



# ÉTUDE PROF. MAULLU





Repubblica di San Marino  
Università degli Studi



Università degli Studi di Roma  
"La Sapienza"

Master en Médecine et chirurgie esthétiques  
Mention médecine

LA MICROSTIMULATION ALVÉOLAIRE DANS LE  
MASSAGE CONJONCTIF MÉCANISÉ SELON LA  
THÉORIE DE LA MICROVACUOLE

CANDIDAT : Giorgio Maullu

Sous la direction du professeur : Nicolò Scuderi

Année académique 2007-2008

## Brève histoire du massage

Le massage est sans aucun doute le remède le plus ancien adopté par l'homme pour soulager la douleur, dissiper la fatigue et revigorer le corps et l'esprit. Il suffit de penser au geste instinctif et universel que l'on fait en exerçant une pression sur une partie douloureuse du corps. C'est la raison pour laquelle on peut supposer que depuis le moment où l'homme est apparu sur Terre, l'unique possibilité qu'il avait à cette époque pour essayer de calmer la douleur était celle de « caresser » la partie lésée.

Selon certains auteurs, le terme provient de l'arabe « massa », qui signifie palper, pour d'autres, du grec « massein », qui signifie pétrir, ou de l'hébreu « machec » qui signifie manier. Dans tous les cas, quelle que soit sa véritable origine, le terme « massage » indique l'ensemble de différentes techniques manuelles pratiquées sur la peau d'un individu. Les bénéfices physiques et psychologiques de cette pratique ont été reconnus depuis l'Antiquité. On peut sans aucun doute affirmer que l'art médical a débuté avec le massage. Le « Kong Fou », texte chinois de l'an 2698 avant J.-C., comporte une description d'exercices physiques et divers types de massages dont l'objectif était d'atteindre un équilibre psychophysique parfait. Au XVIII<sup>e</sup> siècle avant J.-C., l'Ayur-Veda, texte sacré dicté par Brahma à ses disciples, recommande le massage à des fins hygiéniques. Même la littérature médicale des Égyptiens, Persans et Japonais contient souvent des références aux effets bénéfiques du massage. Dans ses écrits, Hippocrate (406 avant J.-C.), médecin grec et père de la médecine moderne, confirma les vertus du massage en dédiant d'importantes observations à la massothérapie, confirmées également de nombreux siècles après sa mort. Celui-ci écrivit « *Le médecin doit avoir l'expérience de beaucoup de choses, mais à coup sûr du massage. Un massage énergique raidit, un massage doux détend, un frottement excessif a des effets négatifs sur certaines parties du corps, un*

*frottement modéré les fait se développer* ». La technique du massage fut développée par le monde hellénique, qui a donné à cette pratique deux finalités différentes liées aux jeux grecs : préparer les muscles des athlètes à l'effort physique et, après la compétition sportive, décontracter les muscles. On peut donc affirmer qu'à cette période sont nées deux différentes techniques de massage : une technique sportive et une technique thérapeutique liée à la médecine. Même les Romains, suivant l'exemple des Grecs, adoptèrent le massage dans les Thermes, où des bains et des massages étaient proposés aux invités. En Europe, pendant toute la durée de l'Empire romain, leur pratique a constitué un élément important pour les soins de santé, au point de placer le « masseur » au même rang que le médecin et de nombreux documents de l'époque l'attestent. Après la chute de l'Empire romain et au cours du Moyen-âge, ces connaissances et les pratiques qui en dérivent tombèrent dans l'oubli, tandis qu'en Orient la tradition du massage se poursuivait sans interruption. Elles furent ensuite reprises pendant la Renaissance par Mercuriale (1530-1606), médecin et gymnasiarque, qui redécouvrit la médecine grecque antique et Hippocrate. Mercuriale écrivit « De arte Gymnastica » (l'Art de la Gymnastique), œuvre scientifico-pratique, plaçant le massage et la gymnastique au rang d'éléments fondamentaux de la médecine préventive afin de maintenir l'organisme en bonne santé. Au cours du XX<sup>e</sup> siècle, les grands progrès réalisés par la médecine conventionnelle l'emportèrent sur les thérapies traditionnelles qui avaient été pratiquées pendant des siècles. Le tragique legs d'hommes torturés corps et âme que les deux guerres mondiales laissèrent derrière elles constitua un facteur déterminant dans la reprise de la thérapie physique. En effet, la *physiothérapie de rééducation* et l'*orthopédie* moderne se développent énormément en vertu du nombre considérable de patients répartis dans toute l'Europe portant les stigmates de la guerre ; il suffit de

penser à la grande capacité des artisans de l'époque à confectionner les prothèses en bois, cuir et aluminium pour le remplacement des membres.

## Le massage pratiqué de nos jours

Ce bref aperçu historique nous montre comment, au cours des siècles, le massage s'est transmis de génération en génération, évoluant et s'adaptant aux diverses exigences tout en maintenant un usage constant des mains, telles des instruments polyvalents. Les techniques utilisées sont multiples et se différencient les unes des autres par leur mode d'exécution et leur finalité.

Les différents auteurs, qui ont étudié scientifiquement le sujet, s'accordent sur la classification du massage dans les catégories principales suivantes : *classique, conjonctif réflexogène, du point gâchette (trigger point) myofascial* et *zonal*.

**Le massage classique.** Ce type de massage s'identifie principalement au drainage lymphatique, qui associe les différentes techniques manuelles nées de l'empirisme et codifiées à travers l'étude de la structure physiologique vasculaire de l'homme.

**Le massage conjonctif réflexogène.** Ce type de massage utilise le rapport réflexogène existant entre la peau, le système nerveux et les organes internes.

**Le massage du point gâchette (trigger point) myofascial.** Ce type de massage favorise le recouvrement de la fonctionnalité musculaire et est particulièrement indiqué pour les contractures, les hernies et les distorsions du fascia musculaire.

**Le massage zonal.** Presque toutes les techniques d'origine orientale, basées sur la recherche des méridiens énergétiques de l'acupuncture visant à équilibrer l'énergie globale du corps, en en ajoutant là où subsiste un manque et en la retirant là où il existe un excès d'énergie, sont reconnues, comme notamment le massage Shiatsu et le massage plantaire et palmaire.

**Le massage psychothérapeutique.** La massothérapie est définie comme la recherche du contact corporel et, par conséquent, comme la nécessité d'établir un contact émotionnel.

**Le massage post-chirurgical.** Traitement de remodelage esthétique post-chirurgical visant à faciliter la résorption de l'œdème en réduisant les délais de guérison.

## Le massage conjonctif

Ce court exposé nous donne un aperçu de l'importance et de l'évolution du massage. Notre rapport étudiera en particulier le développement du massage conjonctif réflexogène à la lumière des découvertes biomédicales-humorales et technologiques ayant eu lieu à partir des années 1950.

Le massage conjonctif réflexogène est né d'une découverte de la thérapeute Elisabeth Dicke, née à Lennep le 12.03.1884. À l'âge de 45 ans, elle tomba gravement malade et commença à pratiquer sur elle-même un type de massage particulier, auquel elle donna son nom, la méthode Dicke, parvenant à sa guérison sous le regard incrédule des professeurs berlinois de l'époque.

Dès lors, tout en conservant la validité de la structure de base de la méthode, la recherche scientifique moderne a permis de mieux comprendre et d'approfondir les dynamiques complexes qui interviennent au niveau cellulaire, permettant ainsi à la technologie de s'intégrer de manière importante afin d'obtenir les meilleurs résultats thérapeutiques dans les différentes branches de la médecine. Bien que nous présenterons un bref aperçu sur la méthode du massage conjonctif, notre attention sera principalement basée sur la « mécanisation » de ce massage, effectué par le biais d'appareils électro-médicaux.

Avant de se concentrer sur le massage conjonctif mécanisé, il est essentiel de comprendre ce qu'on entend de nos jours par « tissu conjonctif ».

**DAL MESENCHIMA EMBRIONALE  
PRENDONO ORIGINE TUTTI I PRINCIPALI TIPI  
DI CELLULE DEI TESSUTI CONNETTIVI**

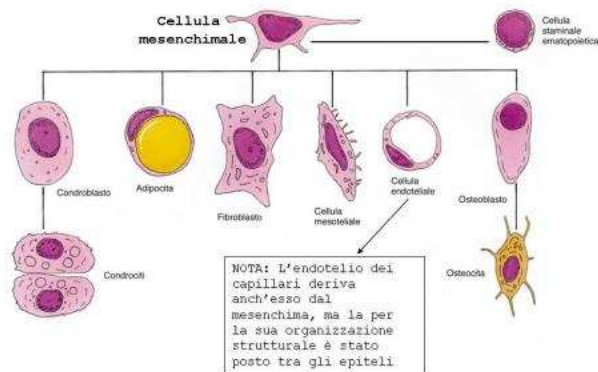


Foto 1

feuillet embryonnaire intermédiaire, le mésoderme, très diffus dans le fœtus, où il entoure les organes en développement de manière très profonde. Le mésenchyme, en plus de donner naissance à tous les types de tissu conjonctif, fait également apparaître d'autres tissus comme le tissu musculaire, les vaisseaux sanguins, la peau, ainsi que certaines glandes. Le tissu conjonctif se caractérise morphologiquement par différents types de cellules : *fibroblastes*, *macrophages*, *mastocytes*, *plasmocytes*, *leucocytes*, *adipocytes*, *chondrocytes*, *ostéocytes*, immergés dans une abondante matière intercellulaire dénommée *matrice extracellulaire* ou MEC, produite par ces mêmes cellules conjonctives. La MEC est composée de fibres protéiques insolubles (collagènes, élastiques et réticulaires) et d'une substance fondamentale, définie par erreur comme amorphe, colloïdale, formée par des ensembles solubles d'hydrates de carbone, en grande partie liés à des protéines, constituant ainsi les mucopolysaccharides acides, glycoprotéines, protéoglycanes, glycosaminoglycanes ou GAG, kératine sulfate, héparine sulfate, etc. Celle-ci est composée également, dans une moindre mesure, de protéines, dont la plus représentée est la *fibronectine*.

Les cellules et la matrice intercellulaire caractérisent les différents types de tissu conjonctif proprement dit (zone conjonctive), tissu élastique, réticulaire, épithélial, endothélial, cartilagineux, osseux, sang et lymph, c'est-à-dire tous les composants

Le tissu conjonctif (Figure 1) se développe embryologiquement depuis le mésenchyme, caractérisé par des cellules ramifiées situées dans une substance abondante intracellulaire amorphe. Le mésenchyme provient du

de l'organisme humain. Le tissu conjonctif assume par conséquent différents rôles importants : structurels, défensifs, trophiques et morphogénétiques, organisant et influençant la croissance et la différenciation des tissus environnants.

Pour mieux comprendre les multiples « variétés » du tissu conjonctif, voici ci-dessous la classification adoptée dans le monde entier.

Le tissu conjonctif le plus courant, auquel on se réfère en général en utilisant ce terme, est défini comme **tissu conjonctif proprement dit** (souvent abrégé de la manière suivante : **tissu conjonctif p.d.**). Ce dernier se subdivise à son tour en trois variétés :

- **tissu conjonctif fibrillaire ;**
- **tissu conjonctif élastique**, composé principalement de fibres élastiques ;
- **tissu conjonctif réticulaire**, composé principalement de fibres réticulaires.

Il existe ensuite différents types de tissus conjonctifs ayant une fonction spécifique et caractérisés par conséquent par une morphologie ou une physiologie particulière :

- **tissu adipeux ;**
- **tissu cartilagineux ;**
- **tissu osseux ;**
- **sang ;**
- **lymphe.**

### Tissu conjonctif proprement dit

Le tissu conjonctif proprement dit est le type de tissu conjonctif le plus courant et assume des fonctions de soutien et de protection. Ce tissu constitue la base sur laquelle se reposent les divers épithéliums et contribue à la défense de l'organisme

contre les chocs et les traumatismes externes. Il en existe trois sous-types : *tissu conjonctif lâche*, *tissu conjonctif compact* et *tissu conjonctif réticulaire*.

#### *Tissu conjonctif lâche*

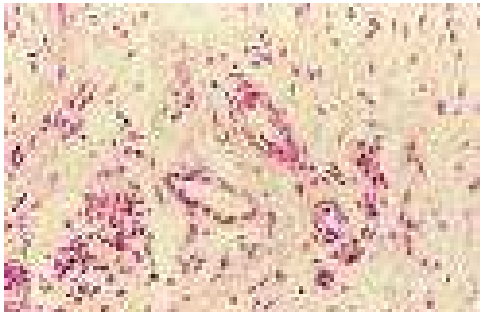


Foto 2  
Le *tissu conjonctif lâche* (Figure 2) est, chez les mammifères, le type de tissu conjonctif le plus courant. Ce tissu forme la structure de soutien (tunique) du tissu épithélial de différentes zones internes et externes du corps, entoure les organes en leur fournissant une protection et un soutien et exerce également cette fonction dans d'autres zones du corps, telles que le tissu musculaire et les nerfs. Le tissu conjonctif lâche est constitué d'une abondante substance amorphe, en quantité supérieure par rapport aux fibres, et présente un aspect gélatineux lorsqu'observé à température fraîche (d'où l'adjectif « lâche »).

#### *Tissu conjonctif dense*

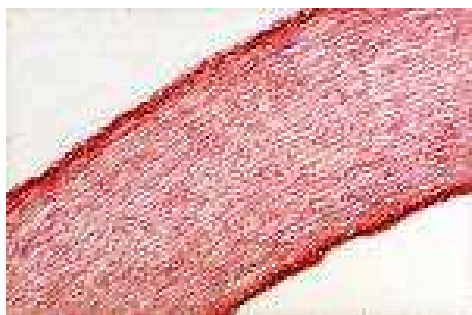


Foto 3  
Le tissu conjonctif *compact*, appelé également *dense* ou élastique (Figure 3), est beaucoup plus riche en fibres par rapport au tissu conjonctif lâche. Ces fibres, de nature collagène ou élastique, sont en outre rassemblées en aponévroses, conférant au tissu une compacité (d'où son nom) ainsi qu'une élasticité significatives. Le tissu conjonctif compact, en effet, est destiné, plus qu'à des fonctions de soutien, à défendre l'organisme contre d'éventuelles déchirures ou traumatismes mécaniques. En fonction de l'organisation des fibres qui le

composent, celui-ci peut se distinguer en deux variétés : le tissu conjonctif dense *régulier* et *irrégulier*.

- Dans le tissu conjonctif dense régulier, les fibres présentent une orientation ordonnée. Cette organisation fibrillaire élevée confère au tissu la capacité de résister à des tractions mêmes importantes, au point que ce type de tissu formera des éléments tels que les tendons et les ligaments.
- Dans le tissu conjonctif dense irrégulier, les fibres présentent en revanche une orientation désordonnée. Ce tissu se caractérise par une élasticité significative, due notamment à la présence de nombreuses fibres élastiques, beaucoup plus abondantes dans ce dernier qu'au sein du tissu régulier, et formera le derme sous-cutané et la structure de soutien de nombreux organes et glandes.

#### *Tissu conjonctif fibreux*

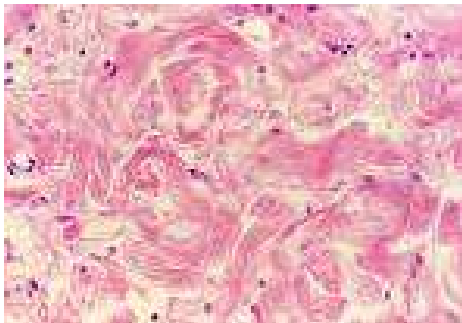


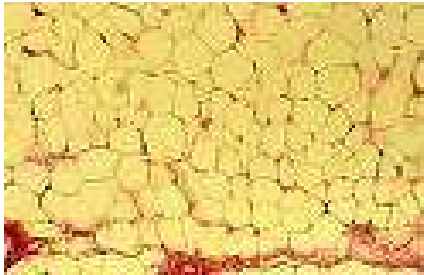
Foto 4

Le *tissu conjonctif réticulaire* (Figure 4) constitue une forme particulière de tissu conjonctif et présente uniquement dans certaines zones spécifiques, telles que les structures de soutien de la musculature lisse, des organes lymphatiques et des organes hémopoïétiques.

Comme son nom l'indique, ce tissu est constitué principalement de fibres réticulaires. Selon la structure de ces fibres, on observe un tissu conjonctif bidimensionnel ou tridimensionnel.

### *Tissu adipeux*

Le *tissu adipeux* (Figure 5), qui devrait de manière plus appropriée être appelé



organe adipeux, est un type particulier de tissu conjonctif.

Ce tissu est de couleur jaune et possède une consistance molle. Il est constitué de cellules adipeuses, appelées adipocytes, qui peuvent être seules ou réunies en groupes

dans le tissu conjonctif fibrillaire lâche. Si les cellules adipeuses sont molles, et par conséquent organisées en lobules, celles-ci forment le tissu adipeux, qui constitue une variété de tissu conjonctif lâche.

Ce tissu est présent dans de nombreuses parties du corps, et notamment sous la peau, constituant ainsi le pannicule adipeux (lat. *panniculus*, diminutif de *pannus*, qui signifie drap, étoffe), c'est-à-dire une bande ou une couche de tissu de gras sous-cutané particulièrement abondant.

50 % de ce tissu sont accumulés dans le tissu conjonctif sous-cutané, où il exerce à la fois une action de couverture, une action mécanique et une action isolante. 45 % de ce tissu se trouvent dans la cavité abdominale, où il forme le tissu adipeux interne. 5 % de ce tissu se trouvent dans le tissu musculaire sous forme de *graisse intracellulaire de réserve* visant à faciliter la fonction du tissu musculaire.

### *Tissu cartilagineux*



Le tissu cartilagineux (Figure 6) est un type particulier de tissu conjonctif. Il est constitué de fibres conjonctives immergées dans une substance amorphe

Foto 6

Foto 5

très consistante et de cellules contenues dans des cavités lenticulaires. Les cellules sont disposées en groupes de quatre et sont appelées chondrocytes. Ce type de tissu se divise en : hyalin, élastique et fibreux.

### *Tissu osseux*



Foto 7

Le tissu osseux (Figure 7) est un type particulier de tissu conjonctif, qui assume une fonction de soutien structurel de l'ensemble de l'organisme. Sa caractéristique principale est celle de posséder une matrice extracellulaire

calcifiée, qui fournit au tissu des qualités de compacité et de résistance remarquables. La matrice contient également des fibres, particulièrement élastiques, qui confèrent au tissu un certain degré de flexibilité, et bien évidemment des cellules appelées ostéoblastes. En fonction de l'organisation de la matrice, le tissu osseux peut être divisé en deux sous-types : *tissu osseux lamellaire* et *tissu osseux non lamellaire*.

- Le tissu osseux non lamellaire est présent chez les volatiles, tandis que les mammifères possèdent la version immature du tissu osseux, présent uniquement en phase de développement de l'organisme, pour être ensuite remplacé par le tissu lamellaire lors de la croissance. Dans ce type de tissu, la matrice calcifiée n'est pas organisée en structures définies, mais se présente comme désordonnée et irrégulière.

- Le tissu osseux lamellaire est présent en revanche dans l'organisme adulte et se caractérise par le degré élevé d'organisation des composants de la matrice, qui sont disposés en couches, appelées justement *lamelles*, très ordonnées. Il peut à son tour se subdiviser en deux types, selon le mode d'organisation des lamelles : tissu osseux spongieux et tissu osseux compact.
  - Dans le tissu osseux spongieux, les lamelles constituent des structures ramifiées appelées *spicules* ; c'est pourquoi, au moment de l'examen optique, celui-ci apparaît comme une masse spongieuse riche en cavités intercommunicantes.
  - Dans le tissu osseux compact, en revanche, les lamelles forment des structures concentriques, appelées ostéons, apposées les unes aux autres de manière à laisser une seule lacune centrale.

### *Sang*

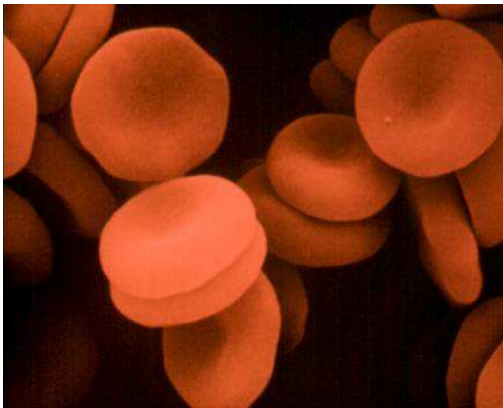


Foto 8

Le *sang* (Figure 8) est un tissu fluide contenu dans les vaisseaux sanguins des vertébrés. Le sang possède une composition complexe et peut être considéré comme une variété de tissu conjonctif. Il est formé par une partie liquide et une partie

corporelle, constituée de cellules ou de fragments de cellules.

### *Lymphe*



Foto 9

La lympe (Figure 9) est un autre tissu fluide, qui circule dans le système lymphatique. Elle se distingue du sang

par la composition moléculaire du plasma, mais également par son contenu cellulaire : la lymphe ne contient pas de globules rouges, mais principalement des lymphocytes.

Après cette classification importante, qui permet d'obtenir un cadre anatomo-physiologique très clair, il est indispensable d'approfondir en détails la composition des fibres protéiques insolubles présentes dans le tissu conjonctif lâche proprement dit et la matrice extracellulaire.

### Les fibres collagènes

Ces fibres sont les plus abondantes et affichent une couleur blanche dans le tissu où elles sont majoritairement présentes (par ex. tendons, aponévroses, capsules, etc.). Celles-ci forment la structure de nombreux organes et constituent les composants les plus résistants de leur stroma. Les fibres de collagène se présentent comme des molécules longues et parallèles, structurées en microfibrilles constituées de tropocollagène, qui à son tour est composé de chaînes  $\alpha$  qui forment des fibrilles longues et tortueuses, liées par une substance fondamentale contenant des hydrates de carbone. Les fibrilles de tropocollagène ont une longueur de 280 nm et une épaisseur de 1,5 nm et chaque molécule est constituée de 3 chaînes  $\alpha$  de 1 000 acides aminés. Ces fibres ainsi constituées sont très flexibles mais non extensibles et présentent une résistance à la traction nettement supérieure à celle de l'acier. Il existe différents types de chaînes  $\alpha$  qui génèrent environ 20 types de collagène différents. Le tableau ci-dessous présente les types de collagènes les plus représentés dans notre organisme

Collagène de type I : conjonctif proprement dit, os, dentine et ciment (fibroblastes, ostéoblastes, odontoblastes, cémentoblastes).

Collagène de type II : fibres fines, presque exclusif du cartilage hyalin et élastique (chondroblastes).

Collagène de type III : fibre réticulaire, largement glycosilé, forme des fibrilles de 0,5-2,0  $\mu\text{m}$  pouvant être colorées avec des réactifs pour sucres (réaction de PAS), (fibroblastes, cellules des muscles, hépatocytes).

Collagène de type IV : ne forme pas de fibrilles et ne présente pas de bandes de 67 nm. Forme des trames de protocollagène qui s'unissent et constituent la trame de la membrane de base (c. épithéliales, muscle, c. de Schwann).

Collagène de type V : forme des fibrilles fines qui s'unissent avec les fibrilles de collagène de type I (fibroblastes, cellules mésenchymateuses).

Collagène de type VII : Forme de petits ensembles appelés fibrilles d'ancrage, qui fixent la membrane de base aux fibres de collagènes I et III sous-jacentes (cellules épidermiques).

Cette structure résistante est formée par une séquence répétée de trois acides aminés. Un acide aminé sur trois est de la glycine, un petit acide aminé qui s'insère parfaitement dans l'hélice. La plupart des positions restantes dans la chaîne sont occupées par deux acides aminés inattendus : la proline et sa version modifiée, l'hydroxyproline. La figure ci-contre montre seulement un segment réduit de la molécule entière de la chaîne  $\alpha$ .

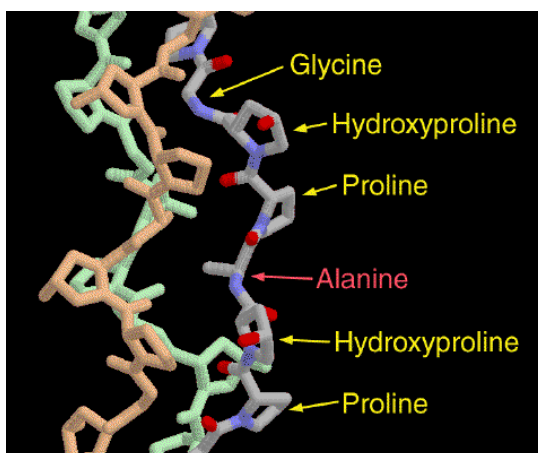


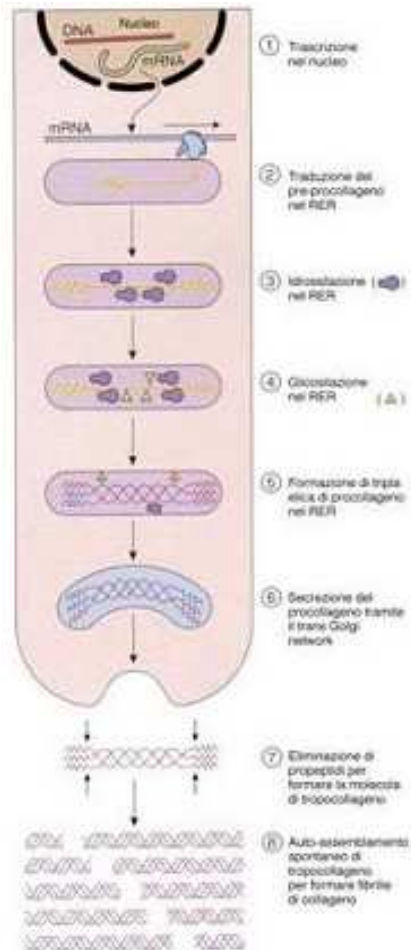
Foto 10

Cette découverte a été importante pour deux raisons : tout d'abord, on a compris comment l'élasticité était conférée à la molécule, puis comment intervenait en partie sa dénaturation. En effet, si on remplace l'hydroxyproline par un autre acide aminé, comme l'alanine, cela crée un

obstacle stérique avec les chaînes voisines, entraînant une altération de sa fonction structurelle. (Figure 10) Il a été particulièrement opportun de découvrir que la proline était aussi courante, car celle-ci forme une pliure au niveau de la chaîne polypeptidique difficile à contenir dans les protéines globulaires normales, ce qui se traduit par une capacité très élevée à la traction. L'hydroxyproline, critique en ce qui concerne la stabilité du collagène, est synthétisée en modifiant l'acide aminé proline après la constitution de la chaîne de collagène. La réaction requiert de la vitamine C pour permettre l'adjonction d'oxygène. Malheureusement, notre organisme n'est pas à même de synthétiser la vitamine C de manière autonome. Par conséquent, celle-ci doit être ingérée par l'alimentation, autrement les conséquences pourraient être désastreuses. En effet, la carence de vitamine C ralentit la production d'hydroxyproline et stoppe la constitution de nouveau collagène, provoquant dans les cas les plus extrêmes des maladies graves comme le scorbut. Les symptômes du scorbut, tels que la perte des dents et la desquamation de la peau, sont dus au manque de collagène nécessaire pour réparer les petites lacérations provoquées par les activités quotidiennes. Une alimentation altérée riche en sucres raffinés et gras saturés peut également endommager la structure collagène car les sucres en excès peuvent s'unir aux acides aminés qui forment la structure en altérant et en déformant cette dernière, qui perd ainsi une grande partie de sa fonctionnalité.

L'espace entre les fibres augmente, la structure apparaît hétérogène et ne présente plus un aspect compact, typique du jeune âge. De plus, sa structure stœchiométrique représente une cible optimale pour les radicaux acides.

Le collagène représente environ 30 % des protéines totales et peut se modifier selon les conditions environnementales et fonctionnelles, assumant des degrés variables de rigidité. Le collagène est produit par les fibroblastes avec la synthèse protéique qui



intervient jusqu'à l'étape de formation des propeptides du tropocollagène. (Figure 11) Ensuite, celui-ci est exocyté et à travers des exopeptidases présentes dans la matrice, les propeptides sont éliminés et les molécules de tropocollagène s'assemblent par les « collagénines » selon le type de collagène pour lequel la synthèse est requise.

Foto 11

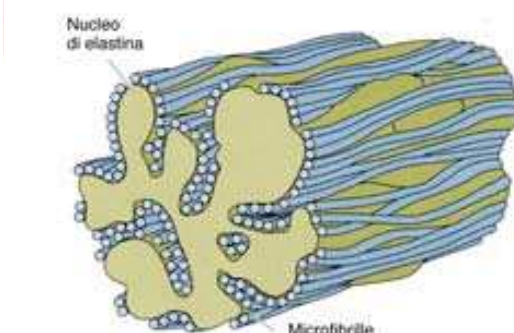
Les fibres élastiques.

Foto 12



Les fibres élastiques (Figures 12-13) sont produites par les fibroblastes du tissu conjonctif et par les cellules musculaires lisses des vaisseaux sanguins. Ces fibres fines peuvent s'étirer d'une fois et demie leur longueur. Elles sont constituées de

Foto 13



microfibrilles d'élastine et de fibrilline, organisées selon une disposition très ordonnée. L'axe central des fibres est constitué d'élastine, protéine composée principalement d'acides aminés tels que la glycine, la lysine, l'alanine, la valine et la proline, et est entouré d'une gaine de microfibrilles de fibrilline d'un diamètre de 10 nm. Les chaînes d'élastine sont alignées et unies de manière à ce que 4 molécules d'élastine de 4 chaînes différentes forment des liaisons covalentes (liaisons croisées de desmosine). La fibrilline est une glycoprotéine très diffuse surtout dans les vaisseaux artériels et veineux. Comme mentionné précédemment, la caractéristique principale de ces fibres est leur degré élevé d'élasticité : celles-ci peuvent en effet supporter des torsions et des tensions significatives, en se déformant pour ensuite retourner à leur état détendu d'origine. Il est important de préciser qu'il s'agit d'une déformation passive : ces fibres, en effet, modifient leur extension seulement par des facteurs externes de pression ou suite à la contraction de fibres musculaires. Les fibres élastiques peuvent également s'unir en donnant naissance aux *lames* ou *membranes élastiques* lorsqu'est requise une plus grande déformabilité, comme dans la tunique moyenne des vaisseaux sanguins. Elles se teintent avec l'orcéine, qui leur confère une couleur marron caractéristique.

### Fibres réticulaires.



Foto 14

Les fibres réticulaires (Figure 14) sont constituées également de chaînes de collagène, mais sont organisées de manière à former un enchevêtrement ramifié plutôt que des faisceaux, passant sur deux niveaux ou de manière tridimensionnelle. Par rapport au collagène, les fibres réticulaires sont plus

fines et présentent une composition glucidique plus importante, réagissant

positivement et faiblement à la technique de coloration PAS. Puisque ces fibres sont fines, elles peuvent être mises en évidence grâce à l'imprégnation argentine ; c'est pourquoi elles sont également appelées *fibres argyrophyles*. Celles-ci forment des trames dans des organes pleins tels que le foie.

Après avoir discuté de la constitution anatomique et physiologique des composants mécaniques du tissu conjonctif, il est indispensable de prendre en considération, et ce de manière très détaillée et approfondie, la composition et la fonction de la matrice extracellulaire. En effet, les découvertes les plus récentes placent la question de ses fonctionnalités et de ses capacités de relation avec les autres systèmes sous un nouveau jour.

## La matrice extracellulaire

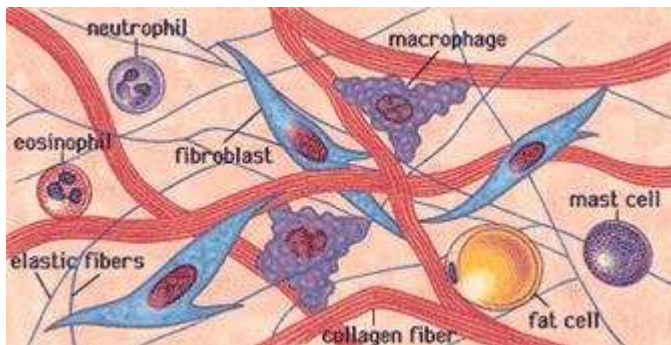


Foto 15

La matrice (Figure 15) qui constitue la substance intercellulaire du tissu conjonctif lâche est formée par une substance fondamentale amorphe très visqueuse, où se

trouve une eau abondante, qui provient, par diffusion, des capillaires sanguins présents dans le tissu. La matrice contient un grand nombre de molécules organiques,

mucopolysaccharides, polymères complexes de certains sucres, glycosaminoglycanes et glycoprotéines adhésives. Ces composés

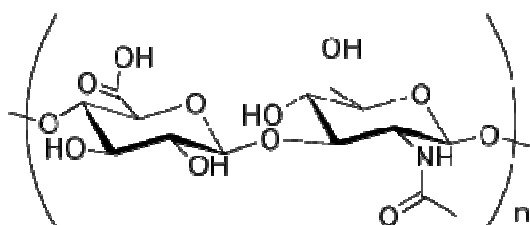


Foto 16

s'unissent à d'autres molécules organiques, les protéines, et constituent des composés ramifiés appelés mucoprotéines ou protéoglycane. Parmi les mucopolysaccharides figurent l'acide hyaluronique, (Figure 16) la chondroïtine sulfate, la kératine sulfate et l'héparine. La matrice extracellulaire étant ainsi composée d'une substance fondamentale et de fibres, sa fonction principale est de résister à la pression par l'hydratation adéquate de son « gel » tandis que la fonction principale des fibres qui la composent est de résister à la traction. En outre, la présence d'eau permet et facilite la diffusion des substances nutritives et des gaz et constitue par conséquent une couche communicante entre les vaisseaux sanguins et les tissus sous-jacents. Les glycosaminoglycane ou GAG sont de longues chaînes d'unités disaccharidiques répétées et chargées négativement car riches en groupes sulfhydriques et très hydrophylques. Les GAG lient ainsi les cations  $\text{Na}^+$  qui, en

réclamant de l'eau, hydratent la matrice (par ex. N acetyl-glucose-amine).

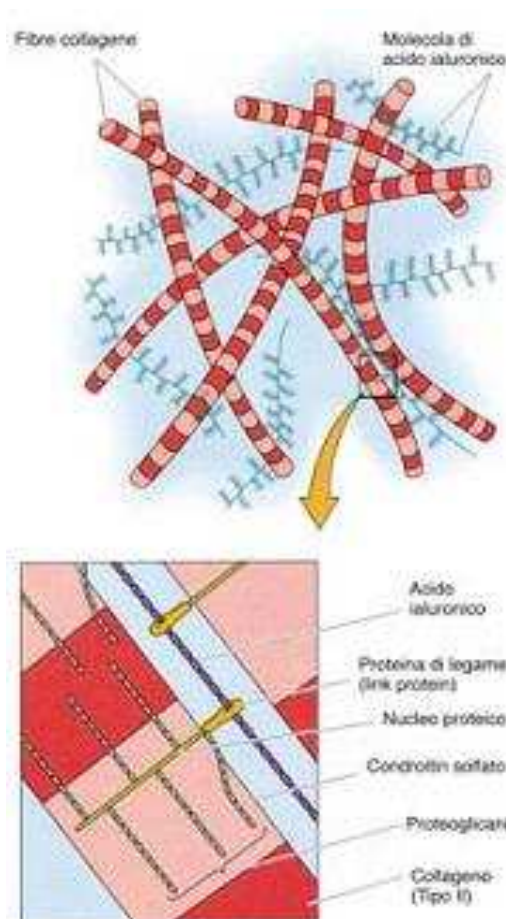


Foto 17

Les protéoglycane (Figure 17) sont des protéines sur lesquelles se lient de manière covalente des glycosaminoglycane. Comme ces derniers, les protéoglycane sont sulfurés. Ceux-ci sont souvent associés à l'acide hyaluronique par certaines protéines qui assument la fonction de pont entre ces derniers, et sont responsables de la

gélification de la matrice extracellulaire (barrière à la diffusion des liquides ou formation du « bouton » après injection) et servent de récepteurs pour certaines hormones. Les glycoprotéines adhésives sont des protéines glycosylées avec de nombreux sites de liaison pour les différents composants de la matrice extracellulaire, ainsi que pour les protéines de la surface de la membrane (intégrines). Les principales glycoprotéines sont la fibronectine, la laminine et l'entactine.

Grâce à une analyse plus approfondie de ce composant, il a été découvert puis mondialement reconnu que les conditions de la partie fibreuse et de la substance fondamentale du système conjonctif sont déterminées en partie par la génétique et en partie par des facteurs environnementaux, notamment la nutrition et l'exercice physique. Les fibres protéiques peuvent en effet se modifier selon les exigences environnementales et fonctionnelles. La substance fondamentale modifie continuellement son état, devenant plus ou moins visqueuse (de fluide à visqueux jusqu'à l'état solide), en fonction des exigences organiques spécifiques. Pouvant être présente en grande quantité, comme le liquide synovial articulaire et l'humeur vitrée oculaire, celle-ci est en réalité présente dans tous les tissus. Le tissu conjonctif, en vertu de tous les composants pouvant contenir de l'eau, unir les ions, former des liaisons faibles ou covalentes entre ces derniers, modifie ses propres caractéristiques structurelles à travers *l'effet piézoélectrique*, c'est-à-dire : toute force mécanique créant une déformation structurelle et étirant les liaisons moléculaires en produisant un léger flux électrique (charge piézoélectrique). Cette charge peut être le « primum movens » de nombreuses actions cellulaires entraînant des modifications biochimiques. D'un point de vue mécanique, la MEC permet d'amortir et de répartir les forces de tension dues au mouvement et à la gravité, en maintenant simultanément la forme des différents composants du corps à travers une vaste gamme de possibilités

qui varie de la rigidité d'une structure à compression continue à l'élasticité d'une structure à tenségrité, c'est-à-dire une structure où participent des structures élastiques et rigides comme dans le tissu squelettique.



Foto 18

Dans le système aponévrotique-musculo-squelettique (Figure 18), les parties soumises à une compression, les os, poussent vers l'extérieur contre les parties en traction (myofascia) qui poussent vers l'intérieur. Ces structures présentent une stabilité plus élastique par rapport à celles à compression continue et plus elles sont chargées plus elles deviennent stables. Tous les éléments interconnectés d'une structure à tenségrité se disposent à nouveau, en réponse à une tension locale.

C'est en réalité seulement en apparence que le squelette constitue une structure à compression continue, car les os poussent sur des surfaces glissantes (cartilages articulaires), qui, sans le soutien myofascial, ne peuvent pas se soutenir. Ainsi, modifier la tension des tissus mous signifie modifier la disposition des os et la variation minimale d'un « angle » organique se transmet mécaniquement et piézoélectriquement, par la trame de tenségrité, sur toutes les parties du corps restantes.

La matrice extracellulaire fournit également le milieu chimico-physique pour les cellules qu'elle entoure, en formant une structure à laquelle celles-ci adhèrent et au sein de laquelle elles peuvent se déplacer en maintenant un milieu ionique hydraté et perméable adéquat, à travers lequel se répandent les métabolites. La densité de la matrice fibreuse et la viscosité de la substance fondamentale (due aux GAG,

mucopolysaccharides, protéoglycanes et tous les composés décrits précédemment, entraînent le libre flux des substances chimiques entre les cellules en empêchant dans le même temps la pénétration des bactéries et des particules inertes. En associant une petite variété de fibres au sein d'une matrice qui varie son état de fluide à visqueuse, puis solide, les cellules conjonctives répondent aux exigences de flexibilité et de stabilité, de diffusion et de barrière. Des « obstructions » locales, comme les adhérences fasciales, qui peuvent provenir d'efforts excessifs ou d'un manque d'exercice, traumatismes, etc. contraignent les cellules à avoir un métabolisme altéré qui est rétabli à la normale une fois les causes éliminées. De plus, l'étude de l'effet piézoélectrique cellulaire a permis de créer d'excellents instruments de physiothérapie qui, en agissant sur la redistribution des charges électriques de la membrane, entraînent le retour à la normalité, surtout dans les conditions pathologiques décrites précédemment.

## Les intégrines

La haute technologie de la microscopie électronique a permis de dévoiler de nombreux secrets sur la constitution de la membrane cellulaire, du point de vue de sa structure mais également de sa fonctionnalité. Compte tenu de la constitution de la membrane cellulaire et de son cytoplasme, il est important d'attirer l'attention sur le fait que ces deux unités sont étroitement liées. (Figure 19) En effet, nous avons vu que la cellule est constituée de filaments, microtubules, fibres et trabécules formant une structure appelée *matrice cytoplasmique* ou *cytosquelette*.

Dans cette condition, l'espace à disposition est bien restreint pour permettre la

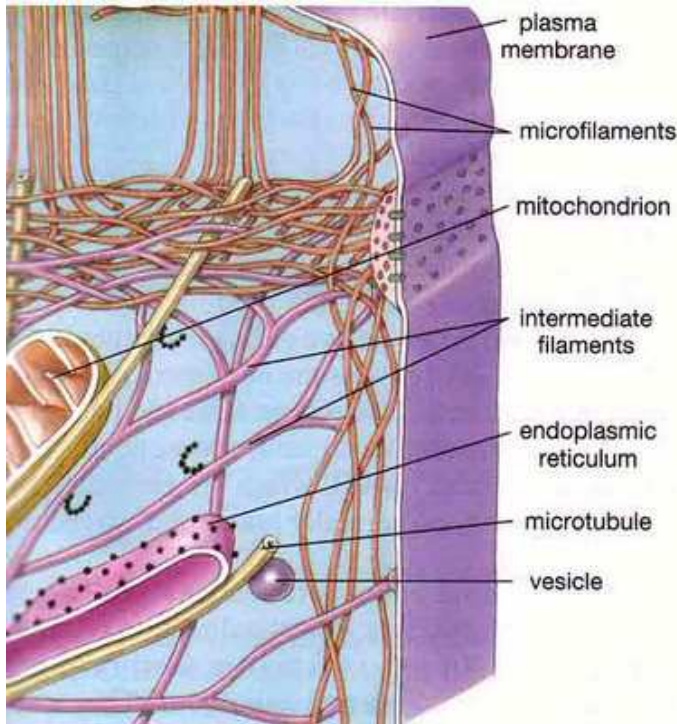


Foto 19

diffusion aléatoire de molécules. De plus, très peu d'eau est présente à l'état libre, étant presque totalement en état de solvation, comme c'est le cas également pour le tissu conjonctif proprement dit. Le cytosquelette est principalement constitué de microfilaments d'actine, une protéine globulaire, et de microtubules de tubuline, une protéine tubulaire.

Microtubules et microfilaments se forment et se désagrègent spontanément lorsque se présentent des conditions environnementales particulières, en présence par exemple d'ions de  $Ca^{++}$  et  $Mg^{++}$ . Dans la première moitié des années 80, on a compris le rôle du cytosquelette dans le soutien de la cellule, afin de permettre les déplacements de la cellule même et des vésicules au sein du cytoplasme et à l'extérieur de la cellule, ainsi que son implication dans les processus de division cellulaire. Ces liaisons particulières qui se créent sont responsables de l'interaction qui se développe entre la matrice extracellulaire et le système du cytosquelette afin de maintenir toutes les structures de notre organisme unies. Il a été découvert que ces liaisons ont une incidence sur les processus physiologiques tels que le développement embryonnaire, la coagulation du sang, la guérison des blessures, etc. Après de telles découvertes, il résulte superflu d'affirmer que les connexions mécaniquement mutantes entre la cellule et la MEC ont

annulé complètement l'idée que les cellules soient des unités distinctes qui flottent dans une substance amorphe. En effet, la double enveloppe de la membrane phospholipidique cellulaire, en plus de présenter une concentration élevée, à l'intérieur comme à l'extérieur, de chémorécepteurs (protéines globulaires avec une structure particulière pour des agents chimiques spécifiques à même de modifier l'activité de la cellule), présente certaines glycoprotéines de membrane à la structure

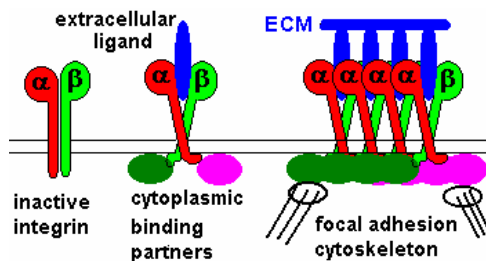


Foto 20

bicaténaire, appelées **intégrines**, qui assument le rôle de *mécanorécepteurs*.

Les intégrines (Figures 20-21-22), en interagissant avec les protéines de la matrice

extracellulaire, surtout les glycoprotéines, facteurs du complément, interleukines et autres, transmettent des tractions et des poussées mécaniques depuis la matrice fibreuse conjonctive extracellulaire au sein de la cellule et vice versa.

Les intégrines apparaissent virtuellement sur chaque

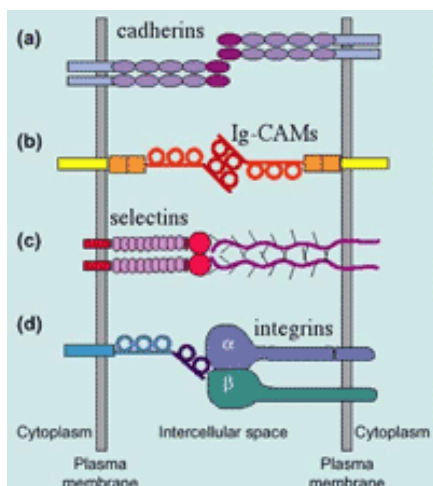
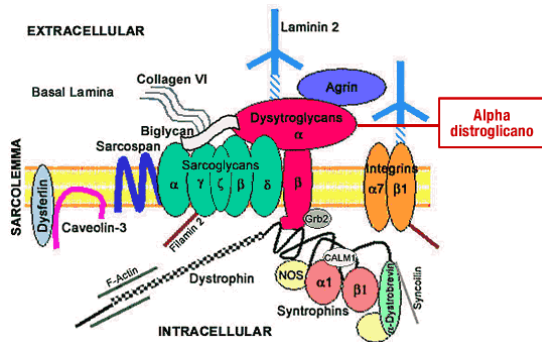


Foto 21

cellule du règne animal et semblent être aujourd'hui

les principaux récepteurs par lesquels les cellules adhèrent à la matrice extracellulaire.

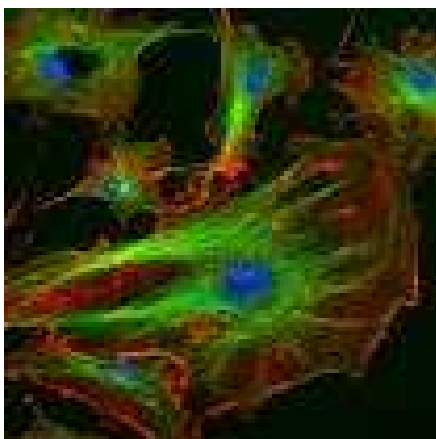
Ceux-ci peuvent mettre en relation d'importants événements d'adhésion de cellule à cellule. De plus, leur capacité de traduire de manière sélective et modulable des signaux à l'intérieur et à l'extérieur de la cellule dans une large variété de types cellulaires, même en synergie avec d'autres systèmes réceptifs, a été démontrée.



Les intégrines sont donc des molécules universelles qui jouent un rôle clé dans les différents processus cellulaires au cours du développement ainsi que dans l'organisme adulte : adhésion et

Foto 22

migration cellulaire, croissance et division cellulaire, survie, apoptose et différenciation cellulaire, soutien au système immunitaire etc. La mécanique des connexions entre la matrice extracellulaire et intracellulaire est obtenue grâce à un certain nombre de liaisons faibles (non covalentes) et indirectes par le biais de protéines « armature » particulières (taline, papaxilline, alpha-actinine, pour citer quelques exemples parmi les plus importantes) qui se rassemblent ou de désassemblent très rapidement (effet « velcro »). Les cellules sont donc unies à travers une matrice qui communique avec ces dernières à travers des liaisons actives et faibles selon une géométrie de tenségrité qui varie constamment en fonction de l'activité de la cellule, de l'organisme ainsi que de la condition de la matrice même. La connexion de la cellule à la matrice extracellulaire est une exigence de base pour former un organisme pluricellulaire. Celle-ci permet à la cellule de résister aux forces de traction sans être éjectée de la MEC. De plus, les intégrines représentent les



structures qui permettent à la cellule la migration dans le substrat extracellulaire.

Ces connexions agissent en faisant changer la forme de la cellule (Figure 23) et par conséquent ses propriétés physiologiques. Les études réalisées par Ingber et publiées dans la revue

Foto 23

« Scientific American » en 1998 ont démontré en effet qu'en modifiant simplement la forme cellulaire, il était possible de déclencher différents processus génétiques. Contraignant les cellules à assumer différentes formes en les plaçant sur des « îles adhésives » composées de matrice extracellulaire, les cellules plates, étirées, avaient plus de probabilités de se diviser, interprétant cet état comme une nécessité d'avoir plus de cellules pour remplir l'espace environnant (comme c'est le cas par exemple pour les blessures). Les cellules arrondies, qui ne peuvent s'étirer, en revanche, mais se comprimer, activaient un programme d'apoptose pour éviter un entassement, comme c'est le cas en général dans les tumeurs. Lorsqu'en revanche le stimulus était modulé, les cellules exerçaient des activités physiologiques spécifiques selon leur provenance et leur différenciation (les cellules capillaires formaient des vaisseaux, les cellules hépatiques sécrétaient des substances hépatiques, etc.). La plupart de ces études concerne surtout les mécanismes intrinsèques qui interviennent dans les tumeurs au sens large. En effet, une étude de 2005 centrée sur les intégrines et les tumeurs, publiée dans « Cancer cell », a mis en évidence un lien entre la rigidité des tissus et la formation des tumeurs, soulignant la manière selon laquelle les forces mécaniques peuvent réguler le comportement cellulaire en influençant les signaux moléculaires qui régissent la diffusion des cellules néoplasiques. Les chercheurs ont examiné des cellules tumorales en phase de développement au sein d'un système gélatineux tridimensionnel, dans lequel la rigidité pouvait être contrôlée soigneusement. Il a été découvert que même une légère augmentation de dureté de la matrice extracellulaire environnante perturbait l'architecture des tissus et en favorisait la croissance en promouvant l'adhésion focale et l'activation des facteurs de croissance. Il est évident que tous ces processus complexes font désormais l'objet d'études et d'approfondissement. En résumant les concepts exposés jusqu'alors, il est clair et mondialement reconnu par toutes les communautés scientifiques que le tissu

conjonctif est en réalité un système reliant l'ensemble des différents systèmes de notre organisme. Celui-ci forme un réseau ubiquiste, à la structure de tenségrité qui entoure, soutient et relie toutes les unités fonctionnelles de l'organisme, participant de manière importante à son métabolisme. L'importance physiologique de ce tissu est en réalité plus élevée que ce que l'on pense. Celui-ci participe à la régulation de l'équilibre acido-basique, du métabolisme hydrosalin, de l'équilibre électrique et osmotique, de la circulation sanguine et de la conduction nerveuse. Il regroupe de très nombreux récepteurs sensoriels, y compris les extérocepteurs et les propriocepteurs nerveux : il détermine anatomiquement et fonctionnellement les muscles, en les structurant en chaînes myofasciales, assumant ainsi un rôle fondamental au sein du système de l'équilibre et de la posture. En effet, c'est justement dans le système conjonctif que s'enregistrent la posture et le mode de mouvement à travers la mécanique conjonctive, qui a plus d'incidence que les mécanismes réfléchis des fuseaux neuromusculaires et des organes tendineux de Golgi (organes de sens proprioceptifs à travers lesquels le système nerveux s'informe au sujet de ce qui intervient au niveau du tissu myofascial). Le système conjonctif exerce également une action de barrière à la diffusion de bactéries et de matières étrangères comportant des cellules du système immunitaire, comme les plasmocytes, macrophages et autres. Il possède également de grandes capacités réparatrices post traumatismes, lésions et perte de substance. Contrairement au complexe mécanique d'interaction qui intervient dans le système nerveux ou endocrinien et immunitaire, celui du système conjonctif présente une modalité d'interaction plus archaïque mais non moins importante, qui est la communication mécanique. Celui-ci tire et pousse « simplement » en communiquant ainsi de fibre à fibre, de cellule à cellule et de milieu interne et externe à la cellule et vice versa, à travers la trame fibreuse, la substance fondamentale et les systèmes sophistiqués de traduction du signal mécanique. Au cours de la dernière décennie, ce

type de communication a commencé à être étudié avec une attention particulière en vertu du développement de la technologie instrumentale et biochimico-immunoenzymatique. En outre, il faut considérer que le système conjonctif est le substrat intégré indispensable sur lequel peuvent interagir les autres systèmes, nerveux, endocrinien et immunitaire. Dans le même temps, ces derniers peuvent entraîner de profondes modifications du système conjonctif, comme par exemple dans les processus de cicatrisation et inflammatoires ou simplement, en considération des modifications fasciales déterminées par les muscles par le biais du système nerveux en phase de contraction (on peut considérer la totalité du muscle comme une unique gélatine qui modifie rapidement son état en réponse à un stimulus nerveux, contenue au sein de 650 poches conjonctives). Dernier élément et non des moindres, *l'alimentation* constitue un autre facteur clé ayant une incidence prépondérante sur le système conjonctif. L'ingestion inappropriée de macro et de micro-éléments entraîne des altérations très importantes avec des répercussions sur l'ensemble de l'organisme pouvant être très graves. Par exemple, le scorbut, provoqué à cause d'une carence en vitamine C, lorsque les fibroblastes ne synthétisent plus le collagène, ou la perte de solvatation et gélification due à une carence des GAG et des autres protéines de la matrice.

En résumant ce bref exposé, nous avons vu que l'organisme humain fonctionne donc comme une trame intégrée qui relie les différents organes et systèmes. Les codes sont les mêmes et le substrat est commun à toute la trame. Que ce soit des circuits cérébraux, stimulés par les émotions, les pensées, des circuits neurovégétatifs, stimulés par des sollicitations ou des réactions d'organes ou de systèmes, des organes endocriniens ou immunitaires ou des tensions mécaniques conjonctives, par un mouvement et une activation musculaire, qui émettent des messages, ces derniers,

dans leur partie fondamentale, seront reconnus par tous les composants de la trame. Le langage est unique, la liaison est intégrée et à double sens. On peut donc en déduire que tout stimulus suscité peut exploiter cette possibilité de pluralité d'entrées à la « grande connexion ». Sur la base de cette affirmation, en effet, les interventions peuvent être multiples : éducation alimentaire, pharmacothérapie, thérapies physiques, thérapies instrumentales, techniques corporelles et ergonomiques. L'objectif de l'intervention thérapeutique est de favoriser le rétablissement de la communication physiologique équilibrée entre les systèmes. L'importance de la recherche future dans ce domaine apparaît clairement. Nous ne pouvons faire abstraction de l'étude du système conjonctif afin de comprendre pleinement le comportement physiologique global et local. L'étude de la biochimie ne peut être simplifiée en séquences linéaires de réactions chimico-physiques mais il est nécessaire de considérer l'habitat actif et dynamique où la « chimie de la vie » a lieu, c'est-à-dire le matériel que les biochimistes écartent en purifiant les enzymes « solubles » et à travers lequel les chirurgiens se frayent un chemin lors de leurs interventions : *Le système conjonctif*.

### Développement et évolution du massage conjonctif mécanisé

Compte tenu de toutes ces considérations anatomo-physiologiques, la manière selon laquelle Mme Dicke a pu obtenir des résultats extraordinaires et la façon dont elle a permis à sa méthode d'obtenir une diffusion aussi vaste dans le monde est beaucoup plus claire. De toute évidence, les résultats étaient directement proportionnels à la connaissance de l'anatomie et de la physiologie de l'opérateur, et surtout à sa dextérité. À la fin des années 1970 et au début des années 1980, se développe en France un appareil électromédical pour réaliser une physiothérapie mécanisée visant à réduire au minimum les différences de résultats entre les opérateurs ou pour le même opérateur si on comparait les résultats du premier patient traité avec le dernier,

garantissant la reproductibilité continue du résultat. Grâce à cette remarquable découverte et à la capacité de la machine d'effectuer un « massage conjonctif total body », cet appareil a connu un incroyable succès pendant 20 ans, surtout dans le domaine de l'esthétique (méthode Endermologie). Bien que progressant dans l'utilisation du traitement mécanisé, certains résultats ne satisfaisaient pas les objectifs attendus.

Grâce aux découvertes admirables d'un chirurgien plasticien reconstructeur français,

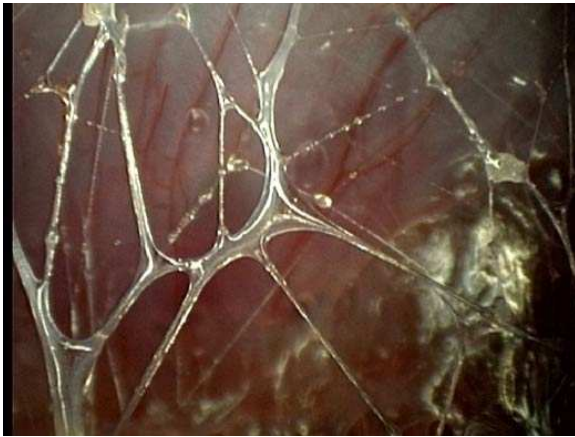


Foto 24

Jean-Claude Guimberteau, une nouvelle vision anatomo-structurale du tissu conjonctif, en accord avec les dernières découvertes mentionnées précédemment, a été proposée. En effet, Guimberteau, intrigué par la multitude de mouvements de la main et

de la capacité de la peau à s'adapter parfaitement à des changements soudains de forces et de tractions, a constaté, à l'aide d'une micro-caméra vidéo de son invention, que le système conjonctif in vivo apparaissait comme un réseau tridimensionnel,



Foto 25

constitué de fibres collagènes portantes et d'autres coulant les unes entre les autres, disposées de manière à délimiter des espaces qu'il a appelés « microvacuoles ». (Figure 24) La présence des fibres collagènes était déjà largement démontrée lors des

interventions de dissection, où il était possible d'observer une série de filaments partant du fascia fibreux, entourant toute la structure sans cependant leur attribuer aucune fonction au-delà de celle de faire adhérer en profondeur la couche sous-cutanée au fascia musculaire. (Figure 25)

## Le nouveau concept : la microvacuole

Ces structures, en revanche, « enveloppées » d'une substance fondamentale

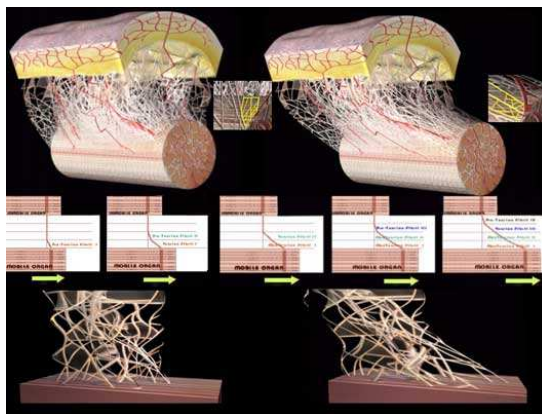


Foto 26

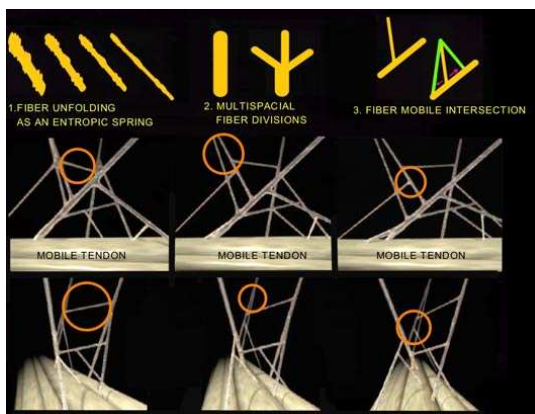


Foto 27

contenant tous les composants de la matrice extracellulaire, permettent, selon Guimberteau, d'amortir et de décomposer les lignes de force dues à la gravité et à la dynamique du mouvement lors de son exécution (Figure 26).

Notamment, cette structure préserve et maintient le flux sanguin constant même dans des conditions extrêmes, par exemple un soulèvement de poids. Cette faisabilité s'explique facilement par la théorie de la tenségrité, qui permet à l'ensemble du tissu de maintenir une stabilité structurelle en état statique ou, a

fortiori, en mouvement. On peut voir comment, à travers la cytoarchitecture de l'unité alvéolaire lors du mouvement, toutes les structures concernées agissent en synergie et pas seulement. En effet, les fibres de collagène glissent les unes sur les autres selon les niveaux et les lignes de force lors du mouvement (Figure 27), permettant à toute

la structure de participer en décomposant et en diffusant l'incidence de la force sur la structure même ou sur plusieurs structures. Il s'agit d'un système collagène multi-micro-vacuolaire d'absorption dynamique.

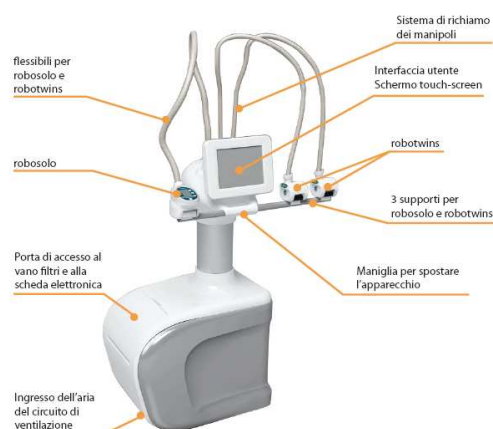
Le tissu conjonctif vacuolaire est un tissu mobile, global, réparti ; ce dernier occupe tous les niveaux, recouvre les lobules adipeux et s'infiltré entre les fibres musculaires. Il s'agit d'un système de glissement optimal, sans secousse et sans sollicitation sur les tissus périphériques ; celui-ci assure la continuité de la trame tissulaire vivante et régule les forces physiques intracorporelles. La pression intramicrovacuolaire en constitue l'unité de base. Sa structure collagène est un système constitué de fibres, fibrilles et sous-fibrilles, qui se divisent, s'étendent, se rétrécissent, résistent et glissent les unes sur les autres. Les tensions et les pressions sont réparties dans tous les sens; la structure fibrillaire s'incline en 3D. Ce tissu est constitué de milliards de microvacuoles, dont les dimensions varient de quelques microns à quelques dizaines de microns, organisées selon une disposition chaotique, à l'aspect fragmentaire, d'apparence similaires mais toutes uniques. Le volume vacuolaire constitué par les croisements des fibres est concevable uniquement dans les 3 dimensions de l'espace. La vacuole est un volume comprenant des parois, une forme, des côtés et un contenu. Il s'agit d'un milieu fibrillaire polyédrique avec un gel à l'intérieur, constitué d'une substance fondamentale.

Les fibres qui constituent la structure de chaque vacuole sont en continuité les unes avec les autres et sont composées essentiellement de collagène de type 1 (70 %), type 3 et 4, mais également d'élastine (environ 20 %). Elles contiennent aussi un pourcentage élevé de lipides (4 %).

Celles-ci partent dans toutes les directions sans aucun schéma préétabli ni selon un rapport logique quelconque. Elles sont interconnectées, vibrant les unes avec les autres. De plus, la constitution des microvacuoles expliquerait également comment un

dommage peut avoir lieu sur les structures portantes en cas d'excès de liquides, de traumatismes, de déplétion hydrique, et comment un problème local pourrait avoir une répercussion générale et vice versa. La condition d'« inflammation » qui est bien connue, en libérant localement avant et en général après, des enzymes lytiques, lymphokines, facteurs du complément, activation de macrophages et lymphocytes, ainsi que toute une série d'activités immuno-enzymatiques, a une incidence sur le changement de la condition cytosolique de la matrice extracellulaire et du cytoplasme cellulaire des structures concernées en entraînant comme premier effet une altération du mécanisme cellulaire qui se répercute sur la capacité de maintenir la fonctionnalité de la microcirculation avec œdème interstitiel. À partir de ce moment, si l'organisme n'est pas à même d'y remédier, une série d'événements en cascade, de plus en plus importants, se déclenche, pour arriver à des conditions très graves telles qu'un bouleversement structurel comme dans le cas des maladies musculo-squelettiques dégénératives. C'est pourquoi il est toujours indispensable d'essayer de prévenir ou de limiter les « dommages provoqués » en phase initiale et/ou rétablir les conditions initiales d'homéostasie, en éliminant tous les facteurs de risque comme la consommation de tabac, l'abus de substances alcoolisées, l'excès alimentaire, surtout de gras saturés, la sédentarité, en bref en adoptant un style de vie sain. Enfin, tous ces facteurs contribuent au « vieillissement » de l'organisme en tout, limitant énormément ses capacités de recouvrement.

Foto 28



## Roboderm® et Icoone

Sur la base de cette nouvelle vision anatomo-structurelle, soutenue par les dernières découvertes scientifiques et associée à l'expérience de technologies précédentes, nous

avons tenté de créer un appareil qui respecte le mieux possible la cytoarchitecture et la fonction de la structure décrite ci-dessus, afin de stimuler de manière sélective le tissu conjonctif et si possible d'atteindre les objectifs fixés. Initialement, la méthode a été utilisée dans le domaine médical, puis, au vu des bons résultats, dans le domaine de l'esthétique et surtout pour la P.E.F.S. Icoone, cet appareil, emploie une nouvelle technologie avancée appelée « Roboderm ».

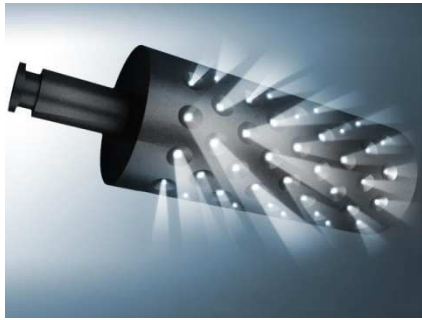
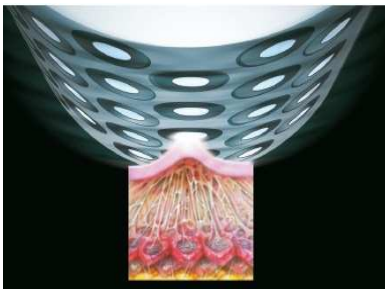


Foto 29

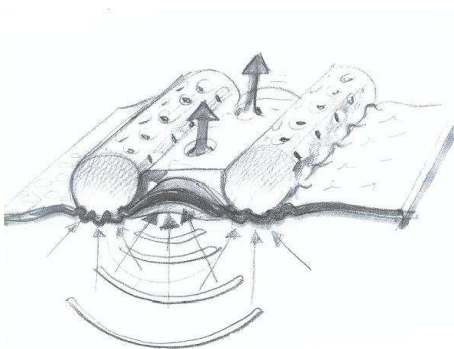
La machine est constituée d'un corps central, auquel sont reliés trois poignées, dont une principale, appelée robosolo, et deux secondaires et identiques, appelées robotwins. (Figure 28)

Chaque poignée est constituée d'une chambre centrale d'aspiration délimitée par deux rouleaux

parallèles dont la surface présente 156 orifices dans le robosolo et 132 dans les robotwins. L'aspiration peut intervenir non seulement depuis la chambre centrale, mais également depuis les orifices des rouleaux (Figure 29) ou uniquement depuis les rouleaux à l'exclusion



de la chambre centrale, selon les indications thérapeutiques du tissu. Grâce à ces caractéristiques techniques, la surface de la peau se trouvant entre les deux rouleaux n'est jamais soumise à une traction ni soulevée en plis, mais stimulée de manière ponctuelle et sans traumatisme, 1 180 fois par  $dm^2$ . Cette caractéristique a été déterminante pour l'élimination de la plupart des effets collatéraux sur le traumatisme vasculaire provoqué que d'autres appareils ont présenté dans les cas précédents. (Figure 30) Un stimulus affecté de cette manière peut se transmettre en profondeur, comme la propagation des ondes sonores, selon le concept de la microstimulation alvéolaire ou fractale. Ce stimulus mécanique, en accord avec la nature de l'effet piézoélectrique généré pour le déplacement de charges ioniques dans la matrice et dans les membranes cellulaires, ainsi que de la réponse mécanique résultant du stimulus des intégrines, favoriserait le rétablissement fonctionnel et le renouvellement de toute la



traumatisme, 1 180 fois par  $dm^2$ . Cette caractéristique a été déterminante pour l'élimination de la plupart des effets collatéraux sur le traumatisme vasculaire provoqué que d'autres appareils ont présenté dans les cas précédents. (Figure 30) Un stimulus affecté de cette manière peut se transmettre en profondeur, comme la propagation des ondes sonores, selon le concept de la microstimulation alvéolaire ou fractale. Ce stimulus mécanique, en accord avec la nature de l'effet piézoélectrique généré pour le déplacement de charges ioniques dans la matrice et dans les membranes cellulaires, ainsi que de la réponse mécanique résultant du stimulus des intégrines, favoriserait le rétablissement fonctionnel et le renouvellement de toute la

structure collagène portante du tissu conjonctif sous traitement. (Figure 31) En effet, si la quantité de vitamine C bio-disponible est présente dans les valeurs normales, le stimulus mécanique est à même d'augmenter le renouvellement cellulaire restructurant. Cet effet a déjà été démontré lors d'une expérience réalisée avec des cochons mexicains génétiquement modifiés, qui a permis de découvrir une augmentation de la quantité de néocollagène ainsi que des capillaires après un massage conjonctif mécanisé.

Foto 31

La technique Roboderm®, étudiée et conçue afin d'exercer sa performance selon la théorie de la microvacuole, est à même de donner un stimulus adéquat et répétitif sans aucune traction des structures sous-jacentes, contrairement à toutes les méthodes précédentes, avec l'objectif atteint d'améliorer l'ensemble trabéculaire de la microvacuole. L'action de la méthode Roboderm® entraîne des modifications très importantes également dans la matrice extracellulaire, stimulant cette dernière de manière à maintenir de bonnes conditions d'hydratation. En effet, si on considère que le collagène est structuré en dehors de la cellule et que le milieu hydrique est maintenu par les GAG et protéoglycanes, on comprend comment l'activation cellulaire entraîne une augmentation de la synthèse protéique destinée au maintien de la condition optimale de la matrice, avec une production continue et en augmentation de ces substances. Nous avons vu que cette condition est indispensable et qu'elle permet la « communication intégrée » entre les différents systèmes. En effet, l'action du traitement réalisé sur tout le corps entraîne une série de réponses. Le stimulus des récepteurs cutanés, à travers les fibres neurosensorielles, transmet le signal qui arrive aux cornes postérieures de la moelle épinière. Depuis les cornes postérieures, le signal parcourt la voie du système extrapyramidal, qui, en se connectant au système

neurovégétatif, est traduit au niveau cortical, entraînant à son tour des réponses locales, comme le relâchement de viscères (l'estomac ou le côlon) ou générales, comme l'augmentation de la perfusion capillaire sous-cutanée par vasodilatation provoquée. La multitude de ces actions, qui agissent en synergie, permet de stimuler de manière trophique toutes les structures concernées par le massage, en maintenant dans les tissus un aspect jeune, élastique et compact.

### Méthode du massage conjonctif avec Icoone



Foto 32

L'appareil est équipé d'un écran tactile (Figure 32) sur lequel apparaissent les programmes de traitement, de plus, le logiciel peut gérer la combinaison de plusieurs programmes afin d'optimiser le traitement sur les différentes

parties du corps. La possibilité de varier les combinaisons d'aspiration depuis la chambre centrale et les rouleaux permet à l'opérateur de modifier, pendant la même séance, l'intensité et la qualité du traitement en respectant mécaniquement les différences structurelles des différentes zones du corps. Avant d'effectuer un cycle de traitement avec Icoone, le patient est soumis à un examen impédancemétrique afin d'évaluer sa composition corporelle (masse maigre, masse grasse, liquides extracellulaires, eau totale, indice de masse corporelle, métabolisme de base). Ces données fournissent une indication précise sur d'éventuelles corrections que le patient doit apporter à son style de vie et sur le choix des programmes à utiliser. Ensuite, on procèdera à des photographies du patient, qui devra porter le slip et la combinaison fournis. Les photos sont réalisées en utilisant comme fond un panneau quadrillé fourni avec l'appareil, en prenant soin de conserver les mêmes conditions d'intensité lumineuse et de distance afin de permettre l'exacte reproductibilité à la fin du

traitement.



Foto 33

Le massage est réalisé après que le patient ait enfilé une fine combinaison moulante (Figure 33), à la fois pour que ce dernier préserve son intimité et sa pudeur, mais également pour uniformiser

et faciliter le contact de la surface

des rouleaux avec les tissus, élément indispensable pour l'obtention d'un résultat optimal. Après un diagnostic adéquat, le patient s'allonge sur le lit d'examen et on procède au choix des programmes de traitement pour les problèmes mis en évidence. Le logiciel de l'appareil élabore le programme configuré en sélectionnant le robosolo ou les robotwins et en affichant une série de paramètres tels que la puissance d'aspiration, la fréquence et le rythme, la vitesse des rouleaux, etc., en garantissant donc à l'opérateur la possibilité de modifier tous les paramètres et les poignées dans le cas où celui-ci jugerait un tel changement opportun. En effet, pour certaines zones du corps comme les fesses, qui présentent une vaste surface concave, l'appareil conseille l'utilisation du robosolo. Cependant, dans le cas où les conditions tissulaires ne permettraient pas une action trop énergique comme celle produite par le robosolo, le massage pourra être effectué à l'aide des robotwins jusqu'à ce que la structure consente l'utilisation de la poignée principale. Il est important d'insister sur le fait que le traitement doit être réalisé en absence totale de douleur. Celui-ci doit être toujours perçu comme une sensation agréable afin de pouvoir stimuler le système neurosensoriel. Pour amplifier ce stimulus, la plupart des programmes de traitement

ont été conçus pour l'utilisation des robotwings afin de donner, tel un massage manuel, la sensation des deux mains opérant ensemble. Comme c'est le cas depuis des millénaires, le massage manuel est toujours effectué en commençant par l'ouverture des ganglions lymphatiques principaux, terminus, aortiques, axillaires, inguinaux et poplités. Le traitement avec Icoone débute toujours par les indications et les manœuvres d'un lymphodrainage, afin d'éliminer les liquides extracellulaires en excès par le biais du système veino-lymphatique. En poursuivant le traitement, de toute évidence, les conditions biomorales et structurelles du tissu changent et c'est pourquoi on utilise différents programmes combinés. De cette manière, chaque zone du corps reçoit le stimulus le plus adéquat. Chaque séance dure environ 30-40 minutes et malgré l'impossibilité d'effectuer le traitement tous les jours, étant donné son caractère délicat, il est conseillé d'opter pour une fréquence de deux séances par semaine. Toutefois, dans des conditions particulièrement importantes d'extravasation lymphatique, il est possible d'effectuer le traitement trois fois par semaine jusqu'à la résolution du lymphangite, pour ensuite poursuivre avec deux séances par semaine. À la fin du traitement, on procède à nouveau à la série de photographies et à l'examen impédancemétrique afin de documenter sans équivoque les résultats obtenus jusqu'alors. Lorsque les conditions initiales sont particulièrement graves et que l'on prescrit un nombre de séances assez élevé, il est conseillé d'effectuer l'examen impédancemétrique et la série de photographies plusieurs fois au cours du cycle de traitement, afin de documenter les résultats obtenus, rassurer le patient en lui faisant part de l'amélioration et permettre également de modifier de manière plus appropriée les paramètres du protocole de traitement. Icoone offre un mode de traitement excellent, voire extraordinaire, de remodelage conjonctif total body ; il ne fait pas maigrir, mais contribue au rétablissement fonctionnel des tissus lors de l'amaigrissement. Ce traitement ne remplace pas l'intervention chirurgicale dans le

cas où celle-ci serait clairement préconisée, mais améliore les résultats en réduisant les temps de guérison et en stimulant les tissus. Pour atteindre les objectifs fixés avec Icoone, il est donc indispensable de réaliser un diagnostic correct, associé à un style de vie sain, c'est-à-dire une alimentation équilibrée et une activité physique adéquate. En effet, si le patient ne participe pas activement, il est impossible d'obtenir les excellents résultats que, d'un point de vue esthétique et fonctionnel, l'appareil peut garantir.

## Conclusions

À partir de cet examen, nous pouvons affirmer que l'appareil électromédical Icoone a été conçu en tenant compte de toutes les découvertes scientifiques les plus récentes et de la technologie actuelle la plus sophistiquée. En outre, Icoone a su mettre à profit des millénaires de pratique, ayant permis de transmettre la technique du massage à nos jours et personne ne peut nier sa valeur thérapeutique, non seulement d'un point de vue médico-fonctionnel, mais également esthétique. Cette mécanisation fractionnée qui le massage est à même de produire a un effet de régularisation sur la microcirculation, de néosynthèse de collagène et d'élastine, de relais au niveau de la matrice extracellulaire, d'activation neurosensorielle et neuromusculaire et de toute évidence son utilisation au fil du temps nous permettra d'en découvrir et d'en évaluer davantage. En considérant également le fait que l'organisme entier renouvelle toutes ses cellules des milliers de fois au cours d'une vie, la microstimulation fractale permet de maintenir une meilleure longévité cellulaire, qui se répercute sur tout l'organisme en conférant un aspect jeune au détriment de l'âge réel. Aujourd'hui Icoone représente le seul appareil électromédical permettant d'obtenir de très bons résultats tout en préservant l'« intimité » et le « contact » qui caractérisent le massage manuel.

## Bibliographie

Ader R. "Psychoneuroimmunology", Accademic press (1981)

Don W. "Fawcett, "Blom & facwsett Trattato di Istologia" McGraw-Hill. (1996)

Hynes R. "Integrins: bidirectional, allosteric signaling machin es "Cell 110 (6) :673 –87 (2002)

Ingber D. "The arhitecture of life". Scientific American January 1998:48-57

Matthew J. PaszeK, et al.; " Tensional homeostasis and the malignant phenotype" Cancer Cell Vol. 8, pp. 241 – 254. DOI 10.1016/j.ccr 2005.08.010 (Settembre 2005)

Myers T.: " Anatomy Trains", Tecniche nuove (2006)

Oschman J.L. : " Energy Medicine: the scientific basis", Churchill Livin gstone (2000)

Rolf I.P. " Rolfing", Edizioni mediterranee (1996)

*Analysis of the Effects of Deep Mechanical Massage in the Porcine Model*  
ADCOCK D., PAULSEN S., JABOUR K., DAVIS S., NANNEY LB., BRUCE SHACK R.  
Plast. Reconstr. Surg. 2001 Jul., 108 (1) ; 233-40.

*Analysis of the Cutaneous and Systemic Effects of Endermologie in the Porcine Model*  
ADCOCK D., PAULSEN S., DAVIS S., NANNEY L., BRUCE SHACK R.  
Aesthetic Surg J 1998, 18 (6) ; 414-22

*Physiological Effects of Endermologie® : a Preliminary Report*  
WATSON J. , FODOR PB., CUTCLIFFE B., SAYAH D., SHAW W.  
Aesthetic Surg J 1999, 19 (1) ; 27-33

*Modifications physiologiques tissulaires après administration d'un comprimé micronisé de "Diosmin/Hesperidin" seul ou en association avec l'Endermologie®*  
LATTARULO P., BACCI P.A., MANCINI S.  
International Journal of Aesthetic Cosmetic Beauty Surgery 2001 Vol. 1, n°2, p. 25-28  
*Modifications tissulaires*

*Use of the microdialysis technique to assess lipolytic responsiveness of femoral adipose tissue after 12 sessions of mechanical massage technique.*  
MONTEUX C., LAFONTAN M.  
Submitted article

*Evidence des modifications cutanées induites par la Technique LPG® via une analyse d'images*  
INNOCENZI D., BALZANI A., MONTESI G., LA TORRE G., TENNA S., SCUDERI N., CALVIERI S.  
DermaCosmetologia Anno II, n°1 – Gennaio/Marzo 2003 ;p. 9-15

*Modifications morphologiques de la peau induites par la Technique LPG®*  
INNOCENZI D., BALZANI A., PANETTA C. MONTESI G., TENNA S., SCUDERI N.,

CALVIERI S.

DERMOtime Septembre/Octobre 2002, anno XIV, n°7/8 ; p. 25-27

*ellulite et remodelage des contours corporels*

*Traitement de la cellulite : Efficacité et rémanence à 6 mois de l'Endermologie objectivées par plusieurs méthodes d'évaluations quantitatives*

ORTONNE J.P., QUEILLE-ROUSSEL C., DUTEIL L., EMILIOZZI C., ZARTARIAN M.

Nouv. Dermatol. 2004; 23 : 261-269

*Endermologie : Taking a Closer Look*

BRUCE SHACK R.

Aesthetic Surg J 2001, 21 (3) ; 259-60

*A combined Program of Small-volume Liposuction, Endermologie and Nutrition : A Logical Alternative*

DABB R.W.

Aesthetic Surg J 1999, 19 (5) ; 388-97

*Endermologie and Endermologie-assisted Lipoplasty Update*

FODOR P.B.

Aesthetic Surg J 1998, 18 (4) ; 302-04

*Noninvasive Mechanical Body Contouring : Endermologie*

*A One-Year Clinical Outcome Study Update*

CHANG P., WISEMAN J., JACOBY T., SALISBURY AV., ERSEK RA.

Aesth. Plast. Surg. 1998, 22 ; 145-53

*Noninvasive Mechanical Body Contouring : A Preliminary Clinical Outcome Study*

ERSEK R.A., MANN GE., SALISBURY S., SALISBURY AV.

Aesth. Plast. Surg. 1997, 21 ; 61-67

*Endermologie (LPG) : Does It Work ?*

FODOR P.B.

Aesth. Plast. Surg. 1997, 21 ; 68

*Endermologie (the LPG Technique) and cellulite : my clinical practice*

KINNEY B.

Journal of Cutaneous Laser Therapy - 2001; 3 : 13-50

*Endermologie pour traiter la cellulite*

MITZ V.

Le concours Médical; 15 Novembre 1997, p. 119-136

*Device Appears to Help Reduce Cellulite (The Endermologie System)*

MAURER K.

Skin & Allergy News; August 1997, Vol. 28, n°8

*Utilisation du palper-rouler mécanique en Médecine Esthétique*  
VERGEREAU R.  
J. Méd. Esth. et Chir. Derm., Vol XXII, 85, mars 1995, p. 49-53

*Une nouvelle méthode instrumentale du traitement de la cellulite*  
DAVER J.  
Médecine au féminin 1991, n°39, p.25-34

*Endermologie after External Ultrasound-assisted lipoplasty (EUAL) versus EUAL alone*  
LA TRENTA G., MICK S.  
Aesthetic Surg J 2001, 21 (2) ; 128-36

*Endermologie versus Liposuction with External Ultrasound Assist*  
LA TRENTA G.  
Aesthetic Surg J 1999, 19 (6) ; 452-58

*Liposuction surgery and the use of Endermologie*  
KINNEY B.  
Journal of Cutaneous Laser Therapy 2001 ; 3 : 13-50

*Liposculpture et chirurgie de la silhouette*  
ILLOUZ Y.G.  
Encycl. Méd. Chir. 1998; p.45 à 120

*Utilisation du LPG System lors des lipoaspirations (à propos de 185 cas)*  
CUMIN M.C.  
J.Méd. Esth. et Chir. Derm., Vol XXIII, 91, Septembre 1996, p.185-188

### *Fibrose*

*A randomized, prospective study using the LPG Technique in treating radiation-induced skin fibrosis. Clinical and Profilometric analysis.*  
BOURGEOIS J.F., GOURGOU S., KRAMAR A., LAGARDE JM, GUILLOT B.  
Skin Research and Technology 2008: 14: 71-76

*Effectiveness of LPG treatment in morphea*  
WORRET W.I., JESSBERGER B.  
J. Eur. Acad. Dermatol.Venereol. 2004 Sep ; 18(5) : 527-30

*LPG et assouplissement cutané dans la brûlure*  
GAVROY J.P., DINARD J., COSTAGLIOLA M., ROUGE D., GRIFFE O., TEOT L.,  
STER F.  
Journal des Plaies et Cicatrisations (JPC) n°5 – Décembre 1996, p. 42-46

*LPG System et Dermatologie en particulier cicatrices*  
VERGEREAU R., CUMIN M.C.

Groupe de Réflexion en Chirurgie Dermatologique 1996, p. 27-29  
*Traitement de l'œdème*

*Œdème et Technique LPG*

ROLLAND J.

Kinésithérapie Scientifique n°481 octobre 2007, p 37-38

*Comparison of the effectiveness of MLD and LPG Technique*

MOSELEY A.L., PILLER N.B., DOUGLASS J., ESPLIN M.

Journal of Lymphoedema 2007; Vol 2, N°2, 30-36

*Endermologie (with and without compression bandaging) - A new treatment option for secondary arm lymphedema*

MOSELEY A.L., ESPLIN M., PILLER N.B., DOUGLASS J.

Lymphology 2007; 40, 129-137

*Vibroassisted Liposuction and Endermologie for LipoLymphedema*

BACCI P.A., SCATOLINI M., LEONARDI S., BELARDI P., MANCINI S.

The European Journal of Lymphology 2002 – Vol. X – Nr. 35-36, p16

*LPG Technique in the Treatment of Peripheral Lymphedema : Clinical Preliminary Results and Perspectives*

CAMPISI C., BOCCARDO F., ZILLI A., MACCIO A., FERREIRA DE AZEVEDO JR W., STEIN GOMES C., DE MELO COUTO E.

The European Journal of Lymphology 2002 – Vol. X – Nr. 35-36, p16

*Technique LPG et traitement de l'œdème*

LEDUC A., LEDUC O.

Drainage de la grosse jambe Lymphokinetics Ed. 2001, p.83-87

*Raideur / Douleur*

*Traitement des complications post chirurgicales de la maladie de Dupuytren*

SARTORIO F., VERCELLI S., CALIGARI M.

Traduction française

Il fisioterapista – 3- Maggio Giugno 2000, p. 43-47

*La maladie de Mondor : une complication de la chirurgie mammaire*

LHOEST F., GRANDJEAN F.X., HEYMANS O.

Annales de chirurgie plastique esthétique 50 (2005) 197-201

*Raideur et tissus mous. Traitement par massage sous dépression*

DELPRAT J., EHRLER S., GAVROY JP., ROMAIN M., THAURY M.N., XENARD J.

Rencontres en Rééducation n°10 ; La raideur articulaire 1995, p. 184-189

*Effets cliniques et histologiques d'un appareil, le Lift-6, utilisé dans le vieillissement cutané du visage*

REVUZ J., ADHOUTE H., CESARINI J.P., POLI F., LACARRIERE C., EMILIOZZI C.

Nouv. Dermatol. 2002; 21 : 335-342.

*Approche du Lift-6 dans le traitement esthétique du décolleté*

TENNA S., EMILIOZZI C., SCUDERI N.

J. Méd. Esth. et Chir. Derm. Vol. XXX, 117, mars 2003, 53-57.

*Effets de la Technique LPG sur la récupération de la fonction musculaire après exercice physique intense*

PORTERO P.; VERNET J.M.

Ann. Kinésithér. 2001, t. 28, n°4, pp 145-151

*Les courbatures induites par l'exercice musculaire excentrique : de l'origine à la résolution*

PORTERO P.

Kinésithérapie Scientifique n°416, Novembre 2001

*Effets de la Technique LPG sur la performance motrice du footballeur de haut niveau*

FERRET J.M., COTTE T., VERNET J.M., PORTERO P.

Sport Med' ; Décembre 1999, 117 ; p 20-24

*Evaluation de l'efficacité du système HUBER dans l'amélioration de l'équilibre chez des sujets âgés*

SAGGINI R.

Kiné Actualité 18 Mai 2006, p32

*Modification des paramètres d'équilibration et de force associés au reconditionnement sur plateforme motorisée de rééducation: étude chez le sujet sain*

COUILLANDRE A., DUQUE RIBEIRO M.J., THOUMIE P., PORTERO P.

Annales de Réadaptation et de Médecine Physique 51 (2008) English version : p67-73/

French version : p59-66

*Incidence sur la fonction motrice d'un programme d'exercices de renforcement réalisés sur plateforme mobile*

COUILLANDRE A., PORTERO P., DUQUE RIBEIRO M., THOUMIE P.

La revue des entretiens de Bichat. Août 2007; Vol. 8, N° 40

*Renforcement musculaire sur plate-forme: gadget ou innovation ?*

BOTTOIS J., ROLLAND J.

Kinésithérapie Scientifique n°481 octobre 2007, p 79-80

*Rééducation des entorses du genou: traitement fonctionnel*

FABRI S., LACAZE F., MARC T., ROUSSENQUE A., CONSTANTINIDES A.

EMC Mise à jour 2008. Kinésithérapie-Médecine Physique-Réadaptation; Elsevier Masson, 26-240-B-10

## Table des matières

Brève histoire du massage .....	2
Le massage pratiqué de nos jours .....	4
Le massage conjonctif .....	5
Tissu conjonctif proprement dit.....	7
Les fibres collagènes.....	13
Les fibres élastiques.....	16
Fibres réticulaires.....	17
La matrice extracellulaire .....	18
Les intégrines.....	22
Développement et évolution du massage conjonctif mécanisé .....	29
Le nouveau concept : la microvacuole .....	31
Roboderm® et Icoone.....	33
Méthode du massage conjonctif avec Icoone .....	37
Conclusions.....	40
Bibliographie .....	41
Table des matières .....	46

## LÉGENDE

Page	Traduction des images
P.5	<p>Depuis le mésenchyme embryonnaire, les principaux types de cellules des tissus conjonctifs prennent vie.</p> <p>Cellule mésenchymateuse</p> <p>Cellule staminale hématopoïétique</p> <p>REMARQUE : l'endothélium des capillaires dérive également du mésenchyme, mais se situe, étant donnée son organisation structurelle, entre les épithéliums.</p> <p>Figure 1 (2, 3, etc.)</p>
P.18	<p><b>Fibres collagènes</b></p> <p>Molécule d'acide hyaluronique</p> <p>Acide hyaluronique</p> <p>Protéine de liaison (link protein)</p> <p>Noyau protéique</p> <p>Protéoglycanes</p>
P.32	<p>Flexibles pour robosolo et robotwins</p> <p>Robosolo</p> <p>Point d'accès aux filtres et au circuit imprimé</p> <p>Entrée d'air du circuit de ventilation</p> <p>Système de rappel des poignées</p> <p>Interface utilisateur</p> <p>Écran tactile</p> <p>Robotwins</p> <p>3 supports pour robosolo et robotwins</p> <p>Poignée pour déplacer l'appareil</p>

