

Plasticité fasciale – une nouvelle explication neurobiologique : 1^e Partie

.....
Robert Schleip

En manipulation myofasciale on perçoit souvent un relâchement tissulaire immédiat sous la main active. Cette particularité étonnante était traditionnellement attribuée aux propriétés mécaniques du tissu conjonctif. Cependant, des études ont montré que soit des forces plus intenses soit des durées plus longues étaient nécessaires pour aboutir à une déformation visco-élastique permanente du fascia. Le fascia est néanmoins largement innervé par des mécanorécepteurs qui sont sensibles à la pression manuelle. On a montré que la stimulation de ces récepteurs sensoriels conduisait à une diminution de tonus sympathique ainsi qu'à une modification de la viscosité tissulaire locale. De plus, des cellules musculaires lisses ont été mises en évidence dans le fascia, qui semblent être impliqué dans la contractilité active du fascia. Le fascia et le système nerveux autonome apparaissent intimement connectés. Il est suggéré un changement de l'attitude chez les praticiens de myofascial, d'une perspective mécanique vers une inclusion de la dynamique autorégulatrice du système nerveux. R 2003 Elsevier Science Ltd. Tous droits réservés.

Introduction

Le fascia - quel tissu fascinant ! Aussi connu comme un tissu conjonctif dense irrégulier, ce tissu entoure et connecte chaque muscle, jusqu'à la myofibrille la plus ténue et chaque organe du corps.

Il forme une réelle continuité dans l'ensemble de notre corps. On a montré que le fascia était un élément important dans l'organisation de la posture et du mouvement. Il est souvent considéré comme notre organe de forme (Varela et Frenk 1987, Garfin et col. 1981). Beaucoup d'approches de thérapie manuelle concentrent leur traitement sur le fascia. Elles prétendent modifier soit la densité, le tonus, la viscosité soit l'agencement du fascia par l'application d'une pression manuelle (Barnes 1990, Cantu et Grodin 1992, Chaitow 1980, Paoletti 1998, Rolf 1977, Ward 1993). Leurs explications théoriques se réfèrent d'habitude à la capacité du fascia à s'adapter à la contrainte physique. La compréhension par le praticien de la nature de cette capacité de réponse du fascia influencera bien sûr le traitement. Malheureusement, le fascia est souvent considéré selon ses seules propriétés mécaniques. Cette série d'articles n'explore pas seulement la dynamique neurale derrière la plasticité fasciale mais offre aussi de nouvelles perspectives pour les techniques de traitement myofascial.

Le modèle gel-sol classique. La plupart des écoles de formation actuelles qui se focalisent sur le traitement myofascial ont été profondément influencées par Rolf (1977). Dans son propre travail Rolf applique une pression considérable de la main ou du coude sur feuillets

fasciaux pour changer leur densité et leur disposition. L'explication de Rolf était que le tissu conjonctif est une substance colloïdale dans laquelle la substance fondamentale peut être influencée par l'application d'une énergie (chaleur ou pression mécanique) pour changer sa forme globale d'un état de « gel » plus dense à un état plus fluide de « solution ». Les exemples typiques sont la gélatine commune ou le beurre qui se ramollissent par la chaleur ou la pression mécanique.

Cette transformation gel-sol, aussi appelée la thixotropie (Juhan 1987), a été positivement confirmée se produire par l'application de contraintes mécaniques sur le tissu conjonctif (Twomey et Taylor 1982). Mais la question se pose : ce modèle permet-il aussi d'expliquer la plasticité immédiate à court terme du fascia ? Autrement dit, que se passe-t-il en réalité quand un praticien de myofascial prétend sentir un « relâchement tissulaire » sous la main active ? Dans la plupart des techniques de manipulation myofasciale, la durée d'une technique en un endroit donné du tissu se situe entre quelques secondes et 1 minutes ½. On voit rarement un praticien appliquer une pression manuelle ininterrompue de plus de 2 minutes.

Cependant les praticiens signalent sentir un relâchement tissulaire palpable pour une technique donnée. Une transformation si rapide dans le tissu - c'est-à-dire au-dessous de 2 minutes - semble plus difficile à expliquer par le modèle de thixotropie. Comme nous le montreront plus tard, les études sur le thème « de la dépendance par rapport au temps et à la force » de la plasticité du tissu conjonctif (en termes de fluage et de contrainte) ont montré que soit des temps plus longs soit une augmentation importante de la force sont nécessaires à une déformation permanente des tissus conjonctifs denses (Currier et Nelson 1992).

De plus, se pose le problème de la réversibilité : pour les substances colloïdales l'effet thixotropique ne dure que le temps pendant lequel la pression ou la chaleur sont appliqués. En quelques minutes la substance retourne à son état de gel originel – on se rappelle le beurre dans la cuisine. Ce modèle n'est certainement pas un exemple intéressant pour le praticien.

La piézoélectricité ou le corps considéré comme un cristal liquide

Oshman et col. ont ajouté la piézoélectricité comme (curieuse) explication de la plasticité fasciale (Oshman 2000, Athenstaedt 1974). La piézo (c'est-à-dire la pression) électricité existe dans des cristaux dans lesquels les centres de neutralité électrique à l'intérieur de la trame cristalline sont temporairement séparés de l'extérieur via la pression mécanique et une petite charge électrique peut être détectée à la surface. Comme on peut considérer que le tissu conjonctif se comporte comme « un cristal liquide » (Juhan 1987), ces auteurs proposent que les cellules qui produisent et résorbent les fibres de collagène (appelées fibroblastes et fibroclastes) puissent être sensibles à de telles charges électriques.

En des termes plus simples : la pression de l'extérieur crée une charge électrique plus importante qui stimule la production par les fibroblastes des fibres de collagène dans cette zone. De plus, les fibroblastes pourraient avoir un comportement sélectif pour ne pas « résorber » les fibres qui sont électriquement chargées. Dans une coquille de noix : plus de contrainte, plus de charge, plus de fibres. On a déjà montré que des processus similaires existaient dans l'ostéogenèse après fracture ainsi que dans les phénomènes de cicatrisation. Néanmoins, les processus impliqués semblent exiger comme facteur déterminant, du temps. On a montré que la demi-vie d'un collagène non-traumatisé était de 300 à 500 jours et que celle de la substance fondamentale était de 1.7 à 7 jours (Cantu et Grodin 1992). Alors qu'il est certainement imaginable que la production de ces deux matériaux pourrait être sous l'influence de piézoélectricité, les deux cycles de vie semblent trop lents pour rendre compte des modifications tissulaires immédiates qui sont suffisamment importantes pour être palpées par le praticien actif.

Les explications traditionnelles sont insuffisantes

Les deux modèles, thixotropie et piézoélectricité, sont des concepts attrayants pour expliquer les modifications tissulaires durables. Cependant il apparaît que des modèles complémentaires soient nécessaires quand il s'agit de plasticité à court terme. Les études de laboratoire concernant la dépendance par rapport au temps et à la force de la plasticité du tissu conjonctif (in vitro aussi bien qu'in vivo) ont montré les résultats suivants : pour obtenir un allongement permanent des fibres de collagène il est nécessaire d'appliquer soit un étirement extrêmement puissant de 3-8 % de la longueur de la fibre avec pour conséquence une lésion tissulaire, une inflammation et d'autres effets secondaires qui sont habituellement considérés comme indésirables lors d'une séance de myofascial. Par exemple pour une bandelette de Maissiat distale de 18mm un tel allongement permanent se produit à 60 kg et plus (Threlkeld 1992). Ou bien il faut plus d'une heure (éventuellement en plusieurs fois) avec un allongement plus modéré de 1-1.5 % de la fibre pour obtenir une déformation permanente sans lésion ni inflammation (Currier et Nelson 1992, Threlkeld 1992). Pour l'application d'une contrainte de courte durée les rapports caractéristiques se trouvent à la Fig.1. On constate des micro-lésions comme la rupture de quelques fibres isolées de collagène et de quelques faisceaux de fibre qui aboutissent à un allongement permanent (plastique) de la structure tissulaire. Il s'en suit un cycle d'inflammation et de réparation tissulaire. Sur la base de mesures sur différents types de tissus paraspinaux, Threlkeld calcule que la micro-lésion se produit autour de 224-1.136 N ce qui équivaut à 24-115 kg (Threlkeld 1992).

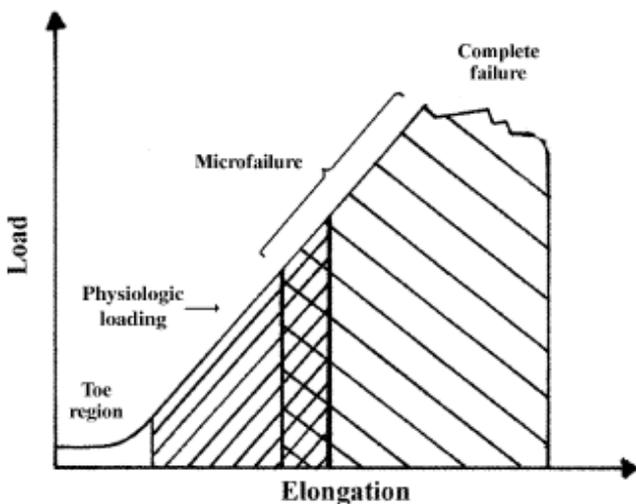


Fig. 1 Courbe force-tension du tissu conjonctif dense. La plupart des forces produites dans la vie quotidienne chargent les tissus dans la partie linéaire de la courbe et produisent un allongement non-permanent. La micro-lésion avec un allongement permanent se produit seulement pour des charges extrêmes et s'accompagne de rupture et d'inflammation. Le chevauchement entre la zone de micro-lésion la zone de charge physiologique varie selon la densité et la composition du tissu, pour la plupart des tissus fasciaux il serait bien au-delà de 20 kg (dessin d'après Threlkeld 1992). Figure par Twyla Weixl, Munich, Allemagne

Comme les techniques de HVLA pourraient créer des forces de cet ordre, il semble évident que les techniques plus lentes de manipulation des tissus mous sont à peine assez puissantes pour créer la réponse tissulaire décrite. Cette recherche conduit à une considération simple. Dans la vie quotidienne le corps est souvent exposé à une pression semblable à l'application d'une pression manuelle lors d'une séance de traitement myofascial. Comme le corps s'adapte structurellement de manière naturelle à un usage de longue durée, il est impossible de concevoir que des adaptations puissent se produire aussi rapidement de sorte qu'une quelconque inégalité de répartition de charge en position assise (par exemple en lisant cet article) modifierait de manière permanente la forme de votre bassin en l'espace d'une minute. Il semble donc essentiel de trouver des modèles complémentaires - en plus des concepts thixotropes et piézoélectriques - pour rendre compte des modifications tissulaires palpables qui se produisent lors d'une séance de traitement.

Nécessité d'un système d'auto-régulation plus rapide

D'un point de vue évolutionniste, il apparaît que les animaux ont un système de plasticité à adaptation lente de manière à s'ajuster à l'usage à long terme. En plus de cette capacité, ils ont aussi développé un système plus rapide pour adapter la forme et la densité tissulaire locale aux exigences temporaires. Ce système de régulation permet la perception par l'animal de son interaction avec l'environnement. Il semble logique que cette capacité d'adaptation rapide soit obtenue par médiation par - ou connectée au moins à - un système physique qui est impliqué dans la perception de nos besoins et aussi de l'environnement. Traditionnellement, ce système a été appelé système nerveux.

On peut donc suggérer que les qualités d'auto-régulation du système nerveux du patient doivent être, pour les manipulations myofasciales, intégrées dans un modèle d'explication de la dynamique de plasticité fasciale. Les propres expériences de l'auteur dans le traitement des gens sous anesthésie (avec des résultats très semblables à ceux notés en traitant manuellement des pièces fraîches de viande animale) ont montré que sans une connexion nerveuse appropriée, le tissu ne répond pas comme il le fait dans des circonstances normales (Schleip 1989). Bien qu'on n'ait pas pris la chose en considération dans les temps récents, le fait d'inclure le système nerveux dans une tentative de comprendre que la réaction fasciale n'est pas du tout un concept nouveau, comme le fondateur d'ostéopathie d'Andrew Taylor Still l'écrivait il y a plus d'un siècle.

L'âme de l'homme avec tous les courants d'eau vive semble demeurer dans le fascia de son corps. Quand vous prenez en charge le fascia, vous traitez avec les succursales du cerveau et sous la loi de l'économie générale, la même que le cerveau lui-même et pourquoi ne pas le traiter avec le même respect ? (Still 1899).

Le système nerveux comme une jungle tropicale humide

Beaucoup considèrent le système nerveux comme un standard téléphonique d'un autre âge et donc incapable de reproduire des mécanismes plus subtils et plus complexes comme « l'énergie de vie », etc. Le lecteur est cordialement invité à considérer cela comme un modèle périmé. Les concepts neurobiologiques actuels considèrent le cerveau plutôt comme un système principalement liquide dans lequel la dynamique fluide d'une multitude de liquide et même de neurotransmetteurs gazeux arrive au premier rang. La transmission des impulsions dans notre système nerveux se fait souvent via des substances messagères qui cheminent le long des voies nerveuses ainsi que par le sang, la lymphe, le liquide céphalo-rachidien ou la substance fondamentale (Kandel 1995). Ce système global de régulation rapide du corps est inséparable du système endocrinien et du système immunitaire. Plutôt que de dépendre le système nerveux comme un système de câbles électriques (qui selon beaucoup est alors bien sûr incapable d'implication dans des phénomènes énergétiques plus subtils) on se le représentera dans son imagination comme une jungle tropicale humide (Schleip 2000). Cette jungle est un champ d'auto-régulation étonnant de complexité, de réorganisation continue et de plasticité, même chez les adultes.

L'arc réflexe de Golgi comme un progrès

Malheureusement, les détails précis de la dynamique neurale du fascia ont été rarement explorés. Cottingham (1985) a fait un pas important quand il a suggéré un concept neurophysiologique qui a été adopté par d'autres auteurs (Ward 1993, Schleip 1989) et qui sera brièvement décrit ici : on a prétendu que des récepteurs de Golgi se trouvaient partout dans les tissus conjonctifs denses. Ils

existent dans les ligaments (où ils se nomment organes terminaux de Golgi), dans les capsules articulaires et autour des jonctions myotendineuses (où ils se nomment organes tendineux de Golgi). Ces récepteurs sensoriels sont disposés en série avec les fibres fasciales et répondent à un étirement lent en influençant les motoneurones alpha via la moelle épinière pour diminuer leur fréquence de décharge c'est-à-dire et donc de relâcher les fibres musculaires qui leur sont associées. Cottingham a suggéré que pendant une manipulation de tissus mous - ainsi que dans les positions d'Hatha yoga et en étirement actif lent - ces récepteurs de Golgi sont stimulés, ce qui aboutit à une diminution de la fréquence de décharge des motoneurones alpha spécifiques ce qui se traduit alors par une diminution de tonus dans les tissus associés.

Trop mal ce n'est pas un simple réflexe!

Malheureusement, la recherche a montré par la suite que l'étirement passif d'un tissu myofascial ne stimule pas les organes tendineux de Golgi (Jami 1992). Une telle stimulation ne se produit que quand les fibres musculaires se contractent activement. La raison tient à l'organisation des récepteurs tendineux de Golgi. Ils sont disposés en série avec les fibres musculaires. Quand on étire passivement le muscle et son myofascia, la plus grande partie de l'étirement sera absorbée ou « avalée » par l'allongement élastique résultant des fibres musculaires. Ceci est bien sûr différent lors des contractions actives, où la fonction des organes tendineux de Golgi est de donner une information en retour sur les modifications de la force dynamique durant la contraction (Lederman 1997).

Mais il y a d'autres récepteurs de Golgi

Cela signifie-t-il que l'activité tissulaire profonde (pour laquelle le patient est souvent passif) n'implique pas la boucle réflexe de Golgi? Peut-être, mais pas nécessairement. Cette mesure a été faite pour des mouvements d'extension passifs et non par application d'une pression directe des tissus comme pour une manipulation myofasciale. En outre, il est important de noter que moins de 10 % des récepteurs Golgi se trouvent dans les tendons. Les 90 % restants se situent dans les parties musculaires des jonctions myotendineuses, dans les zones transitoires d'insertion des aponévroses, dans des capsules, ainsi que dans les ligaments des articulations périphériques (Burke et Gandeva 1990). Des études sur la régulation antigravitationnelle fine en position bipédique ont aussi révélé un nouveau rôle fonctionnel des récepteurs Golgi. Pour faire face au défi de l'équilibre antigravitationnel extrême en tant que bipède, notre système nerveux central peut réinitialiser les récepteurs tendineux de Golgi et les arcs réflexes qui s'y rapportent de telle sorte que qu'ils fonctionnent comme des récepteurs antigravitationnels très fins (Dietz et col. 1992). Cela explique que certaines réactions d'équilibre du membre inférieur en position debout se produisent beaucoup plus rapidement que le temps que mettrait une impulsion nerveuse depuis le cerveau jusqu'au membre inférieur. Autrement dit, le rôle précédemment présenté et bien documenté des organes de Golgi (comme mécanisme de rétrocontrôle des modifications de force dynamique durant les contractions actives) ne remplit qu'un rôle fonctionnel mineur. Par exemple, on sait peu de choses sur la sensibilité et la fonction réflexe associée de ces récepteurs de Golgi qui se trouvent dans les ligaments (Chaitow 1980) ou dans les capsules articulaires. Il semble possible - mais aussi tout à fait spéculatif - de supposer que ces récepteurs de Golgi « moins explorés » pourraient en effet être stimulés par des techniques de tissu profond plus puissantes.

(Tableau 1).

Et il existe des corpuscules de Ruffini et de Pacini

Une étude histochimique détaillée du fascia thoraco-lombaire à l'Institut Technique Biomédical de l'École Polytechnique de Montréal a montré qu'il était richement fourni en mécanorécepteurs (Yahia et col. 1992). Les récepteurs intrafasciaux qui ont été décrits comportent trois groupes. Le premier groupe est celui des grands corpuscules de Pacini et des corpuscules légèrement plus petits, Paciniformes. Les corps ovoïdes de Pacini répondent aux modifications rapides de pression (mais pas à une pression statique constante) et aux vibrations. Un peu plus petits sont les corpuscules Paciniformes, qui ont une fonction identique et aussi sensitive. Le deuxième groupe comporte des organes plus petits et plus longitudinaux les organes de Ruffini qui ne s'adaptent pas aussi rapidement et répondent ainsi une pression prolongée. Il semble probable que les récepteurs de Pacini ne soient stimulés que par des manipulations de grande vélocité ainsi que par des techniques vibratoires, tandis que les terminaisons de Ruffini seront également activées par des techniques de relâchement de tissus mous lentes et profondes. Les deux types de mécanorécepteurs intrafasciaux, les Pacini/ Paciniformes et les corps de Ruffini, se trouvent dans tous les types de tissu conjonctif dense c'est-à-dire le fascia musculaire, les tendons, les ligaments, les aponévroses et les capsules articulaires. Au niveau des jonctions myotendineuses les corpuscules de Pacini sont plus fréquents sur le versant tendineux (par opposition aux organes tendineux de Golgi qui sont plus fréquents sur le versant musculaire). On a aussi montré qu'elles étaient plus fréquentes dans les parties plus profondes des capsules articulaires, dans les ligaments vertébraux plus profonds et dans les fasciae musculaires de recouvrement des aponévroses musculaires comme le fascia antébrachial, crural, abdominal ou le fascia du masséter, latéral de la cuisse, dans des tissus plantaires et palmaires et dans le péritoine (Stilwell 1957). Les terminaisons de Ruffini sont particulièrement denses dans des tissus soumis à un étirement habituel comme la couche superficielle des capsules articulaires, la dure-mère, les ligaments des articulations périphériques et le fascia dorsal profond de la main. Au niveau du genou les terminaisons de Ruffini sont plus fréquentes au niveau des structures ligamentaires et capsulaires antérieures et postérieures, tandis que les corps de Pacini sont plus nombreux dans les parties médiale et latérale de l'articulation (van den Berg et Capri 1999).

Il est intéressant de noter que des terminaisons de Ruffini sont particulièrement sensibles aux forces tangentielles et à l'étirement latéral (Kruger 1987) et que la stimulation des corpuscules de Ruffini est supposée aboutir à une baisse de l'activité du système nerveux sympathique (van den Berg et Capri 1999). Cela semble correspondre à la constatation clinique que les techniques de tissu profond lentes ont tendance à avoir un effet relaxant sur des tissus locaux aussi bien que sur l'organisme entier.

Type de récepteurs	Localisation préférentielle	Sensibles à	Résultats connus de la stimulation
Golgi Type Ib	<ul style="list-style-type: none"> * Jonctions myotendineuses * Zones d'insertions aponévrotiques * Ligaments des 	<ul style="list-style-type: none"> * Organe tendineux de Golgi : à la contraction musculaire. * Autres récepteurs 	Diminution du tonus dans les fibres motrices striées en relation

	articulations périphériques * Capsules articulaires	de Golgi : probablement à un étirement puissant seulement	
Pacini et Paciniformes Type II	* Jonctions myotendineuses * Couches capsulaires profondes * Ligaments spinaux * Tissus musculaires de recouvrement	Modifications rapides de la pression et vibrations	Utilisés comme rétrocontrôle proprioceptif pour le contrôle du mouvement (Sens kinesthésique)
Ruffini Type II	* Ligaments des articulations périphériques, * Dure-mère * couches capsulaires extérieures * et autres tissus associés à un étirement régulier.	* Comme les Pacini, aussi pour une pression soutenue * Particulièrement sensible à des forces tangentielles (étirement latéral)	Inhibition de l'activité sympathique
Interstitiels Type II et IV	* Type de récepteur le plus abondant. Se trouve presque partout, même à l'intérieur des os * Densité la plus forte dans le périoste.	* Modifications rapides ainsi que prolongées de la pression * 50 % sont des unités à seuil bas et 50 % sont des unités à seuil haut	* Modifications de la vasodilatation * Plus apparent dans l'extravasation plasmatique

Notre scène de référence

La figure 3 illustre la plasticité de tissu nerveux à ce niveau. On suggère que la scène suivante doit être utilisée comme un point de référence pour cet article. Imaginez un praticien travaillant lentement sur le tissu conjonctif au niveau de la partie latérale de la cheville, dans un secteur sans fibres musculaires striées. (Une telle scène de référence nous permet de nous concentrer sur la dynamique intrafasciale uniquement et - pour l'objet de cet article - d'ignorer la stimulation de mécanorécepteurs intramusculaires et d'autres effets qui seraient impliqués dans l'analyse de beaucoup d'autres situations de traitement myofascial.) Si ce praticien note « un relâchement tissulaire » qu'est-t-il arrivé ? Il est probable que le contact manuel ait stimulé quelques terminaisons de Ruffini qui ont alors déclenché, par le système nerveux central, une modification du tonus de quelques unités motrices dans le tissu musculaire qui est mécaniquement connecté au tissu sous la main du praticien.

Un univers inconnu en nous

Pour discuter du troisième groupe de mécanorécepteurs intrafasciaux décrits par Yahia et col. à Montréal, une courte excursion est nécessaire. Il est généralement surprenant pour beaucoup d'apprendre que notre plus riche et le plus important organe sensoriel n'est pas l'œil, l'oreille, la peau ou le système vestibulaire mais en fait, nos muscles avec leur fascia associé. Notre système nerveux central reçoit la plus grande partie des nerfs sensitifs de nos tissus myofasciaux.

Cependant la plupart de ces neurones sensoriels sont si petits que jusqu'il y a peu de temps on ne connaissait pas grand-chose d'eux (Engeln 1994). Si on étudie un nerf typique d'un muscle (par exemple le nerf tibial), il comporte presque trois fois plus de fibres sensorielles que de fibres motrices. Cela indique un principe fascinant, à savoir que la finesse sensorielle semble être beaucoup plus importante que l'organisation motrice. Cependant ne soyons pas distraits par cela. Comme beaucoup des fibres nerveuses dans un nerf moteur typique ont une fonction vasomotrice qui régule la circulation sanguine, le plus grand groupe de fibres sont des nerfs sensitifs. Vient maintenant un point vraiment intéressant : de ces nerfs sensitifs seule une petite fraction, soit 20%, appartient aux types I et II bien connus de nerfs qui ont leur origine dans les fuseaux neuromusculaires, les organes de Golgi, les corpuscules de Pacini et les terminaisons de Ruffini (voir Fig. 2). La majorité soit quatre fois autant, appartient à un groupe intéressant de nerfs sensitifs de types III et IV qui sont à peine mentionnés dans la plupart des manuels (Mitchell et Schmidt 1977).

Que savons-nous de ce réseau caché ?

Ces neurones cachés sont beaucoup plus petits en diamètre et sont maintenant généralement appelés des récepteurs musculaires interstitiels. La dénomination plus appropriée serait récepteurs tissulaires myofasciaux interstitiels puisqu'ils existent aussi abondamment dans le fascia. Une petite partie de ces nerfs est recouverte d'une gaine de myéline très mince (type III), mais 90 % de ces nerfs sont amyéliniques (type IV). Ces récepteurs interstitiels sont plus lents que les nerfs de types I et II et la plupart d'entre eux ont leur origine dans des terminaisons nerveuses libres. Dans le passé on supposait que ces terminaisons nerveuses étaient surtout des récepteurs de la douleur. On a aussi montré que certains étaient impliqués dans thermo ou la chémoception. Comme beaucoup de ces récepteurs sont multimodaux, la recherche a montré que la majorité de ces récepteurs interstitiels fonctionne en fait comme des mécanorécepteurs ce qui signifie qu'ils répondent à la tension mécanique et/ou à la pression (Mitchell et Schmitt 1977). Ce grand groupe de mécanorécepteurs interstitiels peut encore être divisé en deux sous-groupes de taille égale : les unités de pression à seuil bas (unités LTP) et unités à seuil élevé (HTP). Une étude sur le tendon d'Achille des chats a révélé qu'environ la moitié des terminaisons de types III et IV rencontrées étaient des unités LTP et répondaient à un contact léger et même à un contact aussi léger que le « pinceau d'un peintre » (Mitchell et Schmidt 1977). Sur la base de cette dernière découverte, ne semble-t-il pas possible - en effet probablement - que la manipulation des tissus mous pourrait concerner la stimulation de récepteurs de types III et IV ? Des avancées récentes dans la physiologie de la douleur ont montré que plusieurs récepteurs tissulaires interstitiels fonctionnent à la fois comme des mécanorécepteurs (habituellement comme des unités HPT) et comme des récepteurs de la douleur. En présence d'une douleur - avec l'appui de neuropeptides divers - leurs modifications de sensibilité telles que les modifications de la pression physiologique normale conduit souvent à une décharge forte et chronique de ces récepteurs. Ceci explique pourquoi la recherche actuelle a montré que la douleur existe souvent sans aucune irritation mécanique des structures nerveuses comme on le supposait fréquemment par le modèle de compression de racine (Chaitow et DeLany 2000).

Que font-ils ?

Cela pose bien sûr la question du rôle fonctionnel naturel des mécanorécepteurs interstitiels dans le corps. Quelles conséquences ou réactions habituelles ont été associées à une excitation de ce réseau sensoriel caché et riche? Bien sûr certains d'entre eux fonctionnent comme des récepteurs de la douleur. En 1974, une étude japonaise avait déjà révélé que des récepteurs de types III et IV dans le fascia des muscles temporaux, masséters et sous-hyoïdiens présentent des « réponses au mouvement mandibulaire et à l'étirement du fascia et de la peau » et il a été donc suggéré que ces terminaisons nerveuses sont concernées « par la sensation de la position et du mouvement du maxillaire inférieur » (Sakada 1974). En outre, on a montré que la majorité de ces mécanorécepteurs de types III et IV avait des fonctions autonomes c'est-à-dire que la stimulation de leurs terminaisons nerveuses sensibles mène à une modification de la fréquence cardiaque, de la tension, de la respiration, etc.

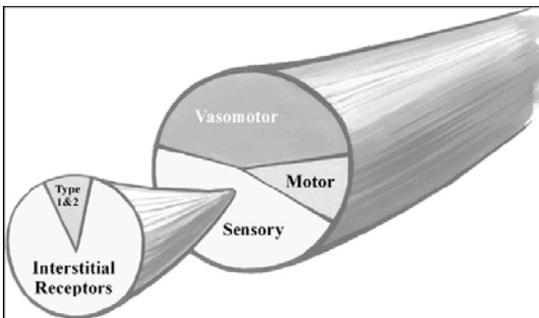


Fig. 2 Dans un nerf typique il y a presque trois fois autant de neurones sensoriels que des neurones moteurs. Notez que seule une petite partie de l'information sensorielle vient des afférences de types I et II qui ont leur origine dans des fuseaux neuromusculaires, les récepteurs de Golgi, les terminaisons de Pacini et de Ruffini. La majorité des influx sensoriels afférents vient du groupe des afférences de types III et IV ou récepteurs interstitiels qui sont intimement liés au système nerveux autonome.

Schéma par Twyla Weixl, Munich, l'Allemagne.

La stimulation des récepteurs de type IV a tendance à augmenter la tension artérielle (Coote et Perez-Gonzales 1970) alors que la stimulation des récepteurs de type III peut à la fois augmenter et diminuer la tension. Plusieurs études ont montré qu'une augmentation de la pression statique sur des muscles tend à abaisser la tension artérielle (Mitchell Schmitt et 1977). Il semble qu'une fonction essentielle de ce réseau complexe de récepteurs tissulaires interstitiels est l'ajustement de la régulation par le système nerveux, de la circulation sanguine selon des exigences locales et que cela se fait via des connexions très étroites avec le système nerveux autonome.

Recherche sur le toucher chez les chats et les humains

Sur la base de cette recherche il ne doit pas être surprenant de noter qu'une pression profonde lente sur les tissus mous de chats entraîne une réduction du tonus musculaire mesuré par l'activité EMG (Johansson 1962) et que des caresses lentes du dos des chats entraînent une diminution de la température cutanée ainsi que des signes d'inhibition du système moteur gamma (von Euler et Soderberg 1958). En outre, il a été prouvé qu'une pression mécanique profonde au niveau de l'abdomen chez l'homme (Folkow 1962), ainsi qu'une pression soutenue sur le bassin (Koizumi et Brooks 1972), provoque des réponses réflexes parasympathiques, comportant des modèles EEG corticaux synchrones, une augmentation de l'activité dans des fibres vagues et une diminution de l'activité EMG. Selon le modèle de réglage hypothalamique de Ernst Gellhorn, une augmentation du tonus vagal ne provoque pas seulement des modifications dans le système

nerveux autonome et les organes internes associés mais tend aussi à activer le lobe antérieur de l'hypothalamus. Un tel « réglage trophotrope » de l'hypothalamus induit alors une diminution générale du tonus musculaire, une activité émotionnelle plus calme et une augmentation de l'activité synchrone corticale, à la fois chez les chats et les humains (Gellhorn 1967). Il apparaît donc qu'une pression manuelle profonde – en particulier si elle est lente ou stable - stimule des mécanorécepteurs interstitiels et de Ruffini ce qui aboutit à une augmentation de l'activité vagale, qui modifie par la suite non seulement la dynamique fluïdique locale et le métabolisme tissulaire mais entraîne une relaxation musculaire globale, un esprit plus paisible et un éveil moins émotionnel. D'autre part, on a montré qu'une pression tactile profonde soudaine ou un pincement ou d'autres types de manipulations puissantes et rapides induisent une contraction générale des muscles squelettiques (Eble 1960), en particulier des « muscles fléchisseurs génériques » (Schleip 1993) qui sont innervés via un rameau ventral primaire à partir de la moelle épinière.

Discours au cerveau du ventre

On a trouvé des mécanorécepteurs en abondance dans les ligaments viscéraux ainsi que dans la dure-mère de la moelle épinière et le crâne. Il semble tout à fait plausible que l'on pourrait suffisamment expliquer la plupart des effets de l'ostéopathie viscérale ou crâniosacrée par la stimulation de mécanorécepteurs avec pour conséquence, des modifications autonomes profondes, sans avoir à miser sur des suppositions plus ésotériques (Arbuckle 1994). Des découvertes récentes concernant la richesse du système nerveux entérique (Gershon 1999) nous ont appris que notre « cerveau du ventre » contient plus de 100 millions de neurones et fonctionne en grande partie indépendamment du cerveau cortical. Il est intéressant de noter que la connexion très réduite entre ces deux cerveaux de quelques milliers de neurones comporte en neuf fois plus de neurones impliqués dans les mécanismes où le cerveau inférieur indique au cerveau supérieur ce qu'il doit faire, comparé au nombre de neurones impliqués dans la direction inverse. Beaucoup des neurones sensoriels du cerveau entérique sont des mécanorécepteurs, qui – s'ils sont activés – déclenchent entre autres réponses, des modifications neuro-endocriniennes importantes. Parmi ces modifications, une modification de la production de sérotonine - un neurotransmetteur cortical important dont 90 % sont élaborés dans le ventre - ainsi que d'autres neuropeptides, comme l'histamine (qui augmente les phénomènes inflammatoires).

Que faisons-nous ?

La manipulation myofasciale implique une stimulation de mécanorécepteurs intrafasciaux. Leur stimulation conduit à une modification des afférences proprioceptives au système nerveux central ce qui aboutit alors à une modification de la régulation du tonus des unités motrices associées à ce tissu (Fig. 3). En cas de pression profonde lente, les mécanorécepteurs associés sont vraisemblablement les terminaisons de Ruffini à adaptation lente et certains récepteurs interstitiels; cependant, d'autres récepteurs pourraient être impliqués (par exemple les récepteurs fusoriaux des fibres musculaires affectées proches et probablement quelques récepteurs de Golgi intrafasciaux). Les mesures sur les mécanorécepteurs des ligaments du genou ont montré que leur stimulation conduit à un affaiblissement des effets dans les motoneurones alpha et des modifications importantes dans les neurones moteurs gamma. Cela signifie que ces mécanorécepteurs ligamentaires sont probablement utilisés comme un rétrocontrôle proprioceptif pour le réglage préparatoire (pré-programmation) du tonus musculaire autour de cette articulation (Johansson et col.. 1991).

C'est fascinant pour le thérapeute myofascial de savoir que la stimulation des mécanorécepteurs fasciaux entraîne essentiellement une modification de la régulation gamma du tonus musculaire.

Les systèmes moteur alpha et gamma sont habituellement coactivés mais il y a d'importantes différences entre eux. Le système alpha prend surtout ses origines au niveau du cortex, et il intervient particulièrement dans les mouvements volitionnels et précis des extrémités. Le système gamma prend ses origines dans les structures ancestrales du tronc cérébral et joue un rôle important dans l'organisation posturale plus globale et inconsciente des muscles extenseurs anti-gravitaire et des attitudes musculo-émotionnelles chroniques (Glaser 1980, Henatsch 1976, Juhan 1987)

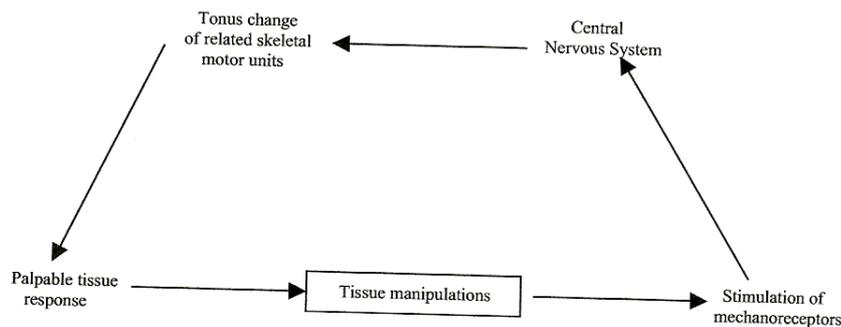


Fig. 3 The 'Central Nervous System Loop' (inspired by Cottingham). Stimulation of mechanoreceptors leads to a lowered tonus of skeletal motor units which are mechanically linked with the tissue under the practitioner's hand. The involved intrafascial mechanoreceptors are most likely Ruffini endings, Pacinian corpuscles (with more rapid manipulations), some of the interstitial receptors, plus possibly some intrafascial Golgi receptors.

Aucun muscle n'est une unité fonctionnelle

Lorsque nous discutons des changements de l'organisation motrice, il est important de réaliser que le système nerveux central n'agit pas dans les muscles : un muscle n'est jamais entièrement activé. Les unités fonctionnelles du système moteur sont les unités motrices dont nous en avons plusieurs millions dans l'organisme, comme une école de poissons qui ont appris à nager ensemble. Dépendant de la qualité du feedback sensitif, ces millions d'unités motrices peuvent être régulées individuellement (Basmajian et De Luca 1985). Nous pouvons appliquer cette connaissance à notre scène de référence dans laquelle un praticien travaille sur les tissus conjonctifs autour de la cheville. Quand le praticien rapporte un relâchement tissulaire, il se peut que se soit le résultat d'un abaissement de la fréquence d'agitation d'un petit nombre de poissons (unités motrices) à proximité, et que ce mouvement soit transmis aux tissus sous la main du praticien. Si le praticien ressent le changement et répond favorablement vers ces poissons en particulier, d'autres poissons suivent immédiatement cette nouvelle direction ce qui conduit à une sensation de relâchement supplémentaire pour le praticien, et ainsi de suite. (fig 4)

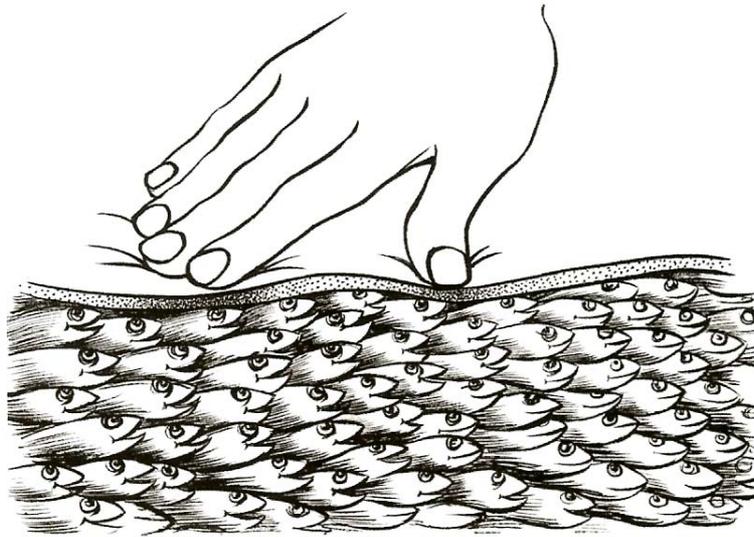


Fig. 4 Myofascial tissue as a school of fish. A practitioner working with myofascial tissue may feel several of the motor units responding to touch. If the practitioner then responds supportively to their new behavior, the working hand will soon feel other fish joining, and so forth. Figure by Twyla Weixl, Munich, Germany.

Conclusion

La plasticité fasciale immédiate ne peut s'expliquer par les propriétés mécaniques seules. Les fascias sont densément innervés par des mécanorécepteurs. La stimulation mécanique de ces terminaisons nerveuses entraîne probablement des changements de tonus dans les unités motrices qui sont mécaniquement liées aux tissus sous la main du praticien. Certaines de ces réponses sont principalement régulées par un changement du tonus musculaire gamma plutôt que par le système moteur alpha, plus volitionnel. Les organes de Ruffini (avec leur haute réactivité aux pressions tangentielles) et le réseau de récepteurs interstitiels, très riches, sont particulièrement intéressants, d'autant que la stimulation de ces 2 récepteurs peut déclencher de profonds changements dans le système nerveux autonome. La 2^{ème} partie de cette série d'articles va inclure la découverte et la fonction des cellules musculaires lisses. Nous verrons comment des mécanorécepteurs fasciaux peuvent déclencher des changements immédiats de la viscosité de la substance fondamentale, et comment la fibromyalgie peut être en relation avec ceci. Nous exposerons plusieurs applications pratiques pour le thérapeute.

REFERENCES

- Arbuckle BE 1994 Selected Writings. Indianapolis American Academy of Osteopathy
- Athenstaedt H 1974 Pyroelectric and piezoelectric properties of vertebrates. *Annals of the New York Academy of Sciences* 238: 68–110
- Barnes JF 1990 Myofascial Release: The Search of Excellence. Rehabilitation Services Inc., Paoli, PA, Medicine, W.B. Saunders Co.
- Basmajian JV, De Luca C 1985 *Muscles Alive – Their Functions Revealed by Electromyography*. Williams & Wilkins, Baltimore
- Burke D, Gandeva SC 1990 Peripheral motor system, In: Paxinos G (ed). *The Human Nervous System Vol. 1: Academic Press, San Diego*, p 133
- Cantu RI, Grodin AJ 1992 *Myofascial Manipulation – Theory and Clinical Application*. Aspen Publication, Gaithersburg, MD
- Chaitow L 1980 *Soft Tissue Manipulation*. Thorsons, Wellingborough
- Chaitow L, DeLany JW 2000 *Clinical Application of Neuromuscular Techniques, Vol. 1*. Churchill Livingstone, Edinburgh
- Cottingham JT 1985 *Healing through Touch – A History and a Review of the Physiological Evidence*. Rolf Institute Publications, Boulder, CO
- Cooté JH, Pérez-González JF 1970 The response of some sympathetic neurons to volleys in various afferent nerves. *Journal of Physiology London* 208: 261–278
- Currier DP, Nelson RM 1992 *Dynamics of Human Biologic Tissues*. F.A. Davis Company, Philadelphia
- Dietz V et al. 1992 Regulation of bipedal stance: dependency on 'load' receptors. *Experimental Brain Research* 89: 229–231
- Eble JN 1960 Patterns of response of the paravertebral musculature to visceral stimuli. *American Journal of Physiology* 198: 429–433
- Engeln H 1994 *Konzert der Muskeln und Sinne*. GEO Wissen May: 90–97
- Folkow B 1962 Cardiovascular reactions during abdominal surgery. *Annals of Surgery* 156: 905–913
- Garfin SR et al. 1981 Role of fascia in maintenance of muscle tension and pressure. *Journal of Applied Physiology* 51(2): 317–320
- Gellhorn E 1967 *Principles of Autonomic–Somatic Integration: Physiological Basis and Psychological and Clinical Implications*. University of Minnesota Press, Minneapolis, MN
- Gershon MD 1999 *The Second Brain*. Harper-Collins, New York
- Glaser V 1980 *Eutonie*. Karl F. Haug Verlag, Heidelberg
- Henatsch H-D 1976 Bauplan der peripheren und zentralen sensomotorischen Kontrollen. In: *Physiologie des Menschen, Vol. 14*. Urban & Schwarzenberg München
- Heppelman B et al. 1995 Fine sensory innervation of the knee joint capsule by group III and group IV nerve fibers in the cat. *Journal of Comparative Neurology* 251: 415–428
- Jami L 1992 Golgi tendon organs in mammalian skeletal muscle: functional properties and central actions. *Physiological Reviews* 73(3): 623–666
- Johansson B 1962 Circulatory response to stimulation of somatic afferents. *Acta Physiologica Scandinavica* 62 (Suppl. 198): 1–92
- Johansson H et al. 1991 Receptors in the knee joint ligaments and their role in the biomechanics of the joint. *Critical Reviews in Biomedical Engineering* 18(5): 341–368
- Juhan D 1987 *Job's Body*. Station Hill Press, Barrytown, NY
- Kandel ER 1995 *Essentials of neural science and behavior*. Appleton & Lange, New York
- Koizumi K, Brooks C 1972 The integration of autonomic system reactions: a discussion of autonomic reflexes, their control and their association with somatic reactions. *Ergebnisse der Physiologie* 67: 1–68
- Kruger L 1987 Cutaneous sensory system. In: *Adelman G (ed.) Encyclopedia of Neuroscience: Vol. 1* pp 293–294
- Lederman E 1997 *Fundamentals of Manual Therapy*. Churchill Livingstone, Edinburgh
- Mitchell JH, Schmidt RF 1977 Cardiovascular reflex control by afferent fibers from skeletal muscle receptors. In: *Shepherd JT et al. (eds). Handbook of Physiology, Sect. 2, Vol. III, Part 2*. American Physiological Society Bethesda, MA, pp 623–658
- Oshman JL 2000 *Energy Medicine*. Churchill Livingstone, Edinburgh
- Paoletti S 1998 *Les Fascias – Role des Tissus dans la Mécanique Humaine*. Le Prisme, Vannes cedex, France
- Pongratz D, Späth M 2001 *Fibromyalgia*. *Fortschritte der Neurologie und Psychiatrie* 69(4): 189–193
- Price JM et al. 1981 *Biomechanics. Mechanical Properties of Living Tissues*. Springer Verlag, New York, pp 371–379
- Rolf IP 1977 *Rolfing: The Integration of Human Structures*. Dennis Landman, Santa Monica
- Sakada S 1974 Mechanoreceptors in fascia, periosteum and periodontal ligament. *Bulletin of the Tokyo Medical and Dental University* 21 (Suppl.): 11–13
- Schleip R 1989 A new explanation of the effect of Rolfing. *Rolf Lines* 15(1): 18–20
- Schleip R 1993 Primary reflexes and structural typology. *Rolf Lines* 21(3): 37–47
- Schleip R 2000 *Lichtblicke im Dschungel der Gehirnforschung*. *FeldenkraisZEIT* 1: 47–56
- Still AT 1899 *Philosophy of Osteopathy*. Academy of Osteopathy, Kirksville, MO
- Stilwell D 1957 Regional variations in the innervation of deep fasciae and aponeuroses. *The Anatomical Record* 127(4): 635–653
- Threlkeld AS 1992 The effects of manual therapy on connective tissue. *Physical Therapy* 72(12): 893–901
- Twomey L, Taylor J 1982 Flexion, creep, dysfunction and hysteresis in the lumbar vertebral column. *Spine* 7(2): 116–122
- van den Berg F, Cabri J 1999 *Angewandte Physiologie – Das Bindegewebe des Bewegungsapparates verstehen und beeinflussen*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, Germany
- Varela FJ, Frenk S 1987 The organ of form: towards a theory of biological shape. *Journal of Social Biology and Structure* 10: 73–83
- von Euler C, Soderberg V 1958 Co-ordinated changes in temperature thresholds for thermoregulatory reflexes. *Acta Physiologica Scandinavica* 42: 112–129
- Ward RC 1993 Myofascial release concepts. In: *Basmajian V, Nyberg R (eds). Rational Manual Therapies*. Williams & Wilkins, Baltimore, MD
- Yahia L et al. 1992 Sensory innervation of human thoracolumbar fascia. *Acta Orthopaedica Scandinavica* 63(2): 195–197

Plasticité fasciale – une nouvelle explication neurobiologique : 2^e Partie

Introduction

La 1^{ère} partie de ces articles a montré que la réponse des fascias ne peut s'expliquer par ses seules propriétés mécaniques. Le fascia est peuplé d'un réseau dense de mécanorécepteurs. La majorité des terminaisons nerveuses des fascias stimulées par une manipulation fasciale, sont les récepteurs interstitiels (type III et IV) dont on a démontré qu'ils induisent des changements dans la vasodilatation locale. Le groupe des récepteurs de Pacini semble concerné par les manipulations à haute vitesse, alors que les terminaisons de Ruffini sont plutôt stimulées par les techniques de pression profonde et lente, spécialement si les forces sont tangentielles, par ex un étirement latéral (Kruger 1987)

La stimulation des mécanorécepteurs fasciaux induit des changements de tonus musculaire qui proviennent essentiellement d'un redémarrage du système moteur gamma, plutôt que de la coordination motrice alpha plus volitionnelle. De plus, la stimulation des organes de Ruffini et celle de plusieurs autres récepteurs interstitiels va affecter le système nerveux autonome : il en résulte un abaissement du tonus sympathique ou des changements de la vasodilatation locale. La 2^{ème} partie de ces articles va explorer d'autres implications et des applications pratiques de cette orientation neurobiologique.

Influence des mécanorécepteurs sur la dynamique locale des fluides

Regardons maintenant quelques autres effets du travail myofascial. La plus grande partie des influx sensoriels issus des tissus myofasciaux provient du grand groupe des récepteurs interstitiels. Leur activation incite le système nerveux autonome à changer la pression locale dans les artérioles et capillaires fasciaux. De plus la stimulation des terminaisons de Ruffini semble avoir un effet similaire en terme d'abaissement de l'activité sympathique (Van den Berg et Cabri 1999).

D'après Kruger, de nombreuses fibres interstitielles, lorsqu'elles sont fortement stimulées, peuvent apparemment influencer l'extravasation de plasma, par exemple l'extrusion de plasma des vaisseaux sanguins vers le fluide interstitiel de la matrice (Kruger 1987). Un tel changement de la dynamique locale des fluides nécessite un changement de la viscosité de la matrice extracellulaire. Ceci ramène au concept original gel-sol proposé par Ida Rolf (Rolf 1977), en incluant cette fois-ci le système nerveux du patient. Ceci supporte également l'hypothèse de Mark F. Barnes que la manipulation myofasciale peut concerner un changement du système de régulation de la substance fondamentale. Cette substance, d'après Pischinger, est définie comme une unité fonctionnelle de la voie finale vasculaire, des cellules du tissu conjonctif et des neurones végétatifs finaux (Pischinger 1991, Barnes 1997). Avec l'augmentation de la vitesse de renouvellement de la substance fondamentale, il apparaît comme plus probable que le modèle

piézoélectrique étudié dans la 1^{ère} partie joue un rôle dans la plasticité tissulaire immédiate. Si la manipulation myofasciale affecte à la fois l’approvisionnement sanguin local et la viscosité tissulaire locale, il est concevable que ces changements tissulaires peuvent être rapides et suffisamment significatifs pour être perçus par la l’écoute de la main du praticien sensibilisé. Cet première boucle de rétro-contrôle, appelée ici « boucle circulatoire intrafasciale », est basée sur le travail de Mitchell et Schmid (1977) et est illustré dans la figure 1

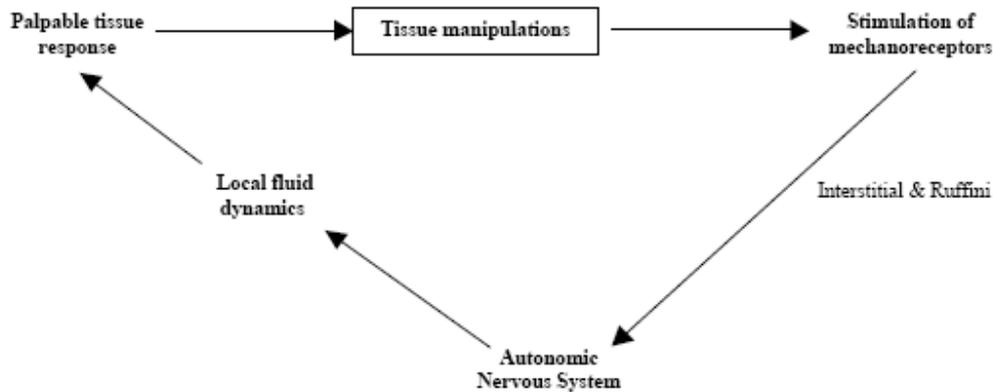


Fig. 1 The 'Intrafascial Circulation Loop' (based on Mitchell & Schmid 1977). Fascia is densely innervated by interstitial tissue receptors. The autonomic nervous system uses their input (plus that of some Ruffini endings) to regulate local fluid dynamics in terms of an altered blood pressure in local arterioles and capillaries plus in plasma extravasation and local tissue viscosity. This change might then be felt by the hand of a sensitive practitioner.

Changements de la régulation hypothalamique

Et il y a une seconde boucle de rétro-contrôle autonome. Les mécanorécepteurs interstitiels peuvent déclencher une augmentation du tonus vagal ce qui conduit vers une régulation hypothalamique plus trophotropique. Basés sur Gellhorn (1967), il en résulte des changements neuromusculaires globaux, émotionnels, corticaux et endocriniens qui sont associés avec une profonde et saine relaxation (voir le chapitre « recherche sur le touché des chats et des humains » dans la 1^{ère} partie). Cette boucle hypothalamique est illustrée par la fig 2

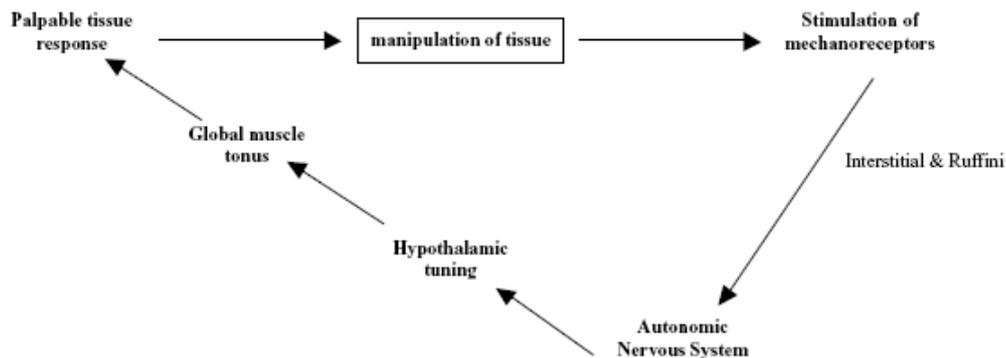


Fig. 2 The 'Hypothalamus-Loop' based on Gellhorn (1967). Note that slow deep pressure usually leads to a more parasympathetic state. This activates the more trophotropic anterior lobe of the hypothalamus to lower the overall tonus of the body musculature.

Le fascia peut se contracter spontanément

Yahia et son équipe à Montréal, après avoir fait l’étude sur l’innervation sensitive des fascias qui a été discutée dans la 1^{ère} partie, a mené une étude fascinante sur les propriétés visco-élastiques

du fascia lombo-thoracique (Yahia et al. 1993). En réalisant différents tests répétés avec des tractions statiques ou dynamiques sur des pièces fraîches de fascia lombo-thoracique de cadavres, leurs résultats corroborent les phénomènes visco-élastiques bien connus de dépendance de la force et du temps qui ont déjà été décrits par d'autres chercheurs : fluage, hystérésis et relaxation à la tension (Chaitow et DeLany 2000). Ils ont également décrit pour la première fois un nouveau phénomène qu'ils ont appelé « contraction ligamentaire ». Quand les tissus sont étirés et maintenus de manière répétée à une longueur constante, ils augmentent lentement leur résistance (table 1).

Table 1 Fascial mechanoreceptors in myofascial manipulation		
	Responsiveness to manipulation	Results of stimulation
<p>Golgi</p> 	Probably only responsive to muscular contraction or to very strong manipulation.	Tonus decrease in related striated motor fibers.
<p>Pacini</p> 	Only responsive to high velocity or vibratory techniques	<ul style="list-style-type: none"> ● Increased local proprioceptive attention
<p>Ruffini</p> 	Specially responsive to lateral stretch	<ul style="list-style-type: none"> ● Increased local proprioceptive attention ● Inhibition of sympathetic activity
<p>Interstitial</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● 50% of these are high threshold pressure units (HTP) ● Other 50% are sensitive to low pressure (LTP) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Increased local proprioceptive attention ● Increase in vasodilation and respiration ● Stimulation of HTP may produce pain and increase plasma extravasation

Comme personne n'avait décrit auparavant une telle contraction spontanée du tissu conjonctif, ils ont répétés les tests à différentes températures, solutions et humidité, avec les mêmes résultats pour tous. Après avoir précautionneusement écarté la possibilité d'un artéfact expérimental, Yahia et ses associés ont finalement conclu : une explication possible de la contraction des fascias maintenues dans des conditions isométriques peut être l'intrusion de fibres musculaires dans le fascia lombo-thoracique. En effet, plusieurs muscles viscéraux possèdent la capacité de se contracter spontanément. Price et al. (1981) ont démontré que des muscles intestinaux maintenus étirés et isométriques, subissent une relaxation suivie d'une contraction. Afin de tester ces spécimens dans un état relâché (sans contraction spontanée), ils utilisèrent différentes techniques pour supprimer l'activité spontanée parmi lesquelles l'utilisation d'épinéphrine. Une étude histologique du fascia lombo-thoracique serait souhaitable afin d'évaluer si les muscles jouent un rôle dans la contraction observée (Yahia et al. 1993).

La découverte des cellules musculaires lisses fasciales

Quelques années plus tard, en 1996, un professeur d'anatomie allemand, Staubesand, publia un nouvel article excitant. Lui-même et son collaborateur chinois Li étudièrent le fascia crural humain en microscopie électronique pendant plusieurs années et trouvèrent des cellules musculaires lisses enchassées dans les fibres de collagène (Staubesand et Li 1996) (fig 3). Pour une description plus détaillée de cette découverte voir Box1 « fascia is alive ».

Cet article rappelle avec intérêt, tout comme l'étude sur l'innervation de Yahia, l'existence très répandue des nerfs intra-fasciaux. Staubesand d'abondantes réserves intra-fasciales de capillaires, de nerfs du système nerveux autonome et de terminaisons sensibles. S'appuyant sur ses constatations, il conclut qu'il est probable que ces cellules musculaires lisses fasciales permettent au système nerveux autonome de réguler la pré-tension fasciale indépendamment du tonus musculaire (Staubesand et Li 1997, Staubesand et al. 1997). Pour ces raisons il postula que ces nouvelles connaissances des fascias en tant qu'organe s'adaptant activement, donnent aux fascias en général une plus grande importance fonctionnelle. Le lien étroit entre les fascias et le système nerveux autonome peut avoir des implications cliniques considérables.

Malheureusement, Staubesand ignorait que les recherches de Yahia avaient déjà démontré que les fascias avaient la capacité de se contracter activement avec des effets mesurables et significatifs. Mais Yahia n'a pu isoler ou identifier les cellules musculaires lisses responsables.

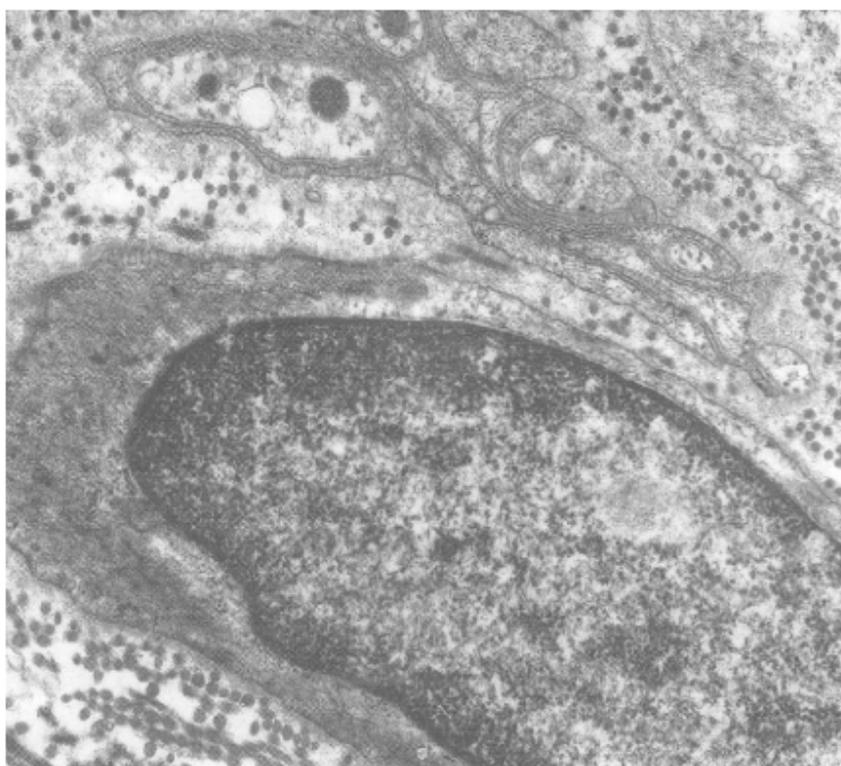


Fig. 3 Electron photomicroscopy of a typical smooth muscle cell within the Fascia cruris. Above it is the terminal portion of a type IV (unmyelinated) sensory neuron. (Photo reproduced with kind permission of Springer Verlag, first published in Staubesand 1996.)

Staubesand a été capable d'identifier et de photographier les cellules musculaires en question, mais il n'a pas, actuellement la preuve qu'elles soient suffisamment puissantes pour avoir une importance fonctionnelle.

Néanmoins il est juste de dire que les 2 études ont démontré ensemble qu'il y avait des cellules musculaires lisses enchassées dans les fascias, et qu'il est hautement probable qu'elles soient impliquées dans la régulation de la pré-tension fasciale.

Les myofibroblastes et la contractilité tissulaire

Comparés aux cellules musculaires striées, les cellules musculaires lisses sont plus efficaces dans la transformation de l'énergie chimique en force mécanique. Il est connu de longue date que le fibroblaste se transforme souvent en myofibroblaste qui contient des fibres d'actine de muscle

Les

lisse et peut ainsi se contracter activement. Ce qui survient dans des situations pathologiques telle la maladie de Dupuytren, la cirrhose du foie, la polyarthrite rhumatoïde et quelques autres processus inflammatoires. Il est également un élément productif lors de la cicatrisation précoce des blessures. Les myofibroblastes sont trouvés régulièrement dans la peau saine, dans la rate, l'utérus, les ovaires, les vaisseaux sanguins, les ligaments péri-odontoïde et les septa pulmonaires (van den Berg & Cabri 1999).

La présence de feuilletts fasciaux parsemés de cellules musculaires lisses dans l'organisme, avec un système accessoire de tension pour augmenter le tonus musculaire prend un sens du point de vue téléologique, et offre un avantage du point de vue de l'évolutivité de la survie dans des situations de survie combat/vol (????). L'étude de Staubesand a démontré une configuration en ciseau des fibres de collagène dans l'épimysium. Cet arrangement prend un sens idéal lorsqu'il permet à une petite quantité de fibres musculaires lisses intra-fasciales de réaliser un réseau réticulé relativement grand.

La présence de cellules musculaires lisses parsemées dans les enveloppes fasciales permet d'expliquer l'observation suivante : le revêtement fascial de nombreux organes comporte essentiellement des fibres de collagène, dont la petite variation d'élasticité permet seulement des changements de longueur minute. La rate peut rétrécir de moitié pendant quelques minutes (ce qui survient chez le chien quand leur réserve de sang splénique est nécessaire lors d'activités intenses) ; L'explication la plus plausible pour ceci est la présence de cellules musculaires lisses enchâssées dans la capsule de l'organe.

Box 1 Fascia is alive

Ce qui suit est un extrait d'une interview de l'auteur avec J. Staubesand, actuellement Professeur émérite d'Anatomie à l'Université de Fribourg, Allemagne. La version complète est disponible sur « somatics.de »

Staubesand : nous avons fait des études de photomicrographie électronique du fascia crural, qui est le tissu conjonctif recouvrant le membre inférieur des humains. De manière plutôt surprenante nous avons trouvé des cellules musculaires lisses isolées dans le fascia. De plus nous avons trouvé quelques fibres nerveuses intra-fasciales et des terminaisons nerveuses sensitives, ce qui n'avait jamais été rapporté auparavant.

Pensez-vous que ces cellules musculaires lisses ont une signification fonctionnelle ?

C'est très certainement possible mais nous ne pouvons l'affirmer pour l'instant. Comme nous examinons au microscope de fines couches de tissus dans nos études en photomicrographie électronique, nous ne sommes pas capables de dire quoique ce soit sur la relative densité tridimensionnelle des cellules musculaires lisses dans les fascias. Il apparaît comme probable que ces cellules musculaires lisses soient présentes pour une raison fonctionnelle. D'après nos découvertes, il semble possible que l'organisme soit capable de réguler une pré-tension fasciale via ces cellules musculaires lisses, afin de s'ajuster à différentes demandes de tonus musculaire. Cette fonction pourrait également expliquer l'étonnante présence diffuse des nerfs autonomes et des capillaires dans les fascias.

C'est vrai qu'une telle fonction donne au fascia une tout autre image que par le passé, où l'on considérait que la fascia s'ajustait seulement passivement aux changements à court terme à une demande tensionnelle. Cette nouvelle image des fascias d'organe s'adaptant activement, et l'existence diffuse de récepteurs nerveux variés intrafasciaux, donne aux fascias une bien plus grande importance.

Quels type de suppléances nerveuses avez-vous trouver dans les feuilletts fasciaux que vous avez étudié ? Etait-ce des fibres sympathiques ?

Nous ne pouvons dire ceci avec certitude. D'autres études sont nécessaires pour clarifier cette question. Ce que nous pouvons dire actuellement, c'est qu'il y a des fibres nerveuses myélinisées et non myélinisées dans les fascias. Les axones myélinisés sont habituellement sensitifs. Les fibres non myélinisées peuvent avoir une fonction motrice, telles que les fibres nerveuses efférentes du système nerveux autonome vers les cellules musculaires lisses, ou elles peuvent également servir à d'autres fonctions du système nerveux autonome. D'après les études de Heppelman (Heppelman 1995) sur les récepteurs à la douleur de la capsule articulaire du genou des chats et d'après les fortes similitudes avec nos observations, nous pouvons affirmer qu'il y a aussi des récepteurs à la douleur dans les fascias que nous avons examiné chez les humains. Dans nos études, nous avons constatés que ce qui avait été précédemment décrit comme des perforations des couches superficielles des fascias par des veines perforantes, était régulièrement créé par une triade veine, artère et nerf. Et ces perforations sont assez nombreuses. Par exemple, chez les humains il y a quelques 150 perforations triadiques dans chaque membre inférieur.

Dans vos publications vous avez également mentionné un possible intérêt dans la compréhension et le traitement de la fibromyalgie

Pour la fibromyalgie, la principale connaissance était que les récepteurs nociceptifs étaient dans le tissu musculaire. Maintenant nous savons qu'il y a différents récepteurs sensitifs fascias, incluant les récepteurs nociceptifs. Ceci attire notre attention sur la fibromyalgie tout comme sur d'autres syndromes douloureux des tissus mous, concernant le plus grand intérêt des interventions thérapeutiques sur les fascias eux-mêmes.

Quel est l'aspect le plus intéressant de vos recherches pour le thérapeute manuel ?

Je crois que l'aspect le plus important de nos découvertes pour votre travail est l'innervation des fascias. Les récepteurs qui ont été trouvés dans les fascias des membres inférieurs des humains peuvent être responsables de différentes sensations douloureuses myofasciales. Si vous pouviez influencer ces récepteurs fasciaux avec vos manipulations ce serait de la plus grande importance.

Un autre aspect est l'innervation et la connexion directe des fascias avec le système nerveux sympathique. De plus, et ceci aura des répercussions sur votre travail, chaque intervention sur le système fascial pourrait avoir un effet sur le système nerveux autonome en général et sur tous les organes qui sont directement sous la dépendance de ce système nerveux autonome. Plus simplement : toute intervention sur les fascias est également une intervention sur le système autonome.

Tonus fascial, respiration et fibromyalgie

La régulation du tonus des cellules musculaires lisses fasciales est très probablement réalisée par le système nerveux sympathique ainsi que par les substances vasoconstrictrices tel que le CO₂. La découverte des cellules musculaires fasciales ouvrent la voie à des spéculations excitantes concernant la relation directe entre le fonctionnement fascial et le pH du corps qui est directement lié à la fonction respiratoire et aux concentrations de CO₂. Comme l'ont montré Chaitow, Bradley et Gilbert (Chaitow et al. 2002) il y a déjà une relation évidente entre la contraction des muscles lisses et la diminution des concentrations en CO₂ telle qu'on l'observe en alcalose respiratoire relative. Quand il y a une modification dans le sens d'une augmentation de l'alcalose due par exemple à une hyperventilation, la vasoconstriction est automatique et spectaculaire. Il est possible qu'en même temps les cellules musculaires lisses fasciales se contractent et augmentent la tension fasciale en général. Les implications de tels changements dans des situations telles que la fibromyalgie et la fatigue chronique sont énormes : en effet les patients ayant une fibromyalgie ou un syndrome de fatigue chronique en cliniquement en commun d'être des hyperventilateurs de manière franche ou limite.

On peut aussi spéculer sur l'effet potentiel de l'augmentation des concentrations en sérotonine sur les cellules musculaires lisses fasciales. La sérotonine est connue pour être un agoniste stimulant pour la contraction des muscles lisses comme lors de l'activité péristaltique ou la vasoconstriction dans les grands vaisseaux pulmonaires. Des concentrations inhabituellement élevées de sérotonine ont été trouvées dans le liquide céphalo-rachidien des patients fibromyalgiques (Pongratz & Späth 2001). Une possible connexion entre fibromyalgie et hypertonicité des cellules musculaires lisses fasciales vaudrait la peine d'être étudiée. D'un autre côté il a été démontré que la sérotonine abaisse le seuil de la douleur des récepteurs du groupe IV (Mitchell & Schmidt 1977) ce qui laisse penser que l'augmentation de la sensibilité à la douleur de ces récepteurs dans la fibromyalgie est peut être moins une dysfonction motrice (hypertonicité des cellules musculaires lisses fasciales) qu'une dysfonction de la régulation de la sensibilité. Basé sur Yahia et Staubesand, la figure 4 illustre une 3^{ème} boucle de rétro-contrôle autonome, que j'appelle « boucle de la contraction fasciale », comme un potentiel facteur responsable de la plasticité fasciale à court terme. Laissant de côté les possibles interactions de substances chimiques vasoconstrictrices pour le moment, cette boucle se concentre sur la dynamique des réseaux neuraux seuls. Pour dire simplement : la stimulation des mécanorécepteurs intra-fasciaux (dans ce cas surtout les terminaisons nerveuses libres) stimule le système nerveux autonome qui altère le tonus des cellules musculaires lisses intra-fasciales.

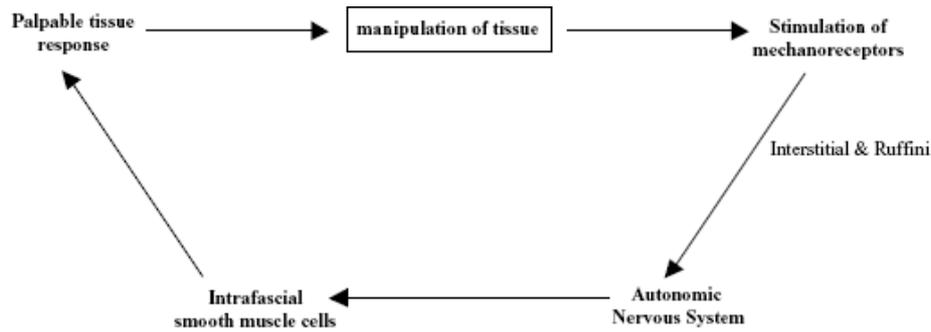


Fig. 4 The 'Fascial Contraction Loop' (based on Yahia and on Staubesand). Embedded between the collagen fibers of fascia are smooth muscle cells, which are regulated by the autonomic nervous system. Their activation can cause an active intrafascial tissue contraction.

Qu'en est-il des ligaments viscéraux ?

En ostéopathie viscérale il est souvent dit qu'une manipulation douce d'un ligament viscéral induit un relâchement immédiat et palpable de ce ligament (Barral & Mercier 1998). Des concepts similaires ont été évoqués avec les ligaments squelettiques lors de traitements ostéopathiques (Barral & Croisier 2000, Crow et al. 2001). Si l'on considère que les ligaments peuvent être des arrangements spéciaux de fascias (souvent les ligaments ne sont rien d'autre qu'un épaississement local au sein de feuillets fasciaux) la question se pose : comment est-ce possible ? Comme nous l'avons vu dans la 1^{ère} partie, pour créer un allongement immédiat et permanent d'une structure fasciale par des moyens mécaniques, une quantité de force et/ou de temps plus importante est requise que si on applique de douces manipulations sans thrust.

Les cellules musculaires lisses fasciales et la contractilité active des fascias ont seulement été rapportés pour les grands feuillets fasciaux. Il y a également l'arrangement en ciseau des fibres pour qu'une faible quantité de cellules contractiles parsemées agisse sur tout le réseau réticulé fascial. C'est pourquoi il semble improbable que les cellules musculaires lisses intra-ligamentaires soient à l'origine de ces phénomènes ostéopathiques rapportés.

Points d'acupuncture et fascia

Comme nous l'avons appris dans la partie 1 de cet article, une étude en photomicroscopie électronique du fascia cruris (Staubesand 1997, Staubesand et Li 1997) a montré qu'il y a de nombreuses perforations de la couche superficielle du fascia qui sont toutes caractérisées par une triade de perforation de veine, artère et nerf (Fig. 5).

Staubesand a pu identifier que la plupart des nerfs perforants dans ces triades sont autonomes et non myélinisés. Une étude concomitante par Heine a aussi documenté l'existence de cette perforation de triade dans le fascia superficiel. Heine, un chercheur allemand qui a été impliqué dans l'étude de acupuncture et d'autres disciplines complémentaires a trouvé que la majorité (82 %) de ces points de perforation sont topographiquement identiques avec les 361 points d'acupuncture classique décrits en acupuncture traditionnelle chinoise (Heine 1995).

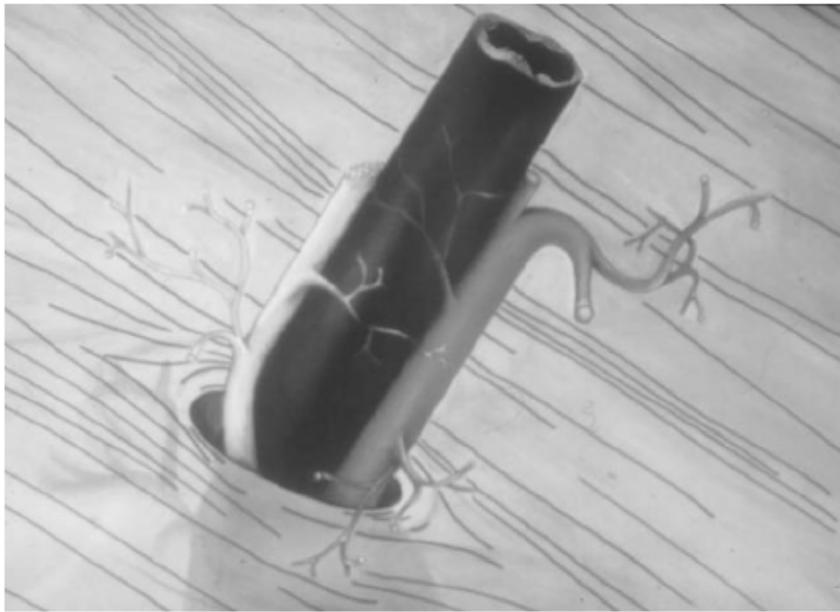


Fig. 5 The superficial fascia is perforated at specific points by a triad of nerve (left), vein (large body in middle) and artery. Based on Heine most of these perforation points are topographically identical with traditional Chinese acupuncture points. The perforating nerves usually innervate Pacinian and Meissner corpuscles under the skin.

Cela a incité un Chirurgien Allemand à conduire une étude clinique ensemble avec Heine. Ils ont étudié cette perforation fasciale chez des patients souffrant de douleur chronique cou-épaule ou bras – épaule. Ils ont trouvé que les points de perforation indiqués dans ces patients ont montré une anomalie particulière. La perforation des vaisseaux était étranglée par un anneau exceptionnellement épais de fibres de collagène, directement sur le sommet du trou de la perforation. Le chirurgien a alors traité ces points en microchirurgie pour desserrer les étranglements et réaliser une sortie plus libre de ces vaisseaux. Cela a abouti une amélioration significative pour les patients (Bauer Heine 1998). Beaucoup ont pris cela comme la preuve claire d'une nouvelle explication mécanique pour expliquer la douleur par rapport aux Points d'acupuncture. Un an plus tard un chercheur espagnol spécialisé en algie rachidienne a publié une étude qui semble remettre en question les travaux de Bauer et les suppositions de Heine et qui ajoute une nouvelle dimension passionnante (Kovacs et al. 1997). L'utilisation d'une étude en double aveugle bien menée chez des patients souffrant de lombalgies chroniques, d'agrafes chirurgicales implantées sous leur peau à des emplacements définis par leur innervation (comme les zones gâchette) qui étaient soigneusement choisis pour ne pas coïncider avec les points d'acupuncture chinois

Le résultat

Le traitement de Kovacs a mené à une réduction de la douleur de la majorité de ses patients, avec au moins une semblable amélioration statistique comparée aux travaux de Bauer et Heine.

Kovacs a suggéré l'explication suivante: très probablement une classe de neuropeptides, appelés enképhalines, sont libérés par tous les deux traitements, qui ensuite neutralisent alors la libération de substance P et d'autres neuropeptides associés à la douleur et qui soutiennent l'activation de fibres nociceptives. En d'autres termes, la stimulation de certains nocicepteurs et/ou mécanorécepteurs sous-cutanés stimule la libération de neuropeptides spécifiques qui désactivent les récepteurs à la douleur qui sont les outils du maintien de la douleur chronique.

Une approche de système dynamique

La beauté de l'approche de Kovacs réside dans sa vision du système nerveux en tant que « jungle tropicale humide », c'est-à-dire dans sa conception de l'aspect liquide du système nerveux. Comparée à l'approche thérapeutique mécanique de Bauer et Heine, Kovacs regarde le corps en tant que Système cybernétique dans lequel une intervention est vécue comme une stimulation de processus d'auto-régulation interne complexe.

Les approches cybernétiques fonctionnent en boucles interactives simplifiant des interdépendances dynamiques complexes. La Fig 6 représente l'analyse des facteurs neurologiques en arrière de la plasticité des fasciae. Elle inclut les 4 boucles retroactives décrites plus haut dans cet article. Ce schéma n'inclut pas les aspects neuro-endocrines, bien qu'ils soient supposés impliqués dans les manipulations myofasciales. Faisant suite aux travaux de Kovacs, il serait judicieux pour les futurs chercheurs d'explorer si le travail en profondeur des tissus stimule la libération de neuropeptides spécifiques, qui expliqueraient les effets à court ou à long terme de ce travail.

Du technicien héroïque à l'humble sage-femme.

Il semble évident que pour mieux comprendre l'usage de la plasticité fasciale, nous devons inclure les mécanismes d'auto-régulation du système nerveux.

Ceci va induire un changement d'attitude chez le praticien. Si nous voulons passer d'une approche mécanique à une approche du système neuro-endocrine, nous devons conditionner notre cerveau (et nos intestins) à penser dans une dynamique de système non-linéaire.

La complexité du système nerveux autorégulateur pourrait être comparée avec celui d'une forêt tropicale humide ou une ville métropolitaine. Selon Senge et d'autres, en traitant un tel complexe les systèmes ne travaillent pas d'habitude avec un maître qui s'immisce de l'extérieur au moyen d'interventions héroïques et qui croit être capable de prévoir ses résultats avec certitude. Le plus souvent de telles interventions linéaires donnent des réactions imprévues à long terme ce qui est contreproductif (Senge 1990).

D'habitude, l'efficacité est meilleure par l'intermédiaire plus humble d'un facilitateur. Dans le contexte d'une session de travail manuel, le praticien et le client travaillent alors ensemble comme « une équipe d'étude » (Petersen 2000).

Le Tableau 2 expose les conséquences de ce changement. Plutôt que d'observer le praticien et le client comme deux entités clairement séparables (sujet et objet) et discuter de différents « principes d'intervention » dans la thérapie manuelle dans lequel le praticien exécute quelque techniques actives sur un client passif, il est suggéré qu'il y a avantage à impliquer le client comme un acteur actif associé dans un processus 'd'interaction'. Par exemple avec des micromouvements spécifiques pendant les manipulations des fascias. Notons que la distinction commune entre ces structures (os et tissus conjonctif) et la fonction (organisation neuro-musculaire) n'est plus tellement utile dans cette approche. Le Prix Nobel Ludwig von Bertalanffy l'exprime de la façon suivante :

L'antithèse de structure et fonction, morphologie et physiologie, est basée sur une conception statique de l'organisme. Dans une machine il y a un agencement fixé qui peut être mis en mouvement mais peut aussi être au repos. Dans une semblable manière la structure pré établie du coeur est distinguée de sa fonction, à savoir, contraction rythmique. En réalité, cette séparation entre une structure pré établie et le processus arrivant dans cette structure ne s'applique pas à la vie d'un organisme. Car l'organisme est l'expression d'un éternel processus pendant le processus est subi par les structures et formes organisées sous-jacentes. Ce qui est décrit dans la

morphologie comme formes et des structures organiques, sont en réalité une section momentanée au travers d'un modèle spatio-temporel. Ce qu'on appelle les structures, ce sont les processus lents, les fonctions sont rapides et sont des processus de durée courte. Si nous disons qu'une fonction comme la contraction d'un muscle est exécutée par la structure, cela signifie qu'un rapide

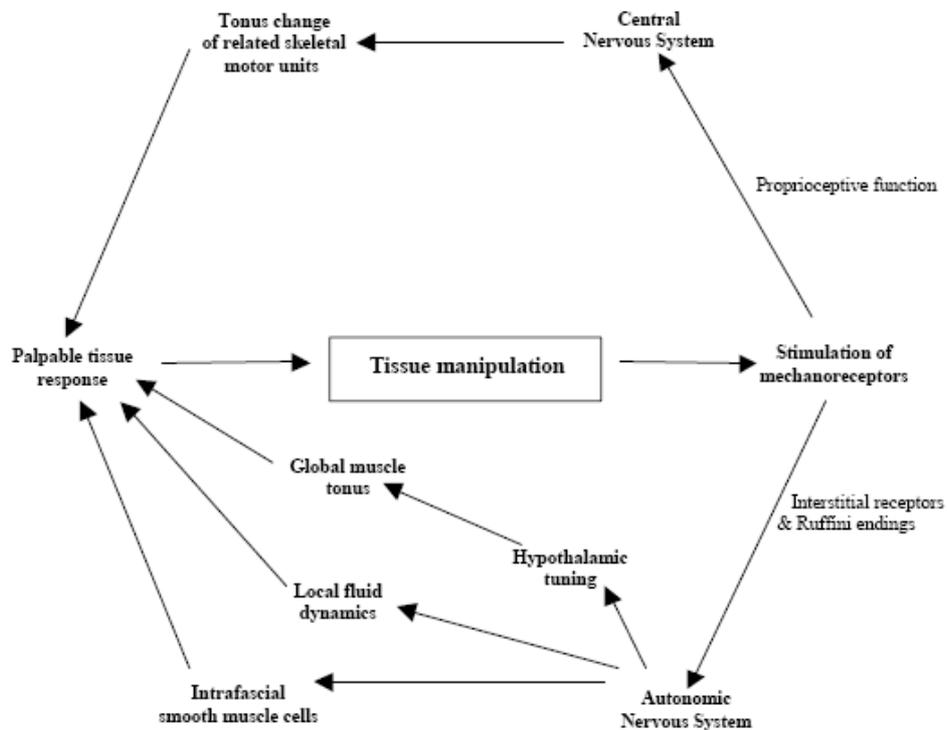


Fig. 6 Flow chart of several processes involved in the neural dynamics of immediate tissue plasticity in myofascial manipulation. This chart includes the four different feedback loops which were discussed in part one of this article series. The practitioner's manipulation stimulates intrafascial mechanoreceptors, which are then processed by the central nervous system and the autonomic nervous system. The response of the central nervous system changes the tonus of some related striated muscle fibers. The autonomic nervous system response includes an altered global muscle tonus, a change in local vasodilation and tissue viscosity, and a lowered tonus of intrafascial smooth muscle cells.

processus court est en surimpression sur un durable et lent mouvement de vague. (Von Bertalanffy 1952).

Un différent modèle de rôle

Le rôle de « maître en technique » du Tableau 2 peut être illustré par l'histoire suivante : le système de refroidissement était en panne pour plusieurs jours et personne ne pouvait le réparer. Finalement un maître technicien fut appelé. Il se contenta d'inspecter le système pour finalement sortir un petit marteau de sa poche et frapper une petite valve pour que la machine se remette à partir. Lorsque la facture de 1000\$ arriva, le capitaine eu du mal à accepter une telle somme pour un si petit travail, et il demanda une facture détaillée. Celle-ci arriva le lendemain mentionnant : « Pour l'ajustement de la petite valve : 0,01\$. Pour savoir où : 999,99\$. Beaucoup de thérapeutes manuels évoquent cette histoire pour expliquer la maîtrise qu'ils ont dans leur travail, bien que cela soit une explication plus universelle. Quand on veut aborder les fascias dans une perspective de système dynamique il paraît plus judicieux d'assumer le rôle d'une sage-femme ou d'un facilitateur qui assiste un processus auto-régulateur de l'organisme. Comme le dit le proverbe chinois : *Donne un poisson à un homme, et tu le nourris un jour, Apprend-lui à pêcher et tu le nourris toute sa vie.*

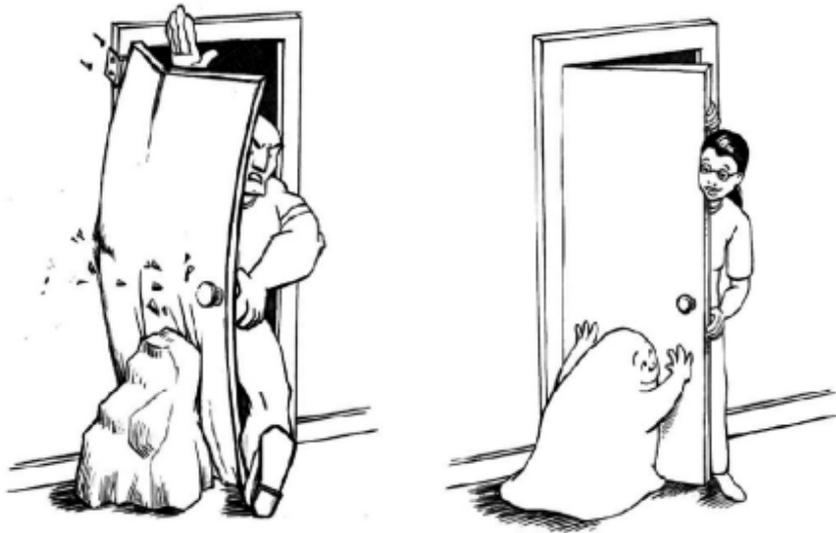


Fig. 7 A door blocked by a rock requires a different approach than if one deals with an animated obstacle. Similarly, a blocked joint or immobile tissue can be understood in purely mechanical terms or as an active self-regulatory system. The choice of approach depends largely on whether the practitioner sees any neural dynamics involved in the specific situation on the client's side. This article makes a point to see fascia as enervated and as alive, and therefore suggests to treat fascia more with the second approach.

Où travailler

Le tableau 3 donne certaines recommandations pour le travail pratique. Comme le travail myofascial semble être plus concentré sur le ramollissement ou le relâchement de tissus contraints (Rolf 1977, Barnes 1990) plutôt que sur une augmentation de tonification, cela d'habitude inclut le travail sur ces tissus myofasciaux qui apparaissent comme inutilement court et serré (voir Règle 1 dans Tableau 3). Encore si on inclut la dynamique de système autorégulatrice de la coordination motrice du client, cela est aussi utile d'inclure le travail sur les antagonistes parmi ces tissus hypertoniques (règle 2). Par exemple si le client montre un tilt chronique antérieur pelvien (non seulement dans la position debout mais aussi dans couché sur le dos et sur le ventre) et que le Thomas Test Modifié (Tunnel 1998) a révélé qu'un ou plusieurs muscles fléchisseurs de la hanche sont courts, il est souvent utile de travailler avec les ischio-jambiers supérieurs et fessiers (règle 2) en complément pour diriger le travail avec les fléchisseurs de hanche raccourcis (règle 1).

La base pour la règle 2 repose principalement sur l'expérience clinique de l'auteur. Néanmoins, l'explication théorique suivante pourrait être applicable : Agonistes et antagonistes d'une articulation spécifique sont neurologiquement étroitement connectés via un réseau complexe de réflexes spinaux et supra-spinaux et de boucles de rétrocontrôle (Kandel 1995). N'importe quel changement de tonus dans l'agoniste aura tendance à déclencher des changements dans les antagonistes et vice versa. L'attention portée aux fibres antagonistes du tissu myofascial préalablement raccourci pourrait donc fournir une entrée complémentaire pour le règlement du

système nerveux autour de cette articulation. L'octroi de cette invitation complémentaire pour le

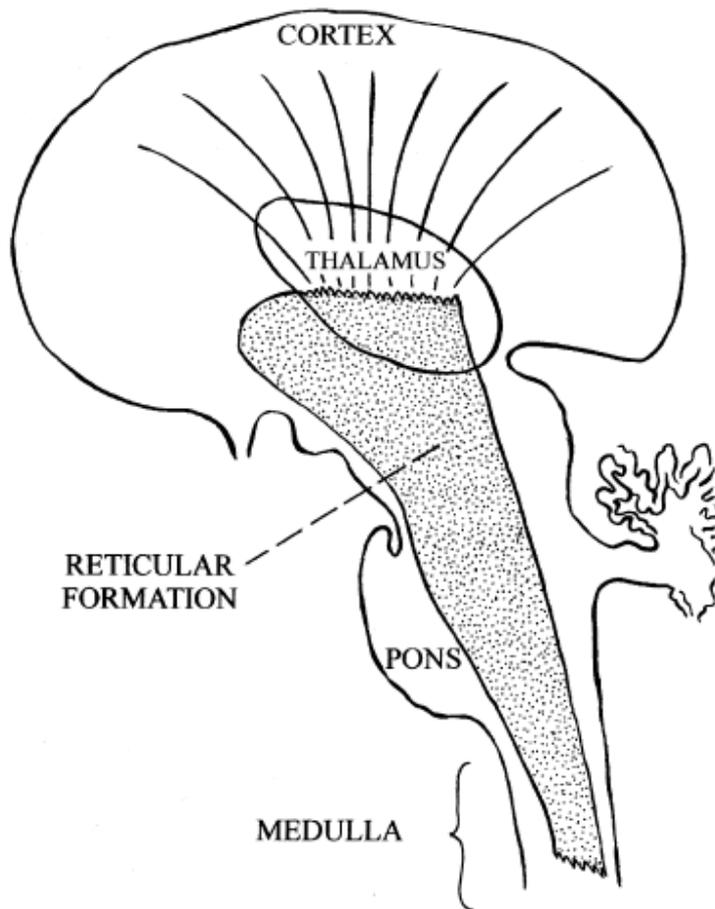


Fig. 8 The manual practitioner needs to understand the filtering action of *Reticular formation* in the spinal cord and brain stem. Only if this system interprets the practitioner's touch as significant or interesting, will it allow this input to reach higher areas of the client's body organization.

système nerveux à « réévaluez s'il vous plaît votre tonus autour de cette articulation » pourrait donc être plus efficace que seulement la répétition de la même route d'accès (via les tissus raccourcis agonistes) à maintes reprises. Néanmoins, d'habitude plus de travail doit être fait sur les tissus raccourcis agonistes que sur leurs antagonistes opposés. Une compréhension de l'« anatomie intérieure » du patient, c'est-à-dire de l'organisation de schéma corporel du client dans le cortex, soutient la règle 4, c'est-à-dire donner une attention supplémentaire aux tissus myofasciaux qui sont impliqués dans les mouvements du visage et des mains. Ensemble tous les deux secteurs représentatifs composent les deux-tiers de l'« homoncule » dans le cerveau. Dans le cortex, il y a une tendance générale pour diffusion locale : l'excitation d'un secteur local cortical aura tendance à influencer les secteurs entourant son voisinage. Par exemple si le praticien réalise un changement de tonus sain dans une main précédemment serrée - et des muscles du visage pendant 15 minutes de travail myofascial, il est plus probable que ce changement - implication de deux-tiers des clients de l'organisation d'image du corps interne - s'étendra au reste du corps, comparé au travail pendant une heure sur le tronc seulement (qui compose seulement une partie mineure du cortex somatomoteur). La règle 5 repose sur la

recherche qui a été discutée dans la partie 1 de cet article (Folkow 1962, Koizumi et Brooks 1972).

Comment travailler

La base pour la règle 7 a été explorée dans partie 1, même pour règle 8 qui touche à la recherche de Gellhorn sur les réglages d'accord d'états trophotropique et ergotropique (Gellhorn 1967).

La règle 9 reconnaît le fait que la formation réticulaire (voir Fig. 8) filtre d'habitude toute entrée manuelle qui est interprétée comme insignifiante par le système nerveux central des patients. Un exemple : tandis que étant probablement assis et lisant cet Article, les sous-vêtements du lecteur et d'autres pièces de vêtements touchent le corps, parfois avec une quantité de pression comparable à un travail excellent crâniosacré. Aussi les tubérosités ischiatiques peuvent être exposées pour faire pression comparable à un travail de myofascial fort. Encore toutes les deux entrées sont aisément ignorées dans la vie quotidienne et ne mènent pas à de significatifs changements à court terme.

Les règles 10 et 11 soulignent l'importance de sensibilité palpatoire.

Imaginez l'école de poisson que nous avons employé comme une analogie dans la partie 1 pour les centaines d'unités motrices sous la main ou le coude du praticien. Si on laisse un ou deux de ces poissons (les unités motrices) commencent à changer leur tonus et si la main du praticien est capable de percevoir cela, il peut répercuter en miroir ce changement en arrière au tissu et pourraient influencer d'autres poissons pour nager dans la même direction. Tandis que si la main du praticien ou le coude ne sont pas assez sensible pour percevoir ce changement, cette chance pourrait être perdue. La question aborde alors : Comment pouvons-nous augmenter l'acuité sensorielle ? La propre expérience d'enseignement de l'auteur soutient l'observation, que notre propre système nerveux (mammifère) a tendance à y travailler au plus haut niveau d'acuité sensorielle si nous sommes engagés dans un contexte de rapport de liaison maternelle. Imaginer des douzaines de bébés comme des entités gnomiques peuplant le tissu fascial marche d'habitude mieux qu'imaginer des nerfs, fibres de collagène ou d'autres images de dissections ou livres d'anatomie.

Participation active du patient

S'il est vrai que la manipulation myofasciale inclut la dynamique d'autorégulation du système nerveux du patient, alors cela signifie quelque chose d'impliquer le client plus activement à la séance. La Figure 9 montre un exemple typique d'utilisation de la participation de micromouvement active chez un patient assis. Des conseils tactiles et verbaux du praticien servent à faciliter les participations subtiles de mouvements lents du client tel que le système nerveux est plus profondément impliqué dans la coordination autour d'une articulation spécifique ou d'un secteur.

La compréhension récente dans l'organisation du cortex moteur a montré qu'il est moins organisé autour de parties de corps topographiques mais plutôt autour de complexes mouvements élémentaires vers des directions de point d'aboutissement spécifique spacial (Graziano et d'autres. 2002). La règle 14 prend cette compréhension même plus loin, par préférence de participations de mouvement avec une intention claire fonctionnelle (Atteindre par exemple quelque chose, ou action de repousser de quelque chose) qui implique le système nerveux du client plus entièrement que simplement mécanique/Mouvements géométriquement décrits(Reed 1996).

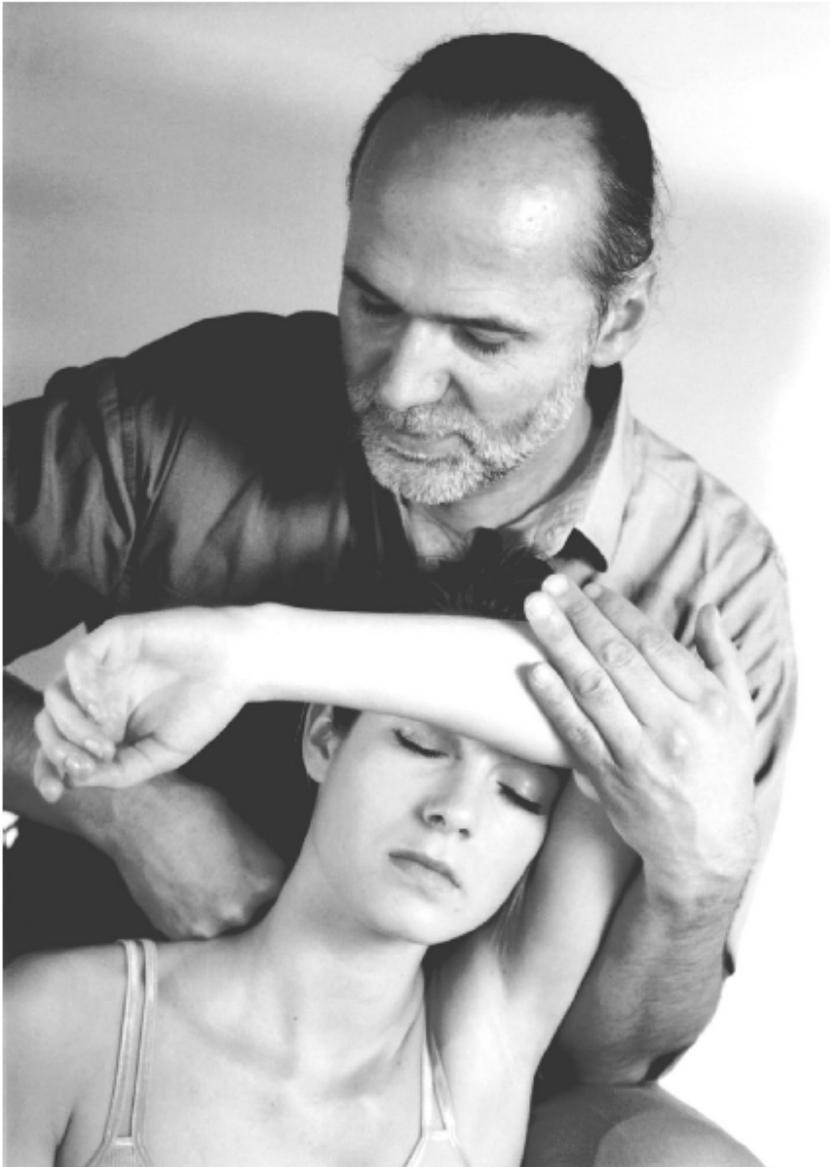


Fig. 9 Example of the use of AMPs (active movement participation) of the client in a Roling® structural integration session. While deeply melting with one hand into the tissue and specific joints of the upper thorax, the author guides the client to support his myofascial work with subtle and nonhabitual slow motion participations. Here the client performs a lateral bending movement of the thorax combined with a cranially directed extension (following the elbow) in order to increase an opening of the thoracic vertebral joints. (Photo reproduced with kind permission of European Roling Association.)

Conclusion

Les fasciae sont vivants. Les praticiens qui travaillent avec ces fascinants tissus doivent comprendre qu'ils sont innervés par quatre sortes différentes de mécanorécepteurs. Sans une inclusion de leur bonne réaction à des sortes diverses de contact, le relâchement de tissu immédiat effectuée dans la manipulation myofasciale ne peut pas être en juste proportion expliquée. Le fascia a été décrit pour contenir des cellules musculaires lisses qui semblent être responsables de sa capacité active de « contraction de ligament ». Il y a des liaisons fortes entre le fascia et le

systeme nerveux autonome qui affecte le tonus fascial, la viscosité tissulaire locale et fibromyalgie peut-être. Une transition d'un Point de vue 'de technicien' mécaniquement orienté vers une inclusion de l'autorégulation Dynamique du système nerveux des clients est donc préconisé. Plutôt qu'observer le praticien comme le technicien expert, client et praticien travaillent ensemble comme une équipe d'étude pour s'ouvrir de nouvelles options pour l'organisation du mouvement et de la position.

REFERENCES

- Barnes MF 1997 The basic science of myofascial release. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 1: 231–238
- Barnes JF 1990 Myofascial Release: The Search of Excellence. Rehabilitation Services Inc., Paoli, PA
- Barral J-P, Mercier P 1988 Visceral Manipulation. Eastland Press, Seattle, WA
- Barral J-P, Croibier A 2000 Trauma: An Osteopathic Approach. Eastland Press, Seattle, WA
- Bauer J, Heine H 1998 Akupunkturpunkte und Fibromyalgie – Möglichkeiten chirurgischer Intervention. *Biologische Medizin* 6: 257–261
- Chaitow L, Bradley D, Gilbert C 2002 Multidisciplinary Approaches to Breathing Pattern Disorders. Churchill Livingstone, Edinburgh
- Crow WT et al. 2001 Ligamentous Articular Strain: Osteopathic Manipulative Techniques for the Body. Eastland Press, Seattle, WA
- Folkow B 1962 Cardiovascular reactions during abdominal surgery. *Annals of Surgery* 156: 905–913
- Gellhorn E 1967 Principles of Autonomic-Somatic Integration: Physiological Basis and Psychological and Clinical Implications. University of Minnesota Press, Minneapolis, MN
- Graziano MS et al. 2002 Complex movements evoked by microstimulation of precentral cortex. *Neuron* 34: 841–851
- Heine H 1995 Functional anatomy of traditional Chinese acupuncture points. *Acta Anatomica* 152: 293
- Kandel ER 1995 Essentials of Neural Science and Behavior. Appleton & Lange, New York
- Koizumi K, Brooks C 1972 The integration of autonomic system reactions: a discussion of autonomic reflexes, their control and their association with somatic reactions. *Reviews of Physiology, Biochemistry and Experimental Pharmacology* 67: 1–68
- Kovacs FM et al 1997 Local and remote sustained trigger therapy for exacerbations of chronic low back pain: a randomized, double-blind, controlled, multicenter trial. *Spine* 22: 786–797
- Kruger L 1987 Cutaneous sensory system. In: Adelman G. (ed.). *Encyclopedia of Neuroscience*, Vol 1. Birkhäuser, Boston, pp 293
- Mitchell JH, Schmidt RF 1977 Cardiovascular reflex control by afferent fibers from skeletal muscle receptors. In: Shepherd JT et al. (eds). *Handbook of Physiology Section 2, Vol III, Part 2*, 623
- Petersen S 2000 Mana Integrative Therapies. Mana Publications, Manaia, New Zealand
- Pischinger A 1991 Matrix and Matrix Regulation: Basis for a Holistic Theory in Medicine. Haug International, Brussels
- Reed ES 1996 Encountering the World: Toward an Ecological Psychology. Oxford University Press, Oxford
- Rolf IP 1977 Rolling: The Integration of Human Structures. Dennis Landman, Santa Monica
- Senge PM 1990 The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization. Doubleday, New York
- Staubesand J, Li Y 1996 Zum Feinbau der Fascia cruris mit besonderer Berücksichtigung epi- und intrafasziärer Nerven. *Manuelle Medizin* 34: 196–200
- Staubesand J, Li Y 1997 Begriff und Substrat der Faziensklerose bei chronisch-venöser Insuffizienz. *Phlebologie* 26: 72–79
- Staubesand J et al. 1997 La structure fine de l'aponévrose jambière. *Phlebologie* 50: 105–113
- Tunnell PW 1998 Muscle length assessment of tightness-prone muscles. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 2: 21–26
- von Bertalanffy L 1952 Problems of Life. Harper & Row, New York
- van den Berg F, Cabri J 1999 Angewandte Physiologie – Das Bindegewebe des Bewegungsapparates verstehen und beeinflussen. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, Germany
- Yahia L et al. 1993 Viscoelastic properties of the human lumbar dorsal fascia. *Journal of Biomedical Engineering* 15: 425–429