

À FLEUR DE PEAU



● Avant de parler ou même de distinguer clairement son environnement, le bébé sent par la peau la présence et l'émotion de ses parents. Son sens du toucher est déjà pratiquement mature.

- Rien ne nous fait aussi bien ressentir la présence de l'autre que son contact. Nous sommes équipés pour cela de fibres nerveuses sensibles à la charge émotionnelle du toucher. Des capteurs à la base de notre socialité.

Par Lydla Denworth, auteure scientifique à Brooklyn.



Shutterstock.com / Simon Dannhauser

A

ujourd'hui, mes trois garçons sont presque devenus des ados. Quoi de plus normal si je commence à oublier certains détails de leurs premières années ? Mais il y a une chose que je me rappellerai toujours, ce sont ces minutes qui ont suivi leur naissance, quand je les ai serrés contre ma poitrine, que je leur ai caressé doucement le dos, que j'ai embrassé délicatement le sommet de leur petite tête. Cet instant où nous sommes restés là, tranquilles, ensemble...

Des sensations peau contre peau, inoubliables. Le sens du toucher est tellement important pour faire jaillir les émotions que l'on ressent dans de pareils moments ! À tel point que les bébés élevés dans des orphelinats avaient naguère une mortalité plus élevée, faute de caresses. Qui douterait que les premiers contacts avec nos enfants, suivis par des années de câlins et d'étreintes, renforcent les liens étroits qui nous unissent ?

En 1973, la théorie de l'attachement proposée par le psychiatre britannique John Bowlby (1907-1990) expliquait qu'un enfant grandissait de façon « sécurisée » s'il était bien entouré et câliné ; plus tard, on associa l'ocytocine, une hormone cérébrale libérée par l'hypothalamus pendant et après la grossesse, ●●●

À FLEUR DE PEAU

••• à l'amour maternel puis à l'attachement au sens large. Mais ces théories, aussi marquantes qu'elles fussent, n'éclairaient pas le pouvoir émotionnel du toucher. Finalement, elles ne nous disaient pas ce qui se passait au fond de nos cellules quand nous frémissons au contact d'une caresse. Longtemps, les neuroscientifiques n'ont pas fait mieux : pour eux, le toucher était surtout remarquable par son pouvoir de discrimination, cette capacité à distinguer les textures (la peau d'un bébé, une surface de tissu) et les températures (bébé a-t-il de la fièvre ?). Ses aspects « émotionnels » étaient nécessairement secondaires, arrivant une fois que le cerveau avait traité la sensation de contact et son contexte...

Mais cette vision est en train de changer. Les scientifiques s'intéressent enfin au toucher affectif, émotionnel, et ils découvrent que cette capacité repose sur un système de fibres nerveuses spécialisées dans la perception des caresses. Ces neurones, sollicités initialement dans le rapport entre mère et enfant, aident ce dernier à construire son identité et ses relations aux autres, en lui transmettant des données de nature affective. « Le toucher affectif est une nouvelle façon de comprendre le développement du cerveau social normal », précise Francis McGlone, de l'université John Moores de Liverpool, un des spécialistes du domaine. « La qualité émotionnelle de la caresse véhicule un sentiment très important qui sous-tend de nombreuses interactions sociales. »

LE CORPS TACTILE, UN RÉSEAU DE FIBRES FAITES POUR LE TOUCHER

Quand nous touchons quelque chose ou quelqu'un, les fibres nerveuses de notre peau entrent en action grâce à des récepteurs sensoriels spécialisés nommés mécanorécepteurs, situés dans le derme (voir l'encadré page 47). De la même façon que les bâtonnets et les cônes de notre rétine nous informent sur ce que nous voyons, plusieurs types de cellules nerveuses réagissent à différents types de toucher. Certaines s'activent sous l'effet d'un étirement, d'autres sous l'effet d'une pression. Parmi elles, les fibres A-bêta réalisent l'essentiel de ce travail ; présentes partout dans notre peau mais surtout sur la paume des mains et des pieds, elles sont entourées d'une gaine de myéline qui leur permet de transmettre l'influx nerveux à la vitesse de 50 mètres par seconde (la vitesse d'un TGV), sous forme de courants électriques appelés potentiels d'action. Ces potentiels d'action se déplacent depuis le récepteur tactile jusqu'aux centres cérébraux où ils sont perçus et analysés.

EN BREF

● **Notre corps est très réceptif au toucher grâce à des fibres nerveuses particulières que l'on a découvertes récemment.**

● **Ces fibres nerveuses sont à l'origine des émotions profondes que nous ressentons lorsqu'on nous caresse.**

● **La peau, organe de l'émotion et du toucher, est peut-être la partie de notre corps qui nous a permis de devenir des êtres sociaux.**

Normal : la vitesse de réaction est cruciale dans bien des situations – par exemple pour retirer sa main d'une plaque de cuisson...

Mais voici une autre famille de cellules : les fibres de type C. Dépourvues de myéline, elles conduisent l'information plus lentement, à environ 1 mètre par seconde (la vitesse d'un marcheur). Deux sortes d'entre elles ont été amplement étudiées, les unes véhiculant la douleur, les autres la sensation de démangeaison. Plus récemment, des cellules d'un troisième type, les fibres C-tactiles (CT), ont été repérées tout particulièrement dans les parties de notre peau garnies de poils et qu'on appelle « peau pileuse » : dos et avant-bras, notamment. Une caresse, une légère tape d'affection ou tout autre toucher délicat – techniquement, tout ce qui représente moins de 5 millinewtons de pression, soit le contact d'une carte postale sur la peau – les met aussitôt en éveil.

La découverte de ces fibres est le point d'orgue d'une longue histoire. En 1939, le neurophysiologiste suédois Yngve Zotterman (1898-1982) découvre tout d'abord chez le chat une population de neurones de type C différents de ceux activées par des stimulations douloureuses. Il croit alors ces nouvelles fibres impliquées dans la perception des chatouillements. Il faudra attendre un demi-siècle pour qu'une technique nommée microneurographie lui donne tort. Cette méthode de mesure, mise au point par l'équipe

Le plaisir des caresses, en nous incitant à nous rapprocher les uns des autres, a certainement favorisé notre survie.

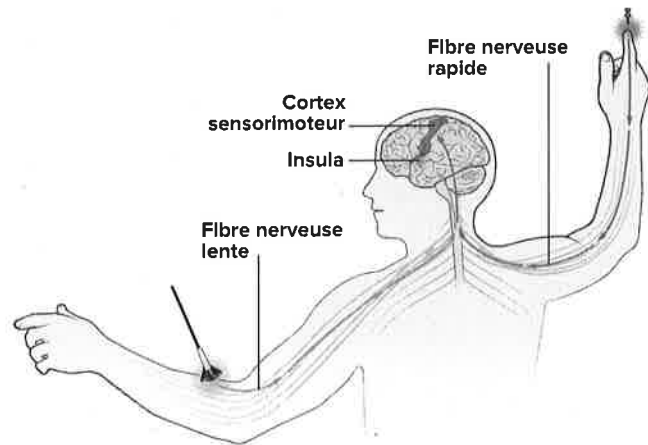
de Åke Vallbo et de Karl-Erik Hagbarth à l'université de Göteborg, permet d'enregistrer l'activité électrique d'une seule fibre nerveuse en réponse à une stimulation tactile. De cette manière, les chercheurs découvrent alors dans la peau poilue de l'avant-bras un type de cellule nerveuse réagissant au toucher délicat, et non aux stimulus douloureux ni aux démangeaisons. Un fait que Håkan Olausson, alors étudiant en thèse dans le laboratoire de Vallbo, qualifie avec le recul de découverte fondatrice. Selon lui, ces cellules fonctionnent différemment des autres neurones tactiles et participent à la sensation

VIBRATION, PRESSION, ÉTIREMENT : À CHAQUE SENSATION SA FIBRE TACTILE

Notre peau contient des milliers de récepteurs sensoriels : les thermorécepteurs sensibles à la chaleur et au froid ; les nocicepteurs qui perçoivent la douleur et les récepteurs du toucher – mécanorécepteurs – dont il existe plusieurs types.

Les corpuscules de Pacini, profondément enfouis dans le derme, sont sensibles aux vibrations. Ceux de Meissner, à la jonction derme-épiderme de la peau glabre, détectent des contacts rapides. Des terminaisons nerveuses libres situées autour de la racine des poils sont sensibles au mouvement des poils.

Les disques de Merkel – en surface du derme – et les corpuscules de Ruffini (plus profonds), très nombreux, détectent des pressions sur la peau. Chaque mécanorécepteur est relié à des fibres nerveuses connectées au système nerveux central (cerveau et moelle épinière). Il en existe trois types : A-bêta, A-delta et C. Ces fibres possèdent elles-mêmes des sous-types spécialisés dans un type de toucher, dont les fibres CT impliquées dans le toucher affectif et d'autres fibres C impliquées dans la perception de la douleur. La richesse sensorielle des expériences tactiles provient de l'intégration des informations véhiculées par ces différentes fibres. Chez la souris, les fibres sont stimulées par le mouvement des poils ; chez l'homme, elles déchargent suite à une légère pression exercée sur la peau ou à une caresse.



	Type de fibre	Information transmise par la fibre	Exemple de fibre spécifique en action
Réponse rapide	A-bêta (5 sous-types impliqués dans le toucher)	Vibration	Percevoir une table branlante sous ses coudes
		Mouvement	Sentir une tasse graisseuse glisser sous ses doigts
		Pression	Sentir le poids d'un chat sur ses genoux
		Étirement	Sentir sa jambe coller à sa chaise par temps humide
		Mouvements des poils longs	Sentir le vent agiter ses cheveux
Réponse lente	A-delta (1 sous-type impliqué dans le toucher)	Mouvements des poils courts (désagréable)	Réagir au contact d'une araignée montant sur son avant-bras
		Mouvements des poils courts (agréable)	Sentir une caresse dans le dos
	C (1 sous-type impliqué dans le toucher)	Température	Apprécier une étreinte chaleureuse

- agréable des caresses ainsi qu'à leur fonction essentielle dans nos relations sociales. « Le système du plaisir et de la récompense dans notre cerveau favorise un comportement social bénéfique pour la survie », résume McGlone. Dans l'histoire des espèces, la coopération est souvent un avantage pour le succès évolutif d'une espèce. Le plaisir des caresses, en nous incitant à nous rapprocher les uns des autres, a certainement favorisé notre survie.

Chez les singes, c'est l'épouillage qui cimente les relations sociales, note l'anthropologue Robin Dunbar, de l'université d'Oxford. Quant aux rats, il a été montré que les femelles qui lèchent et épouillent leurs bébés fréquemment les protègent ainsi contre le stress et leur permettent de devenir de meilleurs parents. Et pour McGlone, « Le toucher émotionnel pourrait bien être le "boson de Higgs" du cerveau social ». Autrement dit, la pièce manquante du puzzle humain...

C'est à la résolution de ce puzzle qu'ont travaillé Olausson, McGlone et leurs collègues tout au long des 20 dernières années. Et tout d'abord, en se demandant s'il était possible de quantifier

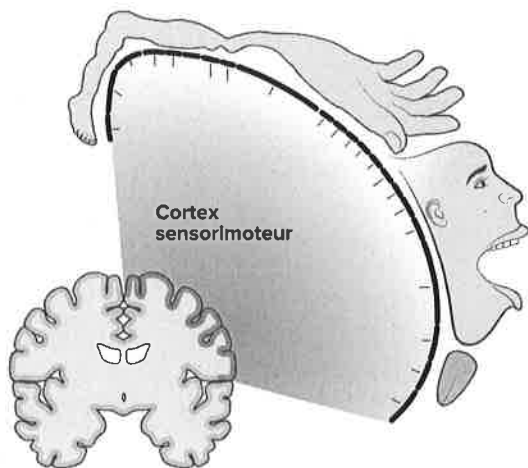
le « toucher agréable ». En 1999, McGlone a étudié ce que ressentait des personnes dont des dispositifs robotisés effleuraient l'avant-bras à des vitesses variant de 0,5 à 5, puis 50 centimètres par seconde.

NOUS SOMMES NÉS POUR ÊTRE CARESSÉS

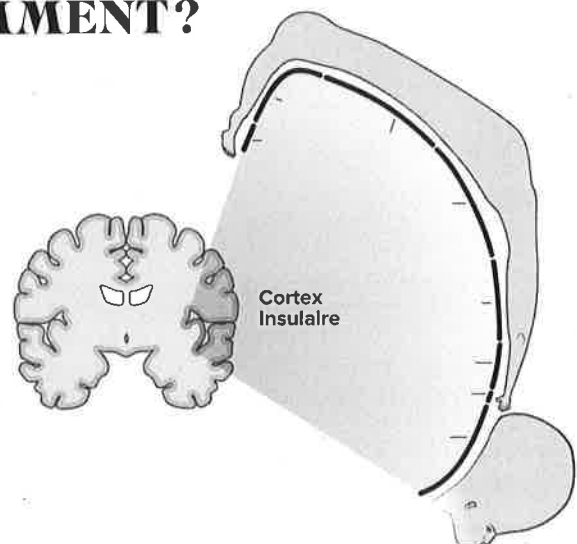
Au cours de ces expériences, la vitesse de 5 centimètres par seconde a été décrite comme la plus plaisante ; puis, dans une étude similaire en 2009, les neurophysiologistes Johan Wessberg et Line Löken, à Göteborg, ont montré par microneurographie que leur sensation agréable était effectivement liée à l'activité des fibres CT. Celles-ci réagissent avec une intensité décuplée quand le bras des volontaires est effleuré précisément à cette vitesse. En 2014, la neuroscientifique Rochelle Ackerley a observé que ces neurones émettent des potentiels d'action uniquement quand la température du stimulus ne dépasse pas celle de la peau, soit 32 °C...

En 2002, Olausson et ses collègues ont publié une des plus importantes découvertes sur ce sujet. Une femme souffrait alors d'une neuropathie

JE SUIS TOUCHÉ : OÙ ET COMMENT ?



Lorsque nous sommes touchés, la partie du corps effleurée envoie des messages nerveux à une partie correspondante du cortex somatosensoriel (à gauche). Ainsi se trouve localisé le contact, chaque partie du corps étant « projetée » sur une carte appelée carte somesthésique. La taille de la projection d'une partie du corps est proportionnelle au nombre de récepteurs du toucher, de la température ou de la douleur qui y sont présents. Les mains



et les lèvres sont particulièrement sensibles... En 2014, les neuroscientifiques Susannah Walker et Francis McGlone ont livré une description analogue des projections du toucher émotionnel sur une autre partie du cortex cérébral : le cortex insulaire (à droite). Cette représentation illustre la forte concentration des fibres CT du toucher émotionnel dans le dos, les épaules, le cuir chevelu et les avant-bras.

caractérisée par l'absence de myéline sur les neurones reliant le corps au cerveau. Pour cette raison, elle était incapable de détecter le contact d'un objet sur sa peau. Et pourtant... au bout de plusieurs essais, elle expliqua les yeux fermés qu'elle éprouvait une douce sensation si l'expérimentateur caressait délicatement son avant-bras à l'aide d'un pinceau. La raison en était claire : ses fibres CT – intactes – lui prodiguaient cette sensation.

Elle parvint ainsi, au fil des entraînements, à reconnaître ce type de toucher et à le décrire comme agréable. En revanche, la même caresse sur la paume de ses mains (dépourvue de fibres CT) restait sans effet. Olausson et ses collègues eurent alors l'idée d'enregistrer par imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) l'activité de son cerveau tandis que l'on caressait son avant-bras. Ils constatèrent ainsi que l'aire cérébrale réagissant normalement au toucher, le cortex somatosensoriel, demeurait inactive, alors qu'une autre région, le cortex insulaire (ou insula), se manifestait. Cette zone est connectée au système limbique, impliqué dans le contrôle des émotions et dans le sens de l'intéroception, qui nous permet de percevoir nos sensations internes.

Après avoir confirmé ces observations sur un autre patient atteint de la même neuropathie en Angleterre, Olausson et Vallbo en ont conclu que les fibres CT sont davantage liées aux émotions du toucher qu'à ses caractéristiques physiques. En 2011, le cas étonnant d'une famille du nord de la Suède leur apporta une autre preuve : une maladie appelée neuropathie héréditaire sensitive et autonome de type 5 (NHSA-V) avait détruit chez les membres de cette famille les fibres C, tout en laissant intactes les fibres myélinisées. Fort logiquement, ces personnes distinguaient parfaitement les différentes sensations tactiles mais ne ressentaient plus les effets des caresses. « C'était presque comme le résultat d'une lésion, commente Olausson ; en l'absence de fibres CT, le toucher perdait toute connotation agréable. »

LA FIBRE SENSORIELLE DU BÉBÉ

Et voilà que l'équipe d'Olausson s'est finalement intéressée au toucher émotionnel chez le bébé. Premier sens pleinement opérationnel *in utero*, c'est aussi le plus développé à la naissance... Et la technique qu'ils employèrent pour le caractériser fut la spectroscopie proche infrarouge fonctionnelle (SPIRF), une méthode non invasive d'imagerie cérébrale. La neurobiologiste Emma Jönsson établit ainsi que les nouveau-nés ressentaient le toucher doux et lent stimulant les fibres CT, mais pas celui d'un pinceau plus rapide.



optimale d'une caresse. C'est elle qui fait réagir le plus fortement les fibres du toucher émotionnel connectées à notre cerveau.

Le toucher émotionnel était donc fonctionnel à la naissance et constituait probablement une des clés des liens entre mère et enfant.

AUTISME : DES TROUBLES DU TOUCHER ?

Que se passe-t-il alors si ce système fonctionne mal ? Serions-nous incapables d'établir des liens avec nos semblables ? Kevin Pelphrey est spécialiste des troubles du spectre autistique à l'université Yale : il est persuadé que le toucher affectif joue un rôle dans l'autisme, car il mobilise le système limbique, soupçonné de fonctionner différemment chez ces patients. En 2013, son équipe a enregistré l'activité cérébrale de 19 personnes dont l'avant-bras était caressé à des vitesses variables. Il a alors constaté que les « zones sociales » du cerveau, comme l'insula, le cortex orbitofrontal et le sillon temporal supérieur – une région réputée hypoactive chez les autistes – réagissaient davantage à l'effleurement lent qu'aux caresses rapides. Cette réaction était atténuée chez les individus possédant certains traits autistiques, dont des difficultés à communiquer.

En 2015, l'équipe de Pelphrey s'est associée à celle de McGlone pour comparer les réactions cérébrales au toucher d'enfants autistes et d'enfants non autistes. Caressés sur l'avant-bras, les autistes ont développé une activité cérébrale plus faible que les autres petits dans un réseau de régions cérébrales impliquées dans le traitement d'informations émotionnelles et sociales : l'insula, le sillon temporal supérieur et postérieur droit, l'amygdale droite, le cortex préfrontal et ventrolatéral... Alors que le toucher non délicat, qui active les autres fibres C, éveillait de son côté une hyperactivité anormale du cortex somatosensoriel chez les

LES CARESSES STIMULENT DEUX ZONES DU CERVEAU

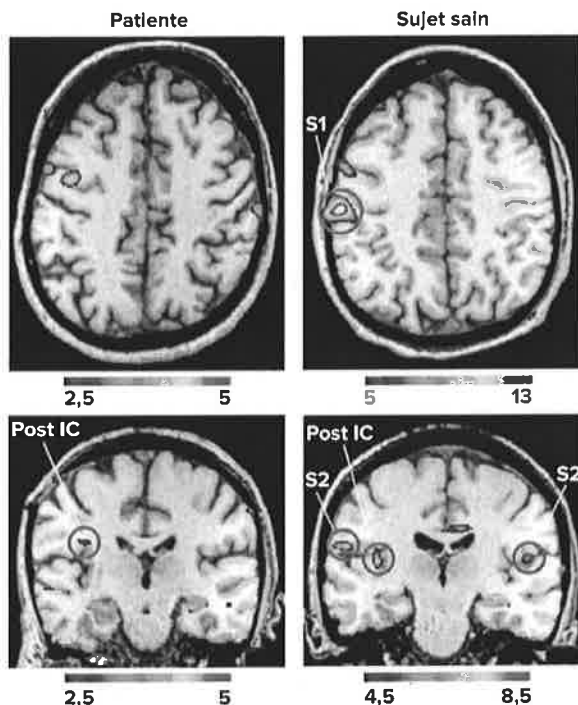
En 2012, une équipe de recherche menée par Christian Keysers à l'université d'Amsterdam a découvert qu'une caresse, en plus d'activer l'insula responsable de nos sensations viscérales, stimule aussi la partie « classique » du cerveau dédiée au sens du toucher, le cortex somatosensoriel. Le système du toucher émotionnel ne serait donc pas complètement distinct du système de discrimination tactile. De plus, il est probable que les fibres CT agissent avec d'autres réseaux cérébraux et les parties du corps activées par le contact physique. Par exemple, l'ocytocine, l'hormone sécrétée lors du toucher affectif, contribue aux liens mère-enfant, mais aussi, semble-t-il, aux liens sociaux. Interagit-elle avec les fibres CT ? On l'ignore pour l'instant.

LA PREUVE DU « TOUCHER ÉMOTIF »

En 2002, le cas d'une patiente atteinte d'une neuropathie très rare a permis d'observer en direct le toucher émotionnel. Chez elle, les neurones permettant de repérer l'emplacement d'un contact à la surface de la peau étaient détruits.

Elle était donc incapable de savoir, les yeux fermés, si on la touchait en haut ou en bas de l'avant-bras. Ce qui se traduisait par une absence d'activité du cortex somatosensoriel permettant cette localisation (*photographies de gauche*), les deux composantes de ce cortex (*S1 et S2*) étant bien actives chez un sujet sain (*photographies de droite*).

En revanche, le cortex insulaire, crucial pour le toucher émotionnel, réagissait normalement (*en bas à gauche, post IC*). La patiente pouvait donc sentir la douceur des caresses.



autistes. Le système de perception tactile, dont le toucher émotionnel et social, semble donc bien différent chez ces enfants et pourrait constituer un marqueur des troubles du spectre autistique.

DIX ANS POUR TOUT COMPRENDRE

Le lien entre toucher affectif, système limbique et intéroception ouvre un autre champ de recherche : l'addiction. Martin Paulus, psychiatre à l'Institut de recherche sur le cerveau de Tulsa, dans l'Oklahoma, a ainsi montré en 2013 que le cerveau d'individus toxicodépendants surréagit au toucher affectif, notamment au niveau de l'insula. Ce qui impliquerait, selon lui, un besoin accru de sensations fortes. À l'inverse, les personnes en période de sevrage n'ayant plus consommé de drogues depuis plusieurs mois ont un cerveau qui réagit moins vivement au toucher affectif. Ce qui fait penser à Paulus que la sensibilité au toucher émotionnel pourrait représenter un biomarqueur du risque d'addiction.

Il est clair aujourd'hui que les neurones du toucher, les fameuses fibres CT, jouent un rôle crucial dans notre « santé émotionnelle » et nos interactions sociales. Les recherches se poursuivent dans

toutes les directions. David Ginty, neurophysiologiste de l'université Harvard, tente à présent de démêler les circuits nerveux qui contrôlent tous les aspects du toucher. Selon lui, les fibres CT appartiennent à un ensemble plus vaste de fibres (six autres types de cette catégorie ont été identifiés) qui œuvrent pour véhiculer l'information du toucher délicat jusqu'au cerveau. Pour mieux comprendre comment le toucher affectif façonne notre cerveau social, les chercheurs se livrent actuellement à des recherches sur des animaux. Ginty, par exemple, étudie la question chez la souris, pour y analyser l'influence des gènes et des sous-types de neurones. « Je pense que d'ici 5 à 10 ans, nous aurons mis en évidence les circuits responsables des différents types de toucher », pronostique-t-il. Des traitements médicaux tournés vers l'autisme, la douleur neuropathique, ou les lésions de la moelle épinière en résulteront peut-être. Quant au rôle du toucher affectif dans l'intéroception, il pourrait se révéler déterminant pour réduire les patients atteints de lésions cérébrales et les aider à retrouver la conscience de leur corps. ●

Bibliographie

M.D. Kaiser et al., Brain mechanisms for processing affective (and non affective) touch are atypical in Autism, *Cereb. Cortex*, pii: bhv125, 2015.

F. McGlone, J. Wessberg et H. Olausson, Discriminative and affective touch : sensing and feeling, *Neuron*, vol. 82, n° 4, pp. 737-755, 2014. En ligne : [www.cell.com/neuron/pdf/S0896-6273\(14\)00387-0.pdf](http://www.cell.com/neuron/pdf/S0896-6273(14)00387-0.pdf)

A. Zimmerman, L. Bal et D.D. Genty, The gentle touch receptors of mammalian skin, *Science*, vol. 346, n° 6212, pp. 950-954, 2014. En ligne : www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4450345/

H. Olausson et al., The neurophysiology of unmyelinated tactile afferents, *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, vol. 34, pp. 185-191, 2010