inside the magnet bore, a set of mirrors allowed the participants to see the task projected onto a screen placed behind the scanner. After the structural scan was acquired, instructions for the task were repeated to the participants. Then, participants completed three functional runs. Finally, they completed the questionnaires outside of the scanner. The experimental session had a total duration of approximately one hour.

Analyses

Behavioral data analyses

Pain intensity ratings on the VAS scale were transposed on a scale from 0 (no pain) to 100 (worst pain imaginable) based on the cursor position in pixels. A 2 (Group: CT, PE) X 2 (Pain level: low, high) mixed design ANOVA was carried out on pain intensity ratings. As the objective was to test the impact of pain exposure on the estimation of pain intensity, ratings for the neutral condition were not taken into account in this analysis. However, the neutral condition was used to ensure that participants were able to discriminate between pain and neutral conditions. There was no difference between groups on neutral pain estimation: $t(28) = .693$, $p = .494$ ($M_{CT} = 10.7$, $SD = 7.8$; $M_{PE} = 8.70$, $SD = 8.1$).

Questionnaires

Pearson correlations between each subscale of the questionnaires (4 of the IRI and 3 of PCS) and pain intensity estimation (average of low and high pain estimation) were computed. Due to the high number of correlations (7), alpha was

set to $p = .01$ (.05 / 7 rounded up). Moreover, a MANOVA between both groups on the 7 subscales of the questionnaires was led in order to determine if there was a between group difference on these traits.

fMRI preprocessing and analyses

fMRI analyses were performed with SPM8 (Statistical Parametric Mapping; London, UK) within MATLAB 2013 (MathWorks, Massachusetts, USA). Functional images were preprocessed with interleaved slice-timing correction, realignment to the first image, coregistered and spatially normalized into the MNI space with the same parameters determined during the normalization of the structural images. Finally, spatial smoothing was performed on functional images using a 8 mm full width half maximum Gaussian kernel. A high-pass temporal filter (cutoff = 128 s) was applied. Test frame, exposure period and pain estimation period (VAS timing) for each pain level conditions were entered as separate regressors in the general linear model. Anatomical labels of activation clusters were defined using the Anatomy toolbox in SPM.

For each participant, a contrast was created to compare neural activation during pain and neutral test frames. Low and high pain test frames were pooled together in order to contrast painful stimuli to non-painful ones. These 'Pain vs No Pain' contrasts were then entered into a one-sample t-test including all participants of the study. The objective was to ensure that the activity during observation of Pain conditions compared to Neutral ones resulted in maps similar to the ones well-known in the literature (Jackson et al., 2005, 2006; Lamm et al., 2011; Lloyd et al., 2004; Singer et al., 2004). Then, the same Pain vs. No Pain contrasts were entered into second-level within- and between-group analyses. Neural activation associated with pain observation during the test frames was assessed within each group by entering these first-level contrasts into one-sample t-tests. The interaction between Group (CT; PE) and pain condition (Pain vs. No pain) was tested using two-sample t-tests defined as followed: (CT [Pain vs. No pain]) vs. (PE [Pain vs.

No pain]). Analysis of Functional Neuroimage software's 3dClustSim (Cox, 1996) was used in order to correct for multiple comparisons measuring a cluster extent threshold with 10 000 Monte Carlo simulations taking into account whole-brain search volume and estimated spatial smoothness on each axis. It was determined that a cluster size of 81 voxels with a voxel-wise uncorrected p -value threshold of 0.001 corresponded to a cluster-size corrected alpha of 0.05.

Based on the hypotheses, four regions of interest were analyzed, the bilateral anterior insula and the bilateral dorsal ACC, in order to correlate the betas (activation values) of each regions of interest for each group with the pain estimation. Anatomical ROI of these regions were used (Slavich, Way, Eisenberger, & Taylor, 2010). In order to investigate the relationship between BOLD activity associated with pain observation and pain intensity ratings, parameter estimates were extracted from regions of interest (ROI) using Marsbar (Brett, Anton, Valabregue, & Poline, 2002). Parameter estimates (betas) for each region were correlated with Pain and Neutral frames averaged estimations of intensity for each participants.

Results

Behavioral results

The ANOVA yielded a significant main effect of Group on pain estimation as the Pain-exposed group provided lower intensity ratings for facial expressions of pain than Controls (M PE group = 31.0, SD = 4.1; M CT group = 44.0, SD = 3.9; $F(1,28) = 5.135$, $p = .032$, partial eta square = .160). There was also a significant main effect of Pain Level as high pain was evaluated as more painful than low pain $F(1,28) = 86.20$, $p < .01$, partial eta squared = .761. There was no interaction between Group and Pain levels ($F(1,26) = .349$, $p = .568$, eta = .012).

- Insert Figure 2 about here -

fMRI results

One sample t-test Pain vs. No Pain

The results of this analysis for the Pain > No Pain contrast revealed significantly more activity in the Pain condition compared to the No Pain condition in the thalamus, the precuneus, the left supplementary motor area (SMA) with a cluster extending in the ACC, the bilateral insula, the right inferior parietal lobule, the right inferior frontal gyrus (pars triangulis and opercularis), and the left premotor cortex. Significant difference in activity was also shown in the occipital cortex (V3d) (see figure 3). The No Pain > Pain contrast revealed no significant peaks of activity.

- Insert Figure 3 about here -

Between Group Interaction of Pain vs. No Pain contrast

The main objective of this study was to examine the neuronal substrates associated with the underestimation of pain following repeated exposure to vicarious pain. In order to reveal the differential activity related to the effect of repeated exposure, an interaction analysis was calculated for the two contrasts of interest. The interaction (CT (Pain vs. No pain)) vs. (PE (Pain vs. No pain)) revealed that the Pain-exposed group, compared to the Control group, had significantly less activation in the right post-central gyrus and significantly more activation in the right dorsal ACC. Table 1a presents the cluster peaks associated with these contrasts.

- Insert Figure 4 and Table 1 about here -

Within Groups Contrasts

In order to decompose the interaction, (CT (Pain vs. No pain)) vs. (PE (Pain vs. No pain)), the Pain vs. No pain contrast was tested within groups with the same

correction as for the interaction analysis. This contrast in Controls resulted in a single significant cluster of activation located in the amygdala. In the Pain-exposed group, the same contrast resulted in numerous significant activations namely the bilateral inferior parietal lobule (IPL) the bilateral medial prefrontal cortex (mPFC), the right putamen, bilateral inferior frontal gyrus (IFG), the bilateral anterior insula, the caudate nucleus, the lingual gyrus and the right thalamus. Table 1b presents all significant clusters in the within-group contrasts.

A posteriori main effect of Pain and No Pain conditions

In order to decompose the interaction between Group and Pain level presented above, a posteriori, simple contrasts were performed between groups to compare neural activation during pain and neutral test frames over an implicit baseline. For these contrasts, the same cluster size correction of 81 voxels at $p = .001$ was used in order to stay consistent with the other analyses. Figure 5 presents activation maps for both following contrasts.

Difference between groups for the Pain condition

The simple between-group contrasts performed on neural activation during Pain test frames showed that Controls had significantly more activation than the Pain-exposed group in several structures implicated in pain processing, namely the bilateral superior temporal gyrus extending in the insula, the superior temporal sulcus, the mid-temporal sulcus extending in the amygdala and the precuneus extending in the posterior cingulate cortex. There was also a cluster of activation in the occipital lobe, more specifically in V3d. The contrast PE > CT revealed no significant suprathreshold cluster.

Difference between groups for the No pain condition

The simple between-group contrasts performed on activation maps during neutral test frames showed that Controls had significantly more activation than the Pain-exposed group in the left superior temporal gyrus extending in the left insula.

The PE > CT contrast once again revealed no suprathreshold cluster. Table 2 presents the cluster peaks activation for the last two contrasts.

- Insert Figure 5 about here -

Questionnaires

A MANOVA was performed to compare scores on the subscales of each questionnaire (PCS and IRI) between groups. There was no difference between the two groups on any of the questionnaires' subscales (all p s > .01). Two-way Pearson correlations were also performed between scores on each subscale and pain intensity ratings. There was no significant correlation between pain intensity ratings and any of the subscales of the questionnaires.

Correlations between Pain intensity and betas of ROI

First, a whole-brain regression analysis with $p = .001$ uncorrected on Pain vs. No Pain condition with pain estimation during the task as covariate was done. This analysis revealed no significant association between cerebral activity and results of the task, neither for the CT or PE groups, nor for the whole sample taken together. Secondly, betas in bilateral anterior insula and dorsal cingular cortex were extracted for the pain > no pain contrast in each subjects. No significant correlations were obtained between the parameter estimates of each of these regions during pain and no pain conditions with the pain estimation in others for each group.

Discussion

The behavioral results replicated those obtained in a previous study using the same paradigm and stimuli (Grégoire et al., in press), confirming the

hypothesis that repeated exposure to facial expressions of high pain diminishes the subsequent estimation of similar or lower levels of pain in others. Repeated exposure to facial expressions of others' pain was shown to affect low-level processes of stimuli classification, such as the detection of others' pain (Prkachin et al., 2004; Prkachin & Rocha, 2010), but the current study extends the previous works showing that it also impacts higher-processes such as pain estimation in others. Indeed, the findings suggest that the perceptual or attentional processing of pain expressions are not the only processes biased by repeated exposure, but that this exposure also produces changes in top-down appraisal of these expressions. These processes could rely on executive functions, self-regulation or attention (Craig et al., 2010). For an exhaustive discussion on the diminished estimation of pain in others after repeated exposure to facial expressions of pain, please see Grégoire et al. (in press; Chapter 3).

The activation map from the contrast Pain vs. No Pain over the whole sample showed an activity pattern coherent with the well-documented difference in activity seen in several regions of the pain matrix during pain observations compared to neutral stimuli observations. Notably, this contrast showed that observing pain in others compared to neutral facial expressions led to an increased activity in bilateral insula and the ACC (Jackson et al., 2006; Lamm et al., 2011; Lloyd et al., 2004; Singer et al., 2004). This result ensured that results obtained subsequently were underpinned by repeated exposure to others' pain.

It was hypothesized that regions implicated in the processing of affective components of pain (dorsal ACC, anterior insula) would be less activated when observing facial expressions of pain after exposure to others' pain stimuli than after exposure to neutral stimuli. Effectively, a region showed reduced activation in the Pain-exposed group, compared to the Control group, however, it was the right post-central gyrus. This region is implicated in the somatosensory response to self-pain and was not expected to be more activated in Controls. However, it has been shown that the somatosensory cortices activity could be modulated by exposure

to others pain (Bufalari, Aprile, Avenanti, Di Russo, & Aglioti, 2007; Cheng, Yang, Lin, Lee, & Decety, 2008). In the present study, the result of this analysis suggests a dampened somatic resonance to the pain of others after repeated exposure to others pain. On the other hand, in the contrast Pain-exposed > Controls, there was an activation cluster in the dACC. The dorsal ACC is known to be involved in directing attention to painful stimuli (Spunt, Lieberman, Cohen, & Eisenberger, 2012; Zaki, Ochsner, Hanelin, Wager, & Mackey, 2007a). This region was expected to be more activated in Controls because, after repeated exposure to pain, there should be habituation to painful stimuli in the Pain-exposed group which should make pain stimuli less salient for the Pain-exposed group (Preis et al., 2015). However, in order to shed more light on this finding, it seems necessary to discuss the results from the between group analysis on No pain condition only.

In order to explore the brain reactivity during only neutral stimuli observation, a between group contrast on No pain frames over implicit baseline has been realized. It is then possible to highlight an unexpected dampening of activity in regions associated to the affective processing of pain in the Pain-exposed group, in comparison to the control group, during neutral frames observation as well as during pain observation. This difference in activity could be interpreted as a saturation of neural networks implicated in pain processing for the Pain-exposed group during exposure. Thus, in order to produce a significant change in activation in these regions, target stimuli need to be more intense. In this case, in Pain-exposed individuals, neutral stimulus would not be salient enough to produce brain activation in the pain matrix region, in comparison to the control group. An alternate interpretation could be that Pain-exposed individuals become, in some way, experts in discriminating pain from neutral stimuli and regions implicated in the affective sharing of pain (ACC, anterior insula) become less activated when observing pain. In other words, controls would necessitate more cerebral resources in order to make an accurate discrimination and estimation of neutral and pain stimuli. Some studies report this type of reduced activity in subjects with pain expertise (Cheng et al., 2007; Decety et al., 2010),

however, this reduced activity was associated with increased activity in emotion regulation regions such as dorso-lateral prefrontal cortex. This increased activity is suggested to represent greater top-down processes in pain experts. Here, there was no increase in these regions associated with top-down processes in Pain-exposed. It is then more possible that this reduced activity, compared to the control group, in affective regions of pain during neutral frame observation is related to saturation of neural networks associated to perception of pain, notably threat characteristics. Indeed, some “neutral” faces can be threatening as subjects are not smiling or looking relax, perhaps because the clips were taken from patients in a context of treatment. So, the dampened reactivity to neutral stimuli in Pain-exposed participants could be associated to a reduced reactivity to the saliency of different characteristics of the facial expressions. However, this interpretation must be nuanced as in the present study, “expertise” of the participant in the pain-exposed group is not deeply rooted like years of pain management experience.

Finally, the main hypothesis on changes in neuronal activity associated to repeated pain exposure was partially confirmed as, when comparing both groups during the observation of pain frames, Controls presented greater BOLD responses in regions associated to pain processing than the Pain-exposed group. The activation map resulting from this contrast is very similar to what other studies on pain observation demonstrated before (Matthew Botvinick et al., 2005; Jackson et al., 2005; Simon et al., 2006; Singer et al., 2004; Zaki, Ochsner, Hanelin, Wager, & Mackey, 2007b). More specifically, repeated exposure to others’ pain led to a reduced response to subsequent pain observation in the bilateral anterior insula, the superior temporal sulcus, the fusiform gyrus and the precuneus. The reduced activity in bilateral anterior insula was expected and, as mentioned previously, suggests a dampened reactivity in regions associated with processing of affective component of pain. Significant reduced activity after repeated exposure in other regions such as the precuneus and the STS were, however, not expected. The precuneus, along with the medial prefrontal cortex is known to be involved in mentalizing and more specifically in the interpretation of the emotional meaning

and movement with social connotation (Grosbras, Laird, & Paus, 2005; Zaki et al., 2007a), but also to self-referential thoughts (Buckner, Andrews - Hanna, & Schacter, 2008; Frith & Frith, 2006; Gallagher & Frith, 2003) The social-emotional dimension of facial expressions of pain, compared to limbs in painful situations, is known to produce a greater activation in the precuneus (Vachon-Preseu et al., 2012). Changes in the STS are congruent with other works that have shown that this region is involved in the attribution of emotional states in others (Frith & Frith, 2006). Taken together, these results suggest that repeated exposure to others' pain, in addition to changes in the activity of regions associated to affective components of pain processing, produces changes in regions associated to cognitive aspects of processing others' pain, notably mentalizing (Jackson et al., 2006a). Moreover, it is in part coherent with the works of Preis (2015) who demonstrated a habituation effect after exposure to pain in most of these regions associated with cognitive processing of others' pain.

As mentioned in other behavioral studies using similar designs (Prkachin et al., 2004; 2010), the results presented here were obtained in an experimental setting and cannot be assumed to reflect what would be observed in clinical setting. However, facial expressions of pain expressed by real patients lead to the production of data one step closer from the real life experience. Another limit of the experiment is that it was not possible to have a reliable data of the previous experience to other people pain exposure. Subjects were screened not to be parents or spouse of chronic pain patient or healthcare professionals, but other previous experience of pain could also bias the present results. In the same vein, it would be interesting to test this protocol with spouses of chronic pain patients, known to overestimate the pain of their loved one (Redinbaugh et al., 2002).

Conclusion

This study brings new insight on the behavioral and neuronal activity changes after repeated exposure to others' pain. By isolating the repeated exposure factor, it adds important information to the pain communication model (Craig, 2009) while confirming that an experimental setting with a relatively short exposure can lead to measurable impacts on others' pain estimation. Dampened activity in regions responsible for the processing of affective, but also cognitive components of pain after repeated exposure, suggests that pain underestimation could be driven by habituation to others' pain observation or that repeated exposure leads to a form of expertise in pain estimation which necessitate less cerebral resources. Finally, the notion of acute vs. chronic pain exposure will need to be tested in future studies in order to transfer the results of this study to healthcare professionals or informal caregivers. Moreover, a next step would be to determine whether this underestimation of pain in others has a measurable impact on prosocial behavior, such as an adequate treatment of pain.

Acknowledgments

The authors would like to thank Gabrielle Teyssier-Roberge for her technical contribution to the experimentation. This study was funded by grants from the Canadian Institutes of Health Research (CIHR) attributed to PLJ and KP and from Canadian Foundation for Innovation Leaders Opportunity Fund to PLJ. PLP received salary awards from CIHR and Fonds de recherché du Québec - Santé (FRQ-S). Mathieu Grégoire and Michel-Pierre Coll received doctoral scholarships from the FRQ-S and the CIHR, respectively. The authors want to thank the Consortium en Imagerie et Neurosciences de Québec (CINQ) and Brain Canada for their financial support.

References

- Achim, A. M., Ouellet, R., Roy, M.-A., & Jackson, P. L. (2012). Mentalizing in first-episode psychosis. *Psychiatry Research, 196*(2), 207–213.
- Botvinick, M., Jha, A. P., Bylsma, L. M., Fabian, S. a, Solomon, P. E., & Prkachin, K. M. (2005). Viewing facial expressions of pain engages cortical areas involved in the direct experience of pain. *NeuroImage, 25*(1), 312–9.
- Buckner, R. L., Andrews-Hanna, J. R., & Schacter, D. L. (2008). The brain's default network. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1124*(1), 1–38.
- Bufalari, I., Aprile, T., Avenanti, a., Di Russo, F., & Aglioti, S. M. (2007). Empathy for Pain and Touch in the Human Somatosensory Cortex. *Cerebral Cortex, 17*(11), 2553–2561.
- Cheng, Y., Lin, C.-P., Liu, H.-L., Hsu, Y.-Y., Lim, K.-E., Hung, D., & Decety, J. (2007). Expertise modulates the perception of pain in others. *Curr Biol.*
- Cheng, Y., Yang, C.-Y., Lin, C.-P., Lee, P.-L., & Decety, J. (2008). The perception of pain in others suppresses somatosensory oscillations: a magnetoencephalography study. *Neuroimage, 40*(4), 1833–1840.
- Coll, M., Grégoire, M., Latimer, M., & Eugène, F. (n.d.). Perception of pain in others : implication for caregivers. *Pain, 1*(2011), 257–265.
- Coran, J. J., Koropecykj-Cox, T., & Arnold, C. L. (2013). Are Physicians and Patients in Agreement? Exploring Dyadic Concordance. *Health Education & Behavior, 40*(5), 603–611.
- Cox, R. W. (1996). AFNI: software for analysis and visualization of functional magnetic resonance neuroimages. *Computers and Biomedical Research, 29*(3), 162–173.
- Craig, K. D. (2009). The social communication model of pain. *Canadian Psychology/Psychologie Canadienne, 50*(1), 22–32.
- Decety, J., Yang, C.-Y., & Cheng, Y. (2010). Physicians down-regulate their pain empathy response: an event-related brain potential study. *NeuroImage, 50*(4), 1676–82.
- Deyo, K. S., Prkachin, K. M., & Mercer, S. R. (2004). Development of sensitivity to facial expression of pain. *Pain, 107*(1), 16–21.
- Frith, C. D., & Frith, U. (2006). The neural basis of mentalizing. *Neuron, 50*(4), 531–534.
- Gallagher, H. L., & Frith, C. D. (2003). Functional imaging of “theory of mind.” *Trends in Cognitive Sciences, 7*(2), 77–83.
- Gilet, A.-L., Mella, N., Studer, J., Grünh, D., & Labouvie-Vief, G. (2013). Assessing dispositional empathy in adults: A French validation of the Interpersonal Reactivity Index (IRI). *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue Canadienne Des Sciences Du Comportement, 45*(1), 42–48.

- Grégoire, M., Coll, M.-P., B-Tremblay, M.-P., Prkachin, K. & Jackson, P.L. (Accepted). Repeated exposure to others' pain reduces vicarious pain intensity estimation. *European Journal of Pain*.
- Grégoire, M., Coll, M.-P., Eugène, F., & Jackson, P. L. (2012). Revue des facteurs qui modulent les réponses cérébrale et comportementale à la douleur d'autrui. *Douleurs : Evaluation - Diagnostic - Traitement*, 13(5), 212–218.
- Grosbras, M., Laird, A. R., & Paus, T. (2005). Cortical regions involved in eye movements, shifts of attention, and gaze perception. *Human Brain Mapping*, 25(1), 140–154.
- Haxby, J. V, Hoffman, E. A., & Gobbini, M. I. (2000). The distributed human neural system for face perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(6), 223–233.
- Jackson, P. L., Meltzoff, A. N., & Decety, J. (2005). How do we perceive the pain of others? A window into the neural processes involved in empathy. *NeuroImage*, 24(3), 771–9.
- Jackson, P. L., Meltzoff, A. N., & Decety, J. (2006). Neural circuits involved in imitation and perspective-taking. *NeuroImage*, 31(1), 429–39.
- Kappesser, J., Williams, A. C. D. C., & Prkachin, K. M. (2006). Testing two accounts of pain underestimation. *Pain*, 124(1-2), 109–16.
- Lamm, C., Decety, J., & Singer, T. (2011). NeuroImage Meta-analytic evidence for common and distinct neural networks associated with directly experienced pain and empathy for pain. *Baseline*, 54, 2492–2502.
- Lloyd, D., Di Pellegrino, G., & Roberts, N. (2004). Vicarious responses to pain in anterior cingulate cortex: is empathy a multisensory issue? *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 4(2), 270–278.
- Lucey, P., Cohn, J. F., Prkachin, K. M., Solomon, P. E., & Matthews, I. (2011). Painful data: The UNBC-McMaster shoulder pain expression archive database. *2011 IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition and Workshops, FG 2011*, 57–64.
- Preis, M. a., Kröner-Herwig, B., Schmidt-Samoa, C., Dechent, P., & Barke, A. (2015). Neural Correlates of Empathy with Pain Show Habituation Effects. An fMRI Study. *Plos One*, 10(8), e0137056.
- Prkachin, K. M., Mass, H., & Mercer, S. R. (2004). Effects of exposure on perception of pain expression. *Pain*, 111(1-2), 8–12.
- Prkachin, K. M., & Rocha, E. M. (2010). High levels of vicarious exposure bias pain judgments. *The Journal of Pain : Official Journal of the American Pain Society*, 11(9), 904–9.
- Prkachin, K. M., & Solomon, P. E. (2008). The structure, reliability and validity of pain expression: evidence from patients with shoulder pain. *Pain*, 139(2), 267–74.
- Redinbaugh, E. M., Baum, A., DeMoss, C., Fello, M., & Arnold, R. (2002). Factors associated with the accuracy of family caregiver estimates of patient pain.

Journal of Pain and Symptom Management, 23(1), 31–8.

- Simon, D., Craig, K. D., Miltner, W. H. R., & Rainville, P. (2006). Brain responses to dynamic facial expressions of pain. *Pain*, 126(1-3), 309–18.
- Singer, T., Seymour, B., O’Doherty, J., Kaube, H., Dolan, R. J., & Frith, C. D. (2004). Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science (New York, N.Y.)*, 303(5661), 1157–62.
- Singer, T., Snozzi, R., Bird, G., Silani, G., Heinrichs, M., & Dolan, R. J. (2008). Effects of Oxytocin and Prosocial Behavior on Brain Responses to Direct and Vicariously Experienced Pain. *Emotion*, 8(6), 781–791.
- Slavich, G. M., Way, B. M., Eisenberger, N. I., & Taylor, S. E. (2010). Neural sensitivity to social rejection is associated with inflammatory responses to social stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(33), 14817–14822.
- Spunt, R. P., Lieberman, M. D., Cohen, J. R., & Eisenberger, N. I. (2012). The phenomenology of error processing: the dorsal ACC response to stop-signal errors tracks reports of negative affect. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24(8), 1753–1765.
- Sullivan, M. J. L., Bishop, S. R., & Pivik, J. (1995). The Pain Catastrophizing Scale: Development and validation. *Psychological Assessment*, 7(4), 524–532.
- Vachon-Preseau, E., Roy, M., Martel, M.-O., Albouy, G., Chen, J., Budell, L., Sullivan, M.J., Jackson, P.L. & Rainville, P. (2012). Neural processing of sensory and emotional-communicative information associated with the perception of vicarious pain. *Neuroimage*, 63(1), 54–62.
- Zaki, J., Ochsner, K. N., Hanelin, J., Wager, T. D., & Mackey, S. C. (2007a). Different circuits for different pain: patterns of functional connectivity reveal distinct networks for processing pain in self and others. *Social Neuroscience*, 2(3-4), 276–291.
- Zaki, J., Ochsner, K. N., Hanelin, J., Wager, T. D., & Mackey, S. C. (2007b). Different circuits for different pain: patterns of functional connectivity reveal distinct networks for processing pain in self and others. *Social Neuroscience*, 2(January 2015), 276–291.

Figure Legends

Figure 1. Schematic representation of the task with timings.

Figure 2. Behavioral results of the pain estimation task

Figure 3. Activation map of the one sample *t*-test with all subjects over Pain vs. No Pain conditions

Figure 4. Activation map of the interaction Controls (Pain > No Pain) > Pain-Exposed (Pain > No Pain)

Figure 5. Decomposition of the main effect of Condition (Pain and No Pain) between both groups (Controls vs. Pain Exposed)

Table 1. Activation peaks for each of the analysis of the study.

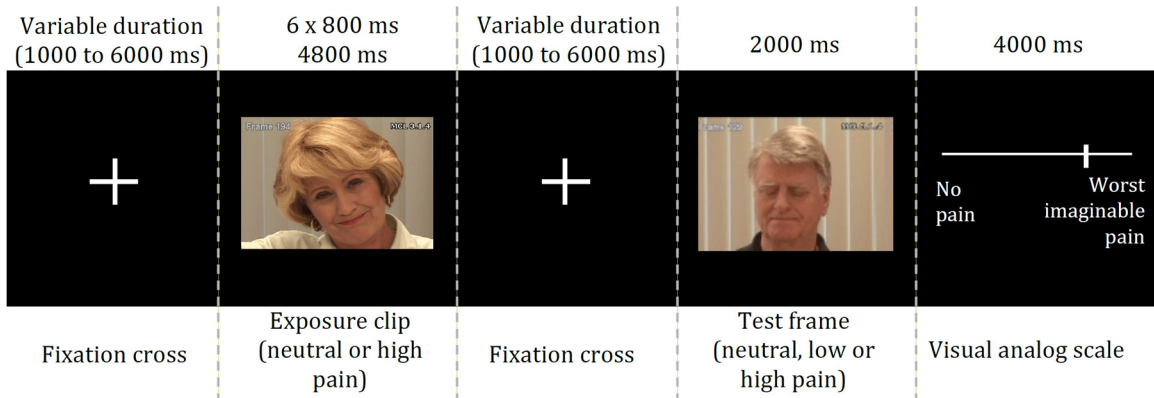


Figure 1. Schematic representation of the experimental task. Participant first saw a fixation cross (variable duration ; jittered 1000 ms to 6000 ms) followed by the exposure clip (800 ms) that was repeated 6 times, showing a neutral facial expression for the control group or high pain for the experimental group. Then, there was another fixation cross, a test frame (2000 ms), showing a neutral facial expression, low pain or high pain, and a visual analog scale to evaluate the pain they perceive in the test frame (4000 ms).

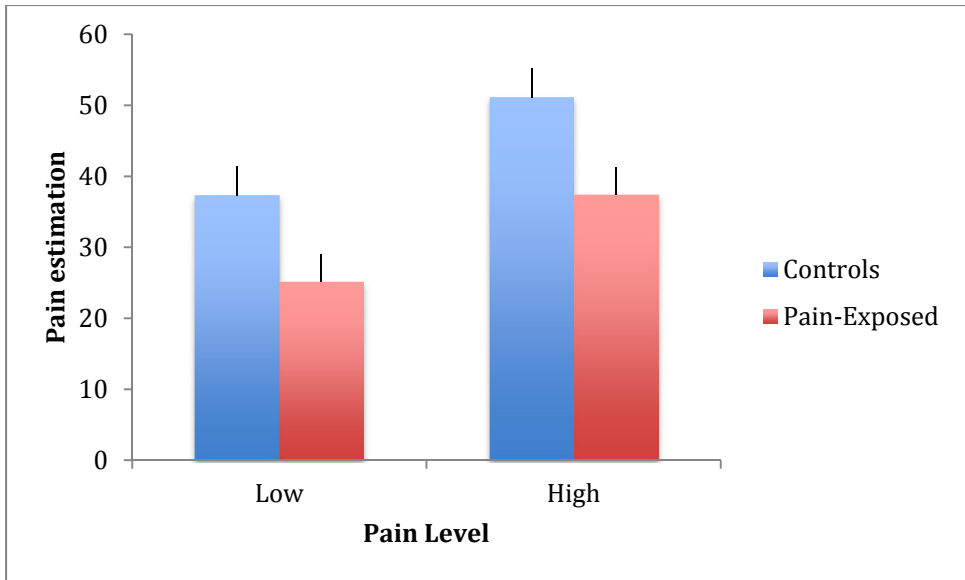


Figure 2.
Results of the pain estimation task of the experiment for both groups Pain-Exposed and controls. The x axis represents the levels of pain depicted in the stimuli. Error bars represent standard error.

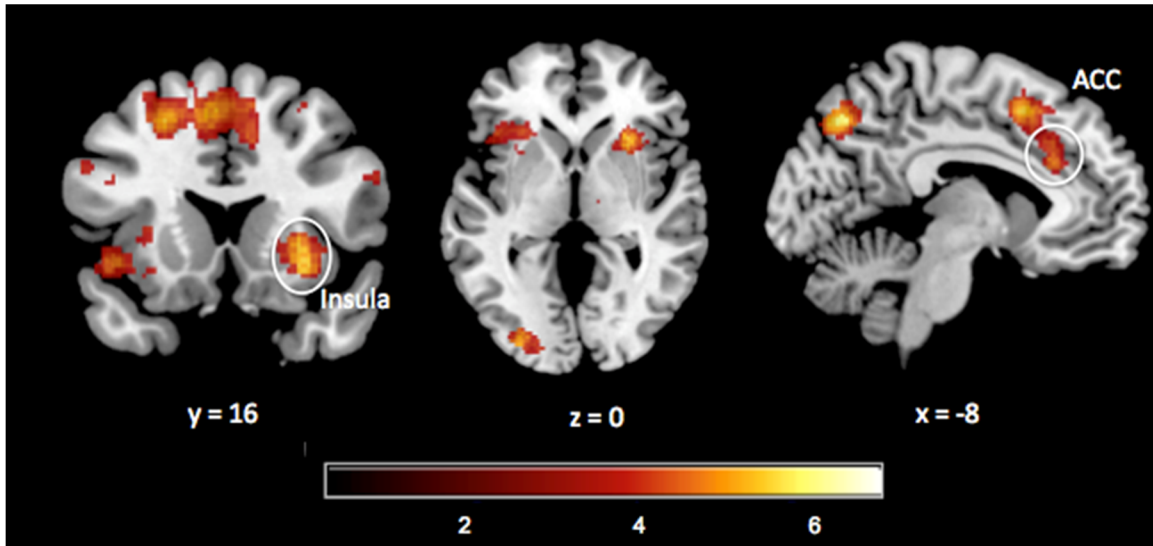


Figure 3. One-sample t -test resulting activity for the contrast Pain vs. No Pain conditions for the whole sample. Significant activity was set at $p = .001$, $svc = 81$ voxels. The threshold bar represents T values.

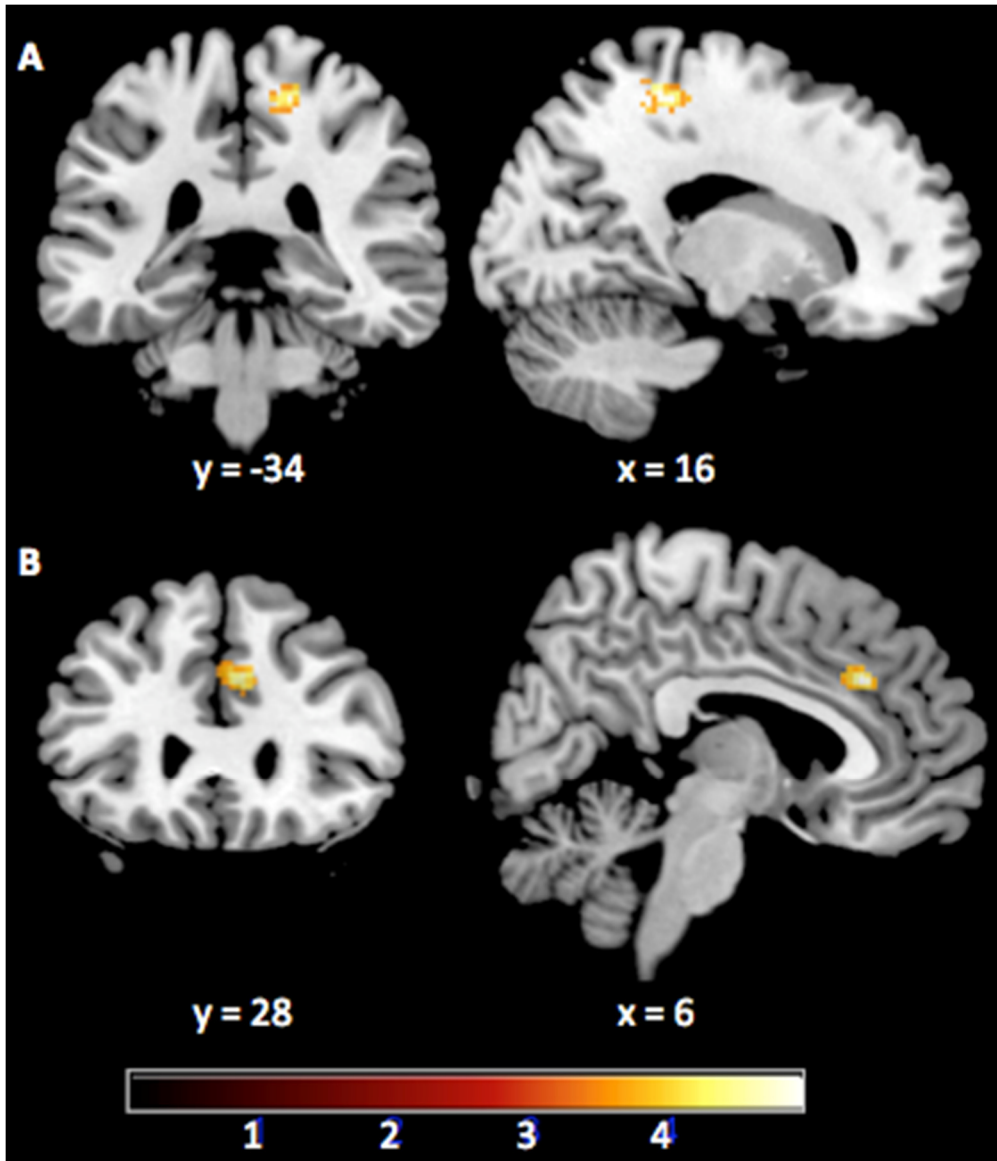


Figure 4: A) Activation map that represents the resulting activity from the contrast (CT (Pain vs. No pain)) vs. (PE (Pain vs. No pain)). The cluster is located in the post-central gyrus. B) Activation map resulting from from the contrast (PE (Pain vs. No pain)) vs. (CT (Pain vs. No pain)). The cluster is located in the ACC. Voxel threshold was set at $p = .001$, $svc = 81$ voxels. The threshold bar represents T values.

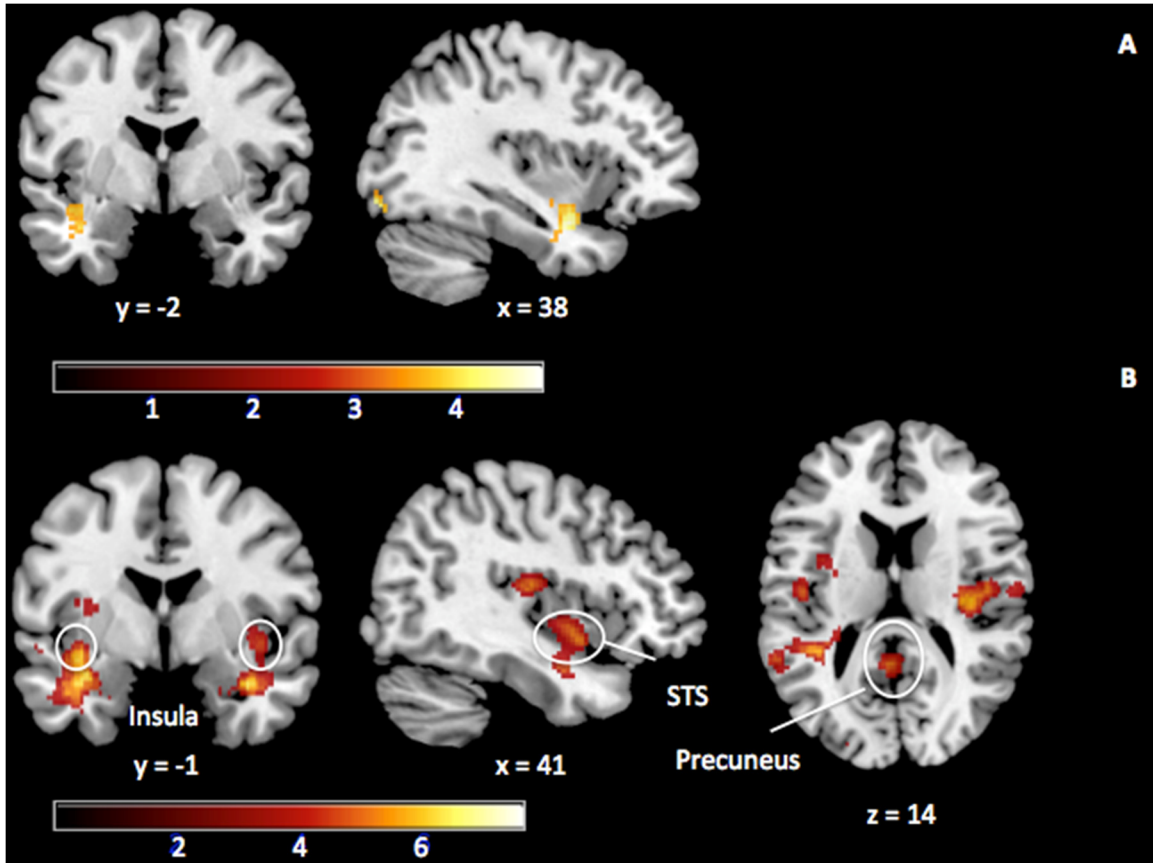


Figure 5. A) Resulting activity from the contrast Controls vs. Pain-exposed for the No Pain condition. The significant cluster is located in the left superior temporal gyrus and extends in the left insula. B) Resulting activity from the contrast Controls vs. Pain-exposed for the Pain condition. The threshold bar represents the t values. Coordinates and labels are presented in Table 2.

Tables

Table 1a		Interaction Controls (Pain > NoPain) > Pain Exposed (Pain > NoPain)					
	Region	Laterality (L / R)	K	Z	x	y	z
Controls vs. Pain Exposed	Post-Central Gyrus	Right	110	4.17	16	-34	58
Pain Exposed vs. Controls	Dorsal anterior cingulate cortex	Right	107	4.92	5	24	37
Table 1B		Whitin group pain > NoPain					
	Region	Laterality (L / R)	K	Z	x	y	z
Controls	Amygdala -> extending in enthorinal cortex	Left	87	3.94	-22	0	-26
Exposed	Inferior Parietal Lobule -> extending in precuneus and SPL	Left	1536	5.13	-28	-68	44
	Middle Frontal Gyrus -> extending in superior middle gyrus	Right	1368	4.66	14	-16	12
	Inferior Parietal Lobule -> extending in angular gyrus	Right	1366	4.38	30	-62	42
	Middle Frontal Gyrus	Left	645	4.27	-22	-8	46
	Putamen > extending in insula	Right	457	4.26	34	15	-8
	Inferior Frontal Gyrus > extending in middle frontal gyrus	Left	310	4.31	-45	24	32
	Putamen	Left	214	4.17	-28	2	4
	Inferior Frontal Gyrus -> extending in precentral gyrus	Right	170	3.96	50	4	18
	Precentral Gyrus -> extending in pars triangularis	Left	125	3.73	-50	4	30
	Caudate	Right	108	4.01	14	20	10
Lingual Gyrus	Right	81	4.06	20	-86	-2	
Table 2A		Between groups analysis for Pain condition					
	Region	Laterality (L / R)	K	Z	x	y	z
Controls vs. Pain Exposed	Superior temporal gyrus -> extending in the insula	Left	955	5.51	-36	2	-1
	Superior temporal gyrus -> extending in the insula	Right	704	5.19	44	3	6
	Mid-temporal sulcus -> extending in the amygdala	Right	877	4.99	36	-2	-22
	Occipital (V3d)	Left	149	3.63	-8	-94	10
	Precuneus-> extending in posterior cingulate	Left	133	4.21	-2	-50	34
	Superior Temporal Sulcus	Left	91	3.66	-38	2	10
Pain Exposed vs. Controls	No suprathreshold Cluster						
Table 2B		Between groups analysis for Neutral condition					
	Region	Laterality (L / R)	K	Z	x	y	z
Controls vs. Pain Exposed	Superior Temporal gyrus -> Extending in anterior Insula	Left	140	4.05	-42	2	-24
	Middle Occipital Gyrus	Left	305	4.04	-30	-92	-4
Pain Exposed vs. Controls	Nosuprathreshold Cluster						

Chapitre 5:

Communication de la douleur dans les couples dont un des conjoints souffre de douleur chronique: Implications sur l'estimation de la douleur et le support à celle-ci

Running head: Pain assessment in chronic pain

Pain assessment and communication in spouses of chronic pain patients

Mathieu Grégoire^{1, 2,3}, Michel-Pierre Coll^{1, 2,3}, Fanny Eugène^{2,3}, René Quirion⁴ & Philip L. Jackson*^{1, 2,3}

¹ École de psychologie, Faculté des sciences sociales, Université Laval, Québec, QC, Canada

²Centre interdisciplinaire de recherche en réadaptation et intégration sociale, Québec, QC, Canada

³Centre de recherche de l'Institut universitaire en santé mentale de Québec, Québec, QC, Canada

⁴Centre Intégré Universitaire en Santé et Service Sociaux de la Capitale Nationale – centre de réadaptation, Québec, Canada

***Correspondance:**

Philip L. Jackson, Ph.D.,
Professor
École de psychologie,
Pavillon Félix-Antoine-Savard,
2325, rue des Bibliothèques
Université Laval, Québec (Québec) G1V 0A6
philip.jackson@pys.ulaval.ca
Tel: 418-656-2131 ext. 5151
Fax: 418-529-3548

Résumé

Les conjoints de patients atteints de douleur chronique (CPS) vivent aussi avec certains impacts de la douleur. En comparaison aux couples en santé, les CPS présentent plus de dépression, d'anxiété et ils dramatisent plus la douleur. L'estimation qu'ils font de la douleur de leur conjoint pourrait donc être biaisée par certaines de ces caractéristiques personnelles. Il a notamment été démontré qu'ils ont tendance à surestimer la douleur de leur partenaire et cela pourrait avoir un impact significatif sur leur capacité à offrir du support à leur conjoint. L'objectif de la présente étude était de mesurer l'estimation de la douleur exprimée par des étrangers ou par leur partenaire, dans une population de CPS afin de tester si la surestimation de la douleur de leur conjoint était généralisable à celle d'étrangers. Le deuxième objectif était de tester si cette surestimation avait un impact sur le soutien qu'ils offrent à leurs proches en douleur. Cette étude a également exploré les réactions physiologiques des CPS lors de l'exposition à la douleur d'autrui. 14 couples dont un partenaire souffre de douleur chronique et 10 couples en bonne santé avait à estimer la douleur dans des expressions faciales douloureuses ou neutres tandis que leur activité électrodermale était enregistrée. Ils devaient également compléter une tâche d'estimation de support offert à leur conjoint en douleur ainsi que des questionnaires mesurant l'empathie, la dépression, l'anxiété et la dramatisation de la douleur. Les résultats ont montré que les CPS attribuaient le même niveau de douleur que les conjoints de contrôles (CTLs), à la fois à leur propre partenaire, ainsi qu'aux étrangers. Toutefois, pour les expressions non douloureuses, les CPS attribuaient de la douleur à leurs partenaires, mais non aux étrangers. Il y avait aussi des différences entre CPS et CTLs dans leurs réponses physiologiques lors de l'observation de la douleur. Finalement, le soutien offert était similaire pour les deux groupes. Pris ensemble, ces résultats suggèrent que la présence d'un conjoint en douleur chronique modifie la perception que les CPS ont des expressions faciales non douloureuses de leur proche. En dépit de ces différences dans l'évaluation de douleur, le soutien à la douleur est similaire aux sujets contrôles.

Abstract

Chronic pain is an adverse experience for the person suffering as it impacts social, intimate and professional life. Several studies demonstrated that the pain of their loved one also affects spouses of chronic pain patients (CPS). Compared to healthy couples, CPS present notably more depression and anxiety and they catastrophize pain more. It is thus possible that their estimation of their loved one's pain is biased by those personal characteristics. Indeed, it has been demonstrated that they tend to overestimate their partner's pain. This could also have significant impact on their ability to support their spouse. The objective of the present study was to measure the estimation of pain expressed by strangers or by their suffering spouses, in a population of CPS in order to test if the overestimation of their partner's pain was generalizable to strangers' one. The second aim was to test if this overestimation had an impact on the support they offer to their loved one in pain. This study also explored the physiological reactions of spouses to pain exposition in others. 14 couples in which one partner suffers of chronic pain and 10 healthy couples had to estimate pain in painful or neutral facial expressions while electrodermal activity was recorded. They also completed a task of support estimation, and questionnaires measuring empathy, depression, anxiety and pain catastrophizing. The results showed that CPS attributed the same level of pain than control spouses (CTLS), both to their own partner, as well as to strangers. However, for non-painful expressions, CPS attributed pain to their partners, but not to strangers. Moreover, during pain estimation, there were differences between CPS and CTLS in their physiological responses. The support offered and perceived was similar for both groups and the agreement in terms of support between both partners was also similar between groups. Taken together, these results suggest that having a spouse with chronic pain modifies the perception that the CPS has from the non-painful facial expression of their loved one. Despite these differences in pain ratings, the support to pain is the same as for control couples.

CPP: Patient with chronic pain

CPS: Spouse of patient with chronic pain

CTLP: Control patient

CTLS: Control spouse

Introduction

Pain conveys information that something may be menacing the body's integrity or even be life threatening, leading to search for relief (Turk & Melzack, 2011). Accurately estimating pain in others is also necessary in order to assess the situation and respond to it adequately (Kenneth D. Craig, 2009). But the estimation of pain in others can be modulated by different factors related to the person in pain, the observer, or the context (Coll, Grégoire, Latimer, & Eugène, 2011; Grégoire, Coll, Eugène, & Jackson, 2012). In healthcare settings, one of the factors pinpointed as leading to misjudgment of the pain in others is the repeated exposure to other's pain (Cheng et al., 2007; Jean Decety et al., 2010). Accordingly, healthcare professionals exposed daily to pain tend to underestimate the pain of the patients compared to their own pain estimation (Choinière et al., 1990; Kappesser et al., 2006). In experimental setups, estimates of pain in others are lower in non-experts subjects repeatedly exposed to high pain in others compared to subjects exposed to neutral stimuli (Grégoire et al., accepted). Contrarily to these participants to experimental tasks, spouses of chronic pain patients (CPS) tend to overestimate the pain of the patients in comparison to the self-report of the patients (e.g. Redinbaugh, Baum, DeMoss, Fello, & Arnold, 2002). The spouses of chronic pain patients are exposed daily to the manifestations of the pain of their loved ones. However, their lack of medical background causes that they are not well equipped to deal with their partner's pain (Choinière et al., 1990; Sjöström, Haljamäe, Dahlgren, & Lindström, 1997). In chronic pain, the pain signals do not have the same value as its not conveying the acute threat information (Turk & Melzack, 2011). In studies exploring pain estimation in chronic pain patients by their spouses, it is proposed that the quality of the affective relationship could be in part responsible for this overestimation of pain of the loved one, in comparison to the underestimation shown in the literature after repeated exposure to strangers

(Block, 1981; Dar, Beach, Barden, & Cleeland, 1992; Keefe & Block, 1982; Keefe, 1982; J. Romano et al., 1991). Some studies support this hypothesis by demonstrating that participants tend to estimate more pain in persons they believe sincere compared to not sincere (De Ruddere, Goubert, Vervoort, Kappesser, & Crombez, 2013; Kappesser et al., 2006) or in persons they appreciate more (De Ruddere et al., 2011a). Others demonstrated that observing a loved one in pain compared to a stranger leads to increase cardiovascular reactivity (a measure of autonomous system functioning) (Monin et al., 2010). However, in order to demonstrate that the relationship between partners is modulating the pain estimation, but that this overestimation is not generalized to everyone for CPS, this hypothesis should be tested by asking CPS to judge of their loved one pain and also strangers.

Few studies focused on factors enhancing or supporting accuracy in pain estimation in others (Masten, Morelli, & Eisenberger, 2011). In chronic pain conditions, the spouses are often the natural day-to-day caregivers to their partner in pain (Keefe, Buffington, Studts, & Rumble, 2002). In chronic pain couples, healthy spouses who overestimate the pain of the suffering partner may lead to the latter perceiving an inadequate amount of support. However, this hypothesis needs to be tested, and individual differences amongst the spouses may modulate this relation. For example, spouses of chronic pain patients are more likely to develop what is known as caregiver exhaustion or caregiver burden (Jones, Hadjistavropoulos, Janzen, & Hadjistavropoulos, 2011). This condition includes the development of anxiety, depression, and poor conjugal relationships (Geisser, Cano, & Leonard, 2005; Michelle T Leonard & Cano, 2006). It was also demonstrated that spouses of chronic pain patient feel powerless when facing the pain of their loved one (Matire, Stephens, Druley, & Wojno, 2002; Milberg, Strang, & Jakobsson, 2004). Therefore, the estimation of pain in their loved one, even in the case of an overestimation, may not necessarily be associated with a large amount of support, as spouses may not have the ability or the energy to help as much as they want. Moreover, it is possible that the support would not be estimated similarly between the healthy spouse who is offering it and the patient who is

receiving it. These discrepancies between the amount of pain perceived and the level of support provided could then come in part from individual characteristics such as pain catastrophizing, depression or anxiety.

Using questionnaires, some studies have demonstrated that individual characteristics of the spouses, such as empathic abilities or catastrophic thinking, influenced their motives to help and, for the patients, their feelings of being a burden (Kindt et al., 2015; Lyonette & Yardley, 2003). Empathic abilities have often been positively associated with pain estimation in others and with helping behaviors in others (Green et al., 2009). Pain catastrophizing is a term used to describe a maladaptive and exaggerated response to pain in oneself or in others (Michael J. L. Sullivan et al., 1995). Interestingly, pain catastrophizing of the spouse has been found to be negatively associated with marital satisfaction in couples in which one of the members suffers from chronic pain (Geisser et al., 2005). Other characteristics such as anxiety, depression or marital satisfaction could influence the development of the caregiver burden (Mahoney, Regan, Katona, & Livingston, 2005; Pagnini et al., 2010)

Objectives and hypothesis

This study aimed to replicate previous results showing that spouses of people with chronic pain (CPS) overestimate their partner's pain compared to a group of spouses of healthy individuals. The addition of a control group, instead of the comparison to the self-estimation of pain made by the patient is a novel element in the current literature. Also, this study aimed to test whether this overestimation is generalized to strangers' pain. It was hypothesized that CPS would overestimate the pain of strangers compared to controls as they do for their loved one. The other major objective was to test whether the estimation of support perceived by the chronic pain patients (CPP) was similar to the estimation of the support provided by the CPS. It was proposed that CPS would offer less support than the control group. A secondary objective of the study was to link pain estimation to galvanic skin response, a physiological measure of the autonomous nervous system that could detect changes in arousal that are not explicitly reported by the participants, and psychological measures such as pain catastrophizing, depression and

anxiety. It was proposed that pain overestimation would be associated with greater reactivity to others pain in CPS.

Methods

Participants

A total of 48 participants were recruited for this experiment composing two groups: heterosexual couples with one member suffering from chronic pain (n=28) and heterosexual healthy couples (n = 20). The Chronic Pain Couples group was composed of fourteen CPP (7 females; $M\ age = 48.5\ SD = 6.2$) and their spouses (CPS) (7 males $M\ age = 50.18, SD = 7.7$). To be eligible, the couples had to have lived together for at least one year at the beginning of the study, one of the spouses (CPP) had to have suffered from chronic pain (confirmed by a physician) for at least one year, and the other spouse had to never have suffered from chronic pain. None of the participants had ever received formal medical training, worked in a healthcare position, or participated in a previous study of pain conducted by our research group. The majority of the CPP (10 out of 14) suffered from chronic pain resulting from a work-related accident and were waiting to take part in a treatment protocol at the *Institut de réadaptation en déficience physique de Québec* (IRDPQ) (Table 1. Description of participants and pain sites). The Healthy Couples group was composed of ten healthy couples (10 females; $M\ age = 43.7, SD = 9.9$), except that both spouses had to never have suffered from a pain related condition. The participants of the control group were matched to the chronic pain group for age and gender. In the present study, the term *patient* will refer to the CPP in the chronic pain group and the spouse pseudo-randomly assigned to be the patient in the control group (Control patient; CTLP). The term *spouse* will refer to the healthy spouse in the chronic pain group and the spouse pseudo-randomly assigned to be the healthy spouse in the control group (Control spouse, CTLS). All participants received a financial compensation for their participation and provided written informed consent. The Institutional Review Board of IRDPQ approved the study (no. 2012-266).

Measures

Stimuli

The stimuli used for the study's tasks were still frames of pain facial expressions extracted from videos of actual pain patients from the UNBC McMaster shoulder pain database (Lucey et al., 2011). Three frames were extracted for each patient based on the level of pain expressed in the frames in order to create Neutral, Low pain and High pain stimuli. Pain levels were determined using the Index of Facial Pain Expressions (IFPE) (Prkachin & Solomon, 2008). The IFPE is calculated from Facial Action Coding System (FACS) codes (Ekman & Friesen, 1972), using six action units, and has a maximum score of 16, which represents the highest level of pain expression. The IFPE values for each of the pain levels in the present study were: Neutral = 0, Low = 4-5, High = 9-10. In each task, stimuli were presented for 1500 ms on a computer screen placed at a distance of about 80 cm from the participant using E-prime 2.0 (Psychology Software Tools, Sharpsburg, PA, USA). Photographs were taken of the CPP or the CTLP in each couple and added to the stimuli set shown to the spouses. CPP and CTLP were asked to produce neutral, low, and high pain facial expressions for these photographs. To help them produce convincing facial expressions, participants were shown two examples of neutral, low, and high pain facial expressions from gender-matched stimuli selected from the UNBC McMaster database and not presented in the task. In order to obtain more ecological pain expressions, painful thermal stimulations, using a MEDOC thermal stimulator (Medoc advanced medical systems, Israel), were applied to their left arm while they produced low and high pain facial expressions. The temperature for producing these thermal stimulations were adjusted to each participant's pain threshold, tested prior to taking the photographs. For each subject, heat stimulations of 1 second from 37°C to 50°C were increasingly applied (0.5°C step) to the forearm of the participants while they verbally scored their pain. The temperature for Low pain stimulations corresponded to the temperature at which participants rated 4 out of 10, and High pain stimulations yielded pain ratings of 7 out of 10. The procedure was repeated 3 times and each stopped when the participant gave an estimated pain of 7. The photos were then taken and formatted

by the experimenters using a HP laptop webcam and softwares VideoCap (Hargous TM) and GIMP (The GIMP team TM) to fit the 640x1038 pixels format of the McMaster database stimuli. Photos were taken in front of the same uniform background for all participants with lighting and wall color similar to the one used in the UNBC McMaster database stimuli.

Pain estimation task

Only the *spouses* (CPS and CTLS) completed this task. CPP and CTLP were not asked to complete the pain estimation task because the objective was to explore pain estimation in others for CPS. In this task, the CPS and CTLS sat 80 cm in front of a computer and were asked to evaluate the intensity of the pain experienced by the person in each stimulus presented on the screen, using a visual analog scale going from 'no pain' to 'worst imaginable pain'. They had to move a cursor on the scale using two arrow keys on the computer's keyboard. The timing of the task is presented in Figure 1a. Stimuli used were those described in the stimuli section, the ones of the database plus the stimuli of their partner (CPP and CTLP). A total of 33 stimuli from the database were used (11 different patients each depicting neutral, low, and high pain levels), in addition to the 3 stimuli created of the *patients* (CPP or CTLP) also showing neutral, low and high pain expressions. Stimuli from the database showed patients from the same gender as the *patient* participant. Each stimulus was presented twice, once in each of two blocks, in a randomized order.

Support estimation task

The objective of this task was to measure the empathic accuracy between the *patient* and his/her *spouse* in terms of support perceived and offered, respectively. Empathic accuracy here refers to the agreement in terms of support between the patient and his/her spouse. The same task was used for both groups, but slightly different instructions were provided to the different groups.

Patient version

In the *patient* version of the support estimation task, the *patient* sat in front of a computer screen to perform the task. The session was composed of two blocks of 33 stimuli that were the same that were used in the pain estimation task except for

the patient's photographs. Note that for this task, only the stimuli of the database were used in order to avoid the *patient* having to evaluate himself/herself. The stimuli depicted people of the same gender as the *patient* and they were presented randomly. Each trial began with a fixation cross centered on the screen for 2000 ms, followed by a stimulus for 2000 ms and a visual analog scale was last presented for 4000 ms with anchors at both extremity, from « no support » on the left to « maximum possible support » on the right. The patients were asked to judge the level of support they perceived from their spouse when they expressed the same level of pain as presented in each stimulus. In other words, participants were asked to project themselves onto each stimulus and ask themselves how much their spouse would be supportive in a situation where they showed the same level of pain. A complete schema of the task is presented in Figure 1b.

Spouse version

The *spouse* version of this task followed the same procedure and used the same stimuli, but the instructions were different. For each stimulus, the *spouse* participant had to imagine their partner (*patient*) expressing the level of pain shown in the stimuli and evaluate the support they would offer them in this situation. In other words, they had to judge how supportive they typically are in such situations. They used the same VAS as in the *patient* version.

Galvanic Skin Response (GSR)

The galvanic skin response was measured with a MP-150 Biopac System (Harvard Apparatus, Massachusetts, USA). Two electrodermal (EDA) electrodes with isotonic gel (Ag/AgCl) were placed on the index and the middle finger of the participant. The GSR was measured in microsiemens. Data were collected continuously at 250 Hz during the pain estimation task in spouses using Acqknowledge 4.1 software (Biopac Research System, Montreal, Canada) and triggers were sent from the E-Prime stimulus presentation software (Psychology Software Tool, Strasburg, PA, USA) to indicate the beginning of each new trial.

Interpersonal Reactivity Index (IRI)

This is a questionnaire of trait empathy comprising 28 items divided in four subscales: Fantasy, Perspective Taking, Empathic Concern and Personal

Distress. Two versions of the French translation (Gilet et al., 2013) of the *Interpersonal Reactivity Index* (IRI; (Davis, 1980)) were used in this study, one to be completed by the *spouse* (self-reported) and the other one to be completed by the *patient* about their partner (other-reported). For both questionnaires, participants provided their answers to the different items using a numerical scale that ranged from 0 (*Does not describe me well*) to 4 (*Describes me very well*) for the *spouse's* version and from 0 (*Does not describe him/her well*) to 4 (*Describes him/her very well*) for the *patient's* version. The other-reported version of the questionnaire completed by the *patient* was an adaptation of the self-reported version. This other-reported version was obtained by changing the wording, which referred to the self in the original version, to a wording referring to another person. For instance, in the original questionnaire the item: "Being in a tense emotional situation scares me" was adapted in the other-reported version as: "Being in a tense emotional situation scares her/him".

Pain Catastrophizing Scale (PCS)

The PCS (Sullivan et al., 1995) is a self-report questionnaire of 13 items measuring pain catastrophizing (catastrophic thinking) in diverse situations. Items are sorted under three subscales: pain rumination, magnification and helplessness. For each item, participants must indicate, on a scale from 0 (not at all, [pas du tout]) to 4 (all the time, [tout le temps]), how often or to what degree they experience the emotion or thought described when they are in pain. The maximum score is 52 and a higher score represents a higher catastrophizing of pain.

Beck Anxiety Inventory and Beck Depression Inventory (BAI, BDI)

Both questionnaires are self-reported and contain 21 questions answered with a numerical scale ranging from 0 ('not at all') to 3 ('absolutely'). The total between 0 and 63 on each questionnaire is an index of symptoms of anxiety or depression. Both are known to adequately discriminate between level suggesting pathological and non-pathological anxiety or depression. Cutoff scores for depression and anxiety in experimental research are 27. Versions used were the French validated

ones from NCS Pearson Inc. (Beck, Epstein, Brown, & Steer, 1988; Beck, Steer, & Carbin, 1988).

Procedure

Chronic pain couples were first contacted by a clinician coordinator from the IRDPQ to ensure that the *patient* and his/her *spouse* accepted to be contacted by a researcher involved in this study. Next, the experimenter phoned both the patient and the spouse. For the control group, subjects were recruited from mailing list of University Laval employees and ads on different local websites. At the beginning of the experimental session, both partners gave their written informed consent and received instructions for the whole session. The *patient* was always met first in order to collect the pain expression photographs before the session with the healthy *spouse*. Three pictures of the *patient* were taken (neutral, low and high pain facial expressions). Then, the *patient* was asked to sit in front of the computer and complete the support estimation task. Finally, the *patient* participant filled out the questionnaires.

After the *patient's* experimental session, the *spouse* was invited to the lab the same day or the day after. The participant first completed the pain estimation task, followed by the support estimation task. This order was kept constant for all participants, to ensure that they had not been exposed to the stimuli before the pain estimation task. After both tasks, the participants filled out the questionnaires.

Analyses

Pain estimation task

For all the analyses presented, the significance level was set at $\alpha = .05$ and Bonferroni correction was used for multiple comparisons. For the estimation of strangers' pain, a mixed design ANOVA was performed with *pain level* (neutral, low, high) as a repeated measure factor and *group* (chronic pain, control) as the between-group factor. Then, in order to determine if their estimation of pain in their partners' (the *patient*) pictures of pain were similar for both groups, scores from the 0-100 VAS were converted to z-scores. Because every participant was exposed to different stimuli (their own *spouse*) a z-score provided a standardized

representation of the estimation of the partner's pain for each participant. A z-score was produced for each pain level for each participant's mean rating of their partner's pain using this formula: (*Patient's* pain estimate – Mean pain estimation for this pain level) / Standard deviation for this condition. Another mixed design ANOVA with 3 pain levels as repeated measure was computed on the z-scores of their estimation of their partner's pain. It was planned to add covariables to the analysis in case there would be a difference between groups on these variables (BDI, BAI, PCS).

Support estimation task

To compute a measure of the agreement on the support perceived and offered between partners, for each trial, the *spouse's* rating was subtracted from the *patient's* rating (*Patient – Spouse*). A positive result meant that the *patient* perceived receiving more support than what their *spouse* perceived offering. A negative result meant the opposite, i.e., that the *spouses* perceived themselves as offering more support than what the *patients* perceived. This result was the value used for the subsequent analysis. First, as the objective was to describe the sample, the number of dyads presenting a positive and a negative score on this subtraction was calculated for each group. Following this, as for the pain estimation task, a repeated measure ANOVA (3 pain levels) on support estimation difference was done. Subsequently, in order to test the interaction between partners, subjects per subjects, in the same dyad, individual values of perceived support for each subject were correlated with the scores of offered support by their spouses to test the agreement from an individual perspective.

In order to determine if there were differences between spouses of chronic pain patients and control spouses on pain catastrophizing, anxiety or depression symptoms, a MANOVA (2 groups x 2 partners (*spouses vs. patients*)) was performed on the BDI and BAI total score and the two subscales of the PCS. Also, pain estimation and support estimation results were correlated with anxiety, depression and catastrophizing indexes and corrected with the Bonferroni procedure for 7 comparisons. Finally, in order to determine if there were differences in self and other perception of empathic traits of the *spouse* (CTLS,

CPS) between groups, a MANOVA (2 groups x 2 perspectives (self vs. other)) was realized on the four subscales of the IRI and here again corrected with Bonferroni procedure.

Preprocess of skin conductance data

Preprocessing and analysis of the skin conductance data was performed with MATLAB (R2013a) using in-house filtering scripts based on Boucsein's procedure (Boucsein, 2012). First, the raw electrodermal signal was derived into a phasic signal filtered with a second order high-pass filter (HP 0.05Hz). Then, the phasic signal amplitude responses were extracted for all events, for each 6 seconds post-event. Response amplitudes were normalized (z-scores) within each subject in order to compensate for inter-individual differences.

Results

Questionnaires

There was no difference between CPS, CTLS and CTLP on any of the subscales measured. However, CPP were different from the three other groups of participants for the PCS, BDI and BAI as they were self-reporting more catastrophizing of pain, anxiety and depression. Results from the MANOVA are presented in Table 2.

Pain estimation task

As between-group differences were found on measured psychological constructs (anxiety, depression, pain catastrophization), these variables were added as covariates in the analysis of pain estimation task data. The first objective of this task was to determine whether CPSs were overestimating pain in strangers. The mixed design ANCOVA (2 groups X 3 pain levels) on pain estimation of strangers' pain with the BAI, BDI and PCS total scores as covariates yielded a significant main effect of pain level: $F(1,22) = 120.1, p = 0.001$. However, there was no significant effect of group: $F(1,22) = 1.46, p = 0.240$, and no group X pain level

interaction effect: $F(2,22) = 0.22$, $p = 0.978$, which means that CPS and control spouses' estimates of strangers' pain are not significantly different (See Figure 2.). A repeated measures ANCOVA (3 pain levels) on the spouses' (CPS and CTLS) z-scores estimations of their own partner's pain with BAI, BDI and PCS patients' total scores entered as covariates resulted in a significant interaction between group and pain level $F(2,22) = 4.891$, $p = 0.039$. Independent samples t-tests were performed separately for each level of pain to decompose the interaction. The only significant difference between the groups was for the neutral condition $t(22) = 3.201$, $p = .004$ in which CPS reported perceiving more pain in their partner than CTLS (See Figure 2.).

In order to determine if there was an association between the psychological constructs measured and the results to the pain estimation task, correlations were computed between the 3 subscales of the Catastrophizing questionnaire, the 4 subscales of the IRI for spouses and patients and the pain estimation task averaged results. For these correlations, alpha was set to .01 (.05 / 7 rounded up) because of the high number of correlations. There was no significant correlation between empathy nor catastrophizing and the estimation of pain displayed either by strangers or by the participant's own spouse.

Galvanic skin response to pain estimation

Note that galvanic skin response was measured only in spouses during the pain estimation task. A mixed design ANOVA (2 groups X 3 levels of pain) on the amplitude of the SCR was done. As mentioned earlier, amplitude responses were normalized (z-scores) in order to have a measure of the intra-individual variations. Because of hardware problems during the experimentation, data from four CPS participants were unusable. The final sample thus has 10 subjects in each group. Results showed a Group * Pain level interaction $F(2,36) = 2.342$, $p = .046$, $\eta^2 = .186$. Results are presented graphically in Figure 3. Independent t-tests on each pain level for each condition did not yield any significant difference between groups. However, graphically, it looks like the reactivity to the different pain levels is reversed between groups.

Support estimation task

In the Chronic pain group, 7 of the 14 couples presented positive balance in the calculation of support, which meant that CPP perceived the support of their spouse as higher than the self-evaluation of the spouse. In the Control group, only 2 dyads presented a positive support score, which means that most of control spouses estimated themselves as offering more support to pain than their partners felt they would receive. Subsequently, analyses were conducted to test if there was a difference between offered and perceived support in both groups. An ANOVA (2 groups X 3 levels of pain X 2 perspective of support) was computed on means of support estimation. There was no Group effect, neither for interaction between groups with perceived vs. offered support or for pain levels. This result shows that the perceived and offered support in both chronic pain couples and controls was not different in terms of raw estimation.

In order to test the agreement between each patient and his/her spouse, Pearson correlations between offered and perceived support were performed for each group. Results are presented in Figure 4. There is a strong positive correlation between partners' estimations of support in Controls $r = 0.587$, $p = .001$ and a non-significant positive correlation in Chronic pain couples $r = 0.295$, $p = .057$. However, the small number of participants tested must nuance the latter result. Moreover, using a Fisher transformation to compare both correlations, there is no significant difference between both correlations with a two-tailed comparison $p = .224$

Interpersonal Reactivity Index

The only significant difference between self- and other-reported estimation of the spouses' empathic traits was on the Personal distress subscale, which was overestimated by the *patients* (CPP and CTLP). There was no interaction between group and self-other perspective.

Discussion

The main objective of this study was to measure the difference between spouses of chronic pain patients (CPS) and control spouses (CTLS) in terms of pain estimation and support to the partner in pain. The first step explored the difference on personal characteristics between both groups that could explain the results on the measures of interest. Using questionnaires of depression, anxiety, empathy and pain catastrophizing, the results showed no difference between CPS and CTLS. Anxiety, depression and pain catastrophizing are some of the well-known problems often associated with chronic pain, causing to the natural caregiver what is known as the *caregiver burden* (Cano, Miller, & Loree, 2010; Wilson-Genderson, Pruchno, & Cartwright, 2009). Interestingly, in our study, the CPS did not fit the exhaustion profile typically depicted in the literature (Michelle T Leonard & Cano, 2006; Miaskowski et al., 1997; Ostwald, 1996). This absence of difference between the groups could in part be associated to a recruitment bias as the participants recruited were all on a waiting list for treatment in a chronic pain clinic. It is thus possible, as they were still waiting for treatment, that the burden of living with somebody in pain was in its early stage and not very present yet or at least that the inter-individual variability was too important.

CPSs overestimate their spouse's neutral facial expressions

The results showed that CPS estimated the intensity of both their own spouse's (CPP) and strangers' pain facial expressions similarly to CTLS. However, CPS estimations of pain intensity in their spouse's neutral facial expressions were significantly higher than CTLS. This result was unexpected, as patients themselves mentioned not expressing pain in these stimuli. This finding suggests that CPS are capable of judging pain for strangers or for their spouses similarly to controls, however, when the CPP judge that its own facial expression is not in pain, as did the controls, the CPS still perceives a certain amount of pain in their facial expression. In reality, it is probably the case that the CPP is still suffering, even if

its face is not expressing it. Therefore, it is possible that CPS estimate pain, not using the actual facial expression, but based on previous knowledge about pain experience of their partner. Control subjects, however, are not feeling pain in day-to-day life, so when their spouses look at “neutral” faces they accurately estimate ‘no pain’.

Previous studies using live pain inducing manipulations to patients or videotaped painful behaviors from the patient presented to the healthy spouse, showed that CPS overestimated the pain of their loved one suffering from chronic pain, compared to the patient’s estimation of their own pain (Block, 1981; Redinbaugh et al., 2002). In some of these studies, both spouses were in the same room and the CPS’s estimation of the patient’s pain could be based on several cues, such as body position and movement, as well as verbal and non-verbal vocal cues but also on the context of the pain situation (e.g., moaning (Monin et al., 2010)). Even in experiments using videotaped activities, it was possible for the spouses to rely on pain context, while in the present study CPSs could only base their evaluation on patients’ facial expressions. This could explain why no difference is observed between both groups, as it has been demonstrated that CPS do not mostly rely on pain behaviors to judge of the pain of the patient, but on the context to make pain estimation (Eritz & Hadjistavropoulos, 2011).

CPSs’ galvanic skin response to other’s pain differs from Controls

The groups of spouses presented a different pattern of reactivity. CTLs were more reactive when seeing painful stimuli compared to non-painful ones, which was the normal expected reaction (Vaughan & Lanzetta, 1981). However, CPS were not reacting differently to the three levels of pain, suggesting that they were as reactive to neutral as to painful stimuli, regardless of the level of pain. This is interesting in light of the results of the behavioral task. In strangers, CPSs’ estimations of pain are different from neutral to low to high pain, but their galvanic responses are similar no matter the pain level. As proposed in different studies in which behaviors

were not matching physiological or cerebral reactivity (for example, Drwecki, Moore, Ward, & Prkachin, 2011), this result suggests a possibly greater regulation process by the CPS in order to estimate others' pain intensity similarly to Controls. The pattern of results from the current study suggests that CPS were physiologically reacting in a similar way to every levels of pain presented in the experiment, but were still able to produce a response similar to the ones produced by controls, notably for neutral and low pain levels. In the sample of this study, there was no difference between controls and CPS on the IRI's personal distress subscale, an indirect metric of regulatory processes (Davis, 1980). However, it is possible that for CPS with lower regulatory processes, pain estimation is driven by their autonomic reactions to others' pain, which could lead to higher pain estimation (Gross, 2002). In a future study, it would be interesting to recruit spouses of chronic pain patients with different levels of measured distress, in order to test this hypothesis.

CPSs are as supportive as CTLS

The hypothesis suggesting that CPS would offer less support than CTLS to their spouse in pain and also that there would be a poorer agreement between perceived and offered support in chronic couples compared to control ones was rejected. Indeed, there was no observed difference between both groups of spouses, neither in terms of support offered or perceived, nor in terms of agreement between partners in both groups. This result is in continuity with the absence of a significant difference in pain estimation between chronic pain spouses and controls. This section of the experiment was innovative as there has not been any published study, to our knowledge, using a task similar to the one we used to evaluate the support from both the patient and the spouse's perspective. Questionnaires and interviews had been mostly used in order to investigate the support felt by CPP (Cano, Johansen, & Geisser, 2004; Johansen & Cano, 2008; Michelle T Leonard & Cano, 2006; J. Romano et al., 1991). However, using multiple trials in which participants had to project themselves in situations where they provide support (CPS) or receive support (CPP), we obtained a more

ecological estimation of participant's ability to give support in pain situations. The absence of difference between both groups on both perspective of support (offered; perceived) can be explained in part by the results on the pain estimation task from both groups. Expected differences in terms of support perceived and offered between groups were hypothesized based on studies presenting an overestimation of pain in their loved one by CPS. As there was no difference in pain estimation, it was less probable to find differences on the support task. As previously mentioned, CPS did not differ from control spouses on dimensions of anxiety, depression, catastrophizing or empathy. It is then possible that difficulties reported in the literature to produce a modulation of the responses to the pain of the loved one, could be associated with those characteristics which were not present in the CPSs of the current study. In line with this suggestion, a few studies have demonstrated that when the caregiver was suffering from depression, rehabilitation treatment outcomes for the patient were poorer than when the family caregiver did not suffer from depression in different health related problematic (Glassman & Shapiro, 1998; Penninx et al., 1998; Schulz, Drayer, & Rollman, 2002). It is possible that our sample was not representative of the overall population of chronic pain couples in terms of anxiety, depression and pain catastrophizing, which could have had impacts on the results of both tasks.

Based on the qualitative analysis showing that half of chronic couples presented a positive ratio while the other one presented a negative one for the perceived vs offered support estimation, it seems that discrepancies can be positive or negative between CPP and CPS and this result is necessary to qualify the previous findings of this study. It was not possible here to find sample's characteristics to differentiate couples with a positive balance from those with a negative one using anxiety, depression, trait empathy or pain catastrophizing. However, the result of the qualitative analyses raises some new questions about spousal caregiving, and it would be interesting in future studies to search for personal characteristics of the patient or the spouse, other than the ones mentioned above that could explain positive or negative discrepancy between partners. For example, many studies

have explored the impacts of marital adjustment in chronic pain (see Leonard, Cano, & Johansen, 2006 for a review), and this factor could be intimately associated to the support perceived and offered but also to the pain estimation of the healthy spouse.

Self and other perspective of the spouses' empathic abilities

The results of the IRI showed that CPS did not differ from CPP estimation neither for self nor for other reports. Once again, it is possible that the relatively low difficulties in terms of psychological burden reported by the sample influences this result. However, the present results suggest that the perception of CPSs by CPPs is coherent with the representation that the CPS has of his/her own empathic abilities as there is no difference between self and other report for this group. It is thus possible that in the current sample, pain condition does not have measurable impact of their spouses' trait empathy, or simply that taking care of a loved one has no influence on self and other perspectives of empathic traits.

One concept that we did not investigate in this study, which could have been interesting, is the motive behind the helping behaviors, in our case the support in relation to pain. In some case, pain behaviors can be rewarded or punished by persons with whom the patients have frequent interaction, here the spouses (Michelle T Leonard et al., 2006). Responding to a patient' pain behavior can reinforce this behavior (Flor, Kerns, & Turk, 1987; Flor, Turk, & Rudy, 1989). However, the opposite can also be true, as ignoring pain cues can lead the patient to exaggerate them in order to elicit a response from the spouse (Michelle T Leonard & Cano, 2006). From the spouse's perspective, help motives can be autonomous (help by love and respect), but they can also be external (help in response to punishment or reward). Autonomous motives are known to lead to greater benefits in treatment (Y. Kim, Carver, Deci, & Kasser, 2008). As we did not make this distinction here, we cannot identify the nature or the intent of the helping behaviors reported by both members of the couples.

Conclusion

Previous studies in the literature showed that repeated exposure to the pain of others could lead to a modified perception and estimation of the pain in others. Results from the present study suggest that CPS seem to have an adequate perception of their spouse's pain situation, however, they seem not to base their estimation of pain for their spouse on facial expressions' cues, but on knowledge and previous experience of their partner's pain as they estimate pain in neutral facial expressions. The undifferentiated physiological reactivity to the different pain levels also suggests that repeated exposure to their partner's pain has had impacts beyond the perception of pain. Current theoretical models of chronic pain treatment protocols propose a greater implication of a close relative at different stages. The results of the present study suggest that, theoretically, CPS support is similar to Controls in pain situation, and that repeated exposure to their loved one in pain does not seem to have affected the support perceived by the patient. However, this study was realized in an experimental context, only using facial expressions of pain and generalization to day-to-day support is difficult to make. Nonetheless, based on these results, it could be recommended to implicate CPS more during the treatment, as they seem to have adequate perception of their spouse's pain situation. From a theoretical point of view, these results are relevant to the refinement of the pain communication model and suggest that repeated exposure to partners' pain can modify subsequent pain perception but not necessarily the prosocial behavior in response to this pain.

Acknowledgments

The authors wish to thank Pierre-Emmanuel Michon and Marie-Pier B. Tremblay for their technical assistance. This study was funded by grants to Philip L. Jackson from the Canadian Institutes of Health Research (CIHR) and from the Canadian Foundation for Innovation Leaders Opportunity Fund. Philip. L. Jackson received salary grants from CIHR and Fonds de recherche du Québec - Santé (FRQ-S).

Mathieu Grégoire and Michel-Pierre Coll received doctoral scholarship from the FRQ-S and the CIHR respectively.

References

- Beck, A. T., Epstein, N., Brown, G., & Steer, R. A. (1988). An inventory for measuring clinical anxiety: psychometric properties. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 56*(6), 893.
- Beck, A. T., Steer, R. A., & Carbin, M. G. (1988). Psychometric properties of the Beck Depression Inventory: Twenty-five years of evaluation. *Clinical Psychology Review, 8*(1), 77–100.
- Block, A. R. (1981). An Investigation of the Response of the Spouse to Chronic Pain Behavior1. *Psychosomatic Medicine, 43*(5), 415–422.
- Boucsein, W. (2012). *Electrodermal activity*. Springer Science & Business Media.
- Cano, A., Johansen, A. B., & Geisser, M. (2004). Spousal congruence on disability, pain, and spouse responses to pain. *Pain, 109*(3), 258–65. doi:10.1016/j.pain.2004.01.036
- Cano, A., Miller, L. R., & Loree, A. (2010). Spouse Beliefs about Partner Chronic Pain, *10*(5), 486–492. doi:10.1016/j.jpain.2008.11.005.Spouse
- Cheng, Y., Lin, C.-P., Liu, H.-L., Hsu, Y.-Y., Lim, K.-E., Hung, D., & Decety, J. (2007). Expertise modulates the perception of pain in others. *Curr Biol*. Retrieved from [http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0960-9822\(07\)01979-3](http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0960-9822(07)01979-3)
- Choinière, M., Melzack, R., Girard, N., Rondeau, J., & Paquin, M.-J. (1990). Comparisons between patients' and nurses' assessment of pain and medication efficacy in severe burn injuries. *Pain, 40*(2), 143–152.
- Coll, M., Grégoire, M., Latimer, M., & Eugène, F. (n.d.). Perception of pain in others : implication for caregivers. *Pain, 1*(2011), 257–265.
- Craig, K. D. (2009). The social communication model of pain. *Canadian Psychology/Psychologie Canadienne, 50*(1), 22–32. doi:10.1037/a0014772
- Dar, R., Beach, C. M., Barden, P. L., & Cleeland, C. S. (1992). Cancer pain in the marital system: a study of patients and their spouses. *Journal of Pain and Symptom Management, 7*(2), 87–93.
- Davis, M. H. (1980). *Interpersonal reactivity index*. Edwin Mellen Press.
- De Ruddere, L., Goubert, L., Prkachin, K. M., Louis Stevens, M. A., Van Ryckeghem, D. M. L., & Crombez, G. (2011). When you dislike patients, pain is taken less seriously. *Pain, 152*(10), 2342–2347. doi:10.1016/j.pain.2011.06.028
- De Ruddere, L., Goubert, L., Vervoort, T., Kappesser, J., & Crombez, G. (2013). Impact of being primed with social deception upon observer responses to others' pain. *Pain, 154*(2), 221–226.
- Decety, J., Yang, C.-Y., & Cheng, Y. (2010). Physicians down-regulate their pain empathy response: an event-related brain potential study. *NeuroImage, 50*(4), 1676–82. doi:10.1016/j.neuroimage.2010.01.025
- Drwecki, B. B., Moore, C. F., Ward, S. E., & Prkachin, K. M. (2011). Reducing racial disparities in pain treatment: The role of empathy and perspective-taking. *Pain, 152*(5), 1001–1006.
- Ekman, P., & En, V. F. (1972). Movements PAUL EKMAN, *22*(December), 353–374.
- Eritz, H., & Hadjistavropoulos, T. (2011). Do informal caregivers consider

- nonverbal behavior when they assess pain in people with severe dementia? *The Journal of Pain*, 12(3), 331–339.
- Flor, H., Kerns, R. D., & Turk, D. C. (1987). The role of spouse reinforcement, perceived pain, and activity levels of chronic pain patients. *Journal of Psychosomatic Research*, 31(2), 251–259.
- Flor, H., Turk, D. C., & Rudy, T. E. (1989). Relationship of pain impact and significant other reinforcement of pain behaviors: The mediating role of gender, marital status and marital satisfaction. *Pain*, 38(1), 45–50.
- Geisser, M. E., Cano, A., & Leonard, M. T. (2005). Factors associated with marital satisfaction and mood among spouses of persons with chronic back pain. *The Journal of Pain*, 6(8), 518–525.
- Gilet, A.-L., Mella, N., Studer, J., Grünh, D., & Labouvie-Vief, G. (2013). Assessing dispositional empathy in adults: A French validation of the Interpersonal Reactivity Index (IRI). *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue Canadienne Des Sciences Du Comportement*, 45(1), 42–48. doi:10.1037/a0030425
- Glassman, A. H., & Shapiro, P. A. (1998). Depression and the course of coronary artery disease. *American Journal of Psychiatry*, 155(1), 4–11.
- Green, a D., Tripp, D. a, Sullivan, M. J. L., & Davidson, M. (2009). The relationship between empathy and estimates of observed pain. *Pain Medicine (Malden, Mass.)*, 10(2), 381–92. doi:10.1111/j.1526-4637.2009.00563.x
- Grégoire, M. Coll, M.-P., B-Tremblay, M.-P., Prkachin, K. & Jackson, P.L. (Accepted). Repeated exposure to others' pain reduces vicarious pain intensity estimation. *European Journal of Pain*.
- Grégoire, M., Coll, M.-P., Eugène, F., & Jackson, P. L. (2012). Revue des facteurs qui modulent les réponses cérébrale et comportementale à la douleur d'autrui. *Douleurs: Evaluation - Diagnostic - Traitement*, 13(5), 212–218. doi:10.1016/j.douler.2012.08.007
- Gross, J. J. (2002). Emotion regulation: Affective, cognitive, and social consequences. *Psychophysiology*, 39(3), 281–291.
- Johansen, A. B., & Cano, A. (2008). A Preliminary Investigation of Affective Interaction in Chronic Pain Couples. *Brain, Behavior, and Immunity*, 22(5), 629–629. doi:10.1016/j.bbi.2008.05.010
- Jones, S. L., Hadjistavropoulos, H. D., Janzen, J. A., & Hadjistavropoulos, T. (2011). The relation of pain and caregiver burden in informal older adult caregivers. *Pain Medicine*, 12(1), 51–58.
- Kappesser, J., Williams, A. C. D. C., & Prkachin, K. M. (2006). Testing two accounts of pain underestimation. *Pain*, 124(1-2), 109–16. doi:10.1016/j.pain.2006.04.003
- Keefe, F. J. (1982). Behavioral assessment and treatment of chronic pain: current status and future directions. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 50(6), 896.
- Keefe, F. J., & Block, A. R. (1982). Development of an observation method for assessing pain behavior in chronic low back pain patients. *Behavior Therapy*, 13(4), 363–375.
- Keefe, F. J., Buffington, A. L. H., Studts, J. L., & Rumble, M. E. (2002). Behavioral

- medicine: 2002 and beyond. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 70(3), 852.
- Kim, Y., Carver, C. S., Deci, E. L., & Kasser, T. (2008). Adult attachment and psychological well-being in cancer caregivers: the mediational role of spouses' motives for caregiving. *Health Psychology*, 27(2S), S144.
- Kindt, S., Vansteenkiste, M., Loeys, T., Cano, A., Lauwerier, E., Verhofstadt, L. L., & Goubert, L. (2015). When Is Helping your Partner with Chronic Pain a Burden? The Relation Between Helping Motivation and Personal and Relational Functioning. *Pain Medicine*, 16(9), 1732–1744.
- Leonard, M. T., & Cano, A. (2006). Pain affects spouses too: personal experience with pain and catastrophizing as correlates of spouse distress. *Pain*, 126(1-3), 139–46. doi:10.1016/j.pain.2006.06.022
- Leonard, M. T., Cano, A., & Johansen, A. B. (2006). Chronic pain in a couples context: a review and integration of theoretical models and empirical evidence. *The Journal of Pain : Official Journal of the American Pain Society*, 7(6), 377–90. doi:10.1016/j.jpain.2006.01.442
- Lucey, P., Cohn, J. F., Prkachin, K. M., Solomon, P. E., & Matthews, I. (2011). Painful data: The UNBC-McMaster shoulder pain expression archive database. *2011 IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition and Workshops, FG 2011*, 57–64. doi:10.1109/FG.2011.5771462
- Lyonette, C., & Yardley, L. (2003). The influence on carer wellbeing of motivations to care for older people and the relationship with the care recipient. *Ageing and Society*, 23(04), 487–506.
- Mahoney, R., Regan, C., Katona, C., & Livingston, G. (2005). Anxiety and depression in family caregivers of people with Alzheimer disease: the LASER-AD study. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 13(9), 795–801.
- Masten, C. L., Morelli, S. A., & Eisenberger, N. I. (2011). An fMRI investigation of empathy for “social pain” and subsequent prosocial behavior. *Neuroimage*, 55(1), 381–388.
- Matire, L. M., Stephens, M. A. P., Druley, J. A., & Wojno, W. C. (2002). Negative reactions to received spousal care: predictors and consequences of miscarried support. *Health Psychology*, 21(2), 167.
- Miaskowski, C., Kragness, L., Dibble, S., & Wallhagen, M. (1997). Differences in mood states, health status, and caregiver strain between family caregivers of oncology outpatients with and without cancer-related pain. *Journal of Pain and Symptom Management*, 13(3), 138–147.
- Milberg, A., Strang, P., & Jakobsson, M. (2004). Next of kin's experience of powerlessness and helplessness in palliative home care. *Supportive Care in Cancer*, 12(2), 120–128.
- Monin, J. K., Schulz, R., Martire, L. M., Jennings, J. R., Lingler, J. H., & Greenberg, M. S. (2010). Spouses' Cardiovascular Reactivity to Their Partners' Suffering. *Access*, 195–201. doi:10.1093/geronb/gbp133.
- Ostwald, S. K. (1996). Caregiver exhaustion: caring for the hidden patients. *Advanced Practice Nursing Quarterly*, 3(2), 29–35.
- Pagnini, F., Rossi, G., Lunetta, C., Banfi, P., Castelnuovo, G., Corbo, M., &

- Molinari, E. (2010). Burden, depression, and anxiety in caregivers of people with amyotrophic lateral sclerosis. *Psychology, Health & Medicine, 15*(6), 685–693.
- Penninx, B. W. J. H., Guralnik, J. M., Ferrucci, L., Simonsick, E. M., Deeg, D. J. H., & Wallace, R. B. (1998). Depressive symptoms and physical decline in community-dwelling older persons. *Jama, 279*(21), 1720–1726.
- Prkachin, K. M., & Solomon, P. E. (2008). The structure, reliability and validity of pain expression: evidence from patients with shoulder pain. *Pain, 139*(2), 267–74. doi:10.1016/j.pain.2008.04.010
- Redinbaugh, E. M., Baum, A., DeMoss, C., Fello, M., & Arnold, R. (2002). Factors associated with the accuracy of family caregiver estimates of patient pain. *Journal of Pain and Symptom Management, 23*(1), 31–8. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11779666>
- Romano, J., Turner, J., Friedman, L., Bulcroft, R., Jensen, M., & Hops, H. (1991). Observational assessment of chronic pain patient-spouse behavioral interactions*. *Behavior Therapy, 22*(4), 549–567. doi:10.1016/S0005-7894(05)80345-4
- Schulz, R., Drayer, R. A., & Rollman, B. L. (2002). Depression as a risk factor for non-suicide mortality in the elderly. *Biological Psychiatry, 52*(3), 205–225.
- Sjötröm, B., Haljamäe, H., DAHLGREN, L., & Lindström, B. (1997). Assessment of postoperative pain: impact of clinical experience and professional role. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica, 41*(3), 339–344.
- Sullivan, M. J. L., Bishop, S. R., & Pivik, J. (1995). The Pain Catastrophizing Scale: Development and validation. *Psychological Assessment, 7*(4), 524–532. doi:10.1037//1040-3590.7.4.524
- Turk, D. C., & Melzack, R. (2011). *Handbook of pain assessment*. Guilford Press.
- Vaughan, K. B., & Lanzetta, J. T. (1981). The effect of modification of expressive displays on vicarious emotional arousal. *Journal of Experimental Social Psychology, 17*(1), 16–30.
- Wilson-Genderson, M., Pruchno, R. A., & Cartwright, F. P. (2009). Effects of caregiver burden and satisfaction on affect of older end-stage renal disease patients and their spouses. *Psychology and Aging, 24*(4), 955.

Figures and Tables legends

Figure 1. Schematic representation of both pain and support estimation tasks.

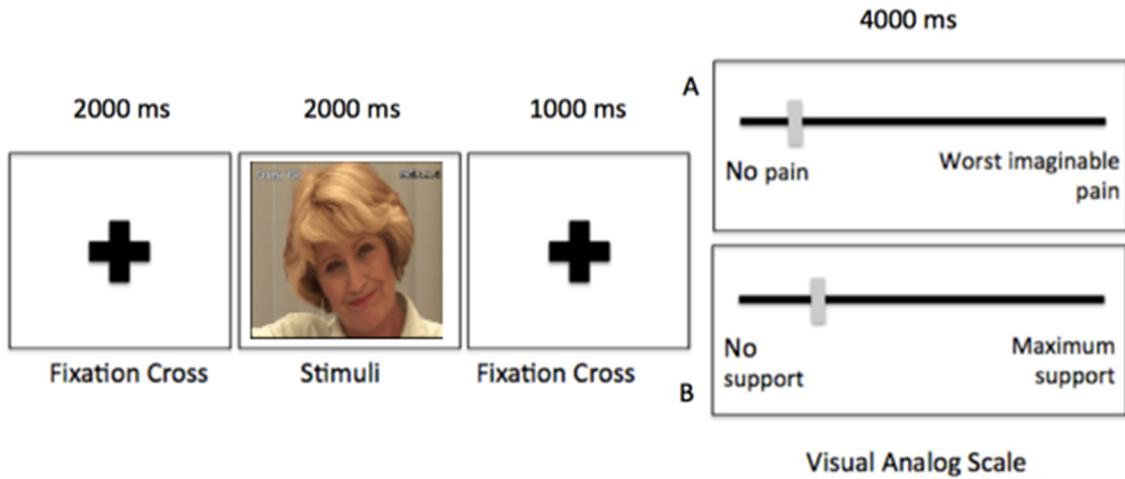
Figure 2. Results of the pain estimation task.

Figure 3. Results of the support estimation task.

Figure 4. Results of the galvanic skin response measure during pain estimation.

Table 1. Description of the chronic pain patients (CPP) sample.

Table 2. Results of the questionnaires analyses.



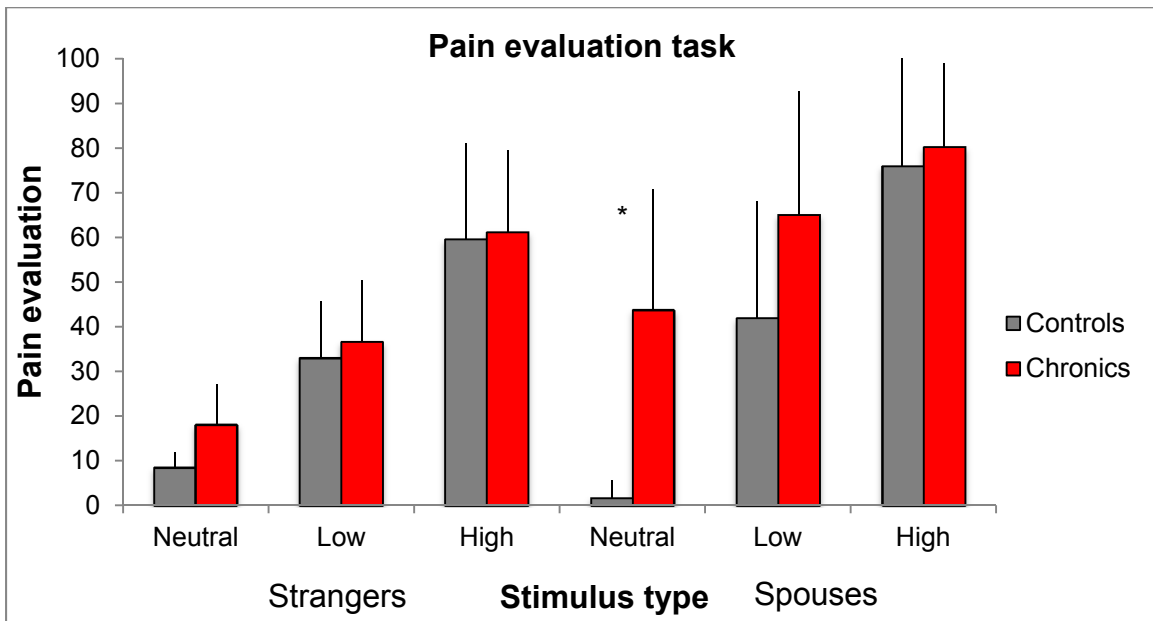


Figure 2. Results of the pain estimation task. * represents a significant difference between both groups at $p < .05$. Error bars represent standard deviations.

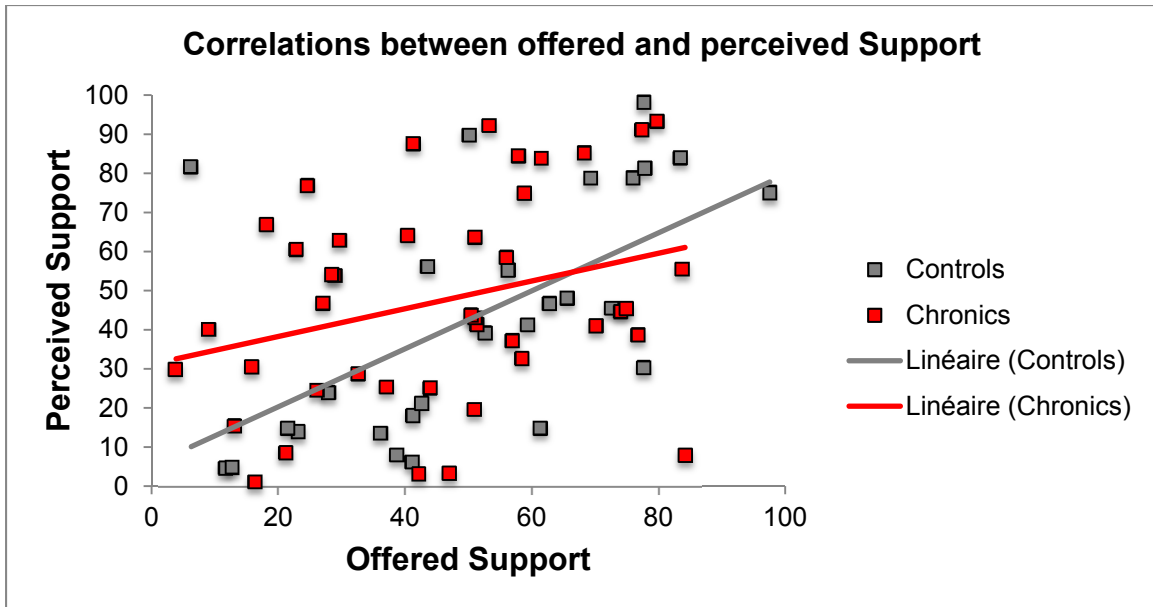


Figure 3. Distribution of perceived and offered support estimation for both groups. Red dots are Chronic couples estimation and gray dots are Controls estimation. The gray linear trend represents the association between both support perspective for Controls ($r = .587$) and the red one for Chronic pain couples ($r = .295$).

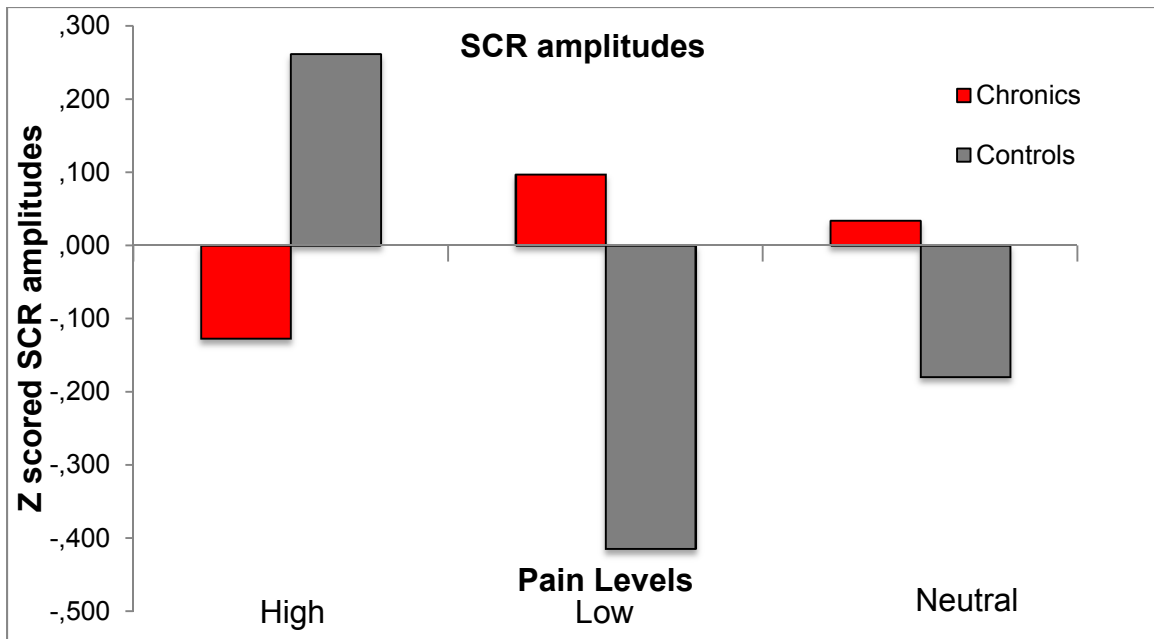


Figure 4. Mean skin conductance level amplitudes normalized for all stimuli presented for all 3 levels of pain in both groups.

Work related accident (X/14)	Number years of pain (Mean)	Pain sites (X/14)					
		Back	Neck	Shoulder	Superior Limb	Inferior Limb	Multiple sites
10	9.57	10	3	3	3	4	8

Table 1. Description of the chronic pain patients' sample.

Patients	CPS	Controls
PCS	$T = 3.226, p = .003^*$	$T = 2,649, p = .012^*$
BAI	$T = 4,253, p = .001^*$	$T = 3.287, p = .003^*$
BDI	$T = 2.148, p = .041^*$	$T = 2.115, p = .046^*$
CPS	Controls	-
PCS	$T = 0.462, p = .648$	-
BDI	$T = 0.735, p = .470$	-
BAI	$T = 0.178, p = .871$	-

*Table 2. T-test results for the questionnaires between patients', CPSs' and controls' scores. Alpha is corrected at 0.0125. Patients' scores were higher than controls and CPSs on every subscale. * represents a significant T-test.*

Chapitre 6

Discussion Générale

CHAPITRE 6. DISCUSSION GÉNÉRALE

La douleur est un phénomène complexe qui comprend des composantes physiologiques, psychologiques, biologiques et sociales (Hadjistavropoulos et al., 2011). La prise en charge de la douleur est un aspect crucial du travail en santé, mais dans plusieurs circonstances, les patients ne sont pas soulagés adéquatement (Bates et al., 1997; Lebovits et al., 1997; Nelson, Smedley, & Stith, 2002; Savigny, Watson, & Underwood, 2009). Pour être traitée de façon optimale, la douleur doit être communiquée et décodée précisément (Craig, 2009). Il est proposé que la communication inefficace de la douleur, du côté de la personne qui souffre ou de l'observateur, puisse être la cause principale d'un traitement sous-optimal (Kappesser et al., 2006). La communication de la douleur est influencée par plusieurs facteurs liés à l'individu en douleur, au contexte ou à l'observateur (Coll, Grégoire, Latimer, & Eugène, 2011.; Grégoire, Coll, Eugène, & Jackson, 2012). Cette thèse s'intéressait particulièrement aux facteurs liés à l'observateur. Elle visait d'abord à mieux comprendre le domaine de la communication de la douleur, par l'étude de l'impact de l'exposition répétée à la douleur d'autrui sur la perception et l'estimation de la douleur observée. Comme second objectif, cette thèse cherchait à mieux comprendre les réponses physiologiques et cérébrales associées à l'exposition répétée à la douleur d'autrui et leur rôle dans la sous-estimation de la douleur d'autrui. Le dernier objectif de la thèse concernait l'application de ces résultats à la réalité clinique des conjoints de patients souffrant de douleurs chroniques. Les impacts de l'exposition répétée à la douleur d'autrui ont été étudiés chez cette population dans une perspective écologique. Le thème principal de la thèse, soit l'exposition répétée à la douleur d'autrui, a donc été examiné sous différents angles. Ce chapitre de discussion générale souligne l'apport de la thèse et la situe dans l'éventail des connaissances du domaine de la communication de la douleur. Un bref résumé des principaux résultats présentés dans les trois articles expérimentaux est d'abord présenté. Ces résultats sont ensuite discutés pour tracer un portrait des contributions de la thèse sur le plan comportemental, cérébral et clinique.

6.1 Résumé des résultats

Dans l'ensemble, cette thèse a permis d'approfondir les connaissances sur l'impact de l'exposition répétée à la douleur en abordant ses différents aspects. Le premier article théorique présenté au chapitre 2 visait à intégrer l'ensemble des connaissances disponibles sur ce sujet, afin de circonscrire les zones qu'il importait d'éclaircir. Cet exercice a permis de constater les lacunes de la littérature en ce qui a trait à l'isolation du facteur d'exposition répétée à la douleur. En effet, puisque les études avaient généralement été effectuées chez des professionnels de la santé, le facteur exposition répétée était souvent confondu avec le facteur de l'expérience dans le traitement de la douleur. Le premier objectif de la thèse visait donc à déterminer l'impact d'une exposition répétée par observation à la douleur, sur l'estimation subséquente de la douleur chez une population naïve, c'est-à-dire n'ayant aucune expérience spécifique du traitement de la douleur. Au chapitre 3, un devis quasi-expérimental a été utilisé pour tester l'hypothèse selon laquelle cette exposition répétée à la douleur diminuerait l'estimation subséquente de la douleur d'autrui. Pour ce faire, deux groupes ont été exposés, pour une courte période (4800 ms) à des expressions faciales douloureuses ou à des expressions neutres. Les résultats montrent qu'une exposition à des expressions faciales de douleur, même de courte durée, peut diminuer significativement l'estimation de la douleur chez autrui. Ces résultats ont permis d'émettre des hypothèses quant aux conséquences de l'exposition à long terme chez des populations telles que les professionnels de la santé et les conjoints de patients atteints de douleur chronique. Ces deux groupes sont exposés quotidiennement à la douleur et doivent juger de la douleur régulièrement pour être en mesure de poser un comportement adapté en réponse à cette douleur. D'ailleurs, la littérature corrobore cette idée selon laquelle les professionnels de la santé et les conjoints de patients atteints de douleur chronique posent une estimation de la douleur du patient significativement différente de celle que le patient fait de sa propre douleur (Block, 1981; Everett et al., 1994; Redinbaugh et al., 2002). Par contre, il est

intéressant de constater que les conséquences sur l'estimation de la douleur chez ces deux populations sont diamétralement opposées. En effet, pour des raisons encore mal comprises les professionnels de la santé ont tendance à la sous-estimer, alors que les conjoints de patients ont tendance à la surestimer. L'étude des corrélats neuronaux de l'estimation de la douleur dans un contexte d'exposition répétée donne des pistes de réflexions pour éclaircir cette réalité.

Le second objectif, testé au chapitre 4, visait à explorer les corrélats neuronaux qui sous-tendent l'estimation de la douleur d'autrui à la suite d'une exposition répétée à la douleur des autres. L'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) est utilisée dans cette étude pour localiser les composantes impliquées dans cette tâche. En contrastant l'activité cérébrale associée à l'observation de la douleur à l'activité de base implicite, il a été possible de démontrer l'effet spécifique de l'exposition à la douleur. Un changement dans l'activité cérébrale des sujets lors de l'observation subséquente de la douleur d'autrui a pu être mesuré. Il semble que le fait d'être exposé à la douleur d'autrui avant de juger l'intensité de la douleur entraîne une diminution de l'activité cérébrale dans les régions affectives de la matrice de la douleur, notamment l'insula antérieure bilatérale, en comparaison au groupe non exposé. De plus, certaines régions associées au traitement cognitif de la douleur d'autrui se sont révélées être moins activées lors de l'estimation de la douleur d'autrui après une exposition répétée, notamment le précunéus et le sulcus temporal supérieur (STS). Il est proposé que cette diminution de l'activité cérébrale soit associée à deux phénomènes. D'une part, il semble que d'estimer la douleur des autres après une exposition répétée à la douleur nécessite une moins grande demande cognitive. D'autre part, il est possible que cette baisse reflète un désengagement face à la douleur d'autrui à la suite de cette exposition. Il est intéressant de constater que cette diminution d'activité cérébrale est concomitante à une diminution de l'estimation comportementale de la douleur. En effet, les résultats de la première étude de la thèse, soit une sous-estimation de la douleur d'autrui chez les sujets exposés à la douleur comparativement aux sujets non exposés,

ont été reproduits dans cette étude de neuroimagerie. Cette étude a permis d'objectiver les mécanismes cérébraux qui sous-tendent la sous-estimation de la douleur pour la première fois. Cependant, il n'a pas été possible de mettre en évidence une association entre l'activité des différentes régions d'intérêt (ACC, insula antérieure, amygdale) et les résultats à la tâche comportementale suggérant qu'il puisse y avoir d'autres facteurs impliqués n'ayant pas été mesurés dans ce protocole.

La troisième étude expérimentale, présentée au chapitre 5 de la thèse, visait à appliquer ces résultats à un groupe exposé à la douleur régulièrement. Cette étude avait aussi comme objectif de mieux comprendre les réactions physiologiques lors de l'estimation de la douleur d'autrui chez les conjoints de patients atteints de douleur chronique. Certains travaux avaient déjà démontré une surestimation de la douleur par les conjoints de patients atteints de douleur chronique en comparaison à l'évaluation des professionnels de la santé (Block, 1981), mais aussi en comparaison à l'estimation faite par le patient de sa propre douleur (Redinbaugh et al., 2002). L'étude présentée dans cette thèse visait quant à elle à déterminer si cette surestimation se limitait à la douleur exprimée par leur conjoint ou s'étendait aussi à la douleur exprimée par des étrangers. Un protocole a été établi pour déterminer si la surestimation était majoritairement liée à la relation conjugale entre l'observateur et la personne qui exprime la douleur, ou bien généralisable à l'ensemble des signaux de douleur perçus. Les résultats suggèrent que les conjoints de patients atteints de douleur chronique évaluent la douleur d'étrangers de façon équivalente à l'évaluation faite par un groupe contrôle. Toutefois, les conjoints de personnes en douleur chronique ont tendance à attribuer de la douleur à leur conjoint, même lorsque celui-ci présente une expression faciale neutre. Ce phénomène n'est pas présent au sein des couples dont les deux partenaires sont en santé. Dans cet article, il est proposé que cette différence d'estimation soit inhérente à la situation de douleur chronique vécue. Les conjoints se baseraient sur leurs connaissances de la situation de leur conjoint, plutôt que sur l'expression faciale pour juger de la douleur. Ainsi, sachant

que leur partenaire souffre de douleur chronique, ils attribuent de la douleur à ceux-ci, même lorsqu'ils n'en expriment pas.

Cette étude a aussi permis de mieux comprendre l'implication de la physiologie dans les processus d'estimation de la douleur du conjoint. Bien que l'évaluation de la douleur des étrangers étaient similaire entre les deux groupes de conjoints, leurs réponses physiologiques, ici la réponse électrodermale, étaient différentes. La réponse électrodermale est connue pour refléter l'activité du système nerveux autonome et serait un marqueur du niveau d'alerte (Critchley, Elliott, Mathias, & Dolan, 2000). Elle est généralement corrélée positivement à l'intensité de la douleur perçue (Burton, Birznieks, Spaak, Henderson, & Macefield, 2009; Loggia, Juneau, & Bushnell, 2011). Dans cette étude, les expressions faciales présentées variaient selon trois niveaux de douleurs (faible, moyenne et forte). Les résultats démontrent que le groupe contrôle était plus réactif à l'observation d'une forte douleur, qu'à une douleur faible ou une expression neutre. Les conjoints de patients atteints de douleur chronique, quant à eux, avaient une réactivité similaire pour les trois différents niveaux de douleur. Cette différence pourrait être expliquée par le fait que les conjoints de patients atteints de douleur chronique réguleraient leurs réponses physiologiques plus que les conjoints de sujets sains, lors d'une tâche d'estimation de la douleur. Toutefois, il serait nécessaire d'aller étudier les processus de régulation directement pour confirmer cette interprétation des résultats. Finalement, dans la tâche expérimentale, il ne semble pas y avoir de différence entre les deux groupes sur le plan du support perçu, c'est à dire que le support perçu par les patients était similaire à celui offerts par les conjoints. Il est possible d'émettre l'hypothèse selon laquelle les comportements d'aide à la personne qui exprime la douleur resteraient comparables, comparativement au groupe contrôle et ce, malgré des différences au niveau des processus physiologiques.

6.2 Contributions de la thèse

6.2.1 *Les contributions dans le domaine de la communication de la douleur et de l'évaluation de la douleur d'autrui*

Le modèle de la communication de la douleur de Craig (2009) est utilisé comme cadre théorique dans cette thèse en raison de sa pertinence dans l'étude des facteurs qui influencent l'évaluation de la douleur chez autrui. Il présente la communication de la douleur selon quatre grandes phases soit, l'expérience de la douleur, l'encodage de la douleur (son expression), le décodage de la douleur et la réponse à la douleur d'autrui. Les travaux présentés ici se sont intéressés spécifiquement à l'étape de décodage de la douleur d'autrui et ont innovés en isolant le facteur d'exposition répétée à la douleur d'autrui. Comme présenté au chapitre 2, différents facteurs liés à l'individu en douleur, à l'observateur ou au contexte peuvent modifier le décodage de la douleur chez autrui (Grégoire, Coll, Eugène & Jackson, 2012). Le facteur de l'impact de l'exposition répétée à la douleur d'autrui est souvent confondu avec celui l'expérience dans le traitement de la douleur d'autrui. L'étude comportementale présentée au chapitre 3 était, à notre connaissance, la première étude qui s'intéressait à *l'estimation* de la douleur d'autrui dans un contexte d'exposition répétée à la douleur d'autrui, en utilisant des expressions faciales de douleur.

Des travaux, notamment du professeur Prkachin (2004 ; 2010), avaient démontré un biais dans une tâche de *détection* de la douleur dans des images d'expressions faciales de douleur, à la suite d'une exposition répétée à des expressions faciales d'autrui. Toutefois, aucune étude ne s'était intéressée à *l'estimation* de la douleur lors de l'observation d'expressions faciales, un processus de plus haut niveau nécessitant notamment de prendre en compte différents éléments du contexte (Craig, 2009). En effet, en comparaison à la détection de la douleur, l'estimation

de la douleur nécessite un traitement cognitif plus approfondi qui va au-delà des processus automatiques et intuitifs (Craig, 2009). Ainsi, il a été possible de démontrer que des processus délibérés et réfléchis sont aussi influencés par l'exposition répétée à la douleur d'autrui. En outre, ces résultats ont aussi été reproduits dans l'environnement d'IRMf au chapitre 4, ce qui suggère une certaine robustesse de l'effet de l'exposition répétée à la douleur d'autrui. Ces résultats constituent un apport au modèle de communication de la douleur en démontrant que l'exposition répétée à la douleur d'autrui tend à diminuer l'évaluation ultérieure de la douleur et que cet effet serait indépendant d'autres facteurs, tels que l'expérience dans le traitement de la douleur d'autrui, puisqu'aucun des sujets n'était un professionnel de la santé ou n'avait un proche en douleur chronique. Ces études peuvent avoir une portée clinique en suggérant que d'être régulièrement exposé à des personnes qui expriment de la douleur, par exemple chez les professionnels de la santé, peut mener à une sous-estimation de la douleur perçue et donc éventuellement, à un traitement sous-optimal. Evidemment, ces études devront être répliquées avec des professionnels de la santé et d'autres travaux devront être menés sur le traitement de la douleur afin d'établir des liens de causes à effet. Malgré cela, il est maintenant clair que le facteur d'exposition répétée a un impact significatif sur la manière dont la douleur est décodée par l'observateur.

6.2.1.1 Au-delà du Visual Adaptation Aftereffect

L'impact du phénomène *Visual Adaptation Aftereffect* sur l'interprétation des résultats comportementaux indiquant une sous-estimation de la douleur n'a pas été discuté entièrement dans les articles de la thèse et mériterait qu'on s'y attarde ici. Selon les études menées sur le *Visual Adaptation Aftereffect*, l'exposition répétée à la douleur d'autrui causerait une adaptation des processus de bas niveaux impliqués dans l'observation des stimuli et cette adaptation pourrait engendrer par la suite, une diminution de l'évaluation de la douleur (Leopold Rhodes, Müller, & Jeffery, 2005). En effet, différents travaux ont démontré que

l'exposition répétée à des stimuli, par exemple à des formes géographiques simples, aurait un impact ultérieur sur le jugement de stimuli ambigus. Ces stimuli auraient ensuite moins tendance à être jugés comme appartenant au même groupe que le stimuli d'exposition (Clifford et al., 2007; Kohn, 2007). Cela a aussi été démontré avec des émotions de bases, telles que la tristesse ou la colère (Wieser, Gerdes, Reicherts, & Pauli, 2014). En raison du traitement affectif des stimuli dans notre étude, il est possible que l'adaptation à des stimuli douloureux soit à l'origine de la diminution de l'évaluation. Néanmoins, le fait qu'il n'y ait pas d'interaction entre les groupes et les niveaux de douleur (faible et forte douleur) rend cette hypothèse moins plausible. En effet, si le résultat de la sous-estimation de la douleur était expliqué par un phénomène d'adaptation visuelle, des stimuli de forte douleur, donc sans ambiguïté, aurait dû être jugés de façon équivalente entre les deux groupes. Au contraire, les résultats des études présentées indiquent la sous-estimation était présente seulement pour le groupe exposé précédemment et peu importe le niveau de douleur. D'ailleurs, cet élément semble confirmer l'idée selon laquelle l'exposition répétée à la douleur d'autrui affecte aussi des processus cognitifs de plus haut niveau.

6.2.1.2 L'interaction entre douleur à soi et observation de la douleur d'autrui

Les études présentées dans cette thèse s'intéressaient toutes spécifiquement aux impacts de l'exposition à la douleur des autres sur le processus d'estimation de la douleur d'autrui. Un domaine connexe de la littérature s'intéresse, quant à lui, à son effet sur l'expérience de la douleur, lorsque ressentie par l'observateur. Plusieurs études ont démontré que la présentation de stimuli émotionnels pouvaient avoir un impact, à la baisse ou à la hausse, selon le type d'émotion, sur l'estimation de la douleur induite expérimentalement et ressentie par le sujet (Kenntner-Mabiala, Andreatta, Wieser, Mühlberger, & Pauli, 2008; Meagher, Arnau, & Rhudy, 2001; Roy, Peretz, & Rainville, 2008). Lorsque ces stimuli représentent des images de douleur, notamment des membres dans des situations douloureuses, les résultats suggèrent une augmentation de la sensation

de douleur, probablement due à une forme d'hyperalgésie de compassion (de Wied & Verbaten, 2001; Godinho et al., 2012; Reicherts, Gerdes, Pauli, & Wieser, 2013). De Wied et Verbaten (2001) ont d'abord décrit le phénomène d'hyperalgésie de compassion en observant que l'exposition à la douleur d'autrui tend à diminuer le seuil de la douleur ressentie pendant une tâche de tolérance au froid (Cold-Pressor Task). Sur le plan phylogénique, la même manifestation d'hyperalgésie compassionnelle a été démontrée chez la souris, lors de l'observation d'autres souris en douleur (Langford et al., 2006). Ce résultat suggère que le phénomène d'hyperalgésie chez l'humain pourrait notamment servir à la survie de l'espèce en déclenchant plus rapidement et inconsciemment les réponses associées à la perception de la douleur. D'un point de vue théorique, il s'agit un appui important au système perception-action de l'empathie pour la douleur d'autrui (Preston & de Waal, 2002) décrit précédemment. L'hyperalgésie compassionnelle est aussi présente lors de l'observation de visages exprimant de la douleur (Mailhot, Vachon-Presseau, Jackson, & Rainville, 2012). En effet, l'exposition à des expressions faciales de douleur mènerait à une plus grande estimation de la douleur ressentie, comparativement à l'exposition à d'expressions faciales neutres. Certains travaux suggèrent que cette hyperalgésie serait spécifique à l'observation d'humains en douleur (Godinho et al., 2006) . Cette spécificité appuierait l'hypothèse selon laquelle un système miroir serait impliqué dans la perception de la douleur chez autrui, en créant une résonance automatique entre la représentation de la douleur l'autre et celle de sa propre douleur. Des travaux subséquents du même groupe (Godinho et al., 2012) ont démontré des résultats intéressants. Selon cette étude, il semblerait que la matrice de la douleur soit bien impliquée lors de l'observation de la douleur d'autrui, mais que ces régions cérébrales ne seraient pas celles les plus activées lors d'une tâche de compassion pour la douleur d'autrui (i.e. lorsque la consigne est de faire preuve d'empathie face à cette dernière). En effet, des régions associées à l'intégration associative de haut niveau, telles que le cortex préfrontal dorso latéral et la jonction temporo pariétale étaient davantage activées. Ceci qui suggère que la compassion pour la douleur d'autrui est un phénomène de plus haut niveau encore, que la

simple résonance face à la douleur d'autrui, attribuée au système miroir. Conséquemment, l'hyperalgésie de compassion ne serait pas uniquement du à la résonance, mais plutôt à l'interaction entre différents systèmes, automatiques et délibérés.

Le phénomène inverse, soit l'impact de la douleur ressentie par l'observateur sur le jugement de la douleur d'autrui, a intéressé d'autres auteurs (Coll, Budell, Rainville, Decety, & Jackson, 2012; Valeriani et al., 2008). La littérature sur ce sujet propose que différents facteurs, liés à l'observateur, à la personne qui exprime de la douleur ou au contexte, aurait un impact sur l'estimation de la douleur. Entre autres, il a été démontré que l'impact de la douleur ressentie par l'observateur variait selon le genre de la personne à qui ils devaient attribuer de la douleur. En effet, il semble que lors de l'application d'un stimuli douloureux au bras, les participants estimerait la douleur des hommes de façon plus intense, mais la douleur des femmes de façon moins intense (Coll et al., 2012). Cette différence entre les genres serait en partie expliquée par les stéréotypes qui sont entretenus à propos de la douleur des femmes, par exemple le fait d'assumer qu'elles auraient une propension à exagérer leur douleur ou à y être plus sensible (Chibnall & Tait, 2001; Coll et al., 2012). Ce type de résultats a un intérêt certain pour des individus devant apporter des soins tels que les professionnels de la santé ou les proches de patients atteints de douleur chronique. Ces derniers doivent estimer la douleur d'autres personnes régulièrement sans être à l'abri de souffrir eux-mêmes de douleurs (Videman et al., 1984). Il est donc possible que la douleur ressentie par ces personnes biaise leur estimation de la douleur des autres et donc qu'ils n'offrent pas toujours un traitement optimal. L'estimation de la douleur d'autrui est un processus complexe pouvant être influencé par une multitude de facteurs, tels que discutés au chapitre 2.

Dans une étude ultérieure, il serait intéressant d'investiguer ce phénomène chez une population clinique en douleur chronique. Dans l'étude présentée au chapitre 5, seulement un des deux partenaires souffrait de douleur chronique. À notre

connaissance, il n'existe pas de littérature concernant l'estimation de la douleur d'autrui dans des cas où les deux conjoints souffrent de douleur aiguë ou chronique. Il serait pertinent d'étudier l'impact d'être soi-même en douleur sur l'évaluation de la douleur de l'autre, mais aussi sur la perception du support offert dans ce type de dyade. Bien entendu, le type de relation entre les deux partenaires (conjugale versus patient-soignant) influence aussi certainement cet effet. Il est difficile d'estimer la proportion de patients souffrant de douleur chronique en couple avec une autre personne qui souffre de douleur chronique. Toutefois, pendant la période de recrutement à la clinique de la douleur de l'IRDPQ, il est arrivé à quelques reprises que des couples ne puissent pas participer à l'étude puisque les deux membres étaient en douleur. À partir des informations disponibles dans le domaine, il est possible de penser qu'un conjoint lui-même en douleur surestimerait la douleur et le support à offrir à son partenaire de vie. Cette estimation à la hausse pourrait avoir un impact sur son sentiment de compétence comme aidant naturel, étant de plus limité par sa propre condition clinique. Cette perception biaisée pourrait donc augmenter l'intensité de symptômes dépressifs ressentis par l'un et l'autre des conjoints, déjà très prévalents dans cette population (Lépine & Briley, 2004; Schwartz, Slater, Birchler, & Atkinson, 1991). Sachant que les symptômes dépressifs sont des facteurs qui limitent l'efficacité de la prise en charge (Romano et al., 1995; Schwartz et al., 1991), ce phénomène pourrait accentuer la chronicité de leur problématique douloureuse.

En définitive, les travaux présentés dans cette thèse viennent ajouter à l'ensemble des données comportementales dans le domaine de la communication de la douleur. Ces travaux permettent de mieux comprendre la relation entre la douleur observée, la sensation de douleur et l'estimation de la douleur pour autrui. Les conclusions tirées de ces résultats pourraient guider les interventions auprès des professionnels de la santé et des proches aidants, dans l'objectif de minimiser l'impact de l'exposition répétée à la douleur d'autrui sur le jugement de la douleur. Notamment, l'offre de psychoéducation sur le sujet serait un moyen simple et peu coûteux d'intervenir sur ces aspects. Il serait intéressant de tester auprès de

professionnels de la santé leur estimation de la douleur de leurs patients après une simple manipulation expérimentale qui leur mentionnerait que les professionnels de la santé ont tendance à sous-estimer la douleur des patients. Il est possible que cette intervention puisse avoir un impact sur l'estimation subséquente qu'ils font de la douleur d'autrui.

6.2.1.3 Impact spécifique de la douleur ou résultat de la saillance ?

L'étude 2b présentée au chapitre 3 avait comme objectif de tester la spécificité de l'exposition répétée à la douleur d'autrui sur l'estimation subséquente de la douleur. Lors de l'analyse des résultats de la première étude de ce chapitre, il est apparu pertinent de se questionner pour savoir si la sous-estimation de la douleur à la suite d'une exposition répétée à la douleur était spécifique ou si l'exposition à une autre émotion négative de même intensité pourrait entraîner le même effet. Cette seconde étude était inspirée des travaux théoriques de l'équipe de Iannetti et Mouraux (2010). Ces auteurs ont suggéré que la matrice de la douleur n'était pas un système qui traitait de façon préférentielle la douleur, mais plutôt un ensemble de régions qui réagissaient à la saillance des stimuli auxquels les sujets étaient exposés. La saillance comprend les effets de nouveauté, d'orientation de l'attention et le degré de menace pour l'individu (Legrain, Iannetti, Plaghki, & Mouraux, 2011). Ainsi, lors de l'exposition à un stimulus douloureux, le système ne traiterait pas l'information en fonction de sa connotation spécifique à la douleur, mais plutôt en fonction du danger qu'il représente pour l'organisme (Legrain et al., 2011). Des études d'imagerie utilisant l'IRMf, ont démontré que différentes stimulations nociceptives, tactiles, auditives ou visuelles pouvaient activer de façon indifférenciée l'insula et l'ACC (Downar, Crawley, Mikulis, & Davis, 2000; Downar, Mikulis, & Davis, 2003). Ces régions font partie de la matrice de la douleur et sont souvent associées au traitement affectif de celle-ci (Jackson et al., 2005; Lloyd et al., 2004; Singer et al., 2004). Ainsi, selon cette théorie, l'exposition à une émotion négative intense devrait aussi mener à une sous-estimation de la douleur évaluée, en raison de sa saillance. Plusieurs études ont déjà démontré que des

stimuli négatifs, présentés dans différentes modalités telles qu'auditive ou olfactive, pouvaient avoir un impact sur l'estimation de la douleur ressentie (Kenntner-Mabiala et al., 2008; Meagher et al., 2001; Roy et al., 2008). Toutefois, aucune étude ne s'était encore intéressée à distinguer l'effet spécifique de l'observation de la douleur et d'une autre émotion négative, sur l'estimation de la douleur d'autrui.

Afin de démontrer cette spécificité, l'étude comportementale d'exposition répétée à la douleur d'autrui a été répliquée en ajoutant un troisième groupe, celui-là exposé à la peur avant de juger de la douleur d'autrui. Les résultats de cette seconde étude confirment l'effet de diminution de l'estimation de la douleur d'autrui à la suite d'une exposition répétée à des expressions faciales de douleur en comparaison à des expressions neutres. Toutefois, l'exposition à des expressions faciales de peur mène à une estimation qui n'est ni significativement différente de celle obtenue après l'exposition à des expressions faciales de douleur, ni différente de celle obtenue après l'exposition à des expressions faciales neutres. Ce résultat surprenant ne permet pas de répondre sans équivoque à la question de la spécificité de l'observation de la douleur. Il est donc possible que cet effet soit engendré par la valence négative des stimuli. Afin de mettre à l'épreuve ces résultats, il serait intéressant de conceptualiser une étude dans laquelle l'évaluation porterait aussi sur l'intensité de la peur observée. Ainsi, cela permettrait de tester si l'exposition à des stimuli douloureux a le même impact sur l'estimation de la peur que celui de la peur sur l'estimation de la douleur, et ainsi, de tester si la saillance des stimuli d'exposition a un impact plus grand que la spécificité de l'émotion. À la lumière des résultats de la première étude, il serait attendu que l'exposition répétée à des stimuli de peur mène à une diminution de l'estimation de la peur dans des images subséquentes, en comparaison à un groupe non-exposé à la peur.

6.2.2 Les contributions à l'avancement des connaissances sur les corrélats neuronaux liés à l'observation de la douleur d'autrui

L'imagerie par résonance magnétique est une technique de prédilection depuis les 15 dernières années pour l'étude de la douleur (420 études répertoriées avec le mot clé « pain » dans neurosynth). En lien avec la théorie des représentations partagées, il a été régulièrement proposé que d'observer la douleur chez autrui active, à différents niveaux, chez l'observateur, des régions cérébrales associées à la perception physique de la douleur, notamment les régions affectives de la matrice de la douleur (ACC, insula antérieure) (Jackson et al., 2005; Lloyd et al., 2004; Singer et al., 2004). Il a été suggéré que ce processus de résonance entre la personne en douleur et l'observateur serait un élément central du partage et de la compréhension de l'expérience de la douleur. D'ailleurs, il a été démontré que l'activité cérébrale dans les régions affectives de la douleur mentionnées précédemment, était positivement corrélée à l'estimation de la douleur d'autrui en termes d'intensité (Jackson et al., 2005). Les résultats obtenus dans l'étude d'IRMf de la présente thèse sont donc cohérents avec les données de la littérature. Toutefois, d'autres études publiées pendant la rédaction de cette thèse se sont aussi intéressées aux corrélats neuronaux de l'exposition répétée à la douleur et ces résultats récents amènent des réflexions intéressantes sur le sujet.

Notamment, l'étude de Preis et ses collaborateurs (2015) mentionnée en discussion de l'article du chapitre 4, utilisait aussi l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle pour tester l'impact de l'exposition répétée à la douleur. Ces auteurs ont démontré une habitude intra-individuelle à l'observation de membres en douleur dans différentes régions, notamment dans l'insula antérieure, le cortex cingulaire dorsal postérieur, le lobule pariétal inférieur et l'aire motrice supplémentaire. Ces résultats suggèrent que l'habitude se produirait dans des régions généralement associées au traitement affectif de la douleur, mais aussi dans d'autres régions associées à la composante sensori-discriminative. Dans le cadre de l'étude en neuroimagerie présentée dans cette thèse, un protocole interindividuel a plutôt été utilisé; c'est à dire qu'un groupe était exposé à la douleur et l'autre groupe à des expressions faciales neutres. Dans ce contexte, il n'a pas été possible de répliquer les résultats de Preis. En effet, une analyse d'habitude intra-groupe aurait été intéressante à réaliser, mais impossible en raison du paradigme de la tâche qui aurait entraîné un manque de puissance pour arriver à des résultats satisfaisants. De plus, le type de stimuli diffère entre ces 2 études. Dans le cadre de l'étude d'IRMf de cette thèse, des expressions faciales de douleur plutôt que des membres dans des positions douloureuses ont été utilisées. Il est donc possible que le type de stimuli ait pu avoir un impact sur les résultats qui divergent entre les deux études. Il est probable que l'habitude diffère entre des stimuli avec une plus grande composante sensorielle (membres) et des stimuli avec une composante plus communicationnelle (expressions faciales). Preis et ses collaborateurs ont démontré une adaptation dans la majorité des régions associées au traitement affectif de la matrice de la douleur, alors que dans notre étude, ce ne sont pas tout à fait les mêmes régions qui sont touchées par l'exposition répétée à la douleur. Notamment, la composante socio-émotionnelle des expressions faciales de douleur, en comparaison aux membres, produit une plus grande activité dans le précunéus lors de l'observation de la douleur d'autrui (Vachon-Presseau et al., 2012). En considérant les résultats de ces deux études, il est suggéré que le type de stimuli influence le processus d'adaptation du à l'exposition répétée à des images de douleur. Il semble que l'adaptation ne se

fasse pas exactement sur les mêmes régions et serait le résultat spécifique de l'adaptation à un type de stimulus en particulier. Pour tester cette hypothèse, une étude combinant les analyses d'adaptation et celle de contraste intergroupe serait nécessaire. 6.2.2.1 L'utilisation d'un visage neutre comme niveau de base

Le protocole utilisé dans les études présentées aux chapitre 3 et 4 s'inspirait des études menées par Prkachin et ses collaborateurs (2004, 2010), mais proposait une méthodologie novatrice. Comparativement aux études de Prkachin (2004 ; 2010) utilisant le paradigme d'adaptation sélective, des expressions faciales neutres lors de l'exposition du groupe contrôle ont été utilisées comme niveau de base, plutôt qu'un écran noir. Cette manière de procéder représente un avancement méthodologique important en ayant comme effet de diminuer la variabilité, et du même coup d'augmenter la spécificité des deux types de stimuli utilisés dans la tâche. Toutefois, ce changement apporte aussi son lot de questionnements dans l'interprétation des résultats qui n'ont pas pu être discutés en profondeur dans la discussion de l'article d'imagerie. Les résultats principaux de cet article concernaient la diminution de l'activité dans l'insula antérieure bilatérale, le précunéus, le gyrus fusiforme, le sulcus temporal supérieur et l'amygdale lors de l'observation de la douleur d'autrui chez le groupe précédemment exposé à la douleur. Il est suggéré que ces résultats seraient dus à une forme d'habituation, soit un désengagement face à la douleur d'autrui à la suite d'une exposition répétée, ou encore à une moins grande demande cognitive de la tâche d'estimation la douleur d'autrui. Ces résultats proviennent du contraste entre les groupes dans la condition douleur. Toutefois, en comparant les cartes d'activation entre les groupes du contraste Douleur > Neutre, les résultats sont moins éloquents puisqu'il semble y avoir plus d'activité dans les régions affectives de la douleur lors de l'observation de stimuli neutres chez le groupe contrôle que chez le groupe exposé précédemment. Bien que le groupe contrôle, comme son nom l'indique, doive servir de point de référence, il est intéressant de se questionner sur les attentes potentielles des sujets contrôles qui sont exposés à des stimuli neutres, avant de devoir juger de la douleur d'autrui. Le thème de

l'étude étant dévoilé aux sujets avant le début de l'expérimentation, il est possible que ceux-ci se soient attendus à voir de la douleur même dans les stimuli neutres. Effectivement, les indications au début de la tâche mentionnaient aux participants l'objectif d'estimation de la douleur de la tâche. Ainsi, l'activité cérébrale dans les régions associées au traitement affectif de la matrice de la douleur, plus importante lors du jugement de stimuli neutre dans ce groupe contrôle, pourrait être le reflet de ces attentes, c'est à dire de la préparation à voir de la douleur. D'ailleurs, Wager et ses collaborateurs (2013), on démontré que les attentes face à la douleur pouvaient moduler l'estimation de la douleur ressentie et produisait une plus grande activité dans l'ACC, l'insula et le thalamus. Les résultats de l'étude du chapitre 4 sont cohérents avec ceux de cette équipe et suggèrent que l'anticipation de la douleur peut avoir un impact sur le traitement cérébral de la douleur des autres.

Une méta-analyse récente a aussi démontré l'impact de l'anticipation de la douleur sur l'estimation de la douleur ressentie (Palermo, Benedetti, Costa & Amanzio, 2015). Pendant les périodes d'anticipation d'une douleur, une plus grande activité a été mesurée dans le DLPFC, mACC, cortex insulaire antérieur, STG et IPL. À la lumière de la théorie des représentations partagées, il est probable que ce phénomène ait aussi un impact pour l'estimation de la douleur d'autrui. Ces résultats soutiennent également l'idée d'une plus grande anticipation de la douleur chez les contrôles, comparativement au groupe exposé précédemment à la douleur.

6.2.2.2 Retour sur la signature de la nociception

Dans l'introduction de cette thèse, les importants résultats d'une étude récente de Wager (2013) et ses collaborateurs, présentée dans le *New England journal of Medicine*, sont résumés. Cette étude mentionnait qu'il était maintenant possible avec une spécificité et une sensibilité avoisinant 95% d'identifier les marqueurs biologiques associés à la douleur. Cette étude a soulevé beaucoup de

questionnements dans la communauté scientifique puisque cette signature de la nociception ne permettait pas de classifier des activations cérébrales associées à l'observation de la douleur d'autrui. Ainsi, la théorie des représentations partagées appliquées à la matrice de la douleur a été ébranlée par ces données, à la lumière desquelles il semblerait que le partage cérébral entre l'observation de la douleur et la nociception serait plus limité que ce qui avait été précédemment suggéré (Corradi-Dell'Acqua, Tusche, Vuilleumier, & Singer, 2016; Lieberman & Eisenberger, 2015; Zaki, Ochsner, Hanelin, Wager & Mackey 2007). Dans les prochaines années, il sera certainement possible d'obtenir une signature de l'observation de la douleur d'autrui afin de trancher ce débat sur le partage cérébral entre l'observation de la douleur d'autrui et la nociception. En attendant, certaines questions éthiques entourent ce genre d'études. Notamment, certains auteurs se sont interrogés à savoir quel serait l'impact de l'instauration de ce type de mesure dans un environnement de soin. Est-ce qu'il serait envisageable que les neurosciences puissent éventuellement remplacer le jugement de la douleur fait par les professionnels de la santé? Il semble simpliste à première vue de se baser uniquement sur des images cérébrales pour juger de la douleur d'autrui, en ignorant d'autres indices classiques. Les professionnels de la santé soulèvent entre autres les impacts possibles que cela pourrait avoir sur l'administration d'opioïdes. Toutefois, pour certaines populations, les seuls indices douloureux actuellement disponibles sont ceux transmis par des gestes ou les expressions faciales. De plus, à la lumière des résultats de cette thèse, il semble y avoir d'importants biais liés à l'exposition répétée à la douleur chez les professionnels de la santé, lors du jugement d'indices paralinguistiques de la douleur. Il est impossible de retirer l'erreur humaine lors du jugement de stimuli ambigu, mais, les mesures comme la signature de la douleur pourraient un jour permettre d'obtenir de l'information supplémentaire dans les cas où le rapport verbal n'est pas accessible et ainsi optimiser le traitement de ces patients.

6.2.3 Les contributions aux connaissances sur les comportements prosociaux

Tel que discuté tout au long de la thèse, plusieurs études se sont intéressées à l'estimation de la douleur chez autrui, que ce soit pour tester les facteurs modulant cette estimation ou pour explorer les facteurs neuronaux qui la sous-tendent. Au chapitre 5, il a été possible de démontrer que les conjoints de patients atteints de douleur chronique ne surestiment pas la douleur des étrangers, ni celle de leur conjoint lorsque ceux-ci expriment effectivement de la douleur. Plusieurs autres études se sont aussi intéressées aux implications cliniques des phénomènes liés à l'estimation de la douleur chez autrui (Choinière et al., 1990; De Ruddere et al., 2011; Kappesser & Williams, 2002). Certaines études ont exploré le lien entre la précision de l'estimation de la douleur chez autrui et les comportements pro sociaux (Morelli, Rameson, & Lieberman, 2012; Rameson, Morelli, & Lieberman, 2012), mais la nature de ce lien est encore largement méconnu. Une expérience effectuée au laboratoire, présentement en préparation pour publication, a permis de développer une tâche intéressante pour mesurer le comportement d'aide chez les professionnels de la santé (Coll et al., en préparation). Il a déjà été démontré que les professionnels de la santé, très exposés à la douleur dans le cadre de leur travail, ont tendance à sous-estimer la douleur de leur patient, en comparaison à l'évaluation auto-rapportée du patient (Choinière et al., 1990; Kappesser & Williams, 2002). Dans l'étude de Coll et collaborateurs, ces derniers devaient observer des patients en douleur et juger sur une échelle visuelle analogue, du temps qu'ils désiraient leur offrir. Selon les consignes, plus ils offraient de temps et plus le patient serait soulagé. Du même coup, ils augmentaient cependant le temps qu'ils passaient au laboratoire, ce qui représentait un coût implicite à leurs comportements d'aide. Contrairement à ce qui aurait pu être attendu en fonction des résultats obtenus précédemment, il a été démontré que les professionnels de la santé offraient plus d'aide que le groupe contrôle. Ces résultats surprenants impliquent que même si les professionnels de la santé sous-estiment souvent la douleur de leurs patients, ils semblent tout aussi à même, voir plus disposé, à offrir un comportement d'aide adéquat que les sujets contrôles. Il serait intéressant de combiner dans une même étude l'estimation de la douleur et les comportements d'aide pour encore mieux comprendre ces résultats à première vue contre-intuitifs.

Les conjoints de patients atteints de douleur chronique partagent certaines caractéristiques avec les professionnels de la santé, dont le fait de d'offrir de l'aide de façon régulière et d'être quotidiennement exposés à la douleur. Par contre, ce groupe ne semble pas affecté de la même manière. Tel que mentionné précédemment, il a été démontré que les conjoints de patients ont tendance à surestimer la douleur de leur conjoint. Afin de comparer les conjoints aux professionnels de la santé, nous avons aussi voulu tester si cette différence d'estimation de la douleur se répercutait sur les comportements prosociaux, dans ce cas-ci, le support offert au conjoint en douleur. Dans l'étude présentée au chapitre 5, il était demandé aux conjoints de juger du niveau de support qu'ils croient offrir à leur conjoint en douleur lorsque ce dernier présente des expressions faciales de douleur similaires à celle présentées. Il apparaît que les conjoints de patients atteints de douleur chronique offrent un niveau d'aide qui est comparable à celui d'un groupe contrôle et que la perception de ce support par leur conjoint en douleur est aussi similaire. Bien que cette tâche n'implique pas de coûts à aider les personnes en douleur, les résultats peuvent être comparés puisque, comme pour les professionnels de la santé, il semble y avoir une certaine modulation de l'estimation de la douleur, mais cette dernière ne se répercuterait pas non plus sur l'offre de support par la suite. Ces résultats représentent un appui considérable pour une meilleure implication des conjoints de patients atteints de douleur chronique dans le protocole de traitement de la personne en douleur. En effet, cette étude démontre que l'ajustement à l'intérieur des couples sur le plan du support offert et reçu est similaire à celui retrouvé chez des couples non-atteints de douleur chronique. Puisque les conjoints semblent en mesure d'offrir un support adéquat, malgré leur tendance à surestimer la douleur vécue par leur partenaire, ces aidants naturels devraient systématiquement faire partie des plans de traitement de la douleur chronique. De cette manière, les patients auraient un support constant de la part d'un proche et cela permettrait aux intervenants de mieux outiller les conjoints sur la gestion de la douleur, une lacune souvent identifiée par ces derniers.

Les résultats de cette étude doivent toutefois être nuancés en raison des caractéristiques de l'échantillon. En effet, il se pourrait que l'échantillon ne soit pas en tous points représentatif de la population des conjoints de patients atteints de douleur chronique puisque ces patients étaient sur une liste d'attente pour recevoir des traitements à la clinique de la douleur. Il se pourrait donc que, comparativement aux populations testées dans la littérature, les conjoints recrutés n'aient pas encore été aux prises avec les graves problématiques associées au fardeau de l'aidant. Des études de plus grandes envergures impliquant un recrutement plus systématique permettrait de vérifier si ces résultats sont généralisables à l'ensemble de la population des couples dont un des membres souffre de douleur chronique. Il est probable que plusieurs profils de couples existent et que les effets positifs de l'implication du conjoint varient en fonctions de leurs caractéristiques. Par exemple, en raison du haut taux de détresse et de symptômes dépressifs présents chez une grande proportion de ces couples dans la littérature, il est possible que certains couples soient plus discordants que ceux retrouvés dans notre étude.

6.3 Limites et perspectives futures

Le vaste domaine de la perception de la douleur chez autrui comprend de nombreux aspects qui dépassent le cadre de cette thèse. Chacune des études incluses dans la thèse visait des objectifs précis qui ont permis d'enrichir les connaissances scientifiques, mais dont les résultats ont aussi soulevés plusieurs autres questions pertinentes. Les études présentées n'ont permis d'élucider qu'une infime partie des questions et des défis posés par un phénomène aussi complexe que la douleur. Cette section présente les limites inhérentes aux études présentées et propose des pistes de réflexion pour guider les recherches futures.

Premièrement, l'utilisation d'expressions faciales de douleur comme stimuli douloureux, implique des avantages, mais limite aussi la portée des conclusions

émises. Tel que discuté précédemment, l'emploi d'expressions faciales de douleur, en comparaison à l'utilisation d'images de membres dans des situations douloureuses, élimine la possibilité d'inclure des aspects contextuels qui pourrait permettre de mieux comprendre l'expression faciale. Cette limite était partiellement contournée par la consigne mentionnant au début de chacune des expérimentations, que les personnes présentées dans les stimuli exprimaient de la douleur. Ainsi, aucune autre émotion que de la douleur ne pouvait être détectée dans la tâche, et les sujets ne pouvaient juger les stimuli comme de la tristesse ou de la colère. Par contre, ce type de stimuli ne présentait aucun contexte, tel que la raison de la douleur exprimée ou le lieu dans lequel la douleur était expérimentée. Il serait intéressant lors d'une étude éventuelle de tester le même type d'hypothèse en utilisant des membres dans des situations douloureuses ou bien en ajoutant l'observation de mouvement de protection ou de retrait. Un tel protocole pourrait permettre de déterminer si l'ajout d'un contexte de douleur module la sous-estimation de la douleur causée par l'exposition répétée. En tenant compte du fait que le stimulus d'exposition serait différent du stimulus test, par exemple être exposé à une main prise dans une porte à répétition avant de juger d'un doigt coupé par un couteau, il est possible que la sous-estimation serait alors moins grande que lors de l'utilisation d'expressions faciales, plus similaires entre elles. De la même manière, l'exposition des sujets à des mains en douleur, avant de leur faire juger de pieds dans une situation douloureuse pourrait permettre de déterminer s'il y existe une représentation somatotopique ou non de la douleur lors de l'observation de la douleur d'autrui. En outre, dans ces deux situations, l'événement subséquent à l'exposition serait tout aussi saillant que celui d'exposition de par sa différence, ce qui permettrait de tester l'impact de la saillance des stimuli.

Deuxièmement, une limite à la généralisation des résultats concerne les caractéristiques des conjoints. Les conjoints qui ont accepté de participer à l'étude ne se distinguaient pas des sujets contrôles et ne présentaient pas de problématiques dépressives, anxieuses ou de tendance à la dramatisation de la

douleur. Dans la littérature, il est bien établi que les conjoints de patients atteints de douleur chronique sont plus sujets au fardeau de l'aidant et présentent souvent un niveau de détresse important. Les sujets recrutés ici ne manifestaient pas ces difficultés et cela pourrait avoir un impact certain sur les conclusions qu'il est possible de tirer sur l'ensemble de cette population. Lors d'une prochaine étude auprès de cette population, un court dépistage pourrait être réalisé lors d'un entretien téléphonique, afin de recruter un échantillon plus diversifié et plus représentatif de la population des conjoints de patients atteints de douleur chronique. Evidemment, il existe aussi des défis techniques et éthiques au recrutement de population en détresse. Cette méthodologie devrait être étroitement arrimée avec les services de soutien psychologique, vers qui les personnes les plus affectées seraient référées.

Finalement, il serait intéressant de refaire la tâche de douleur en IRMf mais cette fois avec des conjoints de patients atteints de douleur chronique. Les corrélats neuronaux de la douleur chronique sont beaucoup moins bien connus que ceux qui sous-tendent la douleur infligée en laboratoire et gagneraient à être documentés. À la lumière des résultats obtenus auprès des conjoints de patients atteints de douleur chronique dans cette thèse, il serait attendu que ces derniers présentent plus d'activité dans les régions associées au traitement affectif de la douleur que les participants contrôles, à tout le moins lors de l'observation de la douleur de leur conjoint. Depuis plusieurs années, la douleur est étudiée en laboratoire et la communauté scientifique a maintenant une bonne compréhension de la représentation cérébrale de ce type de douleur. L'équipe du professeur Apkarian a été une des seules à étudier la douleur chronique de façon longitudinale (2011). Ils ont démontré que les régions qui prédisent le plus, ou du moins qui sont les plus associées à la chronicisation de la douleur, sont des régions liées à la régulation émotionnelle, et non des régions de la matrice de la douleur. Cela implique que la douleur chronique semble associée à des déficits de régulation émotionnelle, plutôt qu'à un déficit dans la nociception. Il serait donc intéressant d'étudier l'impact de l'exposition répétée à la douleur chez cette

population au plan neuronal et il serait possible de s'attendre à des changements dans les régions associées à la régulation émotionnelle, plutôt qu'à la réponse affective à la douleur d'autrui.

CHAPITRE 7. CONCLUSION GÉNÉRALE

Cette thèse avait comme objectif d'étudier le facteur d'exposition répétée à la douleur d'autrui dans un modèle de communication de la douleur et d'appliquer ces connaissances à la problématique clinique de la douleur chronique. La première étude de cette thèse a permis de démontrer que l'exposition répétée à la douleur d'autrui dans un contexte expérimental diminue l'estimation subséquente de la douleur d'autrui. La seconde révèle qu'à la suite d'une exposition répétée à la douleur d'autrui, le patron d'activité cérébrale lors de l'estimation de la douleur est différent en comparaison à celui obtenu lors de l'exposition à des stimuli neutres. De façon succincte, l'exposition répétée à la douleur d'autrui produit une diminution de l'activité cérébrale dans plusieurs régions de la matrice de la douleur lors de l'observation ultérieure de douleur. Finalement, la troisième étude a permis de mesurer l'estimation de la douleur d'autrui chez les conjoints de patients atteints de douleur chronique, un groupe quotidiennement exposé à la douleur des autres. Il a entre autres été démontré que les conjoints de patients atteints de douleur chronique infèrent de la douleur chez leur conjoint, même lorsque celui-ci n'en exprime pas. Pourtant, cette caractéristique ne semble pas avoir d'impact significatif sur le support offert dans une telle situation.

Cette thèse présente des résultats importants sur l'estimation de la douleur chez autrui aux plans des connaissances comportementales, des processus neuronaux et des implications cliniques. Les devis expérimentaux développés et les méthodes utilisées, notamment en neuroimagerie, ont permis de produire des résultats de recherche qui contribuent à faire avancer les connaissances dans le domaine de la communication de la douleur. Malgré que toutes les questions soulevées n'ont pu être répondues dans le cadre de cette thèse, il semble maintenant assez clair que l'exposition répétée à la douleur d'autrui a des impacts majeurs sur l'observateur et son jugement de l'intensité de la douleur.

Références

- Apkarian, A. V., Bushnell, M. C., Treede, R.-D., & Zubieta, J.-K. (2005). Human brain mechanisms of pain perception and regulation in health and disease. *European Journal of Pain*, 9(4), 463–84.
- Apkarian, A. V., Hashmi, J. A., & Baliki, M. N. (2011). Pain and the brain: specificity and plasticity of the brain in clinical chronic pain. *Pain*, 152(3), 49-64.
- Apkarian, A. V., Bushnell, M. C., & Schweinhardt, P. (2013). Representation of pain in the brain. in *Wall and Melzack's Textbook of Pain 6th edition*, pp.111–128.
- Appelhans, B. M., & Luecken, L. J. (2008). Heart rate variability and pain: associations of two interrelated homeostatic processes. *Biological Psychology*, 77(2), 174–182.
- Ashburn, M. A., & Staats, P. S. (1999). Management of chronic pain. *Lancet*, 353(9167), 1865–1869.
- Asmundson, G. J. G., & Katz, J. (2009). Understanding the co-occurrence of anxiety disorders and chronic pain: state-of-the-art. *Depression and Anxiety*, 26(10), 888–901.
- Avenanti, A., Minio-Paluello, I., Bufalari, I., & Aglioti, S. M. (2009). The pain of a model in the personality of an onlooker: influence of state-reactivity and personality traits on embodied empathy for pain. *NeuroImage*, 44(1), 275–83.
- Baliki, M. N., Geha, P. Y., & Apkarian, A. V. (2009). Parsing pain perception between nociceptive representation and magnitude estimation. *Journal of Neurophysiology*, 101(2), 875–887.
- Bantick, S. J., Wise, R. G., Ploghaus, A., Clare, S., Smith, S. M., & Tracey, I. (2002). Imaging how attention modulates pain in humans using functional MRI. *Brain*, 125(2), 310–319.
- Bates, D. W., Spell, N., Cullen, D. J., Burdick, E., Laird, N., Petersen, L. A., Small, S. D., Sweitzer, B. J., Leape, L. L. (1997). The costs of adverse drug events in hospitalized patients. *Journal of American medical association*, 277(4), 307–311.
- Blair, R. J. R. (2003). Facial expressions, their communicatory functions and

neuro–cognitive substrates. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 358(1431), 561–572.

- Block, A. R. (1981). An Investigation of the Response of the Spouse to Chronic Pain Behavior. *Psychosomatic Medicine*, 43(5), 415–422.
- Blyth, F. M., March, L. M., Brnabic, A. J. M., Jorm, L. R., Williamson, M., & Cousins, M. J. (2001). Chronic pain in Australia: a prevalence study. *Pain*, 89(2), 127–134.
- Botvinick, M., Jha, A. P., Bylsma, L. M., Fabian, S. A., Solomon, P. E., & Prkachin, K. M. (2005). Viewing facial expressions of pain engages cortical areas involved in the direct experience of pain. *NeuroImage*, 25(1), 312–9.
- Bouckenaere, D. (2007). La douleur chronique et la relation médecin-malade. *Cahiers de Psychologie Clinique*, (1), 167–183.
- Bruehl, S., & Chung, O. Y. (2006). Psychological and behavioral aspects of complex regional pain syndrome management. *The Clinical Journal of Pain*, 22(5), 430–437.
- Burns, J. W., Johnson, B. J., Devine, J., Mahoney, N., & Pawl, R. (1998). Anger management style and the prediction of treatment outcome among male and female chronic pain patients. *Behaviour Research and Therapy*, 36(11), 1051–1062.
- Burton, A. R., Birznieks, I., Spaak, J., Henderson, L. A., & Macefield, V. G. (2009). Effects of deep and superficial experimentally induced acute pain on skin sympathetic nerve activity in human subjects. *Experimental Brain Research*, 195(2), 317–324.
- Casey, K. L., Svensson, P., Morrow, T. J., Raz, J., Jone, C., & Minoshima, S. (2000). Selective opiate modulation of nociceptive processing in the human brain. *Journal of Neurophysiology*, 84(1), 525–533.
- Cedraschi, C. & Perrin, E. (1996). The role of congruence between patient and therapist in chronic low back pain patients. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 19(4), 244-249.
- Chapman, C. R., Oka, S., Bradshaw, D. H., Jacobson, R. C., & Donaldson, G. W. (1999). Phasic pupil dilation response to noxious stimulation in normal

- volunteers: relationship to brain evoked potentials and pain report. *Psychophysiology*, 36(1), 44–52.
- Cheng, Y., Lin, C.-P., Liu, H.-L., Hsu, Y.-Y., Lim, K.-E., Hung, D., & Decety, J. (2007). Expertise modulates the perception of pain in others. *Current Biology*, 17(19), 1708-1713.
- Chibnall, J. T., & Tait, R. C. (2001). Pain assessment in cognitively impaired and unimpaired older adults: a comparison of four scales. *Pain*, 92(1), 173–186.
- Choinière, M., Melzack, R., Girard, N., Rondeau, J., & Paquin, M.-J. (1990). Comparisons between patients' and nurses' assessment of pain and medication efficacy in severe burn injuries. *Pain*, 40(2), 143–152.
- Clifford, C. W. G., Webster, M. A., Stanley, G. B., Stocker, A. A., Kohn, A., Sharpee, T. O., & Schwartz, O. (2007). Visual adaptation: Neural, psychological and computational aspects. *Vision Research*, 47(25), 3125–3131.
- Closs, S. J., Staples, V., Reid, I., Bennett, M. I., & Briggs, M. (2009). The impact of neuropathic pain on relationships. *Journal of Advanced Nursing*, 65(2), 402–411.
- Coghill, R. C., Sang, C. N., Maisog, J. M., & Iadarola, M. J. (1999). Pain intensity processing within the human brain: a bilateral, distributed mechanism. *Journal of Neurophysiology*, 82(4), 1934–1943.
- Coll, M., Grégoire, M., Latimer, M., & Eugène, F. (2011). Perception of pain in others : implication for caregivers. *Pain Management*, 1(3), 257–265.
- Coll, M.-P., Budell, L., Rainville, P., Decety, J., & Jackson, P. L. (2012). The Role of Gender in the Interaction Between Self-Pain and the Perception of Pain in Others. *The Journal of Pain*, 13(7), 695–703.
- Coll, M.-P., Grégoire, M., Prkachin, K. M., & Jackson, P. L. (2016). Repeated exposure to vicarious pain alters electrocortical processing of pain expressions. *Experimental brain research*, 1-10.
- Cook, D. B., Lange, G., Ciccone, D. S., Liu, W.-C., Steffener, J., & Natelson, B. H. (2004). Functional imaging of pain in patients with primary fibromyalgia. *The Journal of Rheumatology*, 31(2), 364–378.

- Corradi-Dell'Acqua, C., Tusche, A., Vuilleumier, P., & Singer, T. (2016). Cross-modal representations of first-hand and vicarious pain, disgust and fairness in insular and cingulate cortex. *Nature Communications*, 7(10904), 1.
- Craig, K.D. (2003). Labeled Lines Versus Convergence in Central Processing. *Annual Review of Neuroscience*, 26(1), 1–30.
- Craig, K. D. (2009). The social communication model of pain. *Canadian Psychology/Psychologie Canadienne*, 50(1), 22–32.
- Craig, K. D., Hyde, S. a, & Patrick, C. J. (1991). Genuine, suppressed and faked facial behavior during exacerbation of chronic low back pain. *Pain*, 46(2), 161–71.
- Craig, K. D., Versloot, J., Goubert, L., Vervoort, T., & Crombez, G. (2010). Perceiving pain in others: automatic and controlled mechanisms. *The Journal of Pain : Official Journal of the American Pain Society*, 11(2), 101–8.
- Critchley, H. D., Elliott, R., Mathias, C. J., & Dolan, R. J. (2000). Neural activity relating to generation and representation of galvanic skin conductance responses: a functional magnetic resonance imaging study. *The Journal of Neuroscience*, 20(8), 3033–3040.
- Crombie, I. K., Croft, P. R., Linton, S. J., LeResche, L., & Von Korff, M. (1999). *Epidemiology of pain*. Seattle: IASP Press.
- De Ruddere, L., Goubert, L., Prkachin, K. M., Louis Stevens, M. A., Van Ryckeghem, D. M. L., & Crombez, G. (2011). When you dislike patients, pain is taken less seriously. *Pain*, 152(10), 2342–2347.
- De Souza, L., & Oliver Frank, A. (2010). Patients' experiences of the impact of chronic back pain on family life and work. *Disability and Rehabilitation*, 33(4)1–9.
- de Wied, M., & Verbaten, M. N. (2001). Affective pictures processing, attention, and pain tolerance. *Pain*, 90(1-2), 163–72.
- Decety, J. (2011a). Dissecting the Neural Mechanisms Mediating Empathy. *Emotion Review*, 3(1), 92–108.
- Decety, J. (2011b). Promises and Challenges of the Neurobiological Approach to Empathy. *Emotion Review*, 3(1), 115–116.

- Decety, J. & Jackson, P. L. (2004). The functional architecture of human empathy. *Behavioral Cognitive Neuroscience reviews*, 3(2), 71-100.
- Decety, J., & Sommerville, J. A. (2003). Shared representations between self and other: a social cognitive neuroscience view. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(12), 527–533.
- Decety, J., Yang, C. Y., & Cheng, Y. (2010). Physician down-regulate their pain empathy response: and event-related brain potential study. *NeuroImage*, 50(4), 1676-1682.
- Derbyshire, S. W. G., Jones, A. K. P., Gyulai, F., Clark, S., Townsend, D., & Firestone, L. L. (1997). Pain processing during three levels of noxious stimulation produces differential patterns of central activity. *Pain*, 73(3), 431–445.
- Dersh, J., Gatchel, R. J., Polatin, P., & Mayer, T. (2002). Prevalence of psychiatric disorders in patients with chronic work-related musculoskeletal pain disability. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 44(5), 459–468.
- Devinsky, O., Morrell, M. J., & Vogt, B. A. (1995). Contributions of anterior cingulate cortex to behaviour. *Brain*, 118(1), 279–306.
- Doan, B. D., & Wadden, N. P. (1989). Relationships between depressive symptoms and descriptions of chronic pain. *Pain*, 36(1), 75–84.
- Downar, J., Crawley, A. P., Mikulis, D. J., & Davis, K. D. (2000). A multimodal cortical network for the detection of changes in the sensory environment. *Nature Neuroscience*, 3(3), 277–283.
- Downar, J., Mikulis, D. J., & Davis, K. D. (2003). Neural correlates of the prolonged salience of painful stimulation. *Neuroimage*, 20(3), 1540–1551.
- Drahovzal, D. N., Stewart, S. H., & Sullivan, M. J. L. (2006). Tendency to catastrophize somatic sensations: pain catastrophizing and anxiety sensitivity in predicting headache. *Cognitive Behaviour Therapy*, 35(4), 226–235.
- Eisenberger, N. I., Lieberman, M. D., & Williams, K. D. (2003). Does rejection hurt? An fMRI study of social exclusion. *Science*, 302(5643), 290–2.
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1972). Hand Movements. *Journal of communication*, 22,, 353–374.

- Engel, G. (1989). The need for a new medical model: a challenge for biomedicine. *Science*, 196(4286), 129–136.
- Everett, J. J., Patterson, D. R., Marvin, J. A., Montgomery, B., Ordonez, N., & Campbell, K. (1994). Pain assessment from patients with burns and their nurses. *Journal of Burn Care & Research*, 15(2), 193–198.
- Fan, Y., Duncan, N. W., de Greck, M., & Northoff, G. (2011). Is there a core neural network in empathy? An fMRI based quantitative meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 35(3), 903–911.
- Fishman, S. M. (2012). *Bonica's management of pain*. Baltimore, Maryland: Lippincott Williams & Wilkins.
- Fordyce, W. E. (1976). Behavioral concepts in chronic pain and illness. *Mosby, St. Louis*.
- Fordyce, W. E., Lansky, D., Calsyn, D. A., Shelton, J. L., Stolov, W. C., & Rock, D. L. (1984). Pain measurement and pain behavior. *Pain*, 18(1), 53–69.
- Frantsve, L. M. E., & Kerns, R. D. (2007). Patient–provider interactions in the management of chronic pain: current findings within the context of shared medical decision making. *Pain Medicine*, 8(1), 25–35.
- Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L., & Rizzolatti, G. (1996). Action recognition in the premotor cortex. *Brain : A Journal of Neurology*, 119(2), 593–609.
- Gallese, V., Gernsbacher, M. A., Heyes, C., Hickok, G., & Iacoboni, M. (2011). Mirror Neuron Forum. *Perspectives on Psychological Science*, 6(4), 369–407.
- Gallese, V., & Goldman, A. (1998). Mirror neurons and the mind-reading. *Trends in Cognitive Sciences*, 2(12), 493–501.
- Gallese, V., & Lakoff, G. (2005). The Brain's concepts: the role of the Sensory-motor system in conceptual knowledge. *Cognitive Neuropsychology*, 22(3), 455–79.
- Gatchel, R. J., & Okifuji, A. (2006). Evidence-based scientific data documenting the treatment and cost-effectiveness of comprehensive pain programs for chronic nonmalignant pain. *The Journal of Pain*, 7(11), 779–793.
- Gélinas, C., Arbour, C. (2015). Pain and Pain Management. *Critical Care Nursing Diagnosis and Management*, 7th edition, Chapter 9.

- Godinho, F., Faillenot, I., Perchet, C., Frot, M., Magnin, M., & Garcia-Larrea, L. (2012). How the pain of others enhances our pain: searching the cerebral correlates of “compassional hyperalgesia”. *European Journal of Pain*, *16*(5), 748–59.
- Godinho, F., Magnin, M., Frot, M., Perchet, C., & Garcia-Larrea, L. (2006). Emotional modulation of pain: is it the sensation or what we recall? *The Journal of Neuroscience : The Official Journal of the Society for Neuroscience*, *26*(44), 11454–61.
- Goubert, L., Craig, K. D., Vervoort, T., Morley, S., Sullivan, M. J. L., Williams, A. C. de C., Cano, A. & Crombez, G. (2005). Facing others in pain: the effects of empathy. *Pain*, *118*(3), 285–8.
- Gracely, R. H., McGrath, P., & Dubner, R. (1978). Ratio scales of sensory and affective verbal pain descriptors. *Pain*, *5*(1), 5–18.
- Gracely, R. H., Petzke, F., Wolf, J. M., & Clauw, D. J. (2002). Functional magnetic resonance imaging evidence of augmented pain processing in fibromyalgia. *Arthritis and Rheumatism*, *46*(5), 1333–43.
- Green, A. D., Tripp, D. A., Sullivan, M. J. L., & Davidson, M. (2009). The relationship between empathy and estimates of observed pain. *Pain Medicine*, *10*(2), 381–92.
- Grégoire, M., Coll, M.-P., B-Tremblay, M.-P., Prkachin, K. & Jackson, P.L. (2016). Repeated exposure to others' pain reduces vicarious pain intensity estimation. *European Journal of Pain*.
- Grégoire, M., Coll, M.-P., Eugène, F., & Jackson, P. L. (2012). Revue des facteurs qui modulent les réponses cérébrale et comportementale à la douleur d'autrui. *Douleurs : Evaluation - Diagnostic - Traitement*, *13*(5), 212–218.
- Guinsburg, R., Kopelman, B. I., Anand, K. J. S., de Almeida, M. F. B., de Araujo Peres, C., & Miyoshi, M. H. (1998). Physiological, hormonal, and behavioral responses to a single fentanyl dose in intubated and ventilated preterm neonates. *The Journal of Pediatrics*, *132*(6), 954–959.
- Hadjistavropoulos, T., & Craig, K. D. (2002). A theoretical framework for understanding self-report and observational measures of pain: a

- communications model. *Behaviour Research and Therapy*, 40(5), 551–570.
- Hadjistavropoulos, T., Craig, K. D., Duck, S., Cano, A., Goubert, L., Jackson, P. L., Mogil, J. S., Rainville, P., Sullivan, M. J., Willilam A. C. de C., Vervoort, T. & Fitzgerald, T. D. (2011). A biopsychosocial formulation of pain communication. *Psychological Bulletin*.
- Harris, S., Morley, S., & Barton, S. B. (2003). Role loss and emotional adjustment in chronic pain. *Pain*, 105(1), 363–370.
- Haythornthwaite, J. A., Sieber, W. J., & Kerns, R. D. (1991). Depression and the chronic pain experience. *Pain*, 46(2), 177–184.
- Hess, U., Banse, R., & Kappas, A. (1995). The intensity of facial expression is determined by underlying affective state and social situation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 69(2), 280–288.
- Hodgson, R. J., O'Connor, P., & Moots, R. (2008). MRI of rheumatoid arthritis image quantitation for the assessment of disease activity, progression and response to therapy. *Rheumatology*, 47(1), 13–21.
- Holzberg, A. D., Robinson, M. E., Geisser, M. E., & Gremillion, H. A. (1996). The effects of depression and chronic pain on psychosocial and physical functioning. *The Clinical Journal of Pain*, 12(2), 118–125.
- Hosobuchi, Y., Adams, J. E., & Linchitz, R. (1977). Pain relief by electrical stimulation of the central gray matter in humans and its reversal by naloxone. *Science*, 197(4299), 183–186.
- Hosobuchi, Y., Adams, J. E., & Rutkin, B. (1973). Chronic thalamic stimulation for the control of facial anesthesia dolorosa. *Archives of Neurology*, 29(3), 158–161.
- Hummel, M., Lu, P., Cummons, T. A., & Whiteside, G. T. (2008). The persistence of a long-term negative affective state following the induction of either acute or chronic pain. *Pain*, 140(3), 436–445.
- Iannetti, G. D., & Mouraux, A. (2010). From the neuromatrix to the pain matrix (and back). *Experimental Brain Research*, 205(1), 1–12.
- Ingvar, M. (1999). Pain and functional imaging. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 354(1387), 1347–1358.

- Jackson, P. L., Meltzoff, A. N., & Decety, J. (2005). How do we perceive the pain of others? A window into the neural processes involved in empathy. *NeuroImage*, *24*(3), 771–9.
- Jackson, P. L., Meltzoff, A. N., & Decety, J. (2006). Neural circuits involved in imitation and perspective-taking. *NeuroImage*, *31*(1), 429–39.
- Jackson, P. L., Michon, P.-E., Geslin, E., Carignan, M., & Beaudoin, D. (2015). EEVEE: the Empathy-Enhancing Virtual Evolving Environment. *Frontiers in Human Neuroscience*, *9*.
- Jacobson, L., & Mariano, A. J. (2001). General considerations of chronic pain. *Bonica's Management of Pain. 3rd Ed. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins*, 241–254.
- Jeannerod, M., & Frak, V. (1999). Mental imaging of motor activity in humans. *Current Opinion in Neurobiology*, *9*(6), 735–9.
- Jensen, M. P., & Karoly, P. (1992). Self-report scales and procedures for assessing pain in adults. in Turk, Dennis C. (Ed) & Melzack, Ronald (Ed). (1992). *Handbook of pain assessment*, (pp. 135-151). New York, NY: Guilford Press.
- Jensen, M. P., Turner, J. A., Romano, J. M., & Karoly, P. (1991). Coping with chronic pain: a critical review of the literature. *Pain*, *47*(3), 249–283.
- Jones, G. T., & Macfarlane, G. J. (2005). Epidemiology of low back pain in children and adolescents. *Archives of Disease in Childhood*, *90*(3), 312–316.
- Julien, N., Goffaux, P., Arsenault, P., & Marchand, S. (2005). Widespread pain in fibromyalgia is related to a deficit of endogenous pain inhibition. *Pain*, *114*(1-2), 295–302.
- Kappesser, J., & Williams, A. C. de C. (2002). Pain and negative emotions in the face: judgements by health care professionals. *Pain*, *99*(1-2), 197–206.
- Kappesser, J., Williams, A. C. de C., & Prkachin, K. M. (2006). Testing two accounts of pain underestimation. *Pain*, *124*(1-2), 109–16.
- Katon, W., Lin, E. H. B., & Kroenke, K. (2007). The association of depression and anxiety with medical symptom burden in patients with chronic medical illness. *General Hospital Psychiatry*, *29*(2), 147–155.

- Katz, J., & Melzack, R. (1999). Measurement of pain. *Surgical Clinics of North America*, 79(2), 231–252.
- Keefe, F. J., & Block, A. R. (1982). Development of an observation method for assessing pain behavior in chronic low back pain patients. *Behavior Therapy*, 13(4), 363–375.
- Keefe, F. J., Dunsmore, J., & Burnett, R. (1992). Behavioral and cognitive-behavioral approaches to chronic pain: recent advances and future directions. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 60(4), 528–536.
- Keefe, F. J., Wilkins, R. H., Cook Jr, W. A., Crisson, J. E., & Muhlbaier, L. H. (1986). Depression, pain, and pain behavior. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 54(5), 665–669.
- Kenntner-Mabiala, R., Andreatta, M., Wieser, M. J., Mühlberger, A., & Pauli, P. (2008). Distinct effects of attention and affect on pain perception and somatosensory evoked potentials. *Biological Psychology*, 78(1), 114–122.
- Keysers, C., & Gazzola, V. (2009). Expanding the mirror: vicarious activity for actions, emotions, and sensations. *Current Opinion in Neurobiology*, 19(6), 666–671.
- Kim, S.-G., & Ogawa, S. (2012). Biophysical and physiological origins of blood oxygenation level-dependent fMRI signals. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*, 32(7), 1188–1206.
- Kohn, A. (2007). Visual adaptation: physiology, mechanisms, and functional benefits. *Journal of Neurophysiology*, 97(5), 3155–3164.
- Koyama, T., McHaffie, J. G., Laurienti, P. J., & Coghill, R. C. (2005). The subjective experience of pain: where expectations become reality. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(36), 12950–12955.
- Kunz, M., Chen, J.-I., Lautenbacher, S., Vachon-Preseau, E., & Rainville, P. (2011). Cerebral Regulation of Facial Expressions of Pain. *Journal of Neuroscience*, 31(24), 8730–8738.
- Kunz, M., Mylius, V., Schepelmann, K., & Lautenbacher, S. (2008). Impact of age on the facial expression of pain. *Journal of Psychosomatic Research*, 64(3),

311–318.

- Labus, J. S., Keefe, F. J., & Jensen, M. P. (2003). Self-reports of pain intensity and direct observations of pain behavior: when are they correlated? *Pain*, *102*(1), 109–124.
- Lacasse, A. (2015). Mieux reconnaître la douleur chronique, une première étape vers un traitement optimal. *Colloque: La douleur chronique chez les grands brûlés, FLAM*. Québec, Québec. 6 novembre 2015.
- Langevin, H. M., & Sherman, K. J. (2007). Pathophysiological model for chronic low back pain integrating connective tissue and nervous system mechanisms. *Medical Hypotheses*, *68*(1), 74–80.
- Langford, D. J., Crager, S. E., Shehzad, Z., Smith, S. B., Sotocinal, S. G., Levenstadt, J. S., ChandraM. L., Levitin, D. J. Mogil, J. S. (2006). Social modulation of pain as evidence for empathy in mice. *Science*, *312*(5782), 1967–1970.
- Lebovits, A. H., Florence, I., Bathina, R., Hunko, V., Fox, M. T., & Bramble, C. Y. (1997). Pain knowledge and attitudes of healthcare providers: practice characteristic differences. *The Clinical Journal of Pain*, *13*(3), 237–243.
- Legrain, V., Iannetti, G. D., Plaghki, L., & Mouraux, A. (2011). The pain matrix reloaded: a salience detection system for the body. *Progress in Neurobiology*, *93*(1), 111–124.
- Lenz, F. A., Gracely, R. H., Romanoski, A. J., Hope, E. J., Rowland, L. H., & Dougherty, P. M. (1995). Stimulation in the human somatosensory thalamus can reproduce both the affective and sensory dimensions of previously experienced pain. *Nature Medicine*, *1*(9), 910–913.
- Leonard, M. T., Cano, A., & Johansen, A. B. (2007). Chronic pain in a couples context: A review and integration of theoretical models and empirical evidence. *The Journal of Pain: Official Journal of the American Pain Society*, *7*(6), 377–390.
- Leopold, D. A., Rhodes, G., Müller, K.-M., & Jeffery, L. (2005). The dynamics of visual adaptation to faces. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, *272*(1566), 897–904.

- Lépine, J., & Briley, M. (2004). The epidemiology of pain in depression. *Human Psychopharmacology: Clinical and Experimental*, 19(1), 3–7.
- Lieberman, M. D., & Eisenberger, N. I. (2015). The dorsal anterior cingulate cortex is selective for pain: Results from large-scale reverse inference. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(49), 15250–15255.
- Lloyd, D., Di Pellegrino, G., & Roberts, N. (2004). Vicarious responses to pain in anterior cingulate cortex: is empathy a multisensory issue? *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 4(2), 270–278.
- Loeser, J. D., & Melzack, R. (1999). Pain: an overview. *The Lancet*, 353(9164), 1607–1609.
- Loeser, J.D., and W.E. Fordyce (1983). 'Chronic pain,' in J.E. Carr and H.A. Dengerink (eds.), *Behavioral Science in the Practice of Medicine*, (pp. 331–346), New York, NJ: Elsevier.
- Loggia, M. L., Juneau, M., & Bushnell, M. C. (2011). Autonomic responses to heat pain: Heart rate, skin conductance, and their relation to verbal ratings and stimulus intensity. *Pain*, 152(3), 592–598.
- Loggia, M. L., Mogil, J. S., & Bushnell, M. C. (2008). Empathy hurts: compassion for another increases both sensory and affective components of pain perception. *Pain*, 136(1-2), 168–76.
- Logothetis, N. K. (2002). The neural basis of the blood–oxygen–level–dependent functional magnetic resonance imaging signal. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 357(1424), 1003–1037.
- Mailhot, J.-P., Vachon-Preseau, E., Jackson, P. L., & Rainville, P. (2012). Dispositional empathy modulates vicarious effects of dynamic pain expressions on spinal nociception, facial responses and acute pain. *European Journal of Neuroscience*, 35(2), 271–278.
- Marchand, S., Kupers, R. C., Bushnell, M. C., & Duncan, G. H. (2003). Analgesic and placebo effects of thalamic stimulation. *Pain*, 105(3), 481–488.
- Marcoux, L.-A., Michon, P.-E., Voisin, J. I. A., Lemelin, S., Vachon-Preseau, E., & Jackson, P. L. (2013). The modulation of somatosensory resonance by psychopathic traits and empathy. *Frontiers in human neurosciences*, 7, 274.

- Martire, L. M., Lustig, A. P., Schulz, R., Miller, G. E., & Helgeson, V. S. (2004). Is it beneficial to involve a family member? A meta-analysis of psychosocial interventions for chronic illness. *Health Psychology, 23*(6), 599-611.
- McCracken, L. M., Gross, R. T., Sorg, P. J., & Edmands, T. A. (1993). Prediction of pain in patients with chronic low back pain: effects of inaccurate prediction and pain-related anxiety. *Behaviour Research and Therapy, 31*(7), 647–652.
- McMahon, S., & Koltzenburg, M. (2005). *Melzack and Wall's textbook of pain*. Philadelphia, PA: Elsevier/Churchill Livingstone.
- McWilliams, L. A., Cox, B. J., & Enns, M. W. (2003). Mood and anxiety disorders associated with chronic pain: an examination in a nationally representative sample. *Pain, 106*(1), 127–133.
- Meagher, M. W., Arnau, R. C., & Rhudy, J. L. (2001). Pain and emotion: effects of affective picture modulation. *Psychosomatic Medicine, 63*(1), 79–90.
- Melzack, R. (1999). From the gate to the neuromatrix. *Pain, 82*, 121–126.
- Melzack, R. (2001). Pain and the neuromatrix in the brain. *Journal of Dental Education, 65*(12), 1378–1382.
- Melzack, R., & Katz, J. (2001). *The McGill Pain Questionnaire: Appraisal and current status*. New York, NJ: Guilford Press.
- Millan, M. J. (2002). Descending control of pain. *Progress in Neurobiology, 66*(6), 355–474.
- Monin, J. K., Schulz, R., Martire, L. M., Jennings, J. R., Lingler, J. H., & Greenberg, M. S. (2010). Spouses' Cardiovascular Reactivity to Their Partners' Suffering. *Access, 195–201*.
- Morelli, S. A., Rameson, L. T., & Lieberman, M. D. (2012). The neural components of empathy: Predicting daily prosocial behavior. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 9*(1), 39-47.
- Morrison, I., Perini, I., & Dunham, J. (2013). Facets and mechanisms of adaptive pain behavior: predictive regulation and action. *Frontiers in Human Neuroscience, 7*, 755.
- Mouraux, A., Diukova, A., Lee, M. C., Wise, R. G., & Iannetti, G. D. (2011). A multisensory investigation of the functional significance of the “pain matrix.”

- NeuroImage*, 54(3), 2237–2249.
- Nelson, A. R., Smedley, B. D., & Stith, A. Y. (2002). *Unequal Treatment: Confronting Racial and Ethnic Disparities in Health Care*. Washington, DC: National Academies Press.
- Neumann, R., Seibt, B., & Strack, F. (2001). The influence of mood on the intensity of emotional responses: Disentangling feeling and knowing. *Cognition & Emotion*, 15(6), 725–747.
- Nisbett, R. E., & Wilson, T. D. (1977). Telling more than we can know: Verbal reports on mental processes. *Psychological Review*, 84(3), 231-259.
- Ogawa, S., Lee, T., Nayak, A. S., & Glynn, P. (1990). Oxygenation-sensitive contrast in magnetic resonance image of rodent brain at high magnetic fields. *Magnetic Resonance in Medicine*, 14(1), 68–78.
- Palermo, T. M. (2000). Impact of recurrent and chronic pain on child and family daily functioning: a critical review of the literature. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 21(1), 58–69.
- Palermo, T. M., Benedetti, F., Costa, T. & Amanzio, M. (2015). Pain anticipation: an activation likelihood estimation meta-analysis of brain imaging studies. *Human Brain Mapping*, 36(5), 1648-1661.
- Parker, J. C., Doerfler, L. A., Tatten, H. A., & Hewett, J. E. (1983). Psychological factors that influence self-reported pain. *Journal of Clinical Psychology*, 39(1), 22–25.
- Pauli, P., & Alpers, G. W. (2002). Memory bias in patients with hypochondriasis and somatoform pain disorder. *Journal of Psychosomatic Research*, 52(1), 45–53.
- Paulsen, J. S., & Altmaier, E. M. (1995). The effects of perceived versus enacted social support on the discriminative cue function of spouses for pain behaviors. *Pain*, 60(1), 103–110.
- Perquin C.W., Hazebroek-Kampschreur, A. A., Hunfeld, J. A., Bohnen, A. M., van Suijlekom-Smit, L.W., Passchier, J. & van der Wouden, J. C. (2000). Pain in children and adolescents: a common experience. *Pain*.87(1):51-8.
- Perl, E. R. (2011). Pain and nociception. *Comprehensive Physiology*. 915-975.

- Perreault, K., & Dionne, C. E. (2006). Does patient-physiotherapist agreement influence the outcome of low back pain? A prospective cohort study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 7(76), 1-10.
- Peterson, S., Brulin, C., Bergstrom, E., (2006). Recurrent pain symptoms in young schoolchildrens are often multiple. *Pain* 121(1-2), 145-150.
- Peyron, R., Laurent, B., & García-Larrea, L. (2000). Functional imaging of brain responses to pain. A review and meta-analysis (2000). *Clinical Neurophysiology*, 30(5), 263–288.
- Pincus, T., & Morley, S. (2001). Cognitive-processing bias in chronic pain: a review and integration. *Psychological Bulletin*, 127(5), 599-617.
- Ploghaus, A., Tracey, I., Gati, J. S., Clare, S., Menon, R. S., Matthews, P. M., & Rawlins, J. N. P. (1999). Dissociating pain from its anticipation in the human brain. *Science*, 284(5422), 1979–1981.
- Preis, M. A., Kröner-Herwig, B., Schmidt-Samoa, C., Dechent, P., & Barke, A. (2015). Neural Correlates of Empathy with Pain Show Habituation Effects. An fMRI Study. *Plos One*, 10(8), 1-19
- Preston, S. D., & de Waal, F. B. M. (2002). Empathy: Its ultimate and proximate bases. *The Behavioral and Brain Sciences*, 25(1), 1–20; discussion 20–71.
- Price, D. D. (2000). Psychological Affective Neural Mechanisms of of Pain Dimension. *Science*, 288(5472), 1769–1772.
- Prkachin, K. M. (1992). The consistency of facial expressions of pain: a comparison across modalities. *Pain*, 51(3), 297–306.
- Prkachin, K. M. (2009). Assessing pain by facial expression: facial expression as nexus. *Pain Research and Management*, 14(1), 53–58.
- Prkachin, K. M., Hughes, E., Schultz, I., Joy, P., & Hunt, D. (2002). Real-time assessment of pain behavior during clinical assessment of low back pain patients. *Pain*, 95(1), 23–30.
- Prkachin, K. M., Mass, H., & Mercer, S. R. (2004). Effects of exposure on perception of pain expression. *Pain*, 111(1-2), 8–12.
- Prkachin, K. M., & Rocha, E. M. (2010). High levels of vicarious exposure bias pain judgments. *The Journal of Pain : Official Journal of the American Pain Society*,

11(9), 904–909.

- Prkachin, K. M., & Solomon, P. E. (2008). The structure, reliability and validity of pain expression: evidence from patients with shoulder pain. *Pain*, 139(2), 267–274.
- Prkachin, K. M., Solomon, P. E., & Ross, J. (2007). par les prestataires de soins : vers la conception d'un modèle d'inférence pour évaluer la douleur chez autrui/Underestimation of Pain by Health-Care Providers : Towards a Model of the Process of Inferring Pain in Others, 39, 88 –106.
- Proctor, W. R., & Hirdes, J. P. (2000). Pain and cognitive status among nursing home residents in Canada. *Pain Research & Management: The Journal of the Canadian Pain Society/Journal de La Societe Canadienne Pour Le Traitement de La Douleur*, 6(3), 119–125.
- Rainville, P. (2002). Brain mechanisms of pain affect and pain modulation. *Current Opinion in Neurobiology*, 12(2), 195–204.
- Rainville, P., Duncan, G. H., Price, D. D., Carrier, B., & Bushnell, M. C. (1997). Pain affect encoded in human anterior cingulate but not somatosensory cortex. *Science*, 277(5328), 968–971.
- Rameson, L. T., Morelli, S. A., & Lieberman, M. D. (2012). The neural correlates of empathy: experience, automaticity, and prosocial behavior. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24(1), 235–245.
- Redinbaugh, E. M., Baum, A., DeMoss, C., Fello, M., & Arnold, R. (2002). Factors associated with the accuracy of family caregiver estimates of patient pain. *Journal of Pain and Symptom Management*, 23(1), 31–38.
- Reichert, P., Gerdes, A. B. M., Pauli, P., & Wieser, M. J. (2013). On the mutual effects of pain and emotion: facial pain expressions enhance pain perception and vice versa are perceived as more arousing when feeling pain. *Pain*, 154(6), 793–800.
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Gallese, V., & Fogassi, L. (1996). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive Brain Research*, 3(2), 131–141.
- Romano, J. M., Turner, J. A., Jensen, M. P., Friedman, L. S., Bulcroft, R. A., Hops, H., & Wright, S. F. (1995). Chronic pain patient-spouse behavioral interactions

- predict patient disability. *Pain*, 63(3), 353–360.
- Roy, M., Peretz, I., & Rainville, P. (2008). Emotional valence contributes to music-induced analgesia. *Pain*, 134(1), 140–147.
- Saarela, M. V., Hlushchuk, Y., Williams, A. C. de C., Schürmann, M., Kalso, E., & Hari, R. (2007). The compassionate brain: humans detect intensity of pain from another's face. *Cerebral Cortex*, 17(1), 230–237.
- Savigny, P., Watson, P., & Underwood, M. (2009). Early management of persistent non-specific low back pain: summary of NICE guidance. *BMJ*, 338, b1805.
- Schopflocher, D., Taenzer, P., & Jovey, R. (2011). The prevalence of chronic pain in Canada. *Pain Research and Management*, 16(6), 445–450.
- Schupp, C. J., Berbaum, K. Berbaum, M., & Lang, E. V. (2005). Pain and anxiety during interventional radiologic procedures: effect of patients' state anxiety at baseline and modulation by nonpharmacologic analgesia adjuncts. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*, 16(12), 1585–92.
- Schwartz, L., Slater, M. A., Birchler, G. R., & Atkinson, J. H. (1991). Depression in spouses of chronic pain patients: the role of patient pain and anger, and marital satisfaction. *Pain*, 44(1), 61–67.
- Scott, D. A., Blake, D., Buckland, M., Etches, R., Halliwell, R., Marsland, C., Merridew, G. Murphy, D., Paech, M., Schug, S. A., Turner, G., Walker, S., Huizar, K. & Gustafsson, U. (1999). A Comparison of Epidural Ropivacaine Infusion Alone and in Combination with 1, 2, and 4 [micro sign] g/mL Fentanyl for Seventy-Two Hours of Postoperative Analgesia After Major Abdominal Surgery. *Anesthesia & Analgesia*, 88(4), 857–864.
- Sessle, B. J. (2012). The pain crisis: What it is and what can be done. *Pain Research and Treatment*, 2012, 1-6.
- Shamay-Tsoory, S. G., Shur, S., Barcai-Goodman, L., Medlovich, S., Harari, H., & Levkovitz, Y. (2007). Dissociation of cognitive from affective components of theory of mind in schizophrenia. *Psychiatry Research*, 149(1-3), 11–23.
- Simon, D., Craig, K. D., Gosselin, F., Belin, P., & Rainville, P. (2008). Recognition and discrimination of prototypical dynamic expressions of pain and emotions. *Pain*, 135(1), 55–64.

- Simon, D., Craig, K. D., Miltner, W. H. R., & Rainville, P. (2006). Brain responses to dynamic facial expressions of pain. *Pain*, *126*(1-3), 309–18.
- Singer, T., Seymour, B., O’Doherty, J., Kaube, H., Dolan, R. J., & Frith, C. D. (2004). Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science (New York, N.Y.)*, *303*(5661), 1157–62.
- Storm, H. (2008). Changes in skin conductance as a tool to monitor nociceptive stimulation and pain. *Current Opinion in Anaesthesiology*, *21*(6), 796.
- Sullivan, M. J. L., Bishop, S. R., & Pivik, J. (1995). The Pain Catastrophizing Scale: Development and validation. *Psychological Assessment*, *7*(4), 524–532.
- Sullivan, M. J. L., Martel, M. O., Tripp, D., Savard, A., & Crombez, G. (2006). The relation between catastrophizing and the communication of pain experience. *Pain*, *122*(3), 282–288.
- Sullivan, M. J., Thorn, B., Haythornthwaite, J. A, Keefe, F., Martin, M., Bradley, L. A, & Lefebvre, J. C. (2001). Theoretical perspectives on the relation between catastrophizing and pain. *The Clinical Journal of Pain*, *17*(1), 52–64.
- Talbot, J. D., Marrett, S., Evans, A. C., Meyer, E., Bushnell, M. C., & Duncan, G. H. (1991). Multiple representations of pain in human cerebral cortex. *Science*, *251*(4999), 1355–1358.
- Timmermans, G., & Sternbach, R. A. (1976). Human chronic pain and personality: a canonical correlation analysis. *Advances in Pain Research and Therapy*, *1*, 307–310.
- Tracey, I., & Bushnell, M. C. (2009). How Neuroimaging Studies Have Challenged Us to Rethink: Is Chronic Pain a Disease? *The Journal of Pain*, *10*(11), 1113–1120.
- Turk, D. C., & Flor, H. (1987). Pain > pain behaviors: the utility and limitations of the pain behavior construct. *Pain*, *31*(3), 277–295.
- Turk, D. C., & Melzack, R. (2011). *Handbook of pain assessment*. New York, NY: Guilford Press.
- Vachon-Preseau, E., Roy, M., Martel, M. O., Albouy, G., Chen, J., Budell, L., Sullivan, M. J., Jackson, P. L. & Rainville, P. (2012). Neural processing of sensory and emotional-communicative information associated with the

- perception of vicarious pain. *NeuroImage*, 63(1), 54–62.
- Valeriani, M., Betti, V., Le Pera, D., De Armas, L., Miliucci, R., Restuccia, D., Avenanti, A. & Aglioti, S. M. (2008). Seeing the pain of others while being in pain: a laser-evoked potentials study. *NeuroImage*, 40(3), 1419–28.
- Videman, T., Nurminen, T., Tola, S., Kuorinka, I., Vanharanta, H., & Troup, J. D. G. (1984). Low-back pain in nurses and some loading factors of work. *Spine*, 9(4), 400–404.
- Villemure, C., & Bushnell, C. M. (2002). Cognitive modulation of pain: how do attention and emotion influence pain processing? *Pain*, 95(3), 195–199.
- Wager, T. D., Atlas, L. Y., Lindquist, M. a., Roy, M., Woo, C.-W., & Kross, E. (2013). An fMRI-Based Neurologic Signature of Physical Pain. *New England Journal of Medicine*, 368(15), 1388–1397.
- Wager, T. D., Rilling, J. K., Smith, E. E., Sokolik, A., Casey, K. L., Davidson, R. J., Kosslyn, S. M., Rose, R. M. & Cohen, J. D. (2004). Placebo-induced changes in FMRI in the anticipation and experience of pain. *Science*, 303(5661), 1162–1167.
- Willer, J.-C. (1975). Influence de l'anticipation de la douleur sur les fréquences cardiaque et respiratoire et sur le réflexe nociceptif chez l'homme. *Physiology & Behavior*, 15(4), 411–415.
- Williams, A. C. de C. (2002). Facial expression of pain: an evolutionary account. *The Behavioral and Brain Sciences*, 25(4), 439–455; discussion 455–488.
- Williams, K. D. (2009). *Ostracism: A Temporal Need-Threat Model*. In Zanna, M. (Ed), *Advances in Experimental Social Psychology* (Vol. 41, pp: 279-314). New York, NY: Academic Press.
- Williamson, A., & Hoggart, B. (2005). Pain: a review of three commonly used pain rating scales. *Journal of Clinical Nursing*, 14(7), 798–804.
- Yanagisawa, K., Masui, K., Furutani, K., Nomura, M., Ura, M., & Yoshida, H. (2011). Does higher general trust serve as a psychosocial buffer against social pain? An NIRS study of social exclusion. *Social Neuroscience*, 6(2), 190–197.
- Zajonc, R. B., & McIntosh, D. N. (1992). Emotions research: Some promising questions and some questionable promises. *Psychological Science*, 3(1), 70–

74.

Zaki, J., Ochsner, K. N., Hanelin, J., Wager, T. D., & Mackey, S. C. (2007). Different circuits for different pain: patterns of functional connectivity reveal distinct networks for processing pain in self and others. *Social Neuroscience*, 2, 276–291.

Annexe A :

Grégoire, M., Laurent, G., Daspe, ME., Eugène, F., Michon, PE., Jackson, PL. The difference between self-report and parent-report of empathy.

The difference between self-report and parent-report of empathy

Abstract:

Empathy is a complex multi-dimensional psychological construct that includes distinct affective and cognitive components. One of the most important challenges in the measurement of empathy is that its manifestation is largely covert, making self-reports the method of choice to estimate this ability. However, in situations where self-reports may be unreliable, a close relative or a treating clinician's report can be used to assess empathy. To our knowledge, very few studies looked at the validity of the other-reported evaluation of empathy. The objective of this study was to compare self- and other-reported scores on a widely used scale developed to measure different components of empathy. Sixty-nine adolescents and young adults completed a self-reported version of the Interpersonal Reactivity Index (IRI) and each participant had one parent completed an other-reported version of the IRI about them. On the subscales measuring the cognitive component of empathy, participants' assessments were higher than their parents' but there was no significant difference between respondents on subscales measuring the affective component of empathy. Taking gender into consideration, there was a significant interaction on the Personal Distress subscale (Gender X respondent). This study presents the difference in child's and parent's judgment of empathy when self-evaluating (child's report) or other-evaluating (parent's report).

205 words

Keywords: Empathy; IRI; Judgment accuracy; Self-reported; Other-reported; Gender

Empathy has a major role in the development of society by driving people's ability to recognize emotions and feelings in others, and most importantly, by taking prosocial actions towards others. Despite the increasing number of studies on this complex construct, the way it is measured across studies is very heterogeneous. The inconsistencies across different instruments measuring empathy come in part from the different visions over its definition, mainly as to whether it is mostly a cognitive or an affective process, or whether it is more subjective or objective (Singer, 2006). Here we use a contemporary definition that takes into account the underlying neural organization and provides a predictive model for different paths to empathy dysfunctions. This way, empathy is defined as the ability to understand and adequately respond to the affective experience of someone else (Decety & Jackson, 2006).

The most accepted models of empathy propose that at least two distinct components, one affective and one cognitive, interact to yield empathic responses. These components also interact with regulatory mechanisms, which allow people to make a distinction between internal and external origins of emotions (Decety & Jackson, 2004; Decety & Hodges, 2004; Ickes, 2003; Preston & de Waal, 2002; Davis, 1996). The affective component of empathy is the ability to vicariously share another person's affective experience (Shamay-Tsoory, Shur & Barcai-Goodman 2007; Davis, 1994; Mehrabian & Epstein, 1972). Affective components are developed early in life (0-12 months) but at this stage, many authors present it like emotion contagion because children respond to the emotion seen by simply reproduce the state and searching to get through it (Dadds et al., 2008). On the other hand, the cognitive component of empathy refers to a person's capacity to infer and understand the internal state of someone else using different cognitive processes (Davis, 1994), such as perspective-taking and mentalizing, while keeping a distance between oneself and one's vicarious experience (Jackson, Meltzof & Decety, 2005). Cognitive capacities develop later in life and so do empathic abilities to get the children able to cope with the emotion seen and respond to it without vicariously experiencing the emotion.

These different visions of empathy have led to the development of instruments measuring these components independently. Some behavioral tasks have been developed and qualitative observations are sometimes used to measure empathy (see Pederson, 2009), but the most common type of instrument remains the questionnaire. This is mostly because it is easy to use, inexpensive, and generally quick to fill out and score. Some have been developed to measure multiple components at once and others have been designed for specific populations. For example, the Empathic Quotient (EQ) was developed by Baron-Cohen and Wheelwright (2004) to measure autistic traits in adults through a series of simple questions, while the Jefferson Scale of Physician Empathy, Health Professional version (JSPE-HP) was developed to measure the empathy of physicians (Chen, Lew, Hershman & Orlander, 2007).

One of the most widely used empathy questionnaire in the last two decades, especially in recent cognitive neuroscience research, is the *Interpersonal Reactivity Index* (IRI; Davis, 1980). The IRI is based on the multi-dimensional conceptualization of empathy (Davis, 1980), tapping into cognitive and affective components of empathy and contrasting with the unipolar view of the concept proposed by other scholars (Hogan, 1969; Mehrabian and Epstein, 1972). The IRI is a self-reported questionnaire composed of four 7-items subscales (Perspective-Taking, Fantasy, Empathic Concern and Personal Distress) for a total of 28 items. These subscales are often interpreted separately instead of interpreting the *Total* score (Davis, 1980). The Perspective-Taking and Fantasy subscales are more associated cognitive components of empathy, which rely mainly on covert mental operations (Shamay-Tsoory, Aharon-Peretz, & Perry, 2009). The Perspective-Taking subscale evaluates the ability to perceive and understand the emotional state of another person, while the Fantasy subscale measures the tendency to identify with characters in fictive situations (Davis, 1980). The two other subscales, Empathic Concern and Personal Distress, are associated with the affective components of empathy (Shamay-Tsoory, Aharon-Peretz, & Perry, 2009), as they

refer to a person's potential emotional reactions and their external manifestations to affective stimuli or situations. The Empathic Concern subscale assesses the individual's tendency to engage in prosocial behaviours and to feel sympathy for someone else. The Personal Distress subscale is designed to assess the tendency to experience distress in response to someone else's. Affective components of personality have been reported to be more outsourceable, i.e., more easily perceived by an observer, than cognitive components, which are thought to be more internal and less observable processes (Funder & College, 1980). This suggests that the affective component of empathy should be more easily and more accurately evaluated by external observers than the cognitive component.

While some self-reported instruments have demonstrated their efficiency at measuring personality constructs (see Gerdes, Segal & Lietz, 2010 for a review), the question of whether we are the better judges of our own empathic skills remains open (Watson, Hubbard, & Wiese, 2000). A study of Rankin and collaborators (2006) has demonstrated that an other-reported version of the IRI presented good inter-judges validity for caregivers of people with Alzheimer disease. However, because of the poor introspection abilities of the patients, they did not look at the agreement between the caregivers and the patients. Only few papers in the literature tested inter-judges validity for empathy measures. One study by Cliffordson (2001) examined parents' and self-evaluation of empathy in a group of 11th grade adolescents using the IRI. The first objective of the study was to investigate the structure of empathy using the IRI, in order to confirm their previous findings (Cliffordson, 2002) that empathy can be understood in terms of a general empathic dimension mostly defined by the *Empathic Concern* subscale. The second objective was to determine whether self- and other-reported versions had the same structure (one global dimension) and to test the agreement between self- and other-reports. A factorial component analysis generated a new set of component subscales, composed of different sets of items than the original subscales. The scores provided by parents and the ones provided by their children were compared on those newly created subscales. Parents attributed higher

scores than their children on the Empathic Concern subscale, but children's own evaluations were higher than those provided by their parents on the Personal Distress subscale. A similar pattern was observed on the Fantasy subscale, on which children's self-reported scores were higher than those provided by their parents, but no difference was found on the Perspective-Taking subscale. Unfortunately, the self- and other-reported evaluations of empathy were only compared using the new set of components generated by the factor analysis, whereas almost all studies using the IRI report scores on its original subscales, which are also the ones used to evaluate empathy in clinical settings. This makes Cliffordson's results difficult to generalize and hard to present using clear affective and cognitive divisions of empathy as defined by the original questionnaire. Also, gender was not taken into consideration in Cliffordson's study, even though important differences of empathic abilities have been reported between males and females self-reports (Baron-Cohen & Wheelwright, 2004; Davis, 1994; Davis & Franzoi, 1991). Finally, by testing only a group of adolescents of the same age, the author limits the generalization of the results because empathic abilities as cognitive ones are changing over developmental periods (Pons, Harris, & Rosnay, 2004). Beyond these results, to our knowledge, no study has looked at how the gender of the target might influence the evaluation of his/her empathic abilities by an external observer. Other-reported measures are highly used, for example, in children to judge of the attentional capacities of a child. In this situation, a teacher's evaluation and a parent's one are used in addition to the child's self-report (Davidov & Grusec, 2006; Robinson, Roberts, Strayer & Koopman, 2007) to have a better portrait of the situation. When assessing empathic abilities the self-report may be highly biased in some cases, like in schizophrenic or psychopathic populations. This study investigated which components of the IRI could be reliable when self- and other-assessed.

An important finding of empathy-related studies has been the demonstration that males and females present differences on empathic abilities, even in childhood. Moreover, studies using self-reported empathy scales, notably

the IRI, have shown that females typically rate themselves as more empathic than males (Baron-Cohen & Wheelwright, 2004; Davis, 1994; Davis & Franzoi, 1991) and act more empathic in experimental context (Klein & Hodges, 2001). These differences are presented as the result of a different use of strategies in cognitive and affective processes between males and females (John & Gross, 2007). The strategies used to regulate emotions and reactions to others' emotion vary from one individual to another, but marked differences are present between genders (John & Gross, 2007). In emotional situations, males are known to use strategies that modify the behavioural aspects of emotional responses while females are more willing to experience the whole emotional experience, what leads to a better "experience-sharing" with the target when being external observer.

Objectives and hypothesis

The main objective of this study was to measure the differences between self-reported and parent-reported assessments of empathic abilities on the IRI in a population of adolescents and young adults living at their parents' home. This population offers a unique advantage in this design, as the participants have sufficient introspective abilities for their self-assessments to be considered reliable (vs. children) (Marsh, Craven, & Debus, 1998). Furthermore, they are often still in close contact with their parents (vs. older adults) especially when they live at their parents' home. It was hypothesized that parents would generally show a lower evaluation of their children's empathic abilities than the children themselves. It was also hypothesized that the discrepancy between children and parents would be greater for subscales of the IRI that reflect the cognitive components of empathy, which are more covert (i.e., Perspective-Taking and Fantasy) than those that reflect the affective components, that are more outsourceable (Personal Distress and Empathic Concern). A second objective of this study was to determine how self- and other-reports of empathy vary according to the participant's gender. It was hypothesized that females' self-ratings would be higher than males' on every subscale of the IRI. To our knowledge, no study looked at the influence of gender

in other-reported evaluations of empathy, but, based on results obtained with self-report of empathy, it was proposed that parents would judge females as higher for every component of empathy compared to males.

Methods

Participants

Sixty-nine participants (25 males) and one of their parents (61 females) took part in the study. Participants were aged between 13 and 24 years old ($M = 18.0$; $SD = 3.9$) and were recruited in six classes of a high school and at Université Laval, both in Quebec City. To take part in the study, participants had to live at their parent's home and report no antecedent of neurological or psychiatric disorders. The child was always defined as the participant and the respondent was the person who filled out the questionnaire (Parent or Participant).

Material

Two versions of the *Interpersonal Reactivity Index* (IRI; Davis, 1980) were used in this study, one to be completed by the participants (self-reported) and one to be completed by one of their parents (other-reported). For both questionnaires, participants provided their answers to the different items using a numerical scale that ranged from 1 (*Ne me décrit pas du tout [Does not describe me well]*) to 5 (*Me décrit très bien [Describes me very well]*) for the children's version and from 1 (*Ne le/la décrit pas du tout [Does not describe him/her well]*) to 5 (*Le/La décrit très bien [Describes him/her very well]*) for the parents' version. The self-report version of the questionnaire was a French translation of the original IRI that was also used in a previous study (Achim, Ouellet, Roy, & Jackson, 2011). The other-reported version of the questionnaire completed by the parent was an adaptation of the

French version (Bruneau-Bhérier, Morasse, & Jackson, submitted). This other-reported version was obtained by changing the wording, which referred to the self in the original version of the IRI, to a wording referring to the other person. For instance, in the original questionnaire the item: “Being in a tense emotional situation scares me” was adapted in the other-reported version as: “Being in a tense emotional situation scares her/him” (Personal Distress subscale). This questionnaire presents good psychometric properties for both internal consistency (alphas range from 0.71 to 0.77) and test-retest reliability (2 month test-retest correlations range from 0.62 to 0.71) (Davis, 1980).

Procedure

The study was explained in class (High School and University) by the experimenters to the participants. Written informed consent was obtained from the participants and their parent. The study consisted, for the participants, in filling out the IRI at school and bringing home the other-reported version of the IRI for one of their parents to complete. Parents’ completed questionnaires were either sent back to the experimenters through prepaid envelopes or brought back to school where a member of the research team picked them up. Both self- and other-reported versions had to be completed for a participant to be included in the study. Participants and parents were asked to keep their responses confidential and refrain from discussing the topic prior to filling out the questionnaire.

Analysis

In order to compare self- vs. other-reported empathy scores across gender, 2 (Respondent: Parent or Participant) x 2 (Participant’s Gender) mixed ANOVAs were performed for each subscale. Parent’s gender was entered as a covariable.

As recommended by Davis (1980) the total score wasn't analysed nor interpreted. Post hoc t-tests were performed to decompose significant interactions. Correlations between the self- and the other-report for each subscale have also been realised. Given the large age range of our sample, correlational analyses were performed for each subscale between the participants' age and a deviation score between the self- and other-reported scores $((\text{Self} - \text{Other}) / \text{Self})$. The alpha level was set at .05.

Results

Table 1 contains the mean scores for each subscale and for the total scale, for both self- and other-reported versions of the IRI, according to gender. A main effect of the respondent was noted on the two cognitive subscales: Fantasy ($F(1,67) = 19.03, p = .00005$) and Perspective Taking ($F(1,67) = 10.04, p = .002$), on which parents' scores were lower than those of the participants. No difference was observed between self- and other-reported versions of the Empathic Concern and Personal Distress subscales.

A main effect of the participant's gender was found on the Fantasy subscale ($F(1,67) = 11.40, p = .001$) with scores being higher for female than for male participants. Additionally, the factor Gender showed a trend on the Personal Distress subscale ($F(1,67) = 3.3, p = .074$; higher scores for female than for male participants). No main effect of gender was found for the Empathic Concern and Perspective Taking subscales of the IRI.

Finally, a significant interaction was found between Respondent and Gender on the Personal Distress subscale ($F(1,67) = 4.5, p = .041$). On this subscale, self-reports were marginally higher than other-reports for male participants ($t(24) = -1.91, p = .068$), while no significant difference was found between self- and other-reported scores for female participants ($t(43) = .894, p = .377$). Significant positive correlations were found between parents' and participants' scores on both

cognitive subscales (Perspective-Taking: .395, $p = .001$; Fantasy: .463, $p = 0,6 \cdot 10^{-5}$) and affective ones (Empathic concern: .271, $p = .024$; Personal Distress: .256, $p = .033$).

To examine the effect of age, the sample was divided into two groups using their academic level as cut-off (“early adolescents” (aged between 13 and 16) and “late adolescents” (aged between 20 and 24). No difference was observed between the two groups except on the Fantasy subscale on which parents’ scores were higher for younger than for older participants $D(1,65) = 6.563$; $p = .013$. No significant correlations were found between participants’ age and their scores on any of the four subscales.

Bilateral correlations (Figure1) were realised for every subscales between participants and parents. All the correlations between the participant’s score and the parent’s score were significant. No significant correlations were noted for any of the four subscales between the participants’ age and the deviation scores between the parents’ and the participants’ scores. Still no significant correlation was found when correlations were calculated separately for males and females.

Discussion

The primary objective of this study was to compare adolescents and young adults’ self-reported empathy scores on the IRI with the scores provided by their parents. The hypothesis that participants’ parents would show a lower evaluation of their children’s empathic abilities compared to the participants’ own evaluations was confirmed on subscales related to cognitive aspects of empathy (Fantasy and Perspective Taking), for which the participants’ scores were significantly higher than those of their parents. This result is consistent with the idea proposed by Funder and Colvin (1997) that in personality studies, self-evaluations of positive internal characteristics are typically higher than evaluations provided by someone else. There was, however, no main effect of the respondent on the subscales measuring the affective component of empathy (Empathic Concern and Personal

Distress). These results suggest that it may be more difficult for parents to evaluate their children's cognitive components of empathy than affective ones, based on the proposal that an accurate judgment is the one nearest to the self-report. Furthermore, this suggests that in daily social interactions, the affective components of someone's experience are more easily accessible to others than the cognitive aspects of the experience. The personal distress and the empathic concern of an individual are more readily detectable by the observer through the behaviour of the person. For instance, it is easier for an observer to assume that a person tends to experiment personal distress when exposed to an emotional situation if the observer previously saw the person panicking when confronted with the cries of someone else. However, the ability to adopt someone else's point of view or to put ourselves in the shoes of a fictional character is an internal process and thus more difficult to judge by an external observer. In day-to-day situations, these cognitive abilities are probably not related to specific overt behaviours, which make them even more difficult to evaluate by another person, even a parent, leading to the observed underestimation. Beyond the differences between both evaluations, the underestimation by the parents could be explained by the global tendency of the respondent to present them as more positive than they really are. As mentioned by Kunda (1987), people's opinion of themselves usually tends to be more positive than others'. Then, while it is tempting to believe that the report of the individual should be the "gold standard", one cannot rule out the possibility that the differences observed between parents' and participants' scores in this study could reflect an overestimation of the participants' own empathic abilities rather than an underestimation of their parents. This last point is also sustained by a study Realo and al. (2003) who demonstrated that the self-evaluation of our cognitive abilities, cognitive empathy or mind-reading, is not correlated with our performance. That could in part explain these results but this still needs to be tested.

The significant Respondent by Gender interaction on the Personal Distress subscale is also interesting as it shows that parents' reports are marginally higher

than self-reports for males but not for females. Again, the difference observed for males could be interpreted in two ways: it could be that parents overestimate the personal distress of their male child but it could also be the young males who underreport their personal distress. However, caution is needed with this result because this interaction is based on a marginally significant result. Measures of social desirability in future studies could help to better grasp the stance of the respondent (Piccinelli & Wilkinson, 2000). This type of measure divided on “self-descriptive enhancement” and “other-descriptive enhancement” gives access to the representation that the participant tries to give to the experimenter over 40 questions (Paulhus, 1988). In an adolescent population, social desirability can bias data because of the major changes that occur during this period, in which the group’s perception of the individual is really important (Eisenberg, 2000). Moreover, the literature on gender differences in empathic abilities suggests that males and females present two different empathic profiles: males rely more on the cognitive components, which allows them to keep a greater distance with the target and also leads to less personal distress; females however rely more on the affective components, which imply that they express more emotions and show more arousal in emotional situations (Schulte-Rüther and al., 2008; Baron-Cohen and al., 2002; 2005). This difference in their profile could also explain the difference between males and females on the Fantasy subscale. It is possible that males experience emotions mostly by transposing it to another person, in fictional characters or in situations instead of living it by themselves, which a kind of rationalisation of the experience. Females on the other hand, would be more incline to experiment the whole emotional experience and then are more exposed to emotional concern and personal distress. However, these hypotheses will need to be validated through studies that take into account the processes of the emotional responses. A way to do this could be with electroencephalography studies which measure the moment that different components of the emotional circuitry are activated.

In a recent study (Holgado-Tello, et al. 2013), new concepts were presented to explain differences between males and females on empathic abilities.

Impassiveness, which refers to a lack of solidarity and sensitivity to others, is more important in men and leads to inhibition of empathic experience compared to women. However, empathy development and differences between genders can be highly influenced by culture (Briley, Morris & Simonson, 2000) and as the study of Holgado-Tello and al (2013) included a Spanish youth sample, it would be interesting to replicate it with a North American sample like the one used in the present study. This group also proposes that educational factors could be related to the lower empathy in men. Therefore, it would be interesting in future studies to incorporate a measure of impassiveness completed by adolescents and young adults as well as by their parents.

One factor that could limit the interpretation of our findings on gender differences is the parents' gender. Even if we control for this aspect in the analysis, the majority (88%) of the parents involved in this study were mothers. Beyond the effect of the gender of the participant, the gender of the respondent, and even the interaction between the genders of both members of the dyad, could influence empathy assessment. Also, significant correlations between parents' and children's scores subscales indicate a common relation between both perspectives of the same concept, which is good. However, because it is correlation, shared variance is not that important. Residual variance could be explained by the difference of perspective but also by the error. Finally, the large age range of the participants has lead to some important questioning. However, as discussed in the results section, it seems that there is no difference between the participants' scores when the sample is divided in two groups by their age, except for the Fantasy subscale where an age effect shows on the parents' scores. This can be interpreted as follows: The older the child gets, the less the parents are tempted to see their child as someone who frequently projects himself or herself in a character or a film. Socially, this perception is likely associated with the parent's perception of the child's maturity. Nonetheless, this result raises some questions about the development of empathic abilities. Many studies demonstrated that empathic abilities increase with age and neuroscience researches propose that it is partially

linked to brain maturation (Eisenberg, Fabes, Guthrie & Reiser (2000)). Although, a study by Hare and al. (2008) demonstrates that, in most cases, adolescents can show a similar level of emotion regulation involving brain activity in the ventral prefrontal cortex as adults. This could have been the case in the current study but without measures of brain activity it is not possible to tell. Moreover, the fact that parents and children provide the same evaluation of the children's empathic abilities does not necessarily mean that the cognitive processes required to produce this adapted behaviour are the same for both.

In conclusion, our results suggest that a parent's evaluation of their children's empathic abilities is valid using the IRI compared to the self evaluation of the children, at least for the affective subscales which are associated with more expressivity. Also, this study confirms the multi-dimensional conceptualization of empathy and that each dimension is not equally expressed and consequently not equally perceived by observers.

Acknowledgments

The authors would like to thank Rosée Bruneau-Bhérier for her comments on previous versions of the manuscript and Marie-Suzanne Mathieu for her help with data collection. This research has been funded by a grant of the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC) awarded to P.L. Jackson. P.L. Jackson is supported by a salary grant from the Canadian Institutes for Health Research. M. Grégoire was supported by the Centre interdisciplinaire de recherche en réadaptation et intégration sociale (CIRRIS) and Université Laval's Faculté des sciences sociales.

References

- Achim, AM., Ouellet, R., Roy, M-A., Jackson, PL. (2011) Assessment of empathy in first-episode psychosis and meta-analytic comparison with previous studies in schizophrenia. *Psychiatry Research*, 190 (1), 3-8.
- Baron-Cohen, S., & Wheelwright, S. (2004). The empathy quotient: an investigation of adults with Asperger Syndrome or high functioning autism, and normal sex differences. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 34, 163-175.
- Baron-Cohen, S., Knickmeyer, R.C., Belmonte, M.K. (2005). Sex differences in the brain : implications for explaining autism. *Science*, 310, 819-823.
- Baron-Cohen, S. (2002). The extreme male brain theory of autism. *Trends in Cognitive Sciences*, 6, 248-254.
- Briley, D. A., Morris, M. W., & Simonson, I. (2000). Reasons as carriers of culture: Dynamic vs. dispositional models of cultural influence on decision making. *Journal of consumer research*, 27(2), 157-178.
- Bruneau-Bhérier, R., Morasse, K. & Jackson, P. L. (Submitted). The perception and evaluation of others' pain in children, *Pain Research & Management*.
- Chen, D., Lew, R., Hershman, W., Orlander, J. (2007). A cross-sectional measurement of medical student empathy. *Journal of General Internal Medicine*, 22 (10), 1434-1438.
- Cliffordson, C. (2001) Parents ' Judgments and Students ' Self-Judgments of Empathy The Structure of Empathy and Agreement of Judgments Based on the Interpersonal Reactivity Index (IRI). *European Journal of Psychological Assessment*, 17(1) 36-47.
- Cliffordson, C. (2002). The hierarchical structure of empathy: Dimensional organization and relations to social functioning. *Scandinavian journal of psychology*, 43(1), 49-59.
- Dadds, M. R., Hunter, K., Hawes, D. J., Frost, A. D. J., Vassallo, S., Bunn, P., Merz, S., & El Masry, Y. (2008). A measure of cognitive and affective empathy in children using parent ratings. *Child Psychiatry and Human Development*, 39(2), 111-22.
- Davidov, M, & Grusec, J. (2006). Untangling the Links of Parental Responsiveness to Distress and Warmth to Child Outcomes. *Child Development*, 77, 44 - 58.
- Davis, Mark H. (1996). *Empathy: A social psychological approach*. Westview Press, Boulder, CO.
- Davis, M.H. (1994). *Empathy*. Madison, WI: Brown and Benchmark.

- Davis, M.H., Franzoi, S.L. (1991). Stability and Change in Adolescent Self-Consciousness and Empathy. *Journal of Research in Personality*, 87, 70-87.
- Davis, M. H. (1980). *A multidimensional approach to individual differences in empathy*. JSAS Catalogue of selected documents in psychology, 10(4), 1-17.
- Decety, J., Jackson, P.L. (2006). A Social-Neuroscience Perspective on Empathy. *Current Directions in Psychological Science*, 15 (2), 54-58.
- Decety, J., Jackson, P.L. (2004). The functional architecture of human empathy. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 3, 71-100.
- Decety, J., Hodges, S. (2004). Bridging social psychology: benefits of transdisciplinary approaches. In *The Social Neuroscience of Empathy*. Van Lange PAM. 14, 103-109
- Eisenberg, N., Fabes, R. A., Guthrie, I. K., & Reiser, M. (2000). Dispositional emotionality and regulation: Their role in predicting quality of social functioning. *Journal of Personality and Social Psychology*, 78(1), 136–157.
- Funder, D.C., Colvin, C.R. (1997). Congruence of others' and self-judgments of personality. In *Handbook of personality psychology*. London Academic Press.
- Funder, D.C., Colvin, C.R. (1980). On seeing ourselves as others see us: Self-other agreement and discrepancy in personality ratings. *Science*, 48(4), 473-493.
- Gerdes, K., Segal, E., Lietz, C. (2010). Conceptualizing and measuring empathy. *British Journal of Social Work*, 40, 2326–2343.
- Hare, T. A., Tottenham, N., Galvan, A., Voss, H. U., Glover, G. H., & Casey, B. J. (2008). Biological Substrates of Emotional Reactivity and Regulation in Adolescence During an Emotional Go-NoGo Task. *Biological Psychiatry*, 63(10), 927–934.
- Hogan, R. (1969). Development of an empathy scale. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 33, 307–316.
- Ickes, W. (2003). *Everyday Mind Reading*. Prometheus books. New York.
- Jackson, P.L., Meltzoff, A.N., Decety, J. (2005). How do we perceive the pain of others? A window into the neural processes involved in empathy. *Neuroimage*, 24(3), 771-779.
- John, O.P. & Gross, J.J. (2007) Individual Differences in Emotion Regulation. In Gross, J.J. *Handbook of Emotion Regulation*, Guilford press, New York, 351-372.
- Klein, K.J., Hodges, S.D. (2001). Gender Differences, Motivation, and Empathic Accuracy: When it Pays to Understand. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 27(6), 720-730.
- Kunda, Z. (1987). Motivated Inference: Self-Serving Generation and Evaluation of Causal Theories. *Social Psychology*, 4, 636-647.

- Marsh, H. W., Craven, R., & Debus, R. (1998). Structure, Stability, and Development of Young Children's Self-Concepts: A Multicohort-Multioccasion Study. *Child Development*, 69(4), 1030-1053.
- Mehrabian, A., Epstein, N. (1972). A measure of emotional empathy. *Journal of Personality*, 40, 523–543.
- Paulhus, D. L. (1998). Manual for the balanced inventory of desirable responding (BIDR-7). *Toronto/Buffalo: Multi-Health Systems*.
- Pederson, R. (2009). Empirical research on empathy in medicine: A critical review. *Patient Education and Counseling*, 76, 307–322.
- Piccinelli, M., Wilkinson, G. (2000). Gender differences in depression: critical review. *The British Journal of Psychiatry*, 177, 486-492.
- Pons, F., Harris, P. L., & Rosnay, M. D. (2004). Emotion comprehension between 3 and 11 years: Developmental periods and hierarchical organization. *European Journal of Developmental Psychology*, 1 (2), 127-152.
- Preston, S.D., de Waal, F.B.(2002). Empathy: Its ultimate and proximate bases. *The Behavioral and Brain Sciences*, 25, 1-20.
- Rankin, K.P., Gorno-Tempini, M.L., Allison, S.C., Stanley, C.M., Glenn, S., Weiner, M.W. & Miller, B.L. (2006). Structural anatomy of empathy in neurodegenerative disease. *Brain : a journal of neurology*. 129 (11) 2945-56.
- Realo, A., Allik, J., Nõlvak, A., Valk, R., Ruus, T., Schmidt, M. & Eilola, T. (2003). Mind-reading ability: Beliefs and performance. *Journal of Research in Personality*. 37(5), 420-445.
- Robinson, R., Roberts, W., Strayer, J. & Koopman, R. (2007). Empathy and Emotional Responsiveness in Delinquent and Non-Delinquent Adolescents. *Social Development*, 16, 555-579.
- Shamay-Tsoory, S.G., Shur, S., Barcai-Goodman, L. (2007). Dissociation of cognitive from affective components of theory of mind in schizophrenia. *Psychiatry Research*, 149, 11-23.
- Singer, T. (2006). The neuronal basis and ontogeny of empathy and mind reading: review of literature and implications for future research. *Neurosciences and Biobehavioral Reviews*, 30 (6), 855-863
- Schulter-Rüther, M., Markowitsch, H.J., Shah, N.J., Fink, G.R., Piefke, M. (2008). Gender differences in brain networks supporting empathy. *Neuroimage*, 42, 393-403.
- Tello, F. P. H., Egido, B. D., Ortiz, M. A. C., & Gandara, M. D. B. (2013). Interpersonal Reactivity Index: Analysis of Invariance and Gender Differences in Spanish Youths. *Child Psychiatry & Human Development*, 1-14.

Watson, D., Hubbard, B., & Wiese, D. (2000). Self-other agreement in personality and affectivity: the role of acquaintanceship, trait visibility, and assumed similarity. *Journal of Personality and Social Psychology*, 78(3), 546-58.

Tables and Figures

Subscale	Respondent			
	Self-report		Other-report	
	<i>X</i>	<i>SD</i>	<i>X</i>	<i>SD</i>
Males (<i>N</i> = 25)				
Fantasy	21,3	6,7	19,2	5,3
Perspective taking	25,6	4,4	22,2	5,6
Empathic concern	26,4	3,6	26,8	4,5
Personal distress	14,12	4,3	16,4	4,9
Females (<i>N</i> = 44)				
Fantasy	26,2	5,1	21,9	4,9
Perspective taking	24,3	5,1	23,3	4,8
Empathic concern	27,0	3,9	27,7	4,4
Personal distress	17,5	5,2	16,7	5,0
All participants (<i>N</i> = 69)				
Fantasy	24,4	6,1	20,9	5,2
Perspective taking	24,8	4,9	22,9	5,1
Empathic concern	26,8	3,8	27,4	4,5
Personal distress	16,2	5,1	16,6	4,9

*Table 1. Mean scores (*X*) and standard deviations (*SD*) on each subscale of the Interpersonal Reactivity Index (IRI) for self- and other-reported versions as a function of the participant's gender.*

Subscale	Respondent		
	Self-report	Other report	<i>Partial</i>
	<i>Cronbach</i>	<i>Cronbach</i>	<i>Eta-</i>
	<i>Alpha</i>	<i>Alpha</i>	<i>squared</i>
All participants (<i>N</i> = 69)			
Fantasy	0,832	0,794	.221
Perspective taking	0,787	0,803	.130
Empathic concern	0,685	0,793	.011
Personal distress	0,816	0,799	.015

Table 2. Cronbach alpha and Eta-squared on each subscale of the *Interpersonal Reactivity Index* (IRI) for self- and other-reported for the whole sample

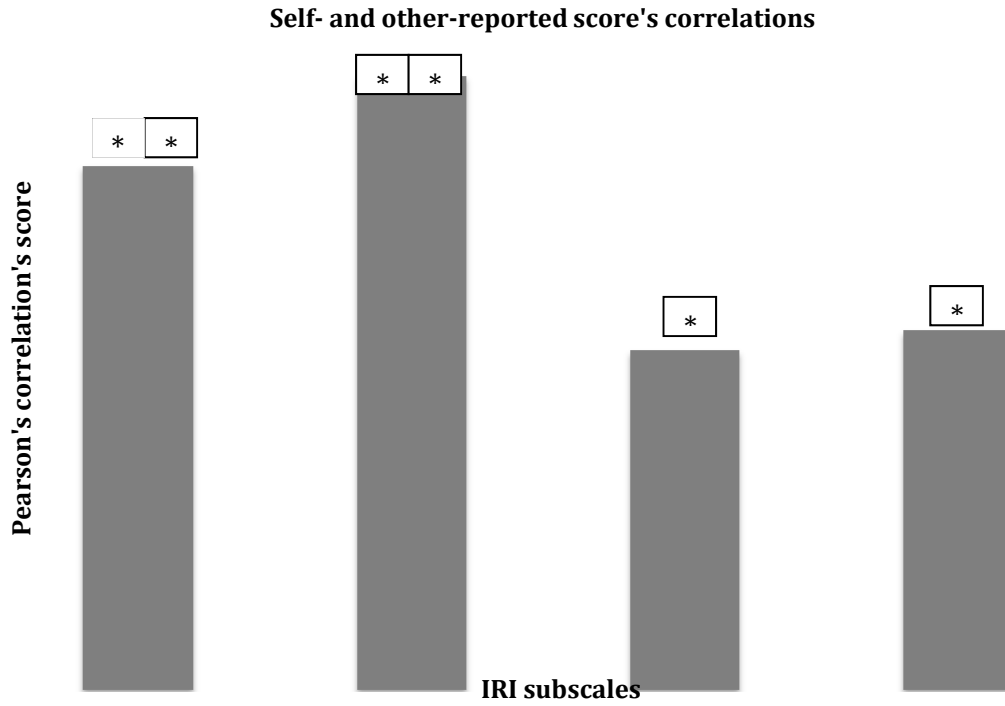


Figure 1. Bilateral correlations between self- and other-reported scores for every subscales of the Interpersonal Reactivity Index (Davis, 1980). * = $p < .05$; ** = $p < .01$